

BRAGANTIA

Revista Científica do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo

Vol. 34

Campinas, outubro de 1975

N.º 18

ADUBAÇÃO DO TRIGO

VII — EXPERIÊNCIAS COM N, P, K E S EM DIFERENTES TIPOS DE SOLOS DO ESTADO DE SÃO PAULO (1)

CARLOS EDUARDO DE OLIVEIRA CAMARGO (2), *Seção de Arroz e Cereais de Inverno*, ARY DE ARRUDA VEIGA, *Estação Experimental de Tietê*, ANTONIO LUIZ PESSINI, *Estação Experimental de Capão Bonito*, DOMINGOS ANTONIO MONTEIRO, *Estação Experimental de Itararé, Instituto Agrônomo*

SINOPSE

No período de 1969 a 1973 foram realizados ensaios de adubação N, P, K e S em cultura de trigo (*Triticum aestivum* L.) na Estação Experimental de Tietê, na Estação Experimental de Capão Bonito, na Fazenda Santa Isabel localizada no município de Itaberá e na Estação Experimental de Itararé.

Os dados médios obtidos em Tietê e Capão Bonito não mostraram respostas significativas a nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre.

Nos experimentos plantados em Itaberá e Itararé, os dados médios mostraram efeitos lineares de fósforo e adubação mineral completa altamente significativos.

1 — INTRODUÇÃO

Souza (7) afirma que, tão importante como o clima, o solo constitui, sem dúvida, um fator de êxito para a triticultura. Em regiões climáticas pouco indicadas para essa gramínea, o solo poderá ou não constituir fator limitante para o desenvolvimento da cultura; como exemplos, o autor cita a região de São Borja, no Rio Grande do Sul, que, apesar de localizada fora da faixa climática mais indicada para o trigo, oferece todos os anos elevadas produções desse cereal, graças às condições físicas satisfatórias

(1) Recebido para publicação em 18 de julho de 1975.

(2) Com bolsa de suplementação do C.N.Pq.

que apresentam seus solos. Por outro lado, a região de Santa Vitória do Palmar, também no Rio Grande do Sul, embora situada em faixa climática indicada para o trigo, tem sua produção prejudicada principalmente pela ocorrência de solos excessivamente arenosos.

Camargo (2), estudando cultivares de trigo plantados em solo tipo podzólico vermelho-amarelo, variação Laras, da Estação Experimental de Tietê, região climaticamente fora da faixa tritícola do Estado de São Paulo, obteve produções semelhantes ou superiores àquelas conseguidas na tradicional região produtora desse cereal, devido em grande parte às favoráveis condições físicas do solo empregado.

No presente trabalho procurou-se estudar os resultados de experiências com adubação mineral N, P, K e S conduzidas na Estação Experimental de Tietê em comparação com experiências desenvolvidas nas Estações Experimentais de Capão Bonito e Itararé e na Fazenda Santa Isabel (município de Itaberá), representantes da tradicional faixa do trigo paulista.

2 — MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos em áreas diferentes, da Estação Experimental de Tietê, em solo tipo podzólico vermelho-amarelo variação Laras; na Fazenda Santa Isabel, localizada no município de Itaberá, em solo tipo latossolo vermelho-escuro orto, recém-desbravado, com baixa saturação em bases, excessiva pobreza em fósforo e elevada acidez (4); na Estação Experimental de Itararé, em solo com elevada acidez, alto teor de matéria orgânica e acentuada pobreza em fósforo; em diferentes áreas da Estação Experimental de Capão Bonito, em latossolo vermelho-escuro orto, já bastante cultivado há vários anos com a cultura do trigo.

Dos solos dos locais estudados, foram retiradas amostras compostas antes da instalação dos experimentos, cujos resultados analíticos (3) foram os seguintes:

DETERMINAÇÕES	Estação Experimental de Tietê			
	1969	1970	1971	1972
pH int	5,50	6,20	5,20	5,40
C%	1,10	1,20	1,10	1,20
K ⁺ (4)	0,27	0,31	0,60	0,48
Ca ²⁺ + Mg ²⁺ (4)	5,90	6,80	3,70	3,80
PO ₄ ³⁻ (5)	0,08	0,09	0,13	0,14
Al ³⁺ (4)	—	—	0,50	—

(3) Análises efetuadas pela Seção de Fertilidade do Solo, Instituto Agrônomo.

(4) e. mg/100 ml de solo. Teores trocáveis.

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

DETERMINAÇÕES	Estação Experimental de Capão Bonito			
	1969-A	1969-B	1970	1971
pH int	5,40	5,40	5,00	6,10
C%	1,50	1,75	2,10	2,00
K ⁺ (4)	0,10	0,12	0,25	0,22
Ca ²⁺ + Mg ²⁺ (4)	3,40	3,40	3,80	4,80
PO ₄ ³⁻ (5)	0,27	0,45	0,80	0,40
Al ³⁺ (4)	—	—	0,50	—

	Fazenda	Estação
	Santa Isabel	Experimental de Itararé
	1972	1973
pH int	4,60	4,93
C%	2,00	5,70
K ⁺ (4)	0,10	0,16
Ca ²⁺ + Mg ²⁺ (4)	0,60	1,50
PO ₄ ³⁻ (5)	0,02	0,01
Al ³⁺ (4)	1,30	1,60

O delineamento estatístico empregado foi o central composto, proposto por Box (1). Os oito primeiros pontos correspondem a um fatorial 2³. Os sete seguintes são pontos axiais, incluindo um ponto no centro do delineamento.

Foram incluídos três tratamentos extras, 16, 17 e 18, os quais, juntamente com o tratamento 9, permitem avaliar o efeito do enxofre. Foram utilizadas duas repetições por ensaio.

Como fontes dos nutrientes estudados foram utilizados o Nitrocálcio, com 27% de N; o superfosfato triplo, com 46% de P₂O₅; o cloreto de potássio, com 60% de K₂O; e, o gesso, com 20% de S.

Os tratamentos foram os seguintes (kg/ha):

	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

O modo de aplicação dos adubos obedeceu ao seguinte critério (3, 6): 4/5 do nitrogênio foram aplicados a 0,20 m de profundidade, correspondendo a uma aplicação na sola do arado, e o restante 1/5, juntamente com fósforo, potássio e enxofre no sulco de plantio.

O cultivar utilizado foi o IRN-526-63, de origem mexicana e em cultivo comercial no Estado de São Paulo.

As parcelas foram constituídas de 10 linhas de 5 metros de comprimento, espaçadas de 0,20 m; a semeadura foi feita na base de 40 sementes viáveis por metro linear de sulco e, por ocasião da colheita, foram colhidas as seis linhas centrais de cada parcela, deixando as demais como bordaduras, aproveitando-se portanto uma área útil de 6 m².

Os quatro ensaios plantados na Estação Experimental de Tietê foram semeados nos dias 11 de março de 1969, 11 de março de 1970, 9 de março de 1971 e 27 de março de 1972.

Os quatro ensaios plantados na Estação Experimental de Capão Bonito foram semeados nos dias 25 de março e 1.º de abril de 1969, 23 de março de 1970 e 20 de março de 1972.

O ensaio plantado na Fazenda Santa Isabel, em Itaberá, foi semeado no dia 24 de maio de 1972 e o ensaio plantado na Estação Experimental de Itararé foi semeado no dia 16 de abril de 1973.

As datas de semeadura dos experimentos corresponderam às épocas de plantio indicadas para cada região.

A produção calculada é dada pela seguinte equação: $Y = B_0 + B_1 x_1 + B_2 x_2 + B_3 x_3 + B_{11} x_1^2 + B_{22} x_2^2 + B_{33} x_3^2 + B_{12} x_1 x_2 + B_{23} x_2 x_3 + B_{13} x_1 x_3$, onde x_1 varia de +2, +1, 0, -1, -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 para a dose central, ou seja, $x_1 = 0$, $x_2 = 0$ 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_{11} é a interação N com P₂O₅; B_{22} é a interação P₂O₅ com K₂O; e B_{13} é a interação N com K₂O.

O cálculo das superfícies de resposta foi feito de acordo com o proposto por Box (1), utilizando-se a equação citada anteriormente.

3 — RESULTADOS E DISCUSSÃO

A germinação das sementes nos diferentes experimentos foi boa, com exceção do ensaio plantado em 1970 na Estação Experimental de Tietê, onde, após a semeadura, ocorreram fortes chuvas, que prejudicaram a

germinação, devido à ocorrência de encharcamento do solo. Como na Estação Experimental de Tietê além do podzólico vermelho-amarelo variação Laras também ocorre o litossolo fase substrato folhelho-argilito, de coloração semelhante, no entanto mais argiloso e raso, muito sujeito à estagnação da água em épocas chuvosas, provavelmente o ensaio de 1970 foi plantado nesse tipo de solo ou numa transição entre os dois tipos de solos.

3.1 — ENSAIOS DE TIETÊ

As produções médias de grãos de trigo, transformadas em kg/ha, das experiências com N, P, K e S, encontram-se no quadro 1. Elas mostram que o melhor tratamento foi aquele em que se empregaram 60 kg de nitrogênio, 60 kg de P_2O_5 , 30 kg de K_2O e 40 kg de enxofre, com uma produção de 1212 kg de trigo por hectare; porém, se forem considerados os preços dos fertilizantes, pode-se verificar que o tratamento mais econômico é aquele em que se empregaram 30 kg de nitrogênio, 30 kg de P_2O_5 , 15 kg de K_2O e 40 kg de enxofre, produzindo na média dos experimentos 1043 kg por hectare e não diferindo estatisticamente do anterior.

QUADRO 1. — Produções médias de grãos de trigo, transformadas em kg/ha, obtidas em quatro experiências com N, P, K e S, realizadas em 1969, 1970, 1971 e 1972, na Estação Experimental de Tietê

TRATAMENTO					PRODUÇÃO					
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	1969	1970	1971	1972	Média	Relativa	
				kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	%	
30	30	15	40	1292	470	767	1642	1043	159	
30	30	45	40	1158	1220	609	1125	1028	156	
30	90	15	40	1434	470	784	1375	1041	158	
30	90	45	40	1250	930	1084	1384	1162	177	
90	30	15	40	950	760	800	1475	996	151	
90	30	45	40	1183	1400	617	1534	1184	180	
90	90	15	40	1167	1160	875	1525	1182	180	
90	90	45	40	1175	680	959	1509	1081	164	
60	60	30	40	1283	1030	1042	1492	1212	184	
120	60	30	40	1192	670	759	1258	970	147	
0	60	30	40	1442	300	717	1284	936	143	
60	120	30	40	1175	760	767	1642	1086	165	
60	0	30	40	700	980	792	1592	1016	154	
60	60	60	40	1267	1210	834	1234	1136	173	
60	60	0	40	917	480	1100	1342	960	146	
0	0	0	0	650	280	192	1509	658	100	
0	0	0	40	1000	760	525	1242	882	134	
60	60	30	0	1217	740	800	1592	1087	165	

No quadro 2 acham-se os resultados da análise estatística, na qual foram calculados os parâmetros da equação de cada uma das experiências e os parâmetros médios dos quatro experimentos.

Considerando os parâmetros individuais dos ensaios verificam-se efeitos lineares significativos positivos para fósforo (ensaio de 1969) e potássio (ensaio de 1970) e negativos para nitrogênio (ensaio de 1969) e enxofre (ensaio de 1972). No ensaio de 1972 os efeitos quadráticos do nitrogênio e potássio foram negativos e significativos, e a interação nitrogênio e potássio foi positiva e significativa.

Como os ensaios foram conduzidos em diferentes áreas, sujeitos a diferentes condições climáticas relativas a cada ano e fora da região considerada como faixa do trigo no Estado de São Paulo, observou-se grande variabilidade dos dados.

Considerando os tratamentos 9, 16, 17 e 18 pôde-se calcular o efeito médio da adubação mineral, que foi de + 190 kg/ha, significativo estatisticamente ao nível de 5%.

QUADRO 2. — Parâmetros calculados pela análise estatística para os ensaios de adubação mineral N, P, K e S, instalados na Estação Experimental de Tietê, nos anos de 1969, 1970, 1971 e 1972

PARAMETROS	ENSAIOS				
	1969	1970	1971	1972	Média
B ₀	1322	1100	980	1529	1233
B ₁	- 72*	+ 103	+ 6	+ 23	+ 15
B ₂	+ 87**	- 65	+ 54	+ 14	+ 23
B ₃	+ 39	+ 177*	- 31	- 49	+ 34
B ₁₁	+ 4	- 145	- 68	- 60*	- 67
B ₂₂	- 91	- 49	- 58	+ 27	- 43
B ₃₃	- 53	- 55	- 11	- 56*	- 44
B ₁₂	- 3	- 4	- 9	- 8	- 6
B ₂₃	- 34	- 176	+ 91	+ 44	- 19
B ₁₃	+ 70	- 131	- 30	+ 81*	- 3
SL	+ 104	+ 93	- 23	- 92*	+ 46
ML	+ 212**	+ 183	+ 281**	+ 83	+ 190*
SL x ML	- 71	- 48	+ 144	+ 42	+ 28

(*) Significativo ao nível de 5%

(**) Significativo ao nível de 1%

B₀ — produção calculada pela análise estatística para a dose 60-60-30, respectivamente de N, 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 de N com P₂O₅.

B₂₃ — interação P₂O₅ com K₂O.

B₁₃ — interação N com K₂O.

SL — efeito linear de S.

ML — efeito linear da adubação mineral

SL X ML — interação de S com adubação mineral.

Observando a figura 1, pode-se elaborar a relação dada em seguida, que indica as quantidades de nitrogênio e de fósforo que seriam necessárias para a obtenção do maior lucro ou maior prejuízo por área, para as relações de preços entre N e P 1,5:1 e 1:1, permanecendo fixa a dose de 30 kg de K_2O por hectare.

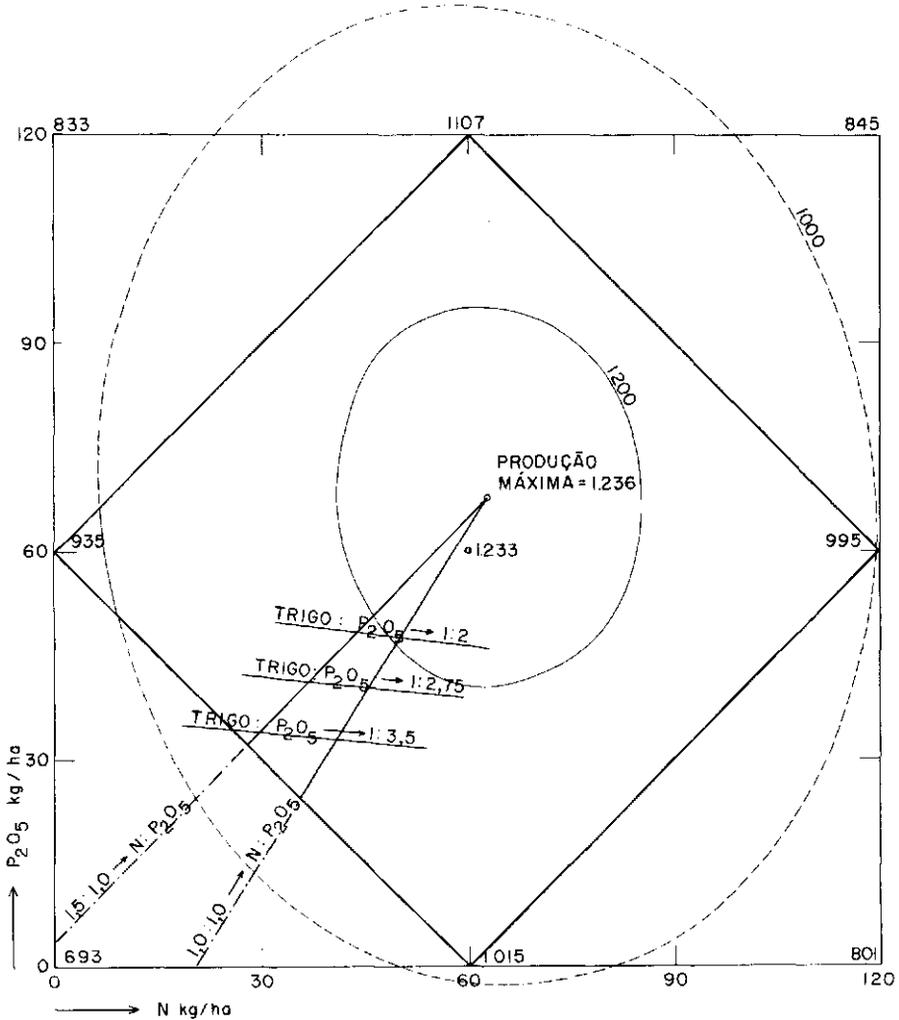


Figura 1. - Superfícies de resposta (isoquanta = linhas de igual produção e isóclinas = linhas que cortam as isoquanta em pontos de igual inclinação) indicando, para as relações de preços de N:P = 1,5:1 e 1:1, as quantidades de nutrientes a serem aplicadas para a obtenção de maior lucro (ou menor prejuízo) por área, quando forem consideradas três relações de preços entre nutrientes (N + P_2O_5) e trigo mantida constante a dose de 30 kg/ha de K_2O .

Quantidades de nitrogênio e de fósforo para a obtenção do maior lucro (ou menor prejuízo) por área, para as relações de preços entre N e P, 1,5:1 e 1:1, considerando-se fixa a dose de 30 kg/ha de K_2O (6)

Valores relativos por quilo (1 kg de trigo = 1)			Quantidade a ser aplicada em kg/ha	
N	P_2O_5	Trigo	N	P_2O_5
5,25	3,50	1	29	34
4,13	2,75	1	37	41
3,00	2,00	1	44	48
3,50	3,50	1	41	33
2,75	2,75	1	46	41
2,00	2,00	1	51	48
0	0	1	63	68

Os cálculos econômicos para determinar as quantidades de potássio que seriam aplicadas para obtenção do maior lucro por área, para diferentes relações de preços do potássio para o trigo e na presença de 60 kg de N e 60 kg de P_2O_5 por hectare, acham-se na relação seguinte:

Quantidades de potássio para obtenção do maior lucro (ou menor prejuízo) por área, para diferentes relações de preços entre K_2O e trigo, considerando-se fixas as doses de 60 kg de N e 60 kg de P_2O_5 por hectare (7)

Valores relativos (1 kg de trigo = 1)		Quantidade a ser aplicada em kg/ha de K_2O
K_2O	Trigo	
4	1	25
3	1	28
2	1	32
1	1	37
0	1	42

3.2 — ENSAIOS DE CAPÃO BONITO

As produções médias de grãos de trigo, transformadas em kg/ha, das experiências com N, P, K e S encontram-se no quadro 3.

No quadro 4 acham-se os resultados da análise estatística, na qual foram calculados os parâmetros da equação de cada um dos experimentos e os parâmetros médios das quatro experiências.

(6) Esclarecendo a relação leia-se, por exemplo, na 1.ª linha: quando são necessários 5,25 kg de trigo para pagar 1 kg de N e 3,50 kg de trigo para pagar 1 kg de P_2O_5 ; a adubação que daria maior lucro por área seria, em kg/ha, de 29 kg de N mais 34 kg de P_2O_5 .

Na última linha foram indicadas as quantidades de nutrientes para obter a produção máxima possível, sem computar custos dos adubos.

(7) Esclarecendo a relação, na 1.ª linha leia-se: quando são necessárias 4 kg de trigo para comprar 1 kg de K_2O a adubação que daria maior lucro por área seria de 25 kg de K_2O por hectare. Na última linha: produção máxima possível, sem computar custos da adubação potássica.

QUADRO 3. — Produções médias de grãos de trigo, transformadas em kg/ha, obtidas em quatro experiências com N, P, K e S, das quais duas realizadas em 1969 e as outras em 1970 e 1972, na Estação Experimental de Capão Bonito

TRATAMENTO					PRODUÇÃO					
N	P	O ₂	K ₂ O	S	1969-A	1969-B	1970	1972	Média	Relativa
					kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	%
30	30	15	40		1580	579	1124	645	982	125
30	30	45	40		1721	721	953	624	1005	128
30	90	15	40		1426	559	1087	377	862	110
30	90	45	40		1663	692	1311	558	1056	134
90	30	15	40		1625	567	902	560	914	116
90	30	45	40		1721	646	1039	612	1005	128
90	90	15	40		1505	554	1042	392	873	111
90	90	45	40		1459	696	730	507	848	108
60	60	30	40		1635	696	974	552	967	123
120	60	30	40		1692	559	939	558	937	119
0	60	30	40		1529	671	1245	548	998	127
60	0	30	40		1475	550	1037	535	899	114
60	60	60	40		1617	771	886	523	949	121
60	60	0	40		1617	579	935	249	845	107
0	0	0	0		1488	521	878	256	786	100
0	0	0	40		1500	546	878	399	831	106
60	60	30	0		1505	509	1001	396	853	109

QUADRO 4. — Parâmetros calculados pela análise estatística para os ensaios de adubação mineral N, P, K e S, instalados na Estação Experimental de Capão Bonito

PARAMETROS	ENSAIOS				
	1969-A	1969-B	1970	1972	Média
B ₀	1635	685	981	568	967
B ₁	+ 18	- 20	- 86**	- 7	- 24
B ₂	- 10	+ 4	+ 15	- 28	- 5
B ₃	+ 23	+ 55**	- 14	+ 55*	+ 30
B ₁₁	- 8	- 19	+ 29	- 2	0
B ₂₂	- 17	- 30	+ 27	+ 3	- 4
B ₃₃	- 6	- 4	- 17	- 44	- 18
B ₁₂	- 16	+ 11	- 61	+ 8	- 15
B ₂₃	- 12	+ 7	- 7	+ 33	+ 5
B ₁₃	- 47	- 7	- 29	+ 1	- 21
SL	+ 40	+ 53	- 7	+ 75	+ 40
ML	+ 42	+ 35	+ 55	+ 73	+ 51
SL x ML	+ 33	+ 41	- 7	+ 3	+ 18

Os efeitos lineares do potássio nos ensaios de 1969-B e 1972 foram positivos e significativos, indicando uma pequena resposta à adubação potássica, para os solos estudados.

O efeito linear do nitrogênio do ensaio de 1970 foi negativo e significativo, e nos demais anos foram observados efeitos não significativos. Como não houve resposta ao nitrogênio na média dos experimentos verificou-se ser de interesse o estudo da superfície de resposta, levando-se em conta as quantidades necessárias de P_2O_5 e K_2O por hectare para obter o maior lucro por área, fazendo constante a dose de 0 kg de N por hectare isto é, considerando $x_1 = -2$ na equação citada anteriormente.

Pelo gráfico das superfícies de resposta (figura 2), vê-se que quando a relação de preços é de 1:1 para P_2O_5 e K_2O , até 46 kg de nutriente só se aplicaria K_2O e, dessa quantidade em diante, nas proporções indicadas pelo gráfico.

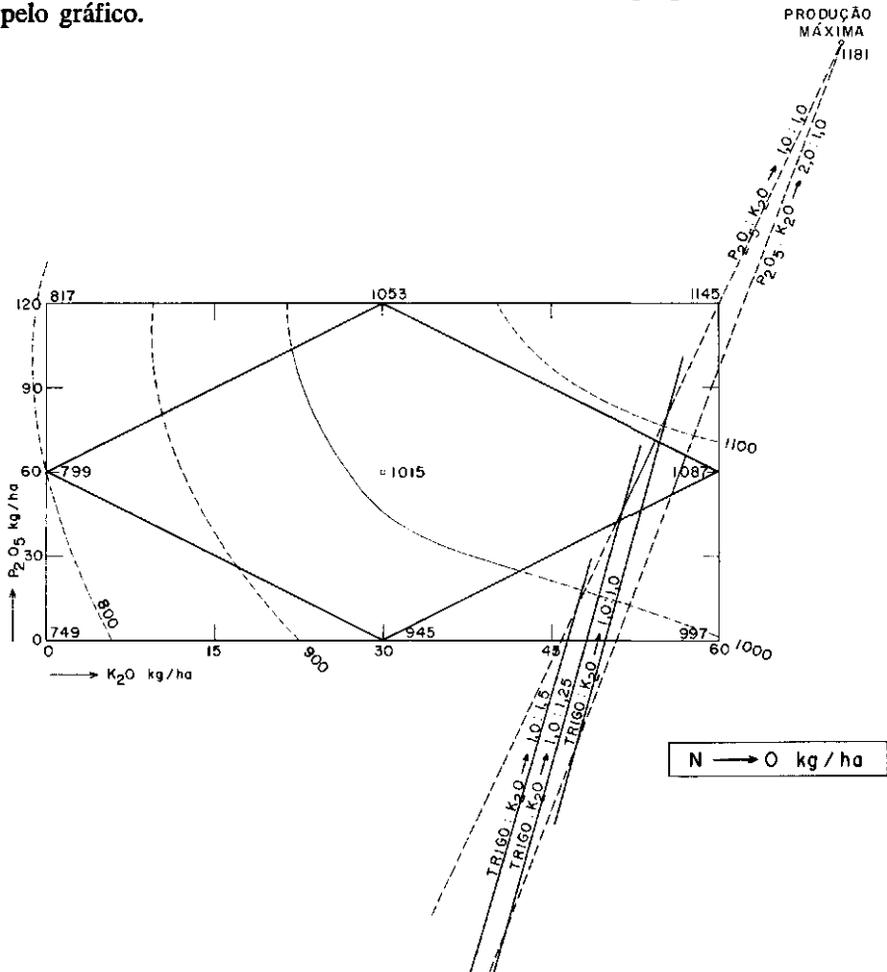


Figura 2. - Superfícies de resposta (isocanta = linhas de igual produção, e isóclinas = linhas que que cortam as isocanta em pontos de igual inclinação) indicando, para as relações de preços de $P_2O_5 : K_2O = 1:1$ e $2:1$, as quantidades de nutrientes a serem aplicadas para a obtenção de maior lucro (ou menor prejuízo) por área, quando forem consideradas três relações de preços entre nutrientes ($P_2O_5 + K_2O$) e trigo, mantida constante a dose de 0 kg/ha de N.

3.3 — ENSAIOS DE ITABERÁ E ITARARÉ

Os experimentos conduzidos em Itararé e Itaberá foram estudados em conjunto porque foram plantados em solos com baixa porcentagem de saturação em bases, elevada acidez, baixo teor de fósforo, diferindo em teor de matéria orgânica mas não mostrando efeitos lineares significativos à adubação nitrogenada.

As produções de grãos por tratamento, transformadas em kg/ha, encontram-se no quadro 5.

No quadro 6 acham-se os resultados da análise estatística, na qual foram calculados os parâmetros da experiência de Itararé, os parâmetros da experiência de Itaberá, bem como os parâmetros médios dos dois experimentos.

Considerando a equação média dos dois experimentos, verifica-se que o efeito linear do fósforo foi altamente significativo e igual a +252; isto quer dizer que para cada 30kg de P_2O_5 há um acréscimo de 252 kg na produção.

QUADRO 5. — Produções médias de grãos de trigo, transformadas em kg/ha, obtidas em duas experiências com N, P, K e S, realizadas em 1972 na Fazenda Santa Isabel, no município de Itaberá, e em 1973 na Estação Experimental de Itararé

TRATAMENTO				PRODUÇÃO		
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	Fazenda Santa Isabel	Estação Experimental de Itararé	Média
				kg/ha	kg/ha	kg/ha
30	30	15	40	122	1100	611
30	30	45	40	74	625	350
30	90	15	40	184	1575	880
30	90	45	40	309	1675	992
90	30	15	40	138	558	348
90	30	45	40	163	875	522
90	90	15	40	403	1567	985
90	90	45	40	320	1900	1110
60	60	30	40	251	1058	655
120	60	30	40	127	1200	664
0	60	30	40	129	1050	590
60	120	30	40	293	1717	1005
60	0	30	40	4	122	63
60	60	60	40	157	1433	795
60	60	0	40	145	1283	714
0	0	0	0	11	58	35
0	0	0	40	2	28	15
60	60	30	0	66	667	367

QUADRO 6. — Parâmetros calculados pela análise estatística para os ensaios de adubação mineral N, P, K e S, instalados na Fazenda Santa Isabel em 1972 e na Estação Experimental de Itararé em 1973

PARAMETROS	ENSAIOS		
	Fazenda Santa Isabel	Estação Experimental de Itararé	Média
B ₀	291	1164	728
B ₁	+ 21	+ 14	+ 18
B ₂	+ 81***	+ 422***	+ 252***
B ₃	+ 3	+ 36	+ 20
B ₁₁	- 36*	+ 4	- 16
B ₂₂	- 31	- 48	- 40
B ₃₃	- 30	+ 61	+ 16
B ₁₂	+ 15	+ 64	+ 40
B ₂₃	+ 8	+ 74	+ 41
B ₃₁	- 16	+ 128*	+ 56
SL	+ 44	+ 90	+ 67
ML	+ 76*	+ 410***	+ 243***
SL x ML	+ 49	+ 105	+ 77

Considerando os tratamentos 9, 16, 17 e 18, pôde-se calcular o efeito da adubação mineral, que foi de 243 kg/ha, altamente significativo ao nível de 1%.

Pelo gráfico das superfícies de resposta (figura 3) em função de nitrogênio e fósforo aplicados, mantendo-se constante a dose de 30 kg de K₂O por hectare, verifica-se que quando a relação de preços é de 1,5:1 para nitrogênio e fósforo, até 94 kg de nutrientes, só se aplicaria fósforo e, dessa quantidade em diante, nas proporções indicadas pelo gráfico.

4 — CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem tirar as seguintes conclusões:

a) Nos ensaios plantados na Estação Experimental de Tietê os dados médios mostraram efeito significativo para adubação mineral completa, porém os efeitos lineares de N, P, K e S, apesar de positivos, não foram significativos.

b) Os dados médios dos ensaios plantados em Capão Bonito não mostraram respostas significativas à adubação N, P, K e S. A presença de potássio foi benéfica à produção, porém estatisticamente significativa somente em dois experimentos.

c) Nos experimentos plantados em Itararé e Itaberá os dados médios mostram efeitos lineares de fósforo e adubação mineral completa altamente significativos, o que não ocorreu com os efeitos lineares de nitrogênio, potássio e enxofre, que foram não significativos.

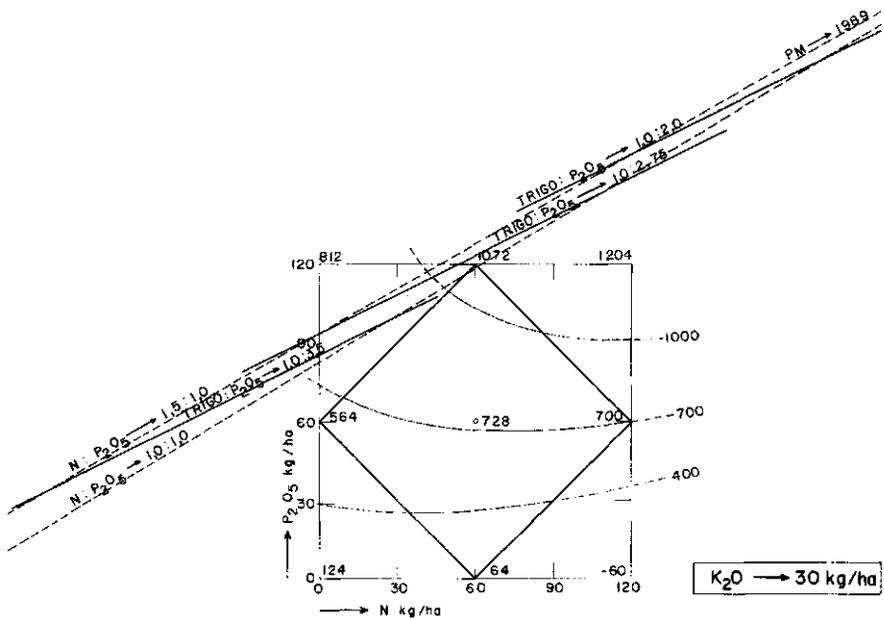


Figura 3. - Superfícies de resposta (isoquanta = linhas de igual produção e isóclinas = linhas que cortam as isoquanta em pontos de igual inclinação) indicando, para as relações de preços de N:P = 1,5:1 e 1:1, as quantidades de nutrientes a serem aplicadas para a obtenção de maior lucro (ou menor prejuízo) por área, quando forem consideradas três relações de preços entre nutrientes (N + P₂O₅) e trigo, mantida constante a dose de 30 kg/ha de K₂O.

FERTILIZER EXPERIMENTS ON WHEAT. VII

SUMMARY

This paper presents the results of twelve N, P, K, S mineral fertilizer trials on wheat (*Triticum aestivum* L.), carried out in 1969 to 1973 at Tietê, Capão Bonito, Itaberá and Itararé, State of São Paulo.

The results obtained in Capão Bonito and Tietê trials did not show significant responses to nitrogen, phosphorus, potash, and sulfur.

The effect of phosphorus and mineral fertilizer were highly significant in Itaberá and Itararé trials.

LITERATURA CITADA

1. BOX, G. E.; CONNOR, L. R.; COUSINS, N. R.; DAVIES, O. L.; HIMS-NORTH, F. R. & SILLITTO, G. P. The design and analysis of industrial experiments. London, Oliver and Boyd, 1956. p.495-578.

2. CAMARGO, C. E. O. Estudos de variedades de trigo para o Estado de São Paulo, Piracicaba, E.S.A.L.Q., 1972. 102p. (Tese de Doutorado)
3. ————. Adubação do trigo. V — Experiências de modo de aplicação de nitrogênio em diferentes regiões do Estado de São Paulo. *Bragantia* 31:363-378, 1972.
4. IGUE, K.; GARGANTINI, H. & ALCOVER, M. Efeito da calagem e da adubação fosfatada em solo ácido e de baixa fertilidade, na cultura do trigo. *Bragantia* 29:59-66, 1970.
5. MIRANDA, L. T. Resultados de experimentos de adubação e sugestões para interpretação baseada na análise química do solo. In: *Cultura e Adubação do Milho*. São Paulo, Instituto Brasileiro de Potassa, 1966. p.451-472.
6. SCARSETH, G. D.; COOK, H. L.; KRANTZ, B. A. & OHLROGGE, A. J. How to fertilize corn in Indiana. Indiana, Purdue University, 1944, 39p.
7. SOUZA, D. M. P.; BONIN, L. N. & MUZILLI, O. Solos para a cultura do trigo no Estado de São Paulo. In: *Encontro sobre Triticultura*. Campinas, 1971. 18p.