

BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo

Vol. 24

Campinas, julho de 1965

N.º 36

ADUBAÇÃO MINERAL PARA O TRIGO NO SUL DO ESTADO DE SÃO PAULO (1)

H. GARCIA BLANCO, (2) *engenheiro-agrônomo, Seção de Fertilidade do Solo*, W. R. VENTURINI, *engenheiro-agrônomo, Seção de Técnica Experimental*, H. GARGANTINI, *engenheiro-agrônomo, Seção de Fertilidade do Solo, Instituto Agrônomo*, e NEX CUIABANO, *engenheiro-agrônomo, Seção de Trigo e Cereais de Inverno, Divisão de Assistência Técnica Especializada, Departamento da Produção Vegetal*

RESUMO

Ensaio fatorial de adubação NPK para o trigo foram conduzidos em solos do Latossolo Vermelho Escuro-Orto, com vegetação de campo, no sul do Estado de São Paulo.

Os resultados mostraram que esses solos com teores acima de 0,10% de N total não reagiram à adubação nitrogenada, enquanto que, para o potássio, 0,10 e. mg de K foi o limite de reação do solo. O fósforo foi o elemento que apresentou maior reação, mostrando nítida correlação entre a resposta à adubação fosfatada e o teor solúvel do elemento no solo. Para solos com quantidades iguais a 0,18 e. mg de PO_4^{3-} solúvel em H_2SO_4 0,05 N, produções em torno de 1000 kg/ha de grãos de trigo são alcançadas sem adições de adubos fosfatados. Nesse nível, qualquer adição de P_2O_5 reverte em aumento dessa produção.

Os resultados indicam, também, que os índices de fertilidade estabelecidos por Catani e outros, para os solos do Estado de São Paulo, não se aplicam para o Latossolo Vermelho Escuro-Orto, quando cultivado com trigo, no que se refere aos elementos nitrogênio e potássio.

1 — INTRODUÇÃO

A cultura do trigo, apesar do amparo que tem recebido dos órgãos governamentais, não foi ainda implantada no Estado de São Paulo. Baixas produções, em decorrência de más condições climáticas e inexistência de variedades adaptadas ao meio ecológico, têm cerceado a expansão da cultura.

A experimentação, por outro lado, pouco tem contribuído para o

(1) Recebido para publicação em 30 de julho de 1965.

(2) Pertence, atualmente, ao quadro da Seção de Climatologia Agrícola, deste Instituto.

conhecimento das reais possibilidades da triticultura paulista. Existem os trabalhos de Dedeca e Purchio (4), sobre variedades e, a respeito de adubação conhece-se um ensaio em vasos (5) e uma competição de fertilizantes fosfatados conduzida por Garcia Blanco e outros (1) em solo Latossolo Vermelho Amarelo — fase arenosa.

Além dêsses, existe um estudo teórico das possibilidades de cultivo de trigo no Estado de São Paulo, feito por Krug e Viégas (6).

Para obtenção de maiores informações sobre a possibilidade de melhorar a produtividade dos solos de campo, de baixa fertilidade, da região sul do Estado, quando cultivados com trigo, foram instalados vários ensaios de adubação NPK, nos anos de 1960 e 1962, cujos resultados são aqui relatados.

2 — PRIMEIRA SÉRIE DE EXPERIÊNCIAS — 1960

2.1 — PLANO EXPERIMENTAL

Os ensaios obedeceram ao delineamento fatorial $3 \times 3 \times 3$, em blocos de nove parcelas, sem repetições, onde as doses 1 dos elementos foram, respectivamente, 35, 90 e 30 kg/ha de N, P_2O_5 e K_2O . Os níveis 0 e 2, correspondem à ausência e ao dobro daquelas doses.

Além das parcelas do fatorial introduziu-se, em cada bloco, uma série de tratamentos constituída de $N_1 P_1 K_1$, $N_1 P_1 K_1 Ca$, $N_1 P_1 K_1 m$, $N_1 P_1 K_1 Cam$, onde o índice 1 significa o nível médio dos três elementos N, P e K; Ca é calcário e *m* representa os microelementos boro, zinco, cobre, ferro, manganês e molibdênio.

Os adubos foram distribuídos em cobertura, sobre toda a superfície dos canteiros, e incorporados ao solo por meio de rastelo, antes do plantio. Como fonte de N foi usado sulfato de amônio (20% de N); o superfosfato simples (20% de P_2O_5) e o cloreto de potássio (60% de K_2O) forneceram os elementos fósforo e potássio, respectivamente.

As parcelas tinham 10 linhas de 3 m de comprimento, espaçadas de 20 cm. A variedade usada em todos os ensaios foi BH 1146, precoce, na base de 2,0 g de sementes por metro linear.

O calcário foi empregado na quantidade de 2 t/ha e as fontes e dosagens por hectare dos microelementos foram: 20 kg dos sulfatos de zinco, ferro e manganês e 25 kg de sulfato de cobre. O bórax e o

molibdato de amônio foram usados nas bases de 10 e 0,5 kg/ha, respectivamente.

Os plantios foram feitos no período de 5 a 15 de maio, em locais escolhidos de acordo com os teores de PO_4^{-3} determinados nas amostras de solo. Na eleição dessas áreas, procurou-se obter uma sucessão de diferentes níveis de fertilidade em fósforo, escolhendo-se, para isso, desde solos sem cultivo, com vegetação natural de campo, até os já cultivados por três anos.

As colheitas das 8 linhas centrais de cada parcela foram realizadas na última década de setembro.

2.2 — EXECUÇÃO E RESULTADOS

Das cinco experiências conduzidas segundo o plano descrito, quatro sofreram forte ataque de ferrugem da folha e do colmo, prejudicando, em parte, a sua precisão, o que foi traduzido por um elevado coeficiente de variação. Por essa razão, um dos ensaios teve que ser eliminado.

Duas experiências foram instaladas no município de Itapeva, uma em Itararé e uma em Itaberá. Todas em solos do Latossolo Vermelho Escuro-Orto (3).

QUADRO 1. — Análises químicas dos solos utilizados para os experimentos da primeira série, 1960

Item	Experiências			
	1	2	3	4
pH internacional	4,55	4,70	6,50	4,85
C em %	1,05	2,48	1,08	1,77
N total em %	0,08	0,06	0,10	0,11
K ⁺ e.mg por 100 g de solo	0,07	0,17	0,48	0,20
Ca ⁺⁺ e.mg por 100 g de solo	1,09	1,20	5,67	1,01
Mg ⁺⁺ e.mg por 100 g de solo	0,12	0,07	1,09	0,72
H ⁺⁺ + Al ⁺⁺ e.mg p/ 100 g de solo	8,00	10,50	3,40	7,90
PO ₄ ⁻³ e.mg p/ 100 g de solo (1)	0,13	0,12	0,19	0,09

(1) PO₄⁻³ solúvel em H₂SO₄ 0,05 N.

Quadro 2. — Primeira série de experiências de adubação de trigo, 1960. Produções, em quilogramas de grãos por hectare, obtidas nos experimentos 1 e 2, segundo um esquema fatorial 3º para N, P e K

Níveis de		Níveis de P											
		Experiência 1						Experiência 2					
		N		K		Médias		0		1		2	
		kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
0	0	55	247	517	273	14	39	156	69				
	1	108	272	317	232	92	78	89	86				
	2	64	292	392	249	33	67	172	91				
	Médias	75	270	408	251	46	61	139	82				
1	0	92	608	625	442	14	128	161	101				
	1	108	622	861	530	28	206	256	163				
	2	172	694	1.025	630	14	169	228	137				
	Médias	124	641	837	534	18	167	215	133				
2	0	114	467	717	432	30	100	414	181				
	1	106	730	730	522	3	144	267	138				
	2	172	939	1.080	730	44	58	192	98				
	Médias	130	712	842	561	25	100	291	139				
Médias	1	87	441	619	382	19	89	243	117				
	2	107	542	636	428	41	142	204	129				
	0	136	642	832	537	30	98	197	108				
	Médias	110	541	695	449	30	109	214	118				

Análises químicas de amostras compostas do solo dos locais dos experimentos revelaram os teores dos elementos, que se acham no quadro 1.

As produções obtidas nas quatro experiências se acham relacionadas nos quadros 2 e 3.

2.2.1 — EXPERIÊNCIA 1

O experimento foi instalado na fazenda Chapadinha, da firma Brasilmans S. A., localizada no distrito de Engenheiro Bacelar, município de Itapeva.

As produções foram baixas, apesar dêsse ensaio não ter sido atacado por ferrugem. Isso se deu à má germinação das sementes, em decorrência da técnica manual de plantio empregada nos ensaios.

O coeficiente de variação foi bom, tendo alcançado 18%. O aumento de produção provocado pelas doses de nitrogênio atingiu, em média, 296 kg/ha e foi altamente significativo. Das componentes, tanto a linear como a quadrática foram altamente significativas, mostrando que as respostas às doses 1 e 2, respectivamente +282 e +310 kg/ha, cresceram com as doses empregadas. O aumento da dose 1 para a 2, entretanto, não foi significativo. O estudo das componentes para o fósforo mostrou que as respostas às doses 1 e 2 (+431 e +585 kg/ha) foram lineares e altamente significativas. O efeito quadrático e a diferença de produção entre P_2 e P_1 (154 kg/ha) foram também altamente significativos.

Quanto ao potássio, os aumentos verificados com as doses 1 e 2 (+46 e +154 kg/ha), representando +12 e +40%, mostraram que a reação foi apenas linear e altamente significativa.

As interações NP e NK foram altamente significativas, o que mostra que a reação dos elementos em conjunto difere do efeito de cada um deles em separado.

A diferença de produção entre o tratamento com calcário e a média das parcelas usadas como testemunhas relativas, $N_1P_1K_1$, foi de +243 kg/ha, significativo a 5% de probabilidade. Quanto aos microelementos, não houve diferenças significativas entre os canteiros que os receberam e aqueles adubados somente com os macroelementos N, P e K.

2.2.2 — EXPERIÊNCIA 2

Como a anterior, esta experiência foi instalada no distrito de Engenheiro Bacelar, porém na Fazenda São Paulo.

A produção média de todos os canteiros foi baixa, de 118 kg/ha, em decorrência de forte ataque de ferrugem. O coeficiente de variação, por êsse motivo, se elevou a 39%. Para o nitrogênio, a reação foi linear e significativa ao nível de 5%. Os aumentos motivados pelos níveis 1 e 2 foram de 51 e 57 kg/ha, respectivamente, não sendo significativa a diferença entre êles.

O efeito do fósforo foi relativamente grande e altamente significativo. O estudo das componentes mostrou que o aumento verificado pela adição de fósforo foi linear e altamente significativo, sendo da mesma forma o acréscimo da dose 1 para a dose 2. As respostas ao potássio foram praticamente nulas, o mesmo acontecendo com o calcário e com os microelementos.

Além de serem os únicos elementos que apresentaram, separadamente, reações positivas, a análise estatística demonstrou ser também altamente significativa a interação NP.

2.2.3 — EXPERIÊNCIA 3

Conduzida no «Rancho Z» situado no bairro Água Branca do município de Itararé. Sofreu ataque de ferrugem, e seu coeficiente de variação foi de 35%.

O efeito do nitrogênio não foi significativo. Com a dose 1 êle alcançou +125 kg/ha, mas baixou para +67 kg/ha com a dose 2. A reação ao fósforo foi linear e altamente significativa. A diferença entre os aumentos produzidos pelo nível 2 dêsse elemento (238 kg/ha) e o nível 1 (204 kg/ha) não foi significativa. No caso do potássio, seu efeito não alcançou nível de significância.

As interações NP, NK e PK e a resposta ao calcário não foram significativas. Os tratamentos sem microelementos superaram aqueles que os receberam, e a diferença entre êles (219 kg/ha) foi significativa ao nível de 5%.

2.2.4 — EXPERIÊNCIA 4

Instalada em uma gleba de terra sem denominação especial, em Itaberá, arrendada pelo senhor Ernesto Moura. Como nas anteriores, houve ocorrência de ferrugem.

O coeficiente de variação foi elevado, atingindo 39%. As reações ao nitrogênio e ao fósforo foram positivas e lineares, sendo altamente significativa para o segundo e apenas significativa a 5% para o nitrogênio. O acréscimo de 168 kg/ha de P_1 para P_2 mostrou-se altamente significativo. O potássio não imprimiu aumentos significativos na produção.

Os efeitos do calcário e dos microelementos, bem como as interações entre os elementos N, P e K, foram nulos.

3 — SEGUNDA SÉRIE DE EXPERIÊNCIAS — 1962

3.1 — PLANO EXPERIMENTAL

Baseado nos resultados obtidos na primeira série desses ensaios, modificou-se o plano experimental. O delineamento básico ainda foi um fatorial $3 \times 3 \times 3$ para NPK, introduzindo-se, porém, cinco tratamentos extras, 101, 111, 121, 131 e 141, em que se testava o efeito do fósforo por meio de doses crescentes de P_2O_5 . O fatorial não teve repetições e as três replicações das parcelas extras foram sorteadas em cada bloco de nove.

O nitrogênio foi fornecido como sulfato de amônio, nas doses 0, 40 e 80 kg de N por hectare, sendo metade da dose colocada no plantio e a outra metade, em cobertura, 35 dias após a germinação. O fósforo, usado nas doses 0, 60, 120, 180 e 240 kg/ha de P_2O_5 (as três primeiras, do fatorial, e as demais, dos canteiros extras), foi fornecido todo no plantio, sob a forma de superfosfato simples. Cloreto de potássio foi o adubo usado para testar o efeito do potássio nos níveis 0, 30 e 60 kg/ha de K_2O .

O tamanho das parcelas e o modo de distribuição dos adubos foram iguais aos empregados na primeira série. Procurando evitar ataque de ferrugem, nesta série usou-se a variedade IAS 3795, considerada resistente, que foi semeada na densidade de 3,0 gramas por metro linear.

Os plantios foram efetuados de 27 de março a 4 de abril, fazendo-se as colheitas nos dias 18 e 19 de setembro de 1962. Na escolha do local dos ensaios foram usados os mesmos critérios empregados na série de experimentos de 1960.

3.2 — EXECUÇÃO E RESULTADOS

Todos os experimentos foram instalados no município de Itapeva, em solos Latossolo Vermelho Escuro-Orto (3), com vegetação e características típicas dos solos de campo da região. De 11 ensaios conduzidos, colheram-se apenas 7. Quatro deles foram inutilizados por ataque de pássaros, quando já granados.

Os resultados das análises químicas do solo dos locais utilizados constam do quadro 4.

As produções obtidas nos experimentos desta série estão registradas nos quadros 5, 6, 7 e 8, na parte referente ao fatorial NPK, e no quadro 9, para os tratamentos extras.

As análises de variância dos dados de produção acusaram, em todos os experimentos, falta total de reação para os elementos nitrogênio e potássio. Em vários casos (experimentos 7, 8, 9, 10 e 11) os efeitos médios do nitrogênio foram negativos, correspondendo, respectivamente, a -30, -15, -60, -51 e -162 kg/ha, porém, não significativos. Quanto ao potássio, os ensaios 7 e 10 apresentaram, respectivamente, os seguintes efeitos médios: -103 e -5 kg/ha, sem entretanto serem significativos. No que se refere ao fósforo, os resultados são relatados a seguir.

3.2.1 — EXPERIÊNCIA 5

Foi instalada na granja Santo Ângelo, em Itapeva.

O coeficiente de variação atingiu 22%. Na parte fatorial do delineamento, o efeito do fósforo foi altamente significativo. Os acréscimos obtidos com P_1 e P_2 foram, respectivamente, de 297 e 609 kg/ha, representando +29 e +60%. A reação foi linear e altamente significativa. Nos tratamentos extras, o efeito foi, também, altamente significativo, revelando o estudo das componentes que a reação foi linear e altamente significativa. Os acréscimos de produção com uso das

QUADRO 4. — Análises químicas dos solos utilizados para os experimentos da segunda série, 1962

Item	Experiências										
	5	6	7	8	9	10	11				
pH internacional	5,70	5,35	5,30	5,20	5,10	5,35	5,50				
C em %	1,64	1,96	1,79	1,90	2,20	1,32	1,84				
N total em %	0,10	0,12	0,11	0,10	0,13	0,11	0,11				
K ⁺ e.mg (¹)	0,10	0,10	0,10	0,08	0,35	0,20	0,23				
Ca ⁺⁺ e.mg (¹)	1,53	1,51	0,86	1,07	1,07	0,76	1,18				
Mg ⁺⁺ e.mg (¹)	1,14	—	0,44	0,65	0,67	0,84	0,55				
H ⁺⁺ + Al ⁺⁺⁺ e.mg (¹)	7,2	8,4	7,6	7,9	9,9	8,3	8,3				
PO ₄ ⁻³ e.mg (¹)	0,16	0,18	0,04	0,12	0,14	0,01	0,13				

(¹) e.mg por 100 g de solo.

(²) e.mg por 100 g de solo, solúvel em H₂SO₄ 0,05 N.

QUADRO 5. — Segunda série de experiências de adubação de trigo, 1962. Produção, em quilogramas de grãos por hectare, obtidas nos experimentos 5 e 6, segundo um esquema fatorial 3^a para N, P e K

Níveis de		Níveis de P														
		Experiência 5						Experiência 6								
		N		1		2		Médias		0		1		2		Médias
K		kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
0	0	722	1.081	1.224	1.009	908	1.138	1.498	1.182							
	1	946	1.142	1.654	1.247	839	1.009	1.268	1.039							
	2	941	1.404	1.533	1.303	1.269	1.040	1.246	1.185							
	Médias	879	1.209	1.470	1.186	1.005	1.062	1.337	1.135							
1	0	1.105	1.810	1.597	1.504	1.003	1.188	1.438	1.210							
	1	1.536	780	1.613	1.310	1.228	1.308	1.347	1.294							
	2	1.038	1.275	1.453	1.255	1.451	1.124	1.088	1.221							
	Médias	1.226	1.288	1.554	1.356	1.227	1.206	1.291	1.241							
2	0	913	1.627	1.461	1.334	965	989	1.524	1.159							
	1	559	1.233	1.926	1.239	896	1.075	1.465	1.145							
	2	1.211	1.324	2.026	1.520	1.042	1.332	1.325	1.233							
	Médias	894	1.394	1.804	1.364	967	1.132	1.438	1.179							
Médias	0	914	1.506	1.428	1.282	958	1.105	1.487	1.183							
	1	1.014	1.052	1.731	1.265	987	1.130	1.360	1.159							
	2	1.073	1.334	1.670	1.359	1.254	1.165	1.220	1.213							
	Médias	1.000	1.297	1.609	1.302	1.066	1.133	1.355	1.185							

QUADRO 6. — Segunda série de experiências de adubação de trigo, 1962. Produções, em quilogramas de grãos por hectare, obtidas nos experimentos 7 e 8, segundo um esquema fatorial 3³ para N, P e K

Níveis de		Níveis de P												
		Experiência 7						Experiência 8						
		N		K		Médias		0		1		2		Médias
		kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
0	0	634	222	439	432	330	649	791	590	330	649	791	590	590
	1	301	915	938	718	630	499	899	676	630	499	899	676	676
	2	455	483	888	610	648	653	1.011	771	648	653	1.011	771	771
	Médias	463	541	755	586	536	600	900	679	536	600	900	679	679
1	0	442	660	942	681	437	633	1.020	697	437	633	1.020	697	697
	1	686	311	593	530	469	541	1.037	682	469	541	1.037	682	682
	2	350	767	617	578	403	905	1.086	798	403	905	1.086	798	798
	Médias	492	579	717	596	436	693	1.047	725	436	693	1.047	725	725
2	0	234	702	201	379	281	382	822	495	281	382	822	495	495
	1	246	557	1.125	643	622	674	488	595	622	674	488	595	595
	2	554	345	675	524	396	594	1.158	716	396	594	1.158	716	716
	Médias	344	534	667	515	433	550	822	602	433	550	822	602	602
Médias	0	437	528	527	497	350	555	878	594	350	555	878	594	594
	1	411	594	885	630	573	571	808	651	573	571	808	651	651
	2	453	533	726	571	482	717	1.085	762	482	717	1.085	762	762
	Médias	433	551	712	566	468	614	923	669	468	614	923	669	669

QUADRO 8. — Segunda série de experiências de adubação de trigo, 1962. Produções, em quilogramas de grãos por hectare, obtidas no experimento 11, segundo um esquema fatorial 3^º para N, P e K

Níveis de		Níveis de P			
		Experiência 11			
N	K	0	1	2	Médias
		<i>kg/ha</i>	<i>kg/ha</i>	<i>kg/ha</i>	<i>kg/ha</i>
0	0	533	837	964	778
	1	625	593	950	723
	2	839	1.140	873	950
	Médias	665	856	929	817
1	0	438	400	433	424
	1	770	1.191	497	818
	2	718	506	954	726
	Médias	642	699	627	656
2	0	511	692	771	658
	1	660	1.108	520	763
	2	523	542	548	538
	Médias	564	780	613	653
Médias	0	494	643	722	620
	1	685	964	655	768
	2	693	729	791	738
	Médias	624	778	722	708

doses 1, 2, 3 e 4 de fósforo foram, respectivamente, de 499, 720, 980 e 1058 kg/ha, significando êste último um aumento de 106% na produção.

3.2.2 — EXPERIÊNCIAS 6 e 7

Ambas foram conduzidas na fazenda Tubunas, porém em glebas distintas. Para a experiência de número 6, a análise estatística dos dados revelou um coeficiente de variação de apenas 14%, aumentando para 31% no experimento 7. No fatorial, a reação ao fósforo foi altamente significativa, no ensaio 6, e apenas significativa, no 7. Contudo, nos tratamentos extras o efeito foi altamente significativo nos dois experimentos. Das componentes, a linear foi altamente significativa nos dois casos, quer na parte fatorial, quer nos tratamentos extras.

QUADRO 9. — Segunda série de experiências de adubação de trigo, 1962. Produção, em quilogramas por hectare, dos tratamentos extras

Níveis de P ₂ O ₅	Tratamentos extras: médias das 3 repetições						
	Exp. 5	Exp. 6	Exp. 7	Exp. 8	Exp. 9	Exp. 10	Exp. 11
kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
0	933	1.010	386	669	801	200	615
60	1.492	1.298	438	478	561	182	854
120	1.714	1.259	738	1.114	790	308	1.154
180	1.973	1.496	918	1.116	1.228	693	1.020
240	2.051	1.607	1.063	1.581	1.589	612	1.326
Médias	1.644	1.334	708	991	993	399	993

Nestes últimos, os efeitos médios das doses de fósforo foram praticamente iguais para os experimentos em questão: +404 e +403 kg/ha, representando, porém, aumentos relativos diferentes: +39%, no primeiro experimento, e +108%, no experimento 7.

No experimento 6 aconteceu que, mesmo não apresentando reação ao potássio, a presença deste elemento propiciou um melhor aproveitamento do fósforo, sendo altamente significativa a interação PK.

3.2.3 — EXPERIÊNCIA 8

Foi conduzida na propriedade denominada Esperança e Santa Fé, distrito de Engenheiro Bacelar, Itapeva. Apresentou um coeficiente de variação de 32%.

Mais uma vez, o adubo fosfatado foi o que motivou o maior aumento de produção, aumento êsse altamente significativo em todos os tratamentos do delineamento adotado. Novamente, também, das componentes, a linear foi altamente significativa nos níveis de fósforo do fatorial e dos tratamentos extras.

3.2.4 — EXPERIÊNCIAS 9, 10 e 11

Foram distribuídas dentro de uma lavoura de cerca de 500 hectares, na fazenda Vitória, distrito de Engenheiro Bacelar, município de Itapeva.

As análises estatísticas acusaram, respectivamente, para os ensaios 9, 10 e 11, os índices de 21, 38 e 34% para os coeficientes de variação.

Na parte fatorial, o experimento 9 mostrou efeito do fósforo, significativo a 5%. As produções aumentaram com as doses, mostrando que a reação foi linear e significativa nos experimentos 9 e 10. O experimento 11, na parte fatorial, não apresentou reação ao fósforo, acusando, porém, efeitos linear significativo e quadrático altamente significativo, nos tratamentos extras. Nos outros dois experimentos as reações foram altamente significativas, tanto a linear quanto a quadrática, para as parcelas extras do delineamento.

4 — DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Face aos resultados obtidos, inicialmente verifica-se que os padrões de fertilidade estabelecidos por Catani e outros (2) para os solos do Estado de São Paulo, não são válidos para os solos do Latossolo Vermelho Escuro-Orto, quando cultivados com trigo. Por êsses padrões, era de se esperar reação ao nitrogênio em todos os experimentos e não, como ocorreu, em apenas dois dêles. Sòmente os acréscimos de produção obtidos com o nível 1 de nitrogênio, nos experimentos 1 e 2, indicados no quadro 2, foram significativos. Observando os dados analíticos do solo, verifica-se que êsses experimentos acusaram as menores quantidades de nitrogênio total, 0,08 e 0,06%, respectivamente. Nos nove ensaios restantes, em que o elemento não imprimiu aumentos de produção, três apresentaram 0,10% de N, quatro acusaram 0,11% e os experimentos 6 e 9 demonstraram, respectivamente, 0,12 e 0,13% de N total no solo. Os dados são bastante coerentes e uniformes e parecem mostrar uma correlação entre reação e adição de adubo nitrogenado, traduzida por aumento de produção e quantidade de N existente no solo. É provável que o trigo, quando cultivado em solo do Latossolo Vermelho-Orto com teores acima de 0,10% de N total, não apresente reação às adubações nitrogenadas. Para se saber da necessidade de adubações nitrogenadas de restituição dêsse elemento, nos casos em que a adição do adubo não apresentou efeito na produção, analisou-se o solo de tôdas as parcelas do experimento 9, em amostras retiradas quatro meses após a colheita e dois meses antes da época do novo plantio da cultura.

QUADRO 10. — Resultados de análise de nitrogênio total, em porcentagem, em amostras dos canteiros do experimento n.º 9, retiradas em 15-1-1963

Cant.	Trat.	N total	Grãos	Cant.	Trat.	N total	Grãos
n.º		%	kg/ha	n.º		%	kg/ha
1	121 (1)	0,12	695	22	210	0,12	862
2	122	0,13	1.294	23	000	0,12	936
3	100	0,11	614	24	112	0,12	900
4	021	0,12	959	25	101	0,12	779
5	101 (1)	0,12	658	26	120	0,12	787
6	141 (1)	0,13	1.479	27	141 (1)	0,12	1.779
7	131 (1)	0,12	1.340	28	221	0,12	944
8	220	0,12	897	29	121	0,12	1.002
9	002	0,10	641	30	101 (1)	0,11	858
10	212	0,12	563	31	020	0,12	1.031
11	111	0,12	805	32	141 (1)	0,11	1.509
12	201	0,12	734	33	001	0,12	925
13	010	0,12	762	34	131 (1)	0,12	1.312
14	111 (1)	0,10	338	35	200	0,12	633
15	111 (1)	0,10	342	36	102	0,13	630
16	022	0,12	1.126	37	211	0,11	1.059
17	011	0,12	870	38	111 (1)	0,12	1.003
18	121 (1)	0,11	828	39	012	0,12	749
19	131 (1)	0,12	1.030	40	121 (1)	0,12	849
20	202	0,12	683	41	222	0,11	884
21	101 (1)	0,12	886	42	110	0,12	832

(1) Tratamentos extras.

Os resultados das análises, vistos no quadro 10, não apresentaram qualquer modificação do teor de nitrogênio, em comparação com aquele encontrado na amostra composta do local do experimento, dez meses antes, ou qualquer diferença entre as parcelas que receberam ou não adubação nitrogenada.

Êsses fatos indicam que, ou a cultura do trigo necessita apenas de pequenas quantidades de nitrogênio para seu desenvolvimento e produção ou, o que é mais provável, o teor de nitrogênio do solo em questão se acha em equilíbrio, necessitando, para elevá-lo, uma alteração na relação C/N, o que poderia ser feito por adição de toneladas de matéria orgânica. De qualquer maneira, seja qual fôr a explicação do fenômeno, é possível inferir que o Latossolo Vermelho Escuro-Orto, com teores acima de 0,10% de N total, poderá suportar, pelo menos, dois cultivos consecutivos de trigo, sem necessidade de adubação nitrogenada.

As considerações feitas para o nitrogênio, no que diz respeito aos padrões de fertilidade de Catani e outros (2), também se aplicam, perfeitamente, para o potássio. A única reação obtida para êsse elemento foi acusada no experimento n.º 1, cujo solo apresentou o menor teor, ou seja, 0,07 e.mg de K^+ . Todos os demais experimentos, com teores variando de 0,08 a 0,48 e.mg de K^+ , não mostraram reação ao adubo potássico. Pelo boletim n.º 69 (2), do Instituto Agrônomico, deveria haver efeitos positivos, ao menos nos ensaios de n.ºs 5, 6, 7 e 8.

Os resultados demonstraram, com bastante consistência, a pequena importância do potássio na produção de trigo, quando cultivado nos solos de campo do sul do Estado de São Paulo.

Ao serem estabelecidos os padrões de fertilidade para o Latossolo Vermelho Escuro-Orto, o limite de fertilidade, acima do qual não serão esperadas reações ao potássio para o trigo, deverá estar em torno de 0,10 e.mg de K^+ por 100 g de solo.

É fora de dúvida que o elemento mais importante para o aumento de produção do trigo, nesse tipo de solo, é o fósforo. Em todos os ensaios seus efeitos foram marcantes, independentes do grau de cultivo do solo.

Uma análise conjunta dos tratamentos extras da segunda série, em 1962 (quadro 9), os quais tinham NK como constante, mostrou que o aumento de produção incitado pelas seqüências de doses 0, 60, 120, 180

e 240 kg/ha de P₂O₅ foi linear e altamente significativo, revelando haver reação da cultura, ainda, a doses elevadas de fósforo, como 240 kg/ha de P₂O₅ ou 1.200 kg/ha de superfosfato simples.

Distribuindo-se, pelas suas produções, todos os canteiros dos experimentos conduzidos em 1962, em classes de produção denominadas «baixas», com produções menores de 500 kg/ha, «médias», de 500 a 1.000 kg/ha, «altas», de 1.000 a 1.300, e «muito altas», superiores a 1.300 kg/ha, de acôrdo com as dosagens usadas nos canteiros, ter-se-á a situação mostrada no quadro 11. Os experimentos da primeira série não foram incluídos, por terem sido as produções prejudicadas por ferrugem.

QUADRO 11. — Distribuição dos canteiros dos experimentos da segunda série, em 1962, de acôrdo com a produção individual, em classes de produção (baixa, média, alta e muito alta), em kg/ha de grãos de trigo

Doses de P ₂ O ₅ usadas nos canteiros	Quant. de cant. com produções baixas	Quant. de cant. com produções médias	Quant. de cant. com produções altas	Quant. de cant. com produções muito altas	Total de canteiros
kg/ha	< 500 kg/ha	500 - 1000 kg/ha	1000 - 1300 kg/ha	> 1300 kg/ha	n.º

EXPERIMENTO 10 — 0,01 e.mg DE PO₄⁻³ SOLÚVEL, NO SOLO

0	12	0	0	0	12
60	12	0	0	0	12
120	10	2	0	0	12
180	0	3	0	0	3
240	1	2	0	0	3
Total	35	7	0	0	42

EXPERIMENTO 7 — 0,04 e.mg DE PO₄⁻³ SOLÚVEL, NO SOLO

0	8	4	0	0	12
60	5	7	0	0	12
120	3	7	2	0	12
180	0	2	0	1	3
240	0	2	0	1	3
Total	16	22	2	2	42

EXPERIMENTO 8 — 0,12 e.mg DE PO₄⁻³ SOLÚVEL, NO SOLO

0	6	6	0	0	12
60	4	8	0	0	12
120	1	3	8	0	12
180	0	0	3	0	3
240	0	0	0	3	3
Total	11	17	11	3	42

Doses de P_2O_5 usadas nos canteiros	Quant. de cant. com produções baixas	Quant. de cant. com produções médias	Quant. de cant. com produções altas	Quant. de cant. com produções muito altas	Total de canteiros
kg/ha	< 500 kg/ha	500 - 1000 kg/ha	1000 - 1300 kg/ha	> 1300 kg/ha	n.º
EXPERIMENTO 11 — 0,13 E.MG DE PO_4^{-3} SOLÚVEL, NO SOLO					
0	2	10	0	0	12
60	1	7	4	0	12
120	2	8	2	0	12
180	0	1	2	0	3
240	0	0	2	1	3
Total	5	26	10	1	42
EXPERIMENTO 9 — 0,14 E.MG DE PO_4^{-3} SOLÚVEL, NO SOLO					
0	0	12	0	0	12
60	2	8	2	0	12
120	0	8	4	0	12
180	0	0	1	2	3
240	0	0	0	3	3
Total	2	28	7	5	42
EXPERIMENTO 5 — 0,16 E.MG DE PO_4^{-3} SOLÚVEL, NO SOLO					
0	0	7	4	1	12
60	0	1	4	7	12
120	0	0	1	11	12
180	0	0	0	3	3
240	0	0	0	3	3
Total	0	8	9	25	42
EXPERIMENTO 6 — 0,18 E.MG DE PO_4^{-3} SOLÚVEL, NO SOLO					
0	0	6	5	1	12
60	0	1	8	3	12
120	0	0	5	7	12
180	0	0	0	3	3
240	0	0	0	3	3
Total	0	7	18	17	42

Transformando-se êsse quadro em gráficos (figuras 1, 2 e 3), em que o número de canteiros em determinada classe de produção é dado em porcentagem, constata-se nítida relação entre o comportamento das doses do adubo fosfatado e o teor de PO_4^{-3} existente no solo. Solos com níveis baixos em fósforo necessitam de maiores quantidades de adubos fosfatados. Assim, para solos com 0,01 e.mg de PO_4^{-3} são necessárias dosagens altas, como 240 kg/ha de P_2O_5 , para se ter garan-

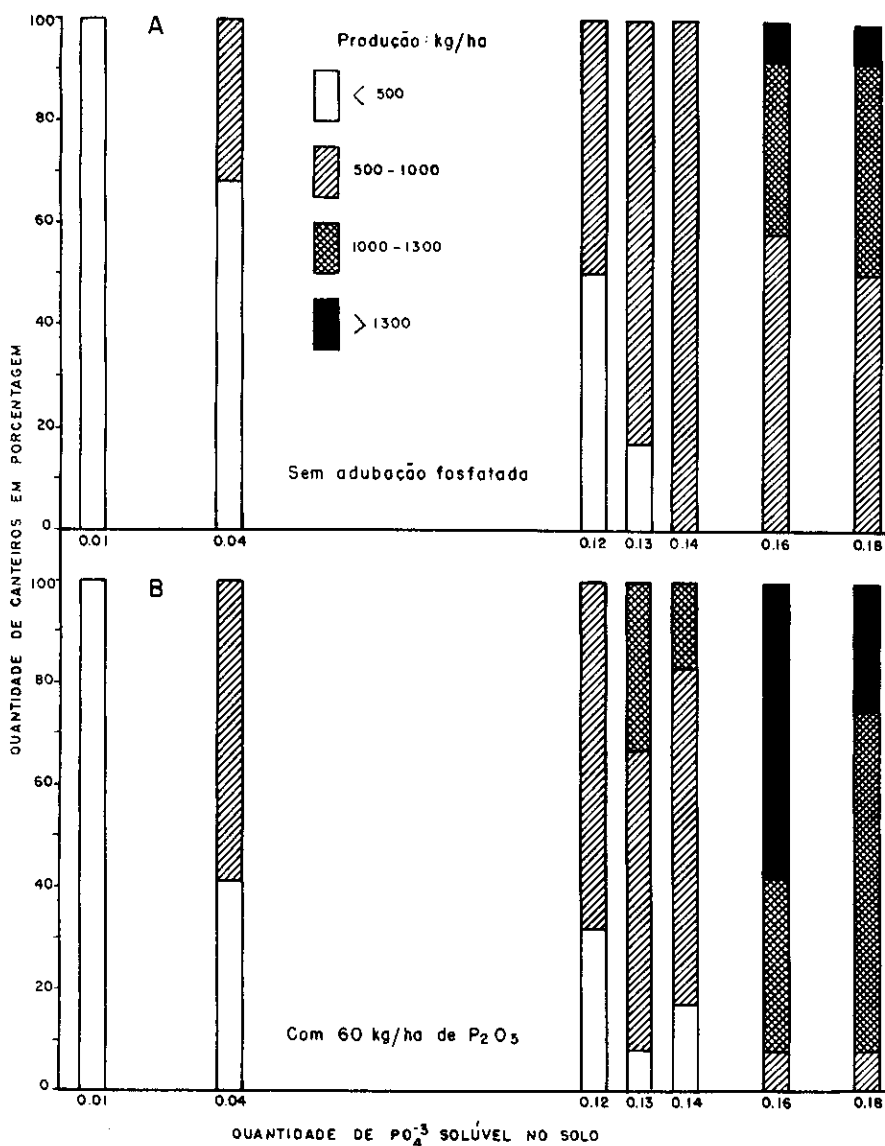


FIGURA 1. — Produções dos canteiros dos experimentos da 2.a série, 1962, relacionadas com teor de fósforo no solo: *A* — Canteiros sem adubação fosfatada; *B* — canteiros com 60 kg/ha de P₂O₅.

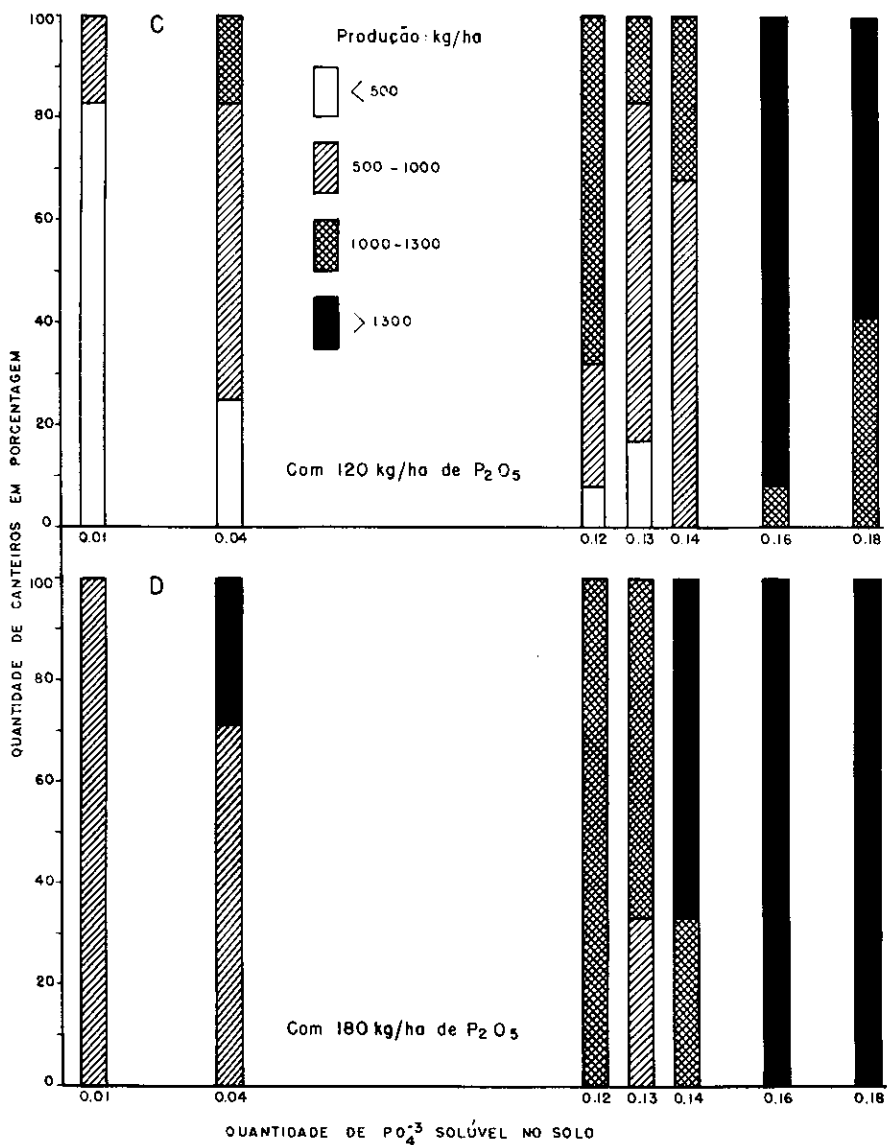


FIGURA 2. — Produções dos canteiros dos experimentos da 2.ª série, 1962, relacionadas com teor de fósforo no solo: C — canteiros com 120 kg/ha de P₂O₅; D — canteiros com 180 kg/ha de P₂O₅.

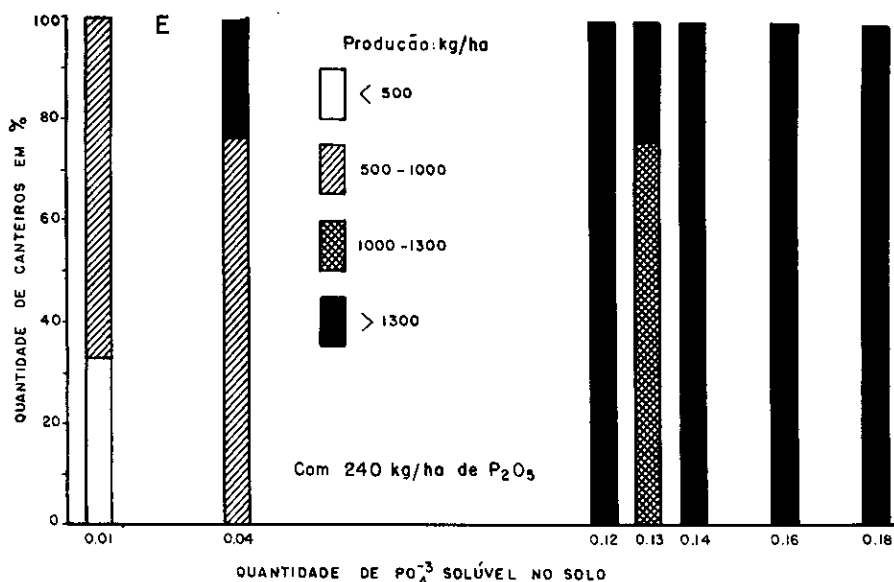


FIGURA 3. — Produções dos canteiros dos experimentos da 2.ª série, 1962, relacionadas com teor de fósforo no solo: E — canteiros com 240 kg/ha.

tia de produção entre 500 a 1.000 kg/ha de grãos, enquanto solos com teores altos, como 0,14 e.mg, mesmo sem adubação fosfatada terão asseguradas essas produções. Verifica-se, também, que o experimento com 0,16 e.mg de PO_4^{-3} , com adição de 120 kg/ha de P_2O_5 teve produção acima de 1.300 kg/ha. Não obstante ser facilmente verificada a relação existente, o número de experimentos é reduzido para ser feita uma correlação matemática por meio de curvas de regressão, que indicariam, para cada nível de fósforo no solo, as quantidades de P_2O_5 a serem adicionadas, para se obter determinadas produções. Entretanto, pode-se indicar o nível de 0,18 e.mg de PO_4^{-3} como suficiente para se obter produção em torno de 1.000 kg/ha de grãos, sem adição de adubação fosfatada. Nesse nível, qualquer quantidade de P_2O_5 adicionada se traduzirá em aumento imediato dessa produção.

5 — CONCLUSÕES

Para o Latossolo Vermelho Escuro-Orto, no sul do Estado de São Paulo, as seguintes conclusões podem ser tiradas com respeito à adubação mineral N, P, K para o trigo:

1 — Os padrões de fertilidade do solo, estabelecidos por Catani e outros, para os solos do Estado de São Paulo, não foram válidos para o solo em aprêço, quando cultivado com o trigo, no que diz respeito ao nitrogênio e ao potássio.

2 — Áreas dêsse solo com teores acima de 0,10% de N total não apresentaram reação a adubações nitrogenadas no cultivo do trigo.

3 — Glebas com níveis superiores a 0,10 e.mg de K^+ não apresentaram reação a êsse elemento.

4 — O elemento mais importante na produção de trigo nesse tipo de solo foi o fósforo.

5 — As reações às adições de adubos fosfatados mostraram-se relacionadas com os níveis de fósforo dêsses solos. Áreas com teores baixos de fósforo necessitaram de maiores quantidades de adubos fosfatados.

6 — O nível de 0,18 e.mg de PO_4^{-3} solúvel, determinado pelo H_2SO_4 0,05 N, foi o que apresentou produções em tôrno de 1.000 kg/ha de grãos de trigo, sem adição de adubação fosfatada. Nesse nível, qualquer adição de P_2O_5 reverteu em aumento dessa produção.

MINERAL FERTILIZERS APPLIED TO WHEAT IN THE SOUTH OF THE STATE OF SÃO PAULO

SUMMARY

This paper reports about several factorial tests carried out in 1960 and with N P K fertilization for wheat on Ortho Dark Red Latosol in the south of the state of São Paulo, occupied with field vegetation.

The results showed that these soils with over 0.10% of total nitrogen did not react to nitrogenated fertilizers, whereas 0.10 e.mg of potassium was the limit of soil reaction. Phosphorus was the element reacting the most showing an evident correlation between response to fertilization and soluble content of the element in the soil. For soils with amounts equal to 0.18 e.mg. of PO_4^{-3} soluble in H_2SO_4 0.05 N, productions of around 1000 kg per hectare of wheat seeds were reached without any addition of phosphorous fertilizers. At this level, any addition of P_2O_5 implies to an increase of yield.

The results indicate further that the fertility indexes established by Catani and others, for the soils of the state of São Paulo do not apply to the Ortho Dark Red Latosol when grown with wheat, concerning the elements nitrogen and potassium.

LITERATURA CITADA

1. BLANCO, H. G., IGUE, K., GARGANTINI, H., & WUTKE, A. C. P. Competição de fertilizantes fosfatados para o trigo. *Bragantia* 21: 867-874. 1962.
2. CATANI, R. A., GALLO, J. R. & GARGANTINI, H. Amostragem de solo, métodos de análise, interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. Campinas, Instituto Agronômico, 1955. 28p. (Boletim n.º 69)
3. Comissão de solos do Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas. Carta dos Solos do Estado de São Paulo. Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas, Ministério da Agricultura, 1960. 634p. (Boletim n.º 12)
4. DEDECCA, D. M. & PURCHIO, M. J. Caracterização botânica de algumas variedades em experimentação em São Paulo. *Bragantia* 12: 19-53. 1952.
5. GARGANTINI, H., CONAGIN, A. & PURCHIO, M. J. Ensaio de adubação NPK em cultura de trigo. *Bragantia* 17: 13-27. 1958.
6. KRUG, C. A. & VIEGAS, G. P. O trigo no Estado de São Paulo. Campinas, Instituto Agronômico, 1938. 62p. (Boletim n.º 48)