

## CALAGEM E ADUBAÇÃO FOSFATADA PARA DOIS CULTIVARES DE TRIGO EM SOLO DE CERRADO <sup>(1)</sup>

J. C. A. J. de MAGALHÃES <sup>(2)</sup>, E. LOBATO <sup>(2)</sup> & L. H. RODRIGUES <sup>(2)</sup>

### RESUMO

Em dois cultivos (época chuvosa e seca), num Latossolo Vermelho-Escuro argiloso, procurou-se definir curvas de resposta a fósforo em diferentes níveis de acidez do solo, para os cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) 'IAC 5' e 'Sonora 63'. A tolerância dos cultivares estudados a valores elevados de saturação com alumínio no solo e sua capacidade de extrair fósforo, em tais condições, foram avaliadas. Os tratamentos incluíram combinações de três doses de calcário (0,50; 2,75 e 5,00t/ha) e cinco doses de fósforo (60; 230; 400; 740 e 1.080kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, na forma de superfosfato triplo) arranjadas em parcelas subdivididas.

O cultivar 'IAC 5' mostrou maior produtividade que o 'Sonora 63' em todos os tratamentos, nos dois cultivos. Em ambos, observaram-se aumentos de produção altamente significativos em resposta à calagem e à aplicação de fósforo, sendo as respostas à calagem maiores para o 'Sonora 63'. O 'IAC 5' foi mais tolerante a níveis altos de saturação com alumínio e mostrou maior capacidade de extrair fósforo em solos mais ácidos e com menor disponibilidade do nutriente. A análise estatística mostrou uma interação calcário x fósforo significativa apenas para o cultivar 'Sonora 63' no segundo cultivo.

### SUMMARY: LIMING AND PHOSPHORUS FERTILIZATION FOR TWO WHEAT VARIETIES ON A CERRADO SOIL

*Phosphorus response curves of wheat (Triticum aestivum L.) varieties 'IAC 5' and 'Sonora 63' on a Clayey Dark Red Latosol receiving three levels of lime were obtained during a rainy and a dry season. The tolerance of the varieties to high levels of aluminum saturation and their ability to extract phosphorus under these conditions were evaluated. The treatments included 0.50; 2.75 and 5.00t/ha lime and 60; 230; 400; 700 and 1080kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha as triple superphosphate, in a split plot design.*

*In both seasons 'IAC 5' produced more than 'Sonora 63'. There were large responses to phosphorus and lime, with 'Sonora 63' responding particularly to the later; 'IAC 5' was more tolerant to high levels of aluminum saturation and showed a greater ability to extract phosphorus from more acid soils with lower levels of phosphorus availability. The lime x phosphorus interaction was significant only for 'Sonora 63' in the second crop.*

### INTRODUÇÃO

Os solos sob vegetação de cerrado possuem elevada saturação com alumínio e baixa disponibilidade de fósforo na camada arável (Lopes, 1975). Além do efeito do alumínio na limitação do crescimento e na morfologia do sistema radicular de plantas cultivadas, verifica-se nesses solos um decréscimo nas taxas de absorção de P, Ca e Mg e na taxa de translocação de fósforo em espécies e cultivares sensíveis ao alumínio (Salinas, 1978).

Diversos trabalhos foram conduzidos no Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), com a cultura do trigo, abordando as diferenças varietais existentes em relação à tolerância à elevada saturação com alumínio e baixa disponibilidade de fósforo em solos sob vegetação de cerrado (Salinas, 1976; Miranda & Lobato, 1978, e Silva *et alii*, 1978).

Silva *et alii* (1976) mencionaram dados sobre o comportamento dos cultivares 'IAC 5' e 'Sonora 63' em relação a efeitos tóxicos do alu-

mínio trocável no solo. Suas observações foram comprovadas pelos resultados obtidos com esses cultivares por Magalhães (1979), em ensaios conduzidos em casa de vegetação, que mostraram, por outro lado, uma capacidade de absorção de fósforo mais elevada para o cultivar 'IAC 5', particularmente em níveis de baixa disponibilidade de P, em qualquer dos níveis de calagem utilizados.

O presente trabalho foi desenvolvido com base nas indicações fornecidas por Magalhães (1979), procurando-se estudar, em condições de campo, o comportamento dos cultivares 'IAC 5' e 'Sonora 63', quanto aos seguintes aspectos: resposta a fósforo, calcário, avaliação do grau de tolerância a níveis altos de saturação com alumínio no solo, da capacidade de extração de fósforo e do efeito residual da adubação fosfatada.

### MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois ensaios, um para cada cultivar de trigo ('IAC 5' e 'Sonora 63', o primeiro brasileiro e, o se-

<sup>(1)</sup> Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Manaus (AM), 08-13 de julho de 1979. Recebido para publicação em abril de 1980 e aprovado em novembro de 1980.

<sup>(2)</sup> Pesquisadores do CPAC-EMBRAPA - Brasília (DF)

gundo, de origem mexicana), em Latossolo Vermelho-Escuro argiloso, fase cerradão (Brasil, 1969). As características químicas desse solo em amostras coletadas na camada superficial (0-20cm), foram as seguintes: pH em água (1:1) = 4,6; alumínio, cálcio + magnésio e potássio trocáveis, 0,9, 0,44 e 0,05 (meq/100g), respectivamente; saturação com alumínio ( $Al^{3+} \times 100 / Al^{3+} + Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^{+}$ ) = 65%; fósforo (extrator de Mehlich) = 0,9 ppm. Os métodos de análise química dos solos foram os descritos por Vettori (1969).

Os tratamentos consistiram na combinação de três doses de calcário dolomítico (0,50, 2,75 e 5,00t/ha, PRNT = 100%), com cinco doses de fósforo (60, 230, 400, 740 e 1.080kg/ha de  $P_2O_5$ ) determinados com base em Magalhães (1979). Utilizou-se um esquema fatorial completo, num delineamento de parcelas subdivididas, em faixas, com três repetições. Para o primeiro cultivo, na época chuvosa 1975-76, colocou-se o calcário nas parcelas e o superfosfato triplo, nas subparcelas. Estas foram divididas no segundo cultivo (conduzido na época seca de 1976), recebendo metade da área uma dose constante de fósforo (85kg/ha de  $P_2O_5$ ), como adubação de manutenção, ficando a outra metade sem dose adicional do nutriente. A adubação básica para o primeiro cultivo incluiu as seguintes quantidades de nutrientes, em kg/ha: 60 de N (sulfato de amônio), 100 de K<sub>2</sub>O (cloreto de potássio), 40 de FTE BR-12 e aproximadamente 9kg de zinco (sulfato de zinco). O calcário e os fertilizantes, exceto o sulfato de amônio, foram aplicados a lanço e incorporados ao solo com enxada rotativa, o primeiro à profundidade de 25cm aproximadamente, cerca de 60 dias antes da semeadura e, os demais, a uma profundidade em torno de 20cm, cinco dias antes da semeadura. Dois terços do nitrogênio foram adicionados ao solo na semeadura e, o restante, foi aplicado em cobertura, trinta dias após a emergência das plantas. Para o segundo cultivo, a adubação básica foi idêntica, exceto em relação ao FTE BR-12, cuja quantidade foi reduzida para 15kg/ha. Foi utilizado, no segundo cultivo, um sistema de irrigação por corrugação, com sulcos espaçados de 0,75m (Silva *et alii*, 1976). A semeadura foi efetuada a máquina, contra o declive. A densidade de semeadura foi de 350 sementes/metro quadrado para ambos os cultivares. A área útil colhida das subparcelas foi de 18,75m<sup>2</sup> (primeiro cultivo) e, das subsubparcelas, de 5,45m<sup>2</sup> (segundo cultivo).

Foram efetuadas análises de amostras de solo coletadas antes da calagem e após a colheita de ambos os cultivos, na área útil das subparcelas e subsubparcelas, utilizando-se uma amostra composta de cinco subamostras simples. Efetuou-se também, após a colheita do segundo cultivo, uma amostragem e análise da camada de terra ao redor das raízes das plantas de ambos os cultivares, nos tratamentos com 0,50t/ha de calcário e doses iniciais de 60, 400 e 1.080 kg/ha de  $P_2O_5$  nas subsubparcelas sem dose de manutenção de P. Para essa finalidade, arrancaram-se algumas plantas, procurando-se aproveitar o melhor possível seu sistema radicular, batendo-as no interior de sacos plásticos para liberar a terra em volta das raízes. Coletaram-se plantas no estádio de emborrachamento (parte aérea do cultivar 'IAC 5') no primeiro cultivo, para análise de fósforo (Sarruge & Haag, 1974).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificaram-se, de modo geral, efeitos altamente significativos do fósforo, calcário e manutenção de fósforo, no rendimento de grãos dos cultivares. A interação calcário x fósforo foi significativa apenas no segundo cultivo, para o cultivar 'Sonora 63' como se observa no quadro 1. Observa-se ainda que a produtividade do 'IAC 5' foi superior à do 'Sonora 63' em todos os níveis de calcário e fósforo, em ambos os cultivos. Em casa de vegetação, Magalhães (1979) obteve rendimentos mais elevados para o segundo cultivo, nos níveis máximos de calagem e fósforo. Martini *et alii* (1977), em ensaios de campo conduzidos em latossolos do Rio Grande do Sul, concluíram que a tolerância ao alumínio dos cultivares brasileiros não está associado com

um baixo potencial de produção e que alguns deles são capazes de produzir quase tão bem como os cultivares mexicanos de alto potencial genético de produção, em condições adequadas de solo e clima.

O cultivar 'Sonora 63' respondeu mais à calagem que o 'IAC 5' (Quadro 1). Esse mesmo cultivar apresentou uma produtividade muito baixa, como 0,50t/ha de calcário, particularmente nos tratamentos sem manutenção de fósforo, no segundo cultivo (inverno), com rendimentos inferiores aos obtidos no primeiro cultivo (verão), quando normalmente ocorrem rendimentos mais elevados no inverno devido ao clima mais favorável para o trigo (Silva *et alii*, 1976). Os baixos rendimentos obtidos para esse cultivar, em tais tratamentos, podem ser atribuídos ao alto grau de saturação com alumínio no solo (Quadro 2).

Verifica-se que a dose de 2,75t/ha de calcário foi, de modo geral, suficiente para reduzir a saturação com alumínio no solo a níveis abaixo de 10%, sendo essa saturação reduzida a zero com o emprego de 5,00t/ha de calcário (Quadro 2). Nota-se uma tendência de aumento do pH e decréscimo da saturação com alumínio no solo na dose de 0,50t/ha de calcário, com o acréscimo das doses de fósforo, mostrando a influência do superfosfato triplo na neutralização do alumínio trocável presente no solo. As saturações com alumínio no solo, com a aplicação de 0,50t/ha de calcário para o cultivar 'Sonora 63', foram superiores às encontradas para o 'IAC 5', nas mesmas condições, observando-se ainda que o pH do solo, após o primeiro cultivo, foi ligeiramente superior nas parcelas semeadas com o 'IAC 5' (Quadro 2). De acordo com Foy (1974), a tolerância ao alumínio está associada com a capacidade de certas espécies e cultivares de plantas em alterar o pH de sua rizosfera. Esse autor afirmou que a diferença em tolerância ao alumínio entre cultivares de trigo e soja é devida à diminuição do pH do meio em torno das raízes de plantas suscetíveis, com acréscimo da solubilidade e, portanto, do efeito tóxico do alumínio. No entanto, Otsuka, citado por Foy (1974), observou que um cultivar de trigo tolerante ao alumínio aumentou o pH de seu meio de crescimento, enquanto um cultivar suscetível o reduziu.

O pH da camada de terra em contato mais estreito com as raízes do cultivar 'IAC 5' foi mais elevado que o pH determinado ao redor das raízes do 'Sonora 63' (Quadro 3). Observa-se que a média dos valores de pH para ambos os cultivares foi superior, respectivamente, em 0,5 e 0,2 unidades ao valor médio do pH do solo analisado após a colheita do segundo cultivo, nos tratamentos sem dose de manutenção de P (Quadros 2 e 3).

Os teores de fósforo extraídos pelo extrator de Mehlich refletem as quantidades adicionadas nos diversos tratamentos (Quadro 2). Verificou-se um decréscimo nos teores extraíveis de P do primeiro para o segundo cultivo (tratamentos sem dose adicional de fósforo), exceto na do-

**Quadro 1. Rendimento de grãos (13% de umidade) dos cultivares de trigo 'IAC-5' e 'Sonora-63' em dois cultivos, em resposta à aplicação de níveis de calcário e de fósforo (média de três repetições)**

Doses de		Cultivar 'IAC 5'			Cultivar 'Sonora 63'		
Calcário	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.º cultivo	2.º cultivo		1.º cultivo	2.º cultivo	
			- M(1)	+ M(1)		- M(1)	+ M(1)
t/ha	kg/ha	kg/ha			kg/ha		
0,50	60	349	465	1228	40	9	136
0,50	230	981	965	1395	128	40	105
0,50	400	1114	1684	1757	214	23	367
0,50	740	1293	1733	2139	328	111	457
0,50	1080	1382	2285	2684	556	393	736
2,75	60	519	698	1579	356	361	1062
2,75	230	1119	1643	2166	555	791	1295
2,75	400	1309	1953	2348	679	1295	1467
2,75	740	1613	2377	2698	770	1371	1503
2,75	1080	1612	2251	2632	885	1544	1724
5,00	60	619	1003	1948	390	421	1271
5,00	230	1241	1909	2258	721	1120	1545
5,00	400	1420	2354	2590	675	1473	1784
5,00	740	1498	2698	2688	900	1877	1628
5,00	1080	1486	2802	2780	953	2116	2029
C.V. (%)							
Calcário		12,31	18,20		13,04		16,67
Fósforo		9,76	13,61		12,43		14,54
Fósforo (manutenção)		—	12,42		—		12,96
dms Duncan (p = 0,01)(2)							
Calcário		144*	431		117		198
Fósforo		148	253		88		136
Fósforo (manutenção)		—	160		—		75
Calcário x fósforo		n.s.	n.s.		n.s.		235

(1) + M = Manutenção de fósforo (85kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); - M = sem manutenção de fósforo.

(2) dms para comparação entre duas médias.

\* - Significativo ao nível de 5%.

**Quadro 2. Análises químicas do solo após a colheita dos cultivares 'IAC-5' e 'Sonora-63' em cada cultivo (média de três repetições)**

Tratamentos <sup>(1)</sup>		'IAC 5'						'Sonora 63'											
Calcário	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P extraível		pH em água (1:1)			Saturação com Al <sup>3+</sup>			P extraível		pH em água (1:1)			Saturação com Al <sup>3+</sup>				
		1.º cultivo	2.º cultivo <sup>(2)</sup>	1.º cultivo	2.º cultivo		1.º cultivo	2.º cultivo		1.º cultivo	2.º cultivo	1.º cultivo	2.º cultivo		1.º cultivo	2.º cultivo			
		-M	+M	-M	+M		-M	+M		-M	+M	-M	+M		-M	+M			
t/ha	kg/ha	ppm					%			ppm					%				
0,50	60	2,3	0,7	2,2	4,3	4,2	4,3	35	51	39	1,8	1,5	3,2	4,2	4,3	4,2	55	52	52
0,50	230	6,9	2,0	6,0	4,4	4,4	4,4	45	36	38	4,8	5,3	7,3	4,2	4,4	4,4	50	50	48
0,50	400	14,5	7,8	11,7	4,5	4,4	4,4	30	35	33	10,2	6,8	11,5	4,4	4,4	4,4	40	46	31
0,50	740	34,0	16,2	27,0	4,6	4,4	4,6	21	31	24	21,8	24,5	23,0	4,4	4,4	4,6	39	38	37
0,50	1080	43,5	26,5	31,5	4,4	4,5	4,5	28	26	26	28,7	35,0	50,0	4,4	4,6	4,5	36	32	27
2,75	60	2,0	0,8	3,8	5,0	5,1	5,2	6	4	3	2,7	1,2	3,7	5,2	5,2	5,2	2	0	1
2,75	230	9,8	2,5	5,0	5,2	5,2	5,2	4	1	1	10,0	4,0	10,7	5,0	5,4	5,2	5	0	2
2,75	400	15,3	6,7	14,5	5,0	5,2	5,2	4	2	1	12,3	9,7	11,0	5,2	5,1	5,2	3	3	2
2,75	740	39,0	22,8	31,3	5,2	5,4	5,3	1	1	1	33,0	27,0	37,2	4,9	5,0	5,0	12	4	4
2,75	1080	71,7	33,0	40,2	5,2	5,2	5,3	2	2	1	38,3	28,0	39,8	5,0	5,1	5,2	6	2	1
5,00	60	2,3	0,8	3,0	6,0	6,2	5,9	0	0	0	2,3	1,3	2,2	5,4	5,2	5,4	1	0	0
5,00	230	9,5	4,8	7,7	5,5	5,6	5,6	0	0	0	9,2	5,2	5,3	5,5	5,6	5,6	1	0	0
5,00	400	21,0	7,3	12,3	5,6	5,8	5,8	0	0	0	13,7	8,2	16,2	5,4	5,9	5,8	0	0	0
5,00	740	32,5	18,3	36,8	5,6	5,8	6,0	0	0	0	30,7	10,2	18,3	5,4	5,4	5,4	1	0	1
5,00	1080	64,5	27,3	36,7	5,6	5,8	5,8	0	0	0	58,0	37,7	44,7	5,8	6,0	5,8	0	0	0

(1) Aplicados antes do primeiro cultivo.

(2) - M = sem adubação de manutenção de fósforo; + M = com adubação de manutenção de 85kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

cultivar 'IAC 5', em três doses de calcário. Os coeficientes de correlação entre os parâmetros indicados, foram significativos a 5%, em cada nível de calcário. Essa relação mostra a conveniência em obter informações quanto ao teor de P no tecido, especialmente em experimentos na época das chuvas, sem irrigação suplementar, em que, com frequência, os dados de produção de grãos são prejudicados por déficits hídricos.

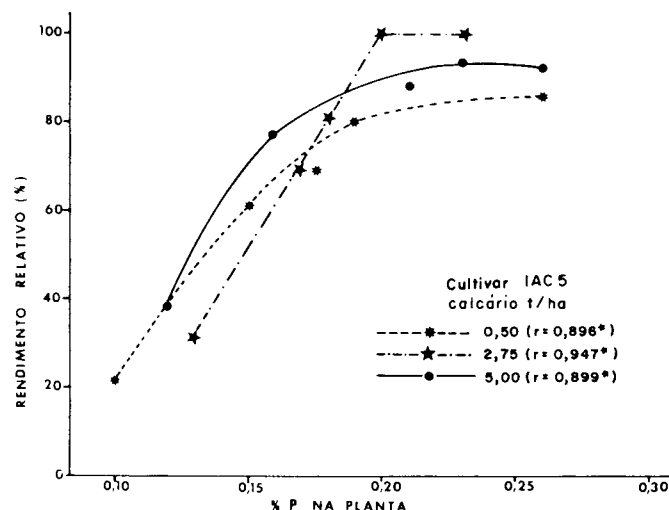


Figura 2. Relação entre o teor de fósforo na parte aérea de plantas de trigo no estágio de emborrachamento e o rendimento relativo de grãos.

## CONCLUSÕES

Comprovou-se, em experimentação no campo, que o cultivar de trigo 'IAC 5' é mais produtivo que o 'Sonora 63' em presença de níveis elevados de alumínio no solo, apresentando, também, melhor aproveitamento do fósforo aplicado.

O cultivar 'IAC 5' mostrou maior potencialidade de produção de grãos do que o 'Sonora 63', mesmo em condições de baixa saturação com alumínio no solo.

O efeito residual da adubação fosfatada foi maior em níveis mais elevados de calcário e de fósforo.

## AGRADECIMENTOS

Ao programador Antonio Carlos Gomes, pelo auxílio no processamento dos dados para a análise estatística. Aos Técnicos Agrícolas João Alves Pereira e Altamiro Ribeiro da Costa, pelo trabalho na instalação e condução dos ensaios. Ao Mestre Rural José Roberto Leopoldino, pelo

apoio no trabalho de irrigação. Ao Técnico Agrícola Miguel Mendes do Santo e Auxiliar de Laboratório Oswaldo Salgado, pelos trabalhos de apoio no processamento dos grãos.

## LITERATURA CITADA

- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA - EQUIPE DE PEDOLOGIA E FERTILIDADE DO SOLO - Levantamento semidetalhado dos solos de áreas do Ministério da Agricultura do Distrito Federal, Rio de Janeiro, 1969. p.1-135. (Boletim Técnico 8)
- BRAUNER, J. L. - Tolerância de cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) ao alumínio e ao manganês: sua determinação, influência na concentração de nutrientes e absorção de cálcio e fósforo. Piracicaba, ESALQ, 1979. 211p. (Tese de Doutorado)
- FOY, C. D. - Effects of aluminum on plant growth. In: CARSON, E. W. The plant root and its environment. Charlottesville, University Press of Virginia, 1974. Cap. 20. p.601-42.
- FOY, C. D. & BROWN, J. C. - Toxic factors in acid soils: differential aluminum tolerance of plant species. Soil Sci. Soc. Proc., 28:27-32, 1964.
- LOPES, A. S. - A survey of the fertility status of soils under «Cerrado» vegetation in Brazil. Raleigh, N.C. Dept. of Soil Science North Carolina State University, 1975 (Unpublished M. S. thesis)
- MAGALHÃES, J. C. A. J. de - Efeito de níveis de calcário e fósforo em duas variedades de trigo. R. bras. Ci. Solo, 3:24-29, 1979.
- MARTINI, J. A.; KOCHHANN, R. A.; GOMES, E. P. & LANGER, F. - Response of wheat cultivars to liming in some high Al Oxisols of Rio Grande do Sul, Brazil. Agron. J., 69(4):612-616, 1977.
- MIRANDA, L. N. & LOBATO, E. - Tolerância de variedades de feijão e de trigo ao alumínio e à baixa disponibilidade de fósforo no solo. R. bras. Ci. Solo 2(1):44-50, 1978.
- SALINAS, J. G. - Differential response in some cereal and bean cultivars to Al and P stress in an Oxisol of Central Brazil. Raleigh, N.C. Dept. of Soil Science, North Carolina State University, 1978. (Unpublished Ph.D thesis)
- SALINAS, J. G. & SANCHEZ, P. A. - Tolerance to aluminum toxicity and low available soil phosphorus. In: North Carolina State University: agronomic economic research on tropical soils. Annual report for 1974. Raleigh, N.C. Soil Sci. Dept., 1975. p.128-242.
- SALINAS, J. G. & SANCHEZ, P. A. - Tolerance to aluminum toxicity and low available soil phosphorus. In: North Carolina State University: agronomic economic research on tropical soils. Annual report for 1974. Raleigh, N.C. Soil Sci. Dept., 1976. p.40-65.
- SARRUGE, J. R. & HAAG, H. P. - Análises químicas em plantas. Piracicaba, Boletim do Departamento de Química, ESALQ-USP, 1974. 56p. (Mimeografado)
- SILVA, A. R. da; LEITE, J. C.; MAGALHÃES, J. C. A. J. de & NEUMAIER, N. - A cultura do trigo irrigada nos cerrados do Brasil Central. Brasília, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, 1976. 70p. (Circ. Técn. 1)
- SILVA, A. R. da; MAGALHÃES, J. C. A. J. de; ANDRADE, J. M. V. de & SANTOS, H. P. dos. Comportamento de 31 cultivares de trigo em relação à toxidez de alumínio no solo, em dois níveis de fósforo, em cerrado, no Distrito Federal. In: Reunião da Comissão Norte-Brasileira de Pesquisa de Trigo. Campinas, SP, 9 a 12 de janeiro de 1980. Brasília EMBRAPA-CPAC, 1978. v.3. p.166-173.
- VETTORI, L. - Métodos de análise de solos. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1969. 24p. (Bol. Téc. 7)