

# CALCÁRIO E FONTES E DOSES DE FÓSFORO:

## INFLUÊNCIA NO RENDIMENTO DA SOJA E NA QUÍMICA DO SOLO PELOTAS (ALFISSOLO)<sup>1</sup>

MAURI ONOFRE MACHADO<sup>2</sup>, ANTONIO CARLOS TORRES VIANNA<sup>3</sup>

e HELVIO DEBLI CASALINHO<sup>4</sup>

**RESUMO** - Foi avaliado o efeito de calcário e de cinco adubos fosfatados, aplicados em duas doses cada um (100 e 200 kg/ha de  $P_2O_5$  total), num experimento conduzido com soja (cv. Bragg) em campo nativo localizado na UEPAE de Pelotas, durante as safras de 1973/1974, 1974/75, 1975/76 e 1976/77. O pH e o teor de Ca + Mg trocáveis do solo aumentaram com a aplicação do fosfato-de-gafsa e, principalmente, do calcário, da escória-de-thomas e de termofosfato-de-yoorin. O Al trocável foi eliminado pela calagem e, na ausência desta, diminuiu anualmente com o emprego do fosfato-de-gafsa, da escória-de-thomas e do termofosfato-de-yoorin. Os resultados de rendimento de grãos mostraram que a escória-de-thomas e o termofosfato-de-yoorin tiveram o melhor desempenho, podendo dispensar a calagem. No entanto, com a calagem, todas as fontes apresentaram eficiência semelhante, exceto o fosfato-de-gafsa no primeiro ano.

Termos para indexação: adubos fosfatados, solos com calagem, solos sem calagem, cálcio e magnésio trocáveis, escória-de-thomas, termofosfato-de-yoorin, calagem, fosfato-de-gafsa.

### LIME AND RATES AND SOURCES OF PHOSPHORUS AS INFLUENCING SOYBEAN YIELD AND CHEMICAL PROPERTIES OF PELOTAS SOIL (ALFISOL)

**ABSTRACT** - The effect of five phosphates as sources of phosphorus for soybean (Bragg cultivar) was evaluated in two rates (100 and 200 kg/ha of total  $P_2O_5$ ), on limed and unlimed soil conditions. The experiment was carried out under field conditions, during the soybean growing season of 1973/74, 1974/75, 1975/76 and 1976/77, at UEPAE Pelotas station. The pH and the exchangeable Ca + Mg content from the soil were increased with Gafsa phosphate, but mainly with lime, Thomas slag and Yoorin thermophosphate application. The exchangeable Al content was eliminated by lime application and decreased annually by application of Gafsa phosphate, Thomas slag and Yoorin thermophosphate, when the lime was not applied. Thomas slag and Yoorin thermophosphate were the best phosphates for grain yield and do without lime: however, under limed soil conditions all phosphates had some efficiency, except for the Gafsa phosphate in the first growing season.

Index terms: limed soils, unlimed soils, exchangeable Ca + Mg, Thomas slag, Yoorin thermophosphate, liming, Gafsa phosphate.

### INTRODUÇÃO

Os solos da unidade de mapeamento Pelotas, com características típicas de um Planossolo, que ocorrem na região Sudeste do Rio Grande do Sul, ocupando uma área aproximada de 7.300 ha, apresentam baixa disponibilidade de fósforo para as plantas e, conseqüentemente, necessitam da aplicação de adubos fosfatados para a obtenção de ótimos rendimentos (Poetsch 1958, Goedert et al. 1971, Vahl 1979).

Existem no mercado várias fontes de fósforo que diferem quanto à origem e quanto à eficiência no suprimento desse nutriente para as plantas. No Brasil, a avaliação agrônômica dos diversos adubos fosfatados assumiu maior importância a partir de 1974, em face da elevação dos preços desses adubos e da dependência do País de seu suprimento do Exterior.

Tendo em vista a baixa solubilidade em água dos fosfatos naturais (fosfato-de-gafsa e outros) e dos fosfatos de fusão (termofosfatos, escórias), os fosfatos monocálcicos (superfosfatos simples e triplo), por serem mais solúveis em água, constituem-se na fonte preferida pelos agricultores, e, como conseqüência da demanda e do custo de industrialização, passam a ter preço mais elevado.

Diversos pesquisadores têm comparado a eficiência de vários fertilizantes fosfatados no rendimento das culturas e nas propriedades do solo, e

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 23 de junho de 1983.

Trabalho realizado na UEPAE de Pelotas - Convênio EMBRAPA/UFPEL.

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> - Agr<sup>o</sup>, M.Sc., EMBRAPA - Unidade de Execução de Pesquisa de Ambito Estadual (UEPAE), Caixa Postal 553, CEP 69100 - Pelotas, RS.

<sup>3</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, M.Sc., Prof.-Adjunto da FAEM/UFPEL.

<sup>4</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, M.Sc., pesquisador do Convênio EMBRAPA/UFPEL.

os resultados obtidos são bastante diversificados verificou-se que a resposta à aplicação dos diferentes fosfatos, depende, essencialmente, das características do solo e do clima, e das características físicas e químicas do fertilizante (Tisdale & Rucker 1967, Novoa & Nuñez 1974, Silva et al. 1977, Dynia 1977).

O presente trabalho tem a finalidade de avaliar a influência do calcário e, principalmente, dos principais adubos fosfatados comercializados no País, sobre a cultura da soja nas condições do solo Pelotas (Planossolo), onde seu cultivo teve crescente expansão nos últimos anos.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental da UEPAE de Pelotas, de 1973/74 a 1976/77, em solo da unidade de mapeamento Pelotas, com cobertura vegetal de campo nativo, e classificado segundo os critérios da Divisão de Pesquisa Pedológica do Ministério da Agricultura como Planossolo e, segundo a 7ª aproximação do sistema compreensivo americano, como Albaqualf. A análise inicial de três amostras de solo coletadas no campo experimental revelou as seguintes características: pH-5,4;  $Al^{+3}$ -0,6 me/100 g; Ca + Mg-3,5 me/100 g; K-45 ppm; P-2,6 ppm; M.O.-2,15%; necessidade de calcário (SMP-pH 6,5): 6,3 t/ha e textura franco-arenosa.

Foram testados os seguintes tratamentos: a) doses de calcário: sem calcário (zero t/ha); e uma vez, a necessidade de calcário (6,3 t/ha), determinada pelo método SMP para

pH 6,5, conforme descrito por Mielniczuk et al. (1969). b) Fontes de fósforo: superfosfato triplo (ST), superfosfato simples (SS); fosfato-de-gafsa (hiperfosfato-Hp); escória-de-thomas (ET); e termofosfato-de-yoorin (TY). c) Doses de fósforo: 100 e 200 kg/ha de  $P_2O_5$  total.

Os tratamentos foram combinados num fatorial  $2 \times 5 \times 2$ , com delineamento em blocos casualizados e parcelas subdivididas, com três repetições. As parcelas, medindo 8 m x 25 m, receberam calcário, as subparcelas (5 m x 8 m) receberam fontes de fósforo; e as sub-subparcelas (5 m x 4 m) receberam doses de fósforo.

O calcário foi aplicado somente no primeiro ano, na dose correspondente a 6,3 t/ha de calcário dolomítico com PRNT corrigido para 100% (PRNT original = 80%); a incorporação foi efetuada aos 40 dias antes do plantio, em duas etapas, metade antes da aração e metade depois, mas antes da gradagem.

As principais características dos fosfatos utilizados constam da Tabela 1. As duas doses de fósforo oriundas das cinco fontes em teste foram aplicadas anualmente a lanço, por ocasião da semeadura, juntamente com a adubação básica de toda a área experimental, a qual constou de nitrogênio (8 kg/ha de N), potássio (90 kg/ha de  $K_2O$ ), enxofre (30 kg/ha de S), boro (5,5 kg/ha de bórax), zinco (25 kg/ha de sulfato de zinco), cobre (10 kg/ha de sulfato de cobre) e molibdênio (368,1 g de molibdato de amônio).

A semeadura, em cada ano - com exceção de 1976/77 -, efetuou-se em meados de novembro. Em 1976/77, foi feita no início de dezembro. A cultivar utilizada foi a Bragg, semeada em linhas distanciadas 0,50 m, utilizando-se semente certificada e inoculada com *Rhizobium japonicum*. Após o desbaste, foram deixadas 20 plantas por metro linear.

TABELA 1. Principais características dos fertilizantes fosfatados utilizados.

Fontes de P*	Principal composto fosfatado	Total de $P_2O_5$			Teor de	
		Total	Solúvel		CaO	MgO
			em água	em ácido cítrico 2%		
			%			
Superfosfato triplo	fosfato monocálcico	47,1	40,8	-	21,4	2,2
Superfosfato simples	fosfato monocálcico	20,0	18,0	-	26,0	-
Hiperfosfato	fosfato tricálcico (amorfo)	30,2	0,05	24,0	49,1	1,4
Escória-de-thomas	fosfato tetracálcico e silico-fosfato de Ca	15,1	0,05	14,9	46,1	4,6
Termofosfato-de-yoorin	silico-fosfato de Ca e Mg	17,2	0,07	16,5	26,7	16,5

\* Os superfosfatos simples e triplo eram granulados e os demais pulverizados.

O controle de pragas, quando necessário, foi imediato e eficiente: não se verificaram, no decorrer dos anos, prejuízos decorrentes de pragas ou de doenças.

A colheita foi realizada sempre na época adequada; trilhou-se o produto em trilhadeira de parcelas; após a trilha, determinaram-se o peso e a umidade dos grãos, e o peso final destes foi corrigido para 14% de umidade.

Por ocasião da colheita, efetuou-se a coleta de amostras de solo na área útil (3 m x 2 m) de cada sub-subparcela, a fim de se determinarem pH em água, Al e Ca + Mg trocáveis, conforme metodologia descrita por Vettori (1969) e P "disponível", pelo método de Carolina do Norte (Mielniczuk et al. 1969).

O efeito dos tratamentos sobre o rendimento de grãos foi avaliado anualmente, através da análise da variância (F-teste) e do teste de Duncan (5%).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Análises químicas do solo

As principais características químicas do solo analisadas neste trabalho foram o pH, o Al trocável, o Ca + Mg trocáveis e o teor de P "disponível"; considerou-se, para fins de análise e discussão, somente a influência das fontes de fósforo e da calagem. Entretanto, pode-se generalizar que, quando se verificou o efeito de determinada fonte de fósforo sobre alguma característica química, este efeito foi mais acentuado com 200 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Os resultados da ação dos tratamentos sobre o pH do solo estão representados na Fig. 1. Como era esperado, o pH foi elevado pela aplicação de calcário, mas somente atingiu valores próximos ao nível 6,5 na presença dos fosfatos de fusão (escória-de-thomas e termofosfato-de-yoorin), o que se deve à reação alcalina destes e indica que o método SMP subestima a necessidade de calcário neste tipo de solo, apesar de arenoso e do baixo teor de matéria orgânica. Enquanto o pH cresceu com as aplicações anuais do hiperfosfato e, principalmente, dos fosfatos de fusão, e o efeito destes foi mais acentuado na ausência de calcário, o mesmo não se verificou com os fosfatos monocálcicos (superfosfato simples e triplo), onde o pH manteve-se praticamente inalterado, no decorrer dos anos.

O inverso ocorreu com o Al trocável, que foi praticamente eliminado pela ação do calcário a partir do primeiro ano e teve os teores bastante reduzidos, na ausência de calcário e no decorrer do

tempo, pela ação do hiperfosfato e, principalmente, dos fosfatos de fusão (Fig. 2). Os fosfatos monocálcicos não tiveram influência aparente sobre os teores de Al trocável; estes resultados se explicam em face do que ocorreu com o pH.

Quanto aos valores de Ca + Mg trocáveis (Fig. 3), verificou-se que todas as fontes de fósforo elevaram anualmente o nível destes nutrientes, tanto na ausência como na presença de calcário; a escória-de-thomas e o termofosfato mostraram os melhores efeitos, também neste caso. Isto se deve à sua composição mais rica em Ca e Mg (Tabela 1).

É interessante salientar que as três características acima relatadas, relacionadas com a acidez e a saturação de bases, sofreram influência marcante e benéfica, do ponto de vista agrônomo, dos fosfatos de fusão, o que se torna mais relevante quando se cultiva a soja, por se tratar de uma leguminosa e, como tal, altamente exigente quanto a essas características do solo. Estes resultados são confirmados, parcialmente, por Silva et al. (1977), que observaram ação similar de dois termofosfatos (fertiminas e yoorin), elevando o pH e, principalmente, o teor de Mg<sup>+2</sup> de um solo Terra Roxa Estruturada, em Jaú (SP). Também merecem destaque os efeitos imediato (primeiro ano) e residual do calcário sobre essas propriedades químicas do solo, visto que os valores de pH e de Ca + Mg trocáveis mantiveram-se elevados e o teor de Al trocável foi praticamente nulo, nos quatro anos após sua aplicação (Fig. 1, 2 e 3), confirmando os resultados obtidos por Poetsch (1958) no mesmo tipo de solo.

Os resultados obtidos para P "disponível" (Fig. 4), extraído pelo método de Carolina do Norte (Mehlich), indicaram que houve um aumento do teor de fósforo crescente com as aplicações anuais deste nutriente, independentemente da fonte de P e do Ca, exceção feita ao maior aparecimento de P na análise do terceiro ano (1975/76) em relação à do quarto ano. É provável que um banho rápido efetuado na área experimental por ocasião da formação de grãos, na safra 1975/76, tenha provocado condições de redução no solo e a conseqüente liberação de maior quantidade de P, sendo registrada pela análise das amostras, embora coletadas aproximadamente 30 dias após aquele banho. Observa-se, também, que não há grandes diferenças

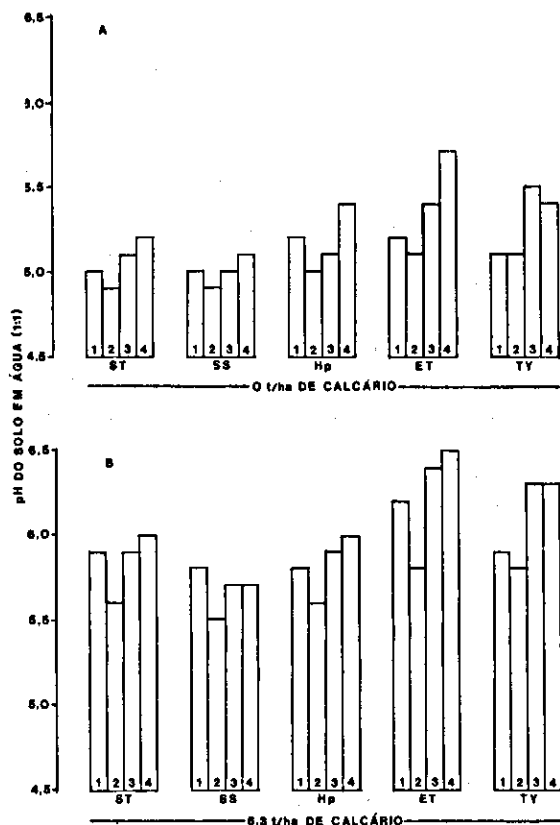


FIG. 1. Efeito de fontes de fósforo sobre o pH do solo, observado após cada colheita de soja (1: 1973/74; 2: 1974/75; 3: 1975/76 e 4: 1976/77); A: sem aplicação de calcário; e B: com 6,3 t/ha de calcário. ST: superfosfato triplo; SS: superfosfato simples; Hp: hiperfosfato; ET: escória-de-thomas; TY: termofosfato-de-yoorin.

no teor de P "disponível" devido ao calcário, nem entre os fosfatos monocálcicos e os fosfatos de fusão. Entretanto, o aparecimento de P na análise do tratamento com hiperfosfato foi sempre superior ao observado com os outros fosfatos, o que não correspondeu a um aumento no rendimento de grãos, conforme se verá adiante. Esta constatação já foi feita por outros autores (Ben s.n.t., Sfredo et al. 1979), e isto ocorre porque o extrator utilizado ( $H_2SO_4$  0,025 N + HCL 0,05 N) dissolve partículas do fosfato de rocha (hiperfosfato) que ainda não se dissolveram no solo, conforme observaram Braga et al. (1980) utilizando outro extrator ( $H_2SO_4$  0,05 N).

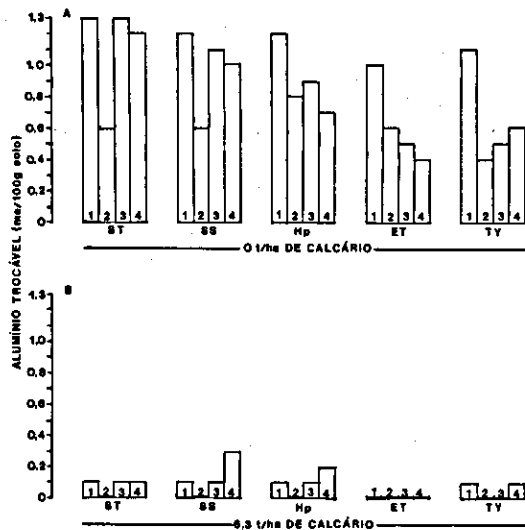


FIG. 2. Efeito de fontes de fósforo sobre o teor de alumínio trocável do solo, observado após cada colheita de soja (1: 1973/74; 2: 1974/75; 3: 1975/76 e 4: 1976/77); A: sem aplicação de calcário; e B: com 6,3 t/ha de calcário; ST: superfosfato triplo; SS: superfosfato simples; Hp: hiperfosfato; ET: escória-de-thomas; TY: termofosfato-de-yoorin.

#### Análises do rendimento de grãos

Os resultados médios de rendimento de grãos, observados anualmente, encontram-se na Tabela 2. Convém salientar que os rendimentos obtidos foram relativamente elevados em todos os anos, situando-se bem acima da média do Estado, que é de, aproximadamente, 1.500 kg/ha. Isto indica que o cultivo da soja é bastante viável nessas condições de solo, desde que se faça um bom manejo de lavoura.

A análise da variância dos resultados anuais de rendimento de grãos mostrou que a resposta da cultura aos diferentes tratamentos foi distinta no primeiro ano (1973/74) em relação aos demais anos (1974/75 à 1976/77) e por isso não se fez uma análise conjunta dos dados de quatro anos.

Na análise dos rendimentos de grãos do primeiro ano, verificou-se diferença significativa para doses de calcário (Ca), para fontes de fósforo (P) e para a interação Ca x fontes de P; não se verificou

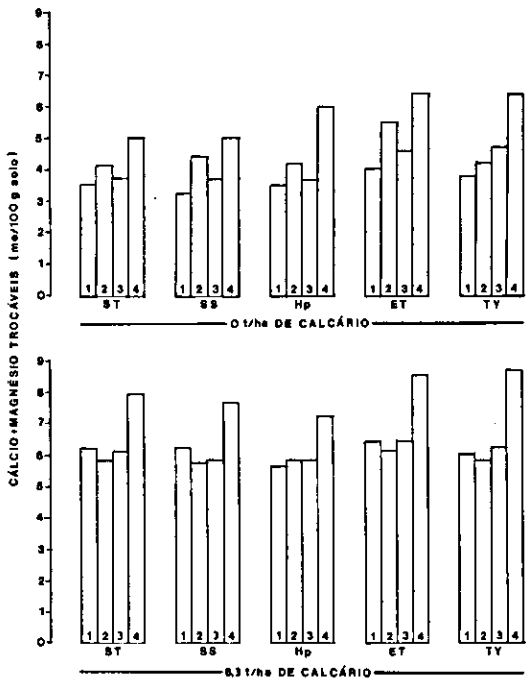


FIG. 3. Efeito de fontes de fósforo sobre o teor de cálcio mais magnésio trocáveis do solo, observado após cada colheita de soja (1: 1973/74; 2: 1974/75; 3: 1975/76; e 4: 1976/77); A: sem aplicação de calcário; e B: com 6,3 t/ha de calcário. ST: superfosfato triplo; SS: superfosfato simples; Hp: hiperfosfato; ET: escória-de-thomas; TY: termofosfato-de-yoorin.

diferença significativa para doses de P nem para as interações doses de P x Ca e fontes de P x doses de P x Ca. Isso indica que bastaram 100 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total para a obtenção dos melhores rendimentos, quaisquer que fossem as fontes de P e doses de calcário. Aplicando-se o teste de Duncan (5%) para a comparação de fontes, constatou-se que os superfosfatos simples e triplo e o hiperfosfato tiveram eficiência semelhante entre si e produziram significativamente menos do que a escória-de-thomas e o termofosfato-de-yoorin, na ausência de calcário (Tabela 2). O calcário elevou o rendimento de grãos de todas as fontes e equiparou a eficiência dos fosfatos monocálcicos à dos fosfatos de fusão, mas não interferiu na eficiência relativa do hiperfosfato, que foi significativamente inferior aos demais. O ótimo resultado obtido com os fos-

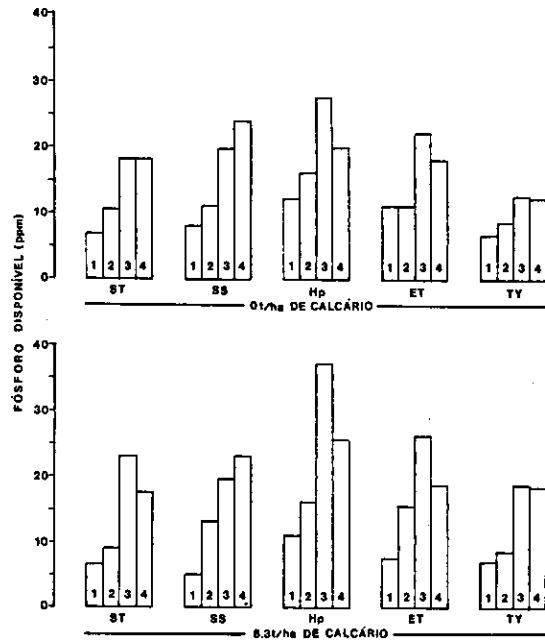


FIG. 4. Efeito de fontes de fósforo sobre o teor de fósforo disponível do solo, observado após cada colheita de soja (1: 1973/74; 2: 1974/75; 3: 1975/76 e 4: 1976/77); A: sem aplicação de calcário; e B: com 6,3 t/ha de calcário. ST: superfosfato triplo; SS: superfosfato simples; Hp: hiperfosfato; ET: escória-de-thomas; TY: termofosfato-de-yoorin.

fatos de fusão, mormente na ausência de calcário, indica que estas fontes, além de terem sido eficientes no suprimento imediato de fósforo para as plantas, reduziram os efeitos nocivos da acidez e propiciaram maior disponibilidade de Ca e Mg (Fig. 1, 2 e 3), substituindo, em grande parte, o efeito benéfico da calagem, o que estaria de acordo com o observado por Silva et al. (1977). A eficiência do hiperfosfato, semelhante à dos fosfatos monocálcicos na ausência de calcário, e inferior à destes na presença de calcário, evidencia a ação do pH do solo sobre a sua solubilidade e conseqüente liberação de P para as plantas, que é diminuída com a elevação do pH do solo, conforme observou Dynia (1977).

Nos demais anos (1974/75 a 1976/77), não se verificou efeito significativo dos tratamentos e de suas interações, exceção feita ao efeito significativo de calcário (residual) nos anos 1974/75 e

TABELA 2. Efeito de calcário e de fontes e doses de fósforo sobre o rendimento de grãos de soja em kg/ha observado de 1973/74 a 1976/77 no solo Pelotas (Alfissolo). Média de três repetições.

Tratamentos <sup>1</sup>	Sem calcário			Com calcário		
	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	Média <sup>2</sup>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	Média
	1973/74					
ST	2.470	2.520	2.500 b	3.270	3.720	3.500 a
SS	2.040	2.060	2.050 b	3.020	3.100	3.060 a
Hp	1.980	2.450	2.220 b	2.300	2.340	2.320 b
ET	3.190	3.030	3.100 a	3.140	3.570	3.360 a
TY	2.950	3.210	3.080 a	3.040	3.300	3.170 a
	1974/75					
ST	2.450	2.440	2.440 a	2.550	2.430	2.490 a
SS	2.440	2.430	2.440 a	2.430	2.620	2.520 a
Hp	2.340	2.340	2.340 a	2.490	2.470	2.480 a
ET	2.300	2.170	2.240 a	2.560	2.540	2.550 a
TY	2.110	2.420	2.260 a	2.460	2.520	2.490 a
	1975/76					
ST	2.250	2.150	2.200 a	2.540	2.610	2.580 a
SS	2.040	2.050	2.040 a	2.270	2.210	2.240 a
Hp	2.240	2.000	2.120 a	2.390	2.540	2.460 a
ET	2.160	2.140	2.150 a	2.400	2.580	2.490 a
TY	2.340	2.420	2.380 a	2.400	2.680	2.540 a
	1976/77					
ST	2.710	2.510	2.610 a	2.850	2.850	2.830 a
SS	2.490	2.250	2.370 a	2.920	2.750	2.840 a
Hp	2.680	2.690	2.680 a	2.630	2.710	2.670 a
ET	2.920	2.740	2.830 a	2.590	2.800	2.700 a
TY	2.840	2.950	2.900 a	2.860	2.920	2.890 a

<sup>1</sup> ST, simboliza superfosfato triplo; SS, superfosfato simples; Hp, hiperfosfato; ET, escória-de-thomas; e TY, termofosfato-de-yoorin; P<sub>1</sub> e P<sub>2</sub>, 100 e 200 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total, respectivamente.

<sup>2</sup> Médias seguidas da mesma letra, dentro de cada coluna e ano, não diferem entre si (Duncan 5%).

1975/76, independentemente dos outros tratamentos. A semelhança, na ação, das diferentes fontes de fósforo sobre os rendimentos da cultura a partir do segundo ano, era de se esperar, tendo em vista principalmente o efeito residual e adicional do fósforo aplicado no (s) ano (s) anterior (es) (Fig. 4) e o aumento nos teores de Ca + Mg trocáveis para todas as fontes (Fig. 3). Resultados semelhantes foram obtidos por Goepfert et al. (1973), em pesquisa realizada no campo, em quatro solos do Rio Grande do Sul, os quais verificaram que o superfosfato triplo produziu mais grãos de soja do que o hiperfosfato, somente no primeiro ano, tendo ambos eficiência semelhante no ano seguinte.

O efeito residual do calcário sobre o rendimento de grãos era de se esperar, inclusive no quarto

ano (1976/77), tendo em vista a permanência desse efeito sobre as características químicas do solo (Fig. 1, 2 e 3). Poetsch (1958), trabalhando nesse mesmo tipo de solo, verificou efeito significativo da calagem sobre o trigo durante sete anos, mas a soja plantada em sucessão ao trigo respondeu significativamente ao calcário somente até o quinto ano após sua aplicação; não houve resposta desta cultura a partir do sexto ano, principalmente quando lhe foi aplicada adubação fosfatada. Por outro lado, observou-se, neste trabalho, que os teores de Ca + Mg do solo foram crescendo ano após ano (Fig. 3) com a aplicação dos diferentes fosfatos. Isto faz supor que o principal efeito da calagem nestas condições se deve, primordialmente, à presença daquelas bases, as quais foram supridas ade-

quadamente pela superposição anual dos fosfatos aplicados ao solo. Um argumento que fortalece esta hipótese é o fato de o calcário ter apresentado pequeno efeito sobre o rendimento de grãos desde o primeiro ano quando na presença do hiperfosfato e dos fosfatos de fusão (Tabela 2).

### CONCLUSÕES

1. A utilização de escória-de-thomas e do termofosfato-de-yoorin na cultura da soja, nas condições do Planossolo da região Sudeste do Rio Grande do Sul, apresenta-se mais favorável do que o hiperfosfato e os superfosfatos simples e triplo, ainda mais que ambos podem dispensar a prática da calagem, sem maior prejuízo no rendimento da cultura.

2. Quando for utilizado calcário, todas as fontes apresentam eficiência semelhante, exceção feita ao hiperfosfato em área sem fósforo residual. Fica a escolha de uma ou outra fonte de fósforo, na dependência do custo da unidade de  $P_2O_5$  total.

### REFERÊNCIAS

- BEN, J.R. Comportamento da cultura da soja diante da aplicação de algumas fontes de adubos fosfatados no solo Erechim (Latossolo roxo distrófico). Resultados de 1º ano de cultivo. s.n.t. 7p. Trabalho apresentado na 4ª Reunião Conjunta de Pesquisa da Soja - RS/SC, Santa Maria, 1976.
- 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. R. Bras. Ci. Solo, Campinas, 4(1):36-9, 1980.
- DYNIA, J.F. Efeito do pH e da capacidade de retenção de fósforo dos solos na eficiência de adubos fosfatados. Porto Alegre, UFRS, 1977. 61p. Tese Mestrado.
- GOEDERT, W.J.; PATELLA, J.F. & MORAES, J.F.V. Formas de fósforo num planossolo do Rio Grande do Sul e sua disponibilidade para a cultura do arroz irrigado. Pesq. agropec. bras. Sér. Agron., Rio de Janeiro, 6:39-43, 1971.
- GOEPFERT, C.F.; MOURA, R.L.; TEDESCO, A.; ZANOTELLI, W. & OLIVEIRA, F.C. Experimento de cinco fontes de fósforo de adubação corretiva e de manutenção - Resultados com soja. Porto Alegre, IPAGRO, 1973. Trabalho apresentado na 1ª Reunião Conjunta de Pesquisa da Soja - RS/SC, Passo Fundo, 1973. Mimeografado.
- MIELNICZUK, J.; LUDWICK, A. & BOHNEN, H. Recomendações de adubo e calcário para os solos e culturas do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, UFRS, 1969. 29p. (UFRS. Boletim Técnico, 2).
- NOVOAH, F.V. & NUÑEZ, R. Efficiency of five phosphate fertilizer sources in soil with different phosphate fixing capacities. Trop. Agric., Trinidad, 51(2). 235-45, 1974.
- POETSCH, E. Influência da calagem e da adubação fosfatada sobre algumas propriedades do solo. Pelotas, UFPel, 1958. 90p. Tese Cátedra Química Agrícola.
- SFREDO, G.J.; BORKERT, C.M.; CORDEIRO, D.S.; PALHANO, J.B. & DITTRICH, R.C. Comparação de cinco extratores de fósforo do solo, considerando-se o tempo de incorporação de três adubos fosfatados. R. Bras. Ci. Solo, Campinas, 3(2):111-5, 1979.
- SILVA, N.M. da.; FERRAZ, C.A.M. & CAMPANA, M.P. Competição entre superfosfato simples e termofosfatos, em ensaio permanente com o algodoeiro. R. Bras. Ci. Solo, Campinas, 1(1):34-8, 1977.
- TISDALE, S.L. & RUCKER, D.L. Crop response to various phosphates. Washington D.C., The Sulphur Institute, 1967. 20p. (Tech. Bull., 9).
- VAHL, L.C. Solos e adubação do arroz no Rio Grande do Sul. Pelotas, EMBRAPA-UEPAE Pelotas, 1979. 48p. (EMBRAPA-UEPAE Pelotas. Circular Técnica, 2).
- VETTORI, L. Métodos de análises de solos. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1969. 24p. (Boletim Técnico, 7).