

BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônomo do Estado de S. Paulo

Vol. 31

Campinas, fevereiro de 1972

N.º 9

EFEITO DE DIFERENTES FERTILIZANTES FOSFATADOS, EM DIVERSAS CONDIÇÕES DE ACIDEZ DO SOLO, NA PRODUÇÃO DO TRIGO EM VASOS ⁽¹⁾

HERMANO GARGANTINI ⁽²⁾, CELI T. FEITOSA, engenheiros-agrônomo, Seção de Fertilidade do Solo, e TOSHIO IGUE ⁽²⁾, engenheiro-agrônomo, Seção de Técnica Experimental e Cálculo, Instituto Agrônomo

SINOPSE

Em casa de vegetação conduziu-se um experimento com trigo, em vasos com Latossolo Vermelho Escuro orto, proveniente do município de Itapetininga, com o objetivo de verificar o comportamento de diversos adubos fosfatados, sob três condições de acidez do solo.

Foram estudadas as adições de 0, 100 e 200 kg/ha de P_2O_5 , em presença e em ausência de calcário. Os fertilizantes usados foram superfosfatos simples e triplo, termofosfato, fosfato de diamônio e apatita-de-araxá, sempre em presença de nitrogênio e potássio.

Os resultados mostraram efeito significativo para doses de calcário, tanto para peso seco de plantas como para peso seco de grãos. Entre os fertilizantes, o superfosfato simples e o termofosfato foram os que melhor se comportaram para peso de grãos. A seguir vêm o fosfato de diamônio e o superfosfato triplo, que não diferiram entre si, porém comportaram-se estatisticamente diferentes da apatita-de-araxá, tanto para peso seco de plantas como para grãos.

Com a aplicação de calcário ao solo, para correção da acidez, todos os fosfatos solúveis apresentaram, igualmente, muito boa resposta na produção da planta, diferindo do fosfato tricálcico, que mostrou pequeno efeito.

⁽¹⁾ Trabalho apresentado no XIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, realizado em Vitória, Espírito Santo, em julho de 1971. Recebido para publicação em 27 de agosto de 1971.

⁽²⁾ Com bolsa de suplementação do CNPq.

1 – INTRODUÇÃO

O trigo, devido à sua grande importância econômica para o País, desde que se tornou cultura extensiva no Estado de São Paulo vem despertando interesse pelo estudo de seus problemas culturais.

A fertilidade do solo, como um dos principais fatores da produtividade, tem sido pesquisada. Maior interesse suscita esse tema, porque o trigo é cultivado em zona limitada, dentro do Estado, denominada “faixa do trigo”, na qual ocorre grande predominância de solos extremamente ácidos e pobres em todos os nutrientes (5).

Pesquisas têm sido realizadas, visando determinar a melhor forma de correção da acidez do solo e as adubações apropriadas para o trigo. Alcover (1) demonstrou que essa gramínea reage bem à aplicação de calagem e à adubação. Em experimentos em vasos, em casa de vegetação, Gargantini e outros (6) verificaram ser o fósforo o elemento mais importante na produção do trigo. Em ensaio de campo, Blanco e outros (3) procuraram estabelecer os níveis adequados de nitrogênio, fósforo e potássio, concluindo, também, que o fósforo é o nutriente responsável pelas maiores produções. Ainda em condições de campo, ensaios nos quais foram estudados vários fertilizantes fosfatados (4) atestam a grande eficiência dos adubos solúveis em confronto com os tricálcicos, de efeito bastante pequeno na produção.

Com a finalidade de estudar o efeito de diferentes fertilizantes fosfatados, sob diversas condições de acidez do solo, foi realizada a pesquisa aqui relatada.

2 – MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em vasos de Mitscherlich com capacidade para 6 kg. Empregou-se um Latossolo Vermelho Escuro orto (10), coletado da camada superficial (0 – 20 cm), no município de Itapetininga, com as seguintes características químicas:

pH	5,00
C%	2,40
N total %	0,14
K ⁺	0,23 ⁽³⁾
Ca ²⁺ + Mg ²⁺	0,70 ⁽³⁾
Al ³⁺	1,70 ⁽³⁾
H ⁺ + Al ³⁺	13,50 ⁽³⁾
PO ₄ ³⁻	0,01 ⁽³⁾

Adotou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições, tendo sido estudados os seguintes tratamentos:

1. OOO — (testemunha absoluta)
2. NOK — (testemunha relativa)
3. NP₁K — (superfosfato simples)
4. NP₂K — (superfosfato simples)
5. NP₁K — (superfosfato triplo)
6. NP₂K — (superfosfato triplo)
7. NP₁K — (termofosfato)
8. NP₂K — (termofosfato)
9. NP₁K — (fosfato de diamônio)
10. NP₁K — (apatita-de-araxá)
11. NP₂K — (apatita-de-araxá)

Não se empregou a dose dupla de fosfato de diamônio, porque a quantidade de nitrogênio nele contido ultrapassava a dosagem desejada desse nutriente, no ensaio.

Na forma dos fertilizantes mencionados foram estudados os níveis 0, 100 e 200 kg/ha de P₂O₅. Usaram-se, para todos os tratamentos, 50 kg/ha de nitrogênio e 30 kg/ha de óxido de potássio, nas formas de sulfato de amônio e cloreto de potássio, respectivamente. Todos os tratamentos foram estudados frente a três condições de acidez do solo, a saber: pH: 5,00 (solo original, sem aplicação de calcário); solo que recebeu calcário dolomítico em quantidade calculada para eliminar a acidez nociva (dada pela presença do alumínio); e, finalmente, solo que recebeu quantidade do mesmo cal-

(³) e.mg/100 ml de solo seco

cário dolomítico, necessária para elevar o pH ao redor de 6,50, ou seja, 75% da saturação em bases desse solo. Com base no teor de alumínio, foi calculada a quantidade de 2,55 t/ha, e para a elevação do pH a 6,50 utilizou-se a quantidade de 8,25 t/ha. Os corretivos foram intimamente misturados com o solo dos vasos, cerca de 20 dias antes do plantio do trigo. A terra foi umedecida, para propiciar a reação do calcário com o solo.

Na ocasião do plantio das sementes de trigo (abril de 1970), misturaram-se todos os adubos com a terra dos 2/3 inferiores de cada vaso, evitando assim o contato das sementes com os fertilizantes. Em cada vaso plantaram-se 15 sementes de trigo da variedade IAS-12. A germinação se deu três dias após, e foi bastante uniforme. Vinte dias depois, procedeu-se ao desbaste, ficando oito plantas por vaso.

Durante o transcorrer do ensaio, o solo dos vasos foi mantido em condições favoráveis de umidade, propiciando muito bom desenvolvimento das plantas. Sempre que ocorria percolado nos pratos dos vasos, era ele retornado ao respectivo solo. O fornecimento de água a partir da germinação foi crescente até a fase do emborrachamento, quando ocorre a maior necessidade de água pelas plantas de trigo. Daí até o início da maturação, as quantidades fornecidas foram diminuindo, cessando ao se completar a maturação.

No período de desenvolvimento do ensaio houve ataque de oídio, pulgões e lagartas, respectivamente controladas pela aplicação de Karathane WD, Malatiol e Shervin, não tendo havido prejuízo na produção de grãos. A colheita das plantas se deu em setembro, cortando-as bem rente ao solo. As plantas foram secas em estufa a 60°C. Os grãos e a parte vegetativa foram pesados separadamente.

3 — RESULTADOS E DISCUSSÃO

O quadro 1 apresenta os dados de matéria seca e de grãos.

QUADRO 1. — Produções médias, por vaso, de matéria seca e de grãos de trigo, obtidas em ensaio de competição de fertilizantes fosfatados, em Latossolo Vermelho Escuro orto, em casa de vegetação

Tratamento (*)	Peso seco da planta			Peso seco dos grãos		
	s/calc.º	calc.º Al	calc.º H + Al	s/calc.º	calc.º Al	calc.º H + Al
	<i>g</i>	<i>g</i>	<i>g</i>	<i>g</i>	<i>g</i>	<i>g</i>
1 — 000	9,1	9,5	10,2	0,0	0,5	1,0
2 — NOK	8,3	9,1	10,0	0,5	0,5	0,6
3 — NP ₁ K — SS .	23,0	25,0	31,0	7,0	7,5	10,5
4 — NP ₂ K — SS .	28,0	30,0	34,5	10,0	11,0	12,0
5 — NP ₁ K — St .	16,0	20,0	23,0	4,0	5,5	7,0
6 — NP ₂ K — St .	20,0	27,0	28,0	5,5	9,5	9,5
7 — NP ₁ K — t ...	21,5	23,0	26,0	6,5	7,5	8,0
8 — NP ₂ K — t ...	28,0	29,0	31,0	10,0	10,0	10,0
9 — NP ₁ K — DAP	18,0	26,0	33,0	4,5	8,5	11,5
10 — NP ₁ K — aA .	12,5	13,5	12,0	2,5	3,0	3,5
11 — NP ₂ K — aA .	15,0	14,5	14,0	3,5	3,5	3,0
Teste de Tukey	3,55 (1)	0,60 (2)	1,66 (3)	5,70 (1)	1,00 (2)	2,69 (3)
5%	2,03 (4)	1,17 (5)	0,95 (6)	3,31 (4)	0,95 (5)	0,97 (6)

(*) SS = superfosfato simples; St = superfosfato triplo; t = termofosfato; DAP = diamônio fosfato; aA = apatita-de-araxá.

(¹) Entre doses de calcário dentro dos níveis 1 e 2 de fosfatados ou entre duas médias quaisquer do quadro 1.

(²) Entre doses de calcário, para tratamentos que receberam P₂O₅.

(³) Entre tipos de fosfatados dentro de calcário.

(⁴) Entre fosfato de diamônio e outros fosfatados de calcário.

(⁵) Entre fosfatados.

(⁶) Entre fosfato de diamônio e outros fosfatados.

A análise da variância, tanto para peso de grãos como para peso de matéria seca, revelou diferenças altamente significativas entre doses de calcário, entre adubos fosfatados e entre doses de adubos. As interações calcário x fosfatados e fosfatados x doses foram significativas, respectivamente aos níveis de 1% e 5% de probabilidade. Os coeficientes de variação para peso de grãos e peso de plantas foram de 10,4% x 12,0%, respectivamente.

A análise da utilização de 100 kg/ha de P_2O_5 , nas diversas formas, mostra o grande efeito desse nutriente no aumento de produção. A apatita-de-araxá apresentou algum resultado, se bem que muito pequeno e sem diferença estatística com relação aos tratamentos que não receberam aquele nutriente. Quando o solo não recebeu calcário para correção da acidez os tratamentos com superfosfato simples e com termofosfato foram os que apresentaram melhores resultados, confirmando os trabalhos de Blanco e outros (4), e Gargantini e outros (7). O superfosfato triplo e o fosfato de diamônio se mostraram menos eficientes que o superfosfato simples e o termofosfato, porém bem superiores à apatita-de-araxá, que não diferiu das testemunhas.

Quando o solo recebeu calagem, para correção da acidez nociva, baseada no teor de alumínio ou no valor do pH, foi verificado que todos os fosfatos solúveis, superfosfatos simples e triplo, termofosfato e fosfato de diamônio, produziram igualmente excelentes resultados, muito acima da apatita-de-araxá e das testemunhas, que não apresentaram diferenças entre si. Estas considerações são válidas para peso seco de plantas e peso seco de grãos.

Isoladamente o comportamento de cada um dos fosfatados, frente às aplicações de calcário, foi bastante sensível e singular. Assim, o superfosfato simples, nível (P_1), quando aplicado na dose 2 do corretivo, apresentou grande diferença em relação ao tratamento correspondente, em que não foi aplicado o calcário. A aplicação do superfosfato simples, nível (P_2), quando aplicado na dose 2 do corretivo, não diferiu do resultado obtido com a dose 1 do calcário. O fosfato de diamônio, para qualquer dos níveis de calcário, apresentou diferenças significativas de produção, melhorando com as quantidades de corretivo. O termofosfato e o superfosfato triplo também apresentaram melhoria pela aplicação de calcário.

comprovando os resultados já observados por outros autores (4, 8). Conforme trabalho de Gargantini e Santos (7), também foi observado que a aplicação de materiais corretivos da acidez do solo aumenta sensivelmente a eficiência dos fertilizantes fosfatados. Willians (12) explica essa melhoria da ação dos fosfatados, pelo fato de o calcário evitar a fixação do fósforo pelo solo. Somente o tratamento com apatita-de-araxá não foi beneficiado com a adição de calcário.

Os aumentos de produção, tanto de massa verde como de grãos, foram sensíveis quando se elevaram os níveis de fósforo de 100 para 200 kg/ha. Todos os tratamentos mostraram efeito linear e quadrático, com exceção do tratamento com apatita-de-araxá.

No estudo dos dados de produção, quando se utilizou a dose de 200 kg/ha de P_2O_5 , notou-se que na ausência de calcário o superfosfato simples e o termofosfato apresentaram excelentes resultados, sendo estatisticamente superiores ao superfosfato triplo, e este à apatita-de-araxá. Quando se empregou calcário, para correção da acidez, em qualquer quantidade, todos os fosfatados, à exceção da apatita-de-araxá, apresentaram igualdade de resposta, elevando bastante a produção de grãos ou de matéria seca. Apenas o tratamento com superfosfato triplo diferiu do simples, o que se verificou somente na produção de matéria seca. A apatita-de-araxá não mostrou efeito quando se corrigiu a acidez do solo, fato aliás já comprovado em trabalho anterior (4).

Pela análise dos dados obtidos pela ação de cada um dos fosfatados, frente às aplicações dos níveis de calagem, verifica-se que os solúveis tiveram seus efeitos melhorados com a elevação das quantidades de calcário. O único que não apresentou qualquer efeito foi a apatita-de-araxá, pois as produções foram semelhantes, tanto no solo que recebeu como no que não recebeu calagem. Somente em produção de massa verde, o superfosfato triplo diferiu significativamente do superfosfato simples, na presença do nível e de calcário.

Os efeitos da calagem foram altamente significativos e lineares. Os três níveis de calcário estudados diferiram estatisticamente entre si.

As diferenças entre as doses de corretivo se devem, possivelmente, à presença, no solo, de alumínio tóxico em teores que variavam entre 0,60 e 0,90 e. mg/100 ml de solo seco, conforme foi observado nas análises efetuadas em amostras de solo retiradas após a condução do ensaio. Com a dose 2 de calcário, não foi encontrado alumínio, e o pH situou-se ao redor de 6,20.

4 – CONCLUSÕES

a) O trigo apresentou excelente reação à aplicação dos fertilizantes fosfatados solúveis, e muito pequena ao fosfato tricálcico.

b) Do mesmo modo, apresentou muito boa resposta à aplicação de corretivo da acidez do solo.

c) Quando não houve correção da acidez, os fosfatados que melhores resultados apresentaram foram o superfosfato simples e o termofosfato.

d) Quando foi aplicada ao solo a quantidade de calcário calculada para eliminar a acidez nociva, todos os fosfatos solúveis propiciaram, igualmente, excelente resposta do trigo.

e) Quando se aplicou o corretivo em quantidade necessária para elevação do pH do solo, igualmente os fosfatos solúveis apresentaram boa resposta, superando a do fosfato tricálcico.

EFFECT OF PHOSPHORUS FERTILIZERS ON WHEAT PRODUCTION

SUMMARY

A pot experiment was carried out in greenhouse to study the influence of increasing doses of phosphorus fertilizers, at various levels of pH, and lime, on wheat production in soil of the "Latossolo Vermelho Escuro orto" Great Group.

Superphosphate (simple and concentrated), thermophosphate, diammonium phosphate and rock phosphate were used at the rates of 0, 100, and 200 kg P_2O_5 /ha in presence and absence of lime, and always in presence of nitrogen and potassium.

The results showed a significant effect of lime on grain and dry matter production. In presence of lime all the phosphorus fertilizers, with exception of the rock phosphate, gave good results. In absence of lime the simple superphosphate and termophosphate were better than the others with respect to grain production.

LITERATURA CITADA

1. ALCOVER, M. Ensaio de adubação NPK, estêrco e calcário. In: Relatório da Estação Experimental de Capão Bonito. Campinas. Instituto Agrônômico, 1958. (Não publicado)
2. BLANCO, H. G.; IGUE, T.; GARGANTINI, H. & WUTKE, A. C. P. Competição de fertilizantes fosfatados para trigo. *Bragantia* 21:867-874, 1962.
3. —————; VENTURINI, W. R. & GARGANTINI, H. Comportamento de fertilizantes fosfatados em diferentes condições de acidez do solo, para o trigo, com estudo do efeito residual para a soja. *Bragantia* 24:261-279, 1965.
4. —————; —————; ————— & CUIABANO, N. Adubação mineral para o trigo no sul do Estado de São Paulo. *Bragantia* 24:481-504, 1965.
5. GARGANTINI, H. O solo e a adubação na cultura do trigo no Estado de São Paulo. In: KALCKMANN, R. E., ed. Solo e adubação do trigo. Pelotas, 1966. p.75-83.
6. —————; CONAGIN, A. & PURCHIO, M. J. Ensaio de adubação NPK em cultura de trigo. *Bragantia* 17:13-24, 1958.
7. ————— & SANTOS, D. Competição de fertilizantes fosfatados. *Bragantia* 30:117-124, 1971.
8. IBEC RESEARCH INSTITUTE. Ensaio de calagem e adubação em solos de campo cerrado. São Paulo, 1962-63. 64p. (Relatório 5)
9. KRUG, C. A. & VIÉGAS, G. P. O trigo no Estado de São Paulo. Campinas, Instituto Agrônômico, 1938. 40p. (Boletim 48)
10. SERVIÇO NACIONAL DE PESQUISAS AGRONÔMICAS. Comissão de Solos. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de S. Paulo. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1960. 634p. (Boletim 12)
11. TORRES, C. B. Adubação do trigo no Rio Grande do Sul. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 5., Pelotas, 1955. Anais. p.296-304.
12. WILLIAMS, E. G. Making the best use of phosphate fertilizers. *Scottish Agriculture* 31(2):1-5, 1951.