ADUBAÇÃO DO TRIGO

I – EXPERIÊNCIAS COM N, P, K E S EM LATOSSOLO ROXO DO VALE DO PARANAPANEMA ^(1, 2)

CARLOS EDUARDO DE OLIVEIRA CAMARGO ⁽³⁾, engenheiro-agrônomo, Seção de Arroz e Cereais de Inverno, Instituto Agrônomo

SINOPSE

Dois ensaios de adubação N, P, K e S em cultura de trigo (*Triticum aestivum* L.) foram realizados no município de Maracá, Estado de São Paulo, nos anos de 1970 e 1971, em Latossolo Roxo com teores altos de potássio, médios de carbono, baixos de fósforo e ligeiramente ácidos. Utilizou-se delineamento Central Composto.

Os resultados mostraram elevado efeito do fósforo, médio do nitrogênio, pequeno do enxofre e nulo do potássio.

1 – INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a triticultura paulista tem apresentado um deslocamento da área de cultivo, dirigindo-se na sua grande maioria para o Vale do Rio Paranapanema, na altura dos municípios de Assis, Paraguaçu Paulista, Florínea e Maracá.

A produção de trigo no Estado de São Paulo corresponde aproximadamente a 1% da produção nacional.

Segundo o Instituto de Economia Agrícola, a área plantada com trigo em 1970 no Estado de São Paulo foi de 22410 ha, produzindo 24812 toneladas. Tais dados correspondem a uma pro-

⁽¹⁾ Recebido para publicação em 15 de dezembro de 1971.

⁽²⁾ O autor agradece aos engenheiros-agrônomos Derly Machado de Souza e Luiz Torres de Miranda, a orientação e o estímulo na realização do trabalho.

⁽³⁾ Com bolsa de suplementação do CNPq.

dução média de 1107 kg/ha, superior à média nacional, estimada em 900 — 1000 kg/ha.

Segundo Camargo (2), a cultura do trigo nessa região pode fazer rotação com a da soja, dadas as condições ecológicamente favoráveis a ambas.

Quanto à topografia, a região é muito favorável à cultura do trigo, permitindo em quase toda a área a mecanização.

No presente trabalho são apresentados os resultados de duas experiências de adubação do trigo, conduzidas no município de Maracá nos anos de 1970 e 1971, em Latossolo Roxo, nas quais as adubações minerais N, P, K e S foram correlacionadas com a produção.

2 — MATERIAIS E MÉTODOS

O delineamento estatístico empregado foi o Central Composto (1). Os oito primeiros pontos correspondem a um fatorial 2^3 . Os sete seguintes são pontos axiais, incluindo um ponto no centro do delineamento. Foram incluídos três tratamentos extras (16, 17, 18), os quais, com o tratamento 9, permitem avaliar o efeito do enxofre (S).

Foram utilizadas duas repetições por local.

Como fonte de adubo nitrogenado foi utilizado o Nitrocálcio, com 27% N; como fonte de adubo fosforado foi utilizado o superfosfato triplo, com 46% de P_2O_5 ; como fonte de adubo potássico foi utilizado o cloreto de potássio, com 60% de K_2O ; e como fonte de enxofre foi utilizado o gesso, com 20% de S.

Os adubos foram analisados por intermédio do Centro Experimental de Campinas.

O modo de aplicação dos adubos obedeceu o seguinte critério: 4/5 do nitrogênio foram aplicados a 0,20 m de profundidade, correspondendo a uma aplicação na sola do arado; o restante (1/5) foi aplicado juntamente com fósforo, potássio e enxofre, no sulco de plantio.

O cultivar teste foi o IRN-526-63, de origem mexicana, que vem apresentando nos últimos três anos grande produção nos campos experimentais.

Os tratamentos foram os seguintes (kg/ha) :

<i>Tratamento:</i>	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S
1	30	30	15	40
2	30	30	45	40
3	30	90	15	40
4	30	90	45	40
5	90	30	15	40
6	90	30	45	40
7	90	90	15	40
8	90	90	45	40
9	60	60	30	40
10	120	60	30	40
11	0	60	30	40
12	60	120	30	40
13	60	0	30	40
14	60	60	60	40
15	60	60	0	40
16	0	0	0	0
17	0	0	0	40
18	60	60	30	0

As parcelas foram constituídas de 10 linhas de 5 metros, espaçadas de 0,20 m. A semeadura foi feita na base de 40 sementes úteis por metro de sulco, equivalendo a 2000 sementes úteis por parcela. Por ocasião da colheita, foram colhidas as seis linhas centrais de cada parcela, deixando as demais como bordadura, por-

tanto com uma área útil de 6 m².

As experiências foram conduzidas em áreas diferentes da propriedade do Sr. Michele Di Raimo, no município de Maracá, Estado de São Paulo.

O primeiro ensaio foi semeado no dia 29 de abril de 1970 e colhido no dia 3 de setembro do mesmo ano.

Foi retirada amostra composta do solo do local do primeiro ensaio, cujos resultados analíticos ⁽⁴⁾ foram os seguintes:

pH int	6,00
C%	2,00
K ⁺ ⁽⁵⁾	0,22
Ca ²⁺ + Mg ²⁺ ⁽⁵⁾	4,40
PO ₄ ³⁻ ⁽⁶⁾	0,04
Al ³⁺ ⁽⁵⁾	—

O segundo ensaio foi semeado no dia 26 de abril de 1971 e colhido em 24 de agosto. Os resultados da análise ⁽⁴⁾ da amostra composta de solo, retirada antes da instalação deste segundo ensaio, foram os seguintes:

pH int	6,00
C%	1,50
K ⁺ ⁽⁵⁾	0,32
Ca ²⁺ + Mg ²⁺ ⁽⁵⁾	4,00
PO ₄ ³⁻ ⁽⁶⁾	0,05
Al ³⁺ ⁽⁵⁾	—

⁽⁴⁾ Análise efetuada pela Seção de Fertilidade do Solo, Instituto Agronômico.

⁽⁵⁾ e. mg/100 g de solo. Teores trocáveis.

⁽⁶⁾ e. mg/100 g de solo. Teor solúvel em H₂SO₄ 0,05 N.

3 — RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo geral foi satisfatória a germinação das sementes nas diferentes parcelas, nos dois ensaios. O ensaio instalado no ano de 1970 apresentou menor produção, devido à falta de precipitação pluvial adequada ao bom desenvolvimento das plantas.

As produções de grãos, por tratamento, nos anos de 1970 e 1971, acham-se no quadro 1.

Na figura 1, acha-se reproduzida a fotografia de uma parcela do ensaio instalado em 1971.

FIGURA 1. — Parcela correspondente ao tratamento $90\text{ N} + 90\text{ P}_2\text{O}_5 + 15\text{ K}_2\text{O} + 40\text{ S}$, no ensaio de adubação mineral do trigo em Latossolo Roxo de Maracá, SP, em 1971.

No quadro 2 encontram-se os resultados da análise estatística, na qual foram calculados os parâmetros da equação do experimento de 1970, os parâmetros da equação do experimento de 1971, bem como os parâmetros médios dos dois experimentos.

A produção calculada é dada pela seguinte equação:

$$Y = B_0 + B_1 x_1 + B_2 x_2 + B_3 x_3 + B_{11} x_1^2 + B_{22} x_2^2 + B_{33} x_3^2 + B_{12} x_1 x_2 + B_{23} x_2 x_3 + B_{13} x_1 x_3, \text{ onde } x_1 \text{ varia de } +2, +1, 0, -1,$$

QUADRO 1. — Produções de grãos de trigo em duas experiências de adubação com N, P, K e S, realizadas em 1970 e 1971, em Latossolo Roxo, no município de Maracá, SP

Tratamento				Produção		
N	P ₂ O ₅	K	S	1970	1971	Média
				kg/ha	kg/ha	kg/ha
30	30	15	40	1269	2184	1726
30	30	45	40	1460	1594	1527
30	90	15	40	1700	3109	2405
30	90	45	40	1811	2826	2318
90	30	15	40	1152	2634	1893
90	30	45	40	1417	2517	1967
90	90	15	40	1626	2417	2022
90	90	45	40	1455	3043	2249
60	60	30	40	1561	2701	2131
120	60	30	40	1547	3118	2332
0	60	30	40	1521	2316	1918
60	120	30	40	1758	3234	2496
60	0	30	40	1043	2417	1730
60	60	60	40	1581	2734	2158
60	60	0	40	1566	2784	2175
0	0	0	0	1026	1734	1380
0	0	0	40	1184	1776	1480
60	60	30	0	1188	3042	2115

-2, correspondendo respectivamente a 120, 90, 60, 30, 0 kg de N por hectare; x_2 varia de +2, +1, 0, -1, -2, correspondendo respectivamente a 120, 90, 60, 30, 0 kg de P₂O₅ por hectare; x_3 varia de +2, +1, 0, -1, -2, correspondendo respectivamente a 60, 45, 30, 15, 0 kg de K₂O por hectare; B_0 é a produção calculada pela análise estatística para a dose $x_1 = 0$, $x_2 = 0$ e $x_3 = 0$; B_1 é o efeito linear de nitrogênio, B_2 é o efeito linear de P₂O₅, B_3 é o efeito linear de K₂O, B_{12} é a interação N com P₂O₅, B_{23} é a interação P₂O₅ com K₂O, B_{13} é a interação N com K₂O.

QUADRO 2. — Parâmetros calculados pela análise estatística para os dois ensaios de adubação mineral N, P, K e S de trigo em Latossolo Roxo, no Vale do Parapanema

Ensaio	B ₀	B ₁	B ₂	B ₃	B ₁₁	B ₂₂	B ₃₃	B ₁₂	B ₂₃	B ₁₃	SL	ML	SLML	CV	F
1970.....	1533	— 34	+ 170**	+ 27	— 4	— 37	+ 7	— 34	— 65	— 13	+ 132	+ 135	+ 54	20%	1,04
1971.....	2514	+ 156**	+ 256**	— 29	+ 27	+ 55	+ 38	— 231**	+ 131	+ 173	— 75	+ 558**	— 96	12%	5,15**
Total....	4047	+ 122	+ 426	— 2	+ 23	+ 18	+ 45	— 265	+ 66	+ 160	+ 57	+ 693	— 42		
Média....	2024	+ 61	+ 213*	— 1	+ 12	+ 9	+ 23	— 133	+ 33	+ 80	+ 29	+ 347*	— 21	21%	2,37*

** Significativo pelo teste t ao nível de 1%

* Significativo pelo teste t ao nível de 5%

B₀ — produção calculada pela análise estatística para a dose 60-60-30, respectivamente de nitrogênio, P₂O₅ e K₂O.

B₁ — efeito linear de nitrogênio

B₂ — efeito linear de P₂O₅

B₃ — efeito linear de K₂O

B₁₁ — efeito quadrático de N

B₂₂ — efeito quadrático de P₂O₅

B₃₃ — efeito quadrático de K₂O

B₁₂ — interação N com P₂O₅

B₂₃ — interação P₂O₅ com K₂O

B₁₃ — interação N com K₂O

SL — efeito linear de S

ML — efeito de adubação mineral

SLML — interação S com ML

Os efeitos linear e quadrático do nitrogênio no ensaio de 1970 foram negativos, mas significativos.

Os efeitos linear e quadrático do nitrogênio no ensaio de 1971 foram positivos, sendo que o linear foi significativo ao nível de 1% pelo teste t; isto quer dizer que para cada 30 kg de N há um acréscimo na produção de 156 quilos.

O efeito linear do fósforo, tanto no ensaio de 1970 como no de 1971, foi altamente significativo ao nível de 1%, sendo que se for considerada a média dos dois experimentos pode-se dizer que para cada 30 kg de P_2O_5 aplicados ter-se-á um acréscimo de 213 kg na produção de grãos de trigo.

O efeito quadrático do fósforo e os efeitos linear e quadrático do potássio em ambos os anos foram não significativos.

Observando as interações verifica-se que somente a interação Nitrogênio e P_2O_5 foi significativa ao nível de 1% no ensaio de 1971.

A análise de variância no ensaio de 1970 deu $F=1,04$ não significativo, e no ensaio de 1971 deu $F=5,14$, altamente significativo ao nível de 1%.

Realizando a análise de variância conjunta para os dois ensaios encontraram-se F efeito de tratamentos significativo a 5%, efeito de ano significativo ao nível de 1% e interação entre tratamentos e anos não significativa.

Considerando os tratamentos 9, 16, 17, 18, pode-se calcular o efeito da adubação mineral, o efeito linear do enxofre e a interação entre enxofre e adubação mineral.

Verificou-se que o efeito da adubação mineral na média dos dois experimentos foi de 347 kg/ha, significativo ao nível de 5%; o efeito do enxofre, também na média dos dois experimentos, foi positivo, porém não significativo; o efeito da interação enxofre e adubação mineral foi negativo, mas não significativo.

4 — CONCLUSÕES

As respostas observadas mostram efeito grande do fósforo em relação ao nitrogênio, o que era de esperar devido os solos empregados apresentarem teores médios de C% e baixos de PO_4^{3-} .

A pequena resposta ao potássio pode ser explicada devido à grande quantidade desse nutriente nos solos estudados.

A presença do enxofre foi benéfica à produção, porém estatisticamente não significativa.

Os dados médios dos dois experimentos mostram que o melhor tratamento foi aquele em que se empregaram 60 kg de nitrogênio, 120 kg de P_2O_5 , 30 kg de K_2O e 40 kg de enxofre, com uma produção de 2496 kg de trigo por hectare; porém se forem considerados os preços dos fertilizantes conclui-se que o tratamento mais econômico é aquele onde se empregaram 30 kg de nitrogênio, 90 kg de P_2O_5 , 15 kg de K_2O e 40 kg de enxofre, produzindo na média dos experimentos 2405 kg por hectare e não diferindo significativamente do anterior.

FERTILIZER EXPERIMENTS WITH WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L.). I.

SUMMARY

Two N, P, K, S mineral fertilizer trials on wheat (*Triticum aestivum* L.), were carried out in 1970 and 1971 on a latossolic B "Terra Roxa" soil.

The results showed good response to phosphorus, medium to nitrogen, poor to sulphur and no response to potassium.

LITERATURA CITADA

1. BOX, G. E.; CONNOR, L. R.; COUSINS, N. R.; DAVIES, O. L.; HIMS-NORTH, F. R. & SILLITTO, G. G. The design and analysis of industrial experiments. London, Oliver & Boyd, 1956. p.495-578.
2. CAMARGO, A. P. Aptidão climática para as culturas de soja, girassol e amendoim no Estado de São Paulo. In: Zoneamento da aptidão ecológica para a cultura de soja, girassol e amendoim do Estado de São Paulo. Projeto 1. INSTIOLEOS/Secret. Agric. Est. S. Paulo, 1971. p.2-28.
3. CAMARGO, C. E. O. Ensaio regionais. In: Encontro sobre Triticultura, Campinas, 1971. 28p.
4. ———. Relatório dos trabalhos desenvolvidos pelo Setor de Trigo da Seção de Arroz e Cereais de Inverno do Instituto Agrônômico. Campinas, 1969. (Não publicado)
5. IGUE, K.; CARGANTINI, H. & ALCOVER, M. Efeito da calagem e da adubação fosfatada em solo ácido e de baixa fertilidade, em cultura de trigo. Bragantia 29:59-66, 1970.

6. MIRANDA, L. T. Resultados de experimentos de adubação e sugestões para a interpretação baseada na análise química do solo. In: Cultura e adubação de milho. São Paulo, Instituto Brasileiro de Potassa, 1966. p.451-472.
7. SCARSETH, G. D.; COOK, H. L.; KRANTZ, B. A. & OHBROGGE, A. J. How to fertilize corn effectively in Indiana. Indiana, Purdue University, 1944. 40p.
8. YAMAGUISHI, C. T. Aspectos econômicos da cultura de trigo no Estado de São Paulo. In: Encontro sobre Triticultura, Campinas, 1971. 12p.