

BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo

Vol. 24

Campinas, abril de 1965

N.º 20

AUBAÇÃO DO FEIJOEIRO EM SOLOS DERIVADOS DO ARENITO BAURU (1)

SHIRO MIYASAKA, *engenheiro-agrônomo, Seção de Leguminosas*, KOSEN IGUE, *engenheiro-agrônomo, Seção de Fertilidade do Solo*, e E. S. FREIRE, *engenheiro-agrônomo (2), Instituto Agrônomo*

RESUMO

Na safra «das águas» de 1960-61 instalaram-se sete experiências de adubação do feijoeiro, para estudar o efeito de vários tratamentos em solos derivados do arenito Bauru. Três dessas experiências foram repetidas em 1961-62, para verificar o efeito residual dos tratamentos.

Em média das experiências de 1960-61, as respostas às doses de 60 e 120 kg/ha de P_2O_5 (superfosfato simples) foram de, respectivamente, +364 e +574 kg/ha de sementes; as devidas a 30 e 60 kg/ha de N (sulfato de amônio), de +177 e +212 kg/ha; as provocadas por 45 e 90 kg/ha de K_2O (sulfato de potássio), de -5 e -56 kg/ha. O efeito residual do fósforo correspondeu, em média das duas doses, a +151 kg/ha; o do potássio ainda foi negativo.

Em 1960-61, a produção obtida com NPK, nas formas indicadas anteriormente, atingiu 1.231 kg/ha, ao passo que a proporcionada pelas mesmas doses de N, P_2O_5 e K_2O , nas formas de Nitrocálcio, superfosfato triplo e cloreto de potássio, baixou para 922 kg/ha. A adição, à última adubação, de uma mistura de gesso e micronutrientes, aumentou a produção em quase todas as experiências. Em média das sete de 1960-61, esse aumento alcançou 331 kg/ha.

Embora empregado na presença de adubação completa, o calcário deprimiu a produção em diversas experiências e seu efeito médio foi praticamente nulo. A dose usada, de 4 t/ha, parece ter sido excessiva para os solos em estudo, arenosos e pobres de matéria orgânica.

Em 1960-61, enquanto a produção média dos tratamentos sem fósforo e sem nitrogênio correspondeu a tão somente 444 kg/ha, a dos que receberam 30 kg/ha de N, como sulfato de amônio, e 120 kg/ha de P_2O_5 , como superfosfato simples, se elevou a 1.307 kg/ha.

1 — INTRODUÇÃO

Não obstante ser o feijão um dos alimentos básicos do paulista, sua cultura não está sendo feita em bases racionais. De acordo com

(1) Recebido para publicação em 13 de abril de 1965.

(2) Contratado pelo Conselho Nacional de Pesquisas, para colaborar com técnicos do Instituto Agrônomo. Sua colaboração no presente trabalho foi prestada na apresentação e interpretação dos resultados.

os dados publicados por Zaroni (7), a área dedicada ao feijoeiro no Estado de São Paulo elevou-se de cerca de 200.000 ha, no quinquênio 1945-49, para 220.000 ha, no quinquênio 1950-54, e 280.000 ha, no quinquênio 1955-59. Entretanto, a produção decresceu, pois o rendimento baixou de 750 kg/ha, no primeiro período, para 560 kg/ha, no segundo, e 430 kg/ha, no terceiro.

Uma das causas dessa queda na produtividade do feijoeiro é, sem dúvida, a baixa fertilidade dos solos a ele destinados atualmente. Por esse motivo, a partir de 1960 a Seção de Leguminosas do Instituto Agrônomico vem realizando numerosas experiências de adubação em diferentes tipos de solo do Estado. O objetivo do presente trabalho é apresentar os resultados obtidos em sete dessas experiências, instaladas na safra «das águas» de 1960-61, em solos derivados do arenito Bauru.

2 — MATERIAIS E MÉTODOS

O plano experimental constou de um fatorial 3^3 para N, P e K, em blocos de nove canteiros com confundimento de NPK, sem repetições, no qual foram incluídos quatro tratamentos extras em blocos ao acaso, com três repetições.

Na parte fatorial empregaram-se 0, 30 e 60 kg/ha de N, 0, 60 e 120 kg/ha de P_2O_5 e 0, 45 e 90 kg/ha de K_2O , usando-se, como fonte de nutrientes, sulfato de amônio, superfosfato simples e sulfato de potássio.

Os tratamentos extras foram: *a*) sem adubo e sem corretivo (designado como tratamento *0*); *b*) 60-120-90 kg/ha de N- P_2O_5 - K_2O , nas formas de Nitrocálcio, superfosfato triplo e cloreto de potássio (tratamento NPK); *c*) a mesma adubação de *b* e mais uma mistura de 100 kg/ha de gesso, 20 kg/ha de sulfato de zinco, 20 kg/ha de sulfato de cobre, 3 kg/ha de bórax e 75 kg/ha de molibdato de sódio (tratamento NPK*m*); *d*) a mesma adubação de *c* e mais 4 t/ha de calcário com 40,35% de CaO e 5,85% de MgO (tratamento NPK*mc*).

Cerca de um mês antes do plantio, o calcário foi uniformemente distribuído na área dos correspondentes canteiros, sendo misturado com a camada superficial do solo. Mais tarde, com a aração geral das áreas experimentais, é que foi incorporado mais profundamente ao solo.

O fósforo, o potássio e a mistura *m* foram aplicados na ocasião do plantio, em sulcos situados a 5 cm ao lado dos destinados às sementes. Quanto ao nitrogênio, foi totalmente empregado em cobertura: metade

das doses, 7 a 14 dias após a emergência das plantas; a outra metade, 30 a 49 dias depois da emergência, conforme a experiência.

Os canteiros tiveram sete linhas de 5 m de extensão, com o espaçamento de 40 cm entre as linhas, sendo aproveitadas somente as três centrais, correspondentes a 6 m². Nas fileiras, as covas ficaram distanciadas de 20 cm e cada uma recebeu três sementes, não se fazendo desbaste. Usaram-se sementes inoculadas da variedade Creme.

Para ter uma idéia da influência dos tratamentos sobre a nodulação, cerca de 60 dias depois da germinação foram cuidadosamente extraídas, ao acaso, 10 plantas das bordaduras de todos os canteiros, que receberam notas de 1 a 10: 1 para aquêles cujas plantas tinham poucos nódulos e 10 para os que apresentavam abundante nodulação.

Segundo esse plano foram instaladas oito experiências na safra «das águas» de 1960-61, mas uma delas foi eliminada antes da colheita. Das sete aproveitadas, que receberam os números 16, 17, 18, 19, 20, 22 e 23, cinco foram plantadas entre 19 e 21 de outubro e duas (n.ºs 17 e 18) nos dias 10 e 18 de novembro de 1960.

A colheita foi efetuada pelo processo comum, arrancando-se as plantas quando estavam quase sem fôlhas e com as vagens maduras ou secas, o que ocorreu 80 a 85 dias após o plantio. Depois de secas em terceiro, as plantas foram batidas, determinando-se, então, o peso das sementes.

Para verificar o efeito residual da calagem, do fósforo, do potássio e da mistura *m*, as experiências n.º 18, 19 e 20 foram repetidas, nos mesmos canteiros, na safra «das águas» de 1961-62. Nesse segundo plantio, só se empregou nitrogênio nos canteiros que o haviam recebido no ano anterior.

2.1 — LOCALIZAÇÃO DAS EXPERIÊNCIAS (*)

As experiências foram instaladas em solos do grande tipo arenito Bauru, segundo a classificação de Paiva e colaboradores (6), e situadas nos seguintes locais:

Experiência 16, na Estação Experimental de Pindorama, numa

(*) Os autores agradecem aos proprietários das fazendas onde foram conduzidas as experiências e aos engenheiros-agrônomo J. Aloisi Sobrinho, H. Scaranari, Pedro Salum, A. A. Sandoval, L. C. Bicudo e Abílio Calile, que colaboraram na sua execução.

área cultivada com arroz, sem adubo, em 1959-60, e com algodão adubado com NPK, em 1958-59.

Experiência 17, na fazenda Águas Milagrosas, município de Tapuã, num talhão ocupado anteriormente com cafézal.

Experiência 18, na fazenda São Salvador, município de Pindorama, numa área que teve cafézal com culturas intercaladas de milho e feijão.

Experiência 19, no Viveiro de Mudas da prefeitura do município de Taquaritinga, numa área com vegetação pobre de «campo sujo».

Experiência 20, na fazenda Lagoa Limpa, município de Itajobi, numa gleba que servia de pastagem.

Experiência 22, na fazenda Invernada, município de Cedral, num talhão ocupado anteriormente com cafézal.

Experiência 23, na fazenda Hacegawa, município de Votuporanga, em área bastante cultivada e adubada pelo menos com fósforo.

No quadro 1 encontram-se os resultados analíticos de amostras compostas dos solos das áreas utilizadas, as quais foram tiradas ao serem

QUADRO 1. — Resultados analíticos ⁽¹⁾ de amostras compostas dos solos (arenito Bauru) utilizados para as sete experiências de adubação do feijociro instaladas no ano agrícola 1960-61

Número da experiência	pH int.	Teores totais %		Em e. mg por 100 g de solo				
		C	N	Sol. ⁽²⁾	Trocáveis			
				PO ₄ ⁻³	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	H ⁺ + Al ⁺³
16	6,00	0,49	0,07	0,22	0,21	2,20	0,80	2,48
17	6,45	0,59	0,08	0,15	0,26	4,62	0,57	2,20
18	6,35	0,48	0,05	0,11	0,12	2,24	0,73	2,00
19	5,40	0,57	0,07	0,05	0,35	0,57	0,64	3,60
20	5,90	0,36	0,05	0,07	0,11	1,70	0,44	1,70
22	5,95	0,68	0,05	0,09	0,16	1,70	0,69	2,10
23	6,20	0,46	0,05	0,08	0,22	2,40	0,90	2,20

⁽¹⁾ Análises efetuadas na Seção de Fertilidade do Solo do Instituto Agronômico.

⁽²⁾ Solúvel em H₂SO₄ 0,05 N.

instaladas as experiências, e analisadas segundo os métodos recomendados por Catani e colaboradores (1).

3 — RESULTADOS

Para facilitar a exposição, os resultados serão relatados na seguinte ordem: *a*) fatorial 3^3 , 1960-61; *b*) tratamentos extras, 1960-61; *c*) fatorial 3^3 , 1961-62; *d*) tratamentos extras, 1961-62.

Durante a execução das experiências de 1960-61, as chuvas se aproximaram das normais em outubro e dezembro, mas foram excessivas em novembro e janeiro; em 1961-62, foram um pouco mais escassas em outubro e janeiro, e um pouco mais abundantes em novembro e dezembro.

3.1 — FATORIAL 3^3 , 1960-61

Tendo chovido regularmente nos dias que se seguiram ao plantio das diversas experiências, a germinação se completou dentro de cinco a sete dias e os «stands» finais médios foram satisfatórios. Em regra, o nitrogênio e o potássio não modificaram os «stands»; o fósforo, porém, contribuiu para melhorá-los substancialmente em quatro, das sete experiências. Na experiência 19, em Taquaritinga, instalada em área que tinha vegetação de «campo sujo», as plantas nasceram bem em todos os tratamentos, mas, a seguir, passaram a definhando e morrer naqueles que não receberam fósforo, a ponto de, nestes, o «stand» final ficar reduzido a cerca de 1/4 do apresentado pelos tratamentos com fósforo.

Em média das quatro experiências em que se determinou o grau de nodulação (notas de 1 a 10), a influência do nitrogênio foi ligeiramente desfavorável (N_0 , N_1 e N_2 , respectivamente 5,9, 5,6 e 5,5); a do fósforo (P_0 , P_1 e P_2 , respectivamente 5,7, 5,3 e 6,1) e a do potássio (K_0 , K_1 e K_2 , respectivamente 5,7, 5,4 e 5,8), duvidosa.

As produções de sementes são apresentadas no quadro 2.

O coeficiente de variação oscilou entre 18,8 e 35,1%, em seis casos, e atingiu 44,0%, em um. As interações $N \times P$, $N \times K$ e $P \times K$ não foram significativas.

Em média das sete experiências, as respostas a N_1 e N_2 corresponderam a +177 e +212 kg/ha (+22 e +27%). Nas experiências indi-

QUADRO 2. — Produções, em quilogramas de sementes por hectare, obtidas em 1960-61 nas sete experiências de adubação do feijoeiro instaladas em solo arenito Bauru, nas quais foram estudadas, num esquema fatorial 3³, as doses 0, 30 e 60 kg/ha de N, 0, 60 e 120 kg/ha de P₂O₅ e 0, 45 e 90 kg/ha de K₂O (¹)

Níveis de N, P e K	Exp. 16	Exp. 17	Exp. 18	Exp. 19	Exp. 20	Exp. 22	Exp. 23	Médias
000	817	383	467	42	417	300	650	439
001	483	250	633	50	583	617	1.250	552
002	342	233	717	17	617	250	217	342
010	650	767	833	975	1.617	633	1.683	1.023
011	967	800	683	1.042	1.583	1.467	950	1.070
012	608	567	517	992	1.250	650	867	779
020	667	200	650	1.367	1.667	1.033	1.367	993
021	650	767	600	2.017	1.333	1.133	1.083	1.083
022	667	550	767	1.500	1.250	250	1.117	872
100	392	267	567	33	1.083	717	1.333	627
101	617	533	833	33	750	642	1.083	642
102	1.033	600	633	25	2.033	700	900	846
110	525	567	633	1.350	1.450	633	617	825
111	750	500	833	992	1.583	883	550	870
112	1.042	1.100	717	875	1.033	1.133	1.233	1.019
120	1.083	900	767	2.167	1.450	967	1.283	1.231
121	517	1.200	867	1.392	2.500	1.100	1.517	1.299
122	933	967	517	2.133	1.700	1.550	1.933	1.390
200	517	400	567	17	2.283	833	1.383	857
201	467	33	633	25	1.033	500	1.233	561
202	650	733	1.017	45	583	467	1.000	642
210	1.100	933	1.167	1.317	1.833	1.200	1.133	1.240
211	617	883	1.133	1.000	1.783	1.250	867	1.076
212	717	233	816	625	1.617	1.083	1.083	882
220	917	767	833	1.925	1.950	1.267	1.200	1.266
221	1.283	1.500	1.050	1.142	1.867	1.533	783	1.308
222	950	433	800	1.600	2.250	1.050	1.533	1.231
MÉDIAS								
N ₀	650	502	652	889	1.146	704	1.020	795
N ₁	766	737	707	1.000	1.509	925	1.161	972
N ₂	802	657	891	855	1.689	1.020	1.135	1.007
P ₀	591	382	674	32	1.043	558	1.005	612
P ₁	775	705	815	1.019	1.527	993	998	976
P ₂	852	809	761	1.694	1.774	1.098	1.313	1.186
K ₀	741	576	721	1.021	1.528	842	1.183	945
K ₁	706	718	807	855	1.446	1.014	1.035	940
K ₂	771	602	722	868	1.370	793	1.098	889

(¹) Adubos usados: sulfato de amônio, superfosfato simples e sulfato de potássio.

viduais, o efeito médio do nitrogênio foi tão somente de +39 kg/ha, em uma, variou entre +127 e +195 kg/ha, em quatro, e elevou-se a +269 e +453 kg/ha, em duas. Somente em três êsses efeitos foram significativos (ao nível de 1%, em uma, e ao de 5%, em duas).

As respostas ao fósforo foram muito maiores, pois, em média das sete experiências, suas doses 1 e 2 aumentaram a produção de, respectivamente, 364 e 574 kg/ha (59 e 94%). Nas diversas experiências, os efeitos médios desse nutriente foram de +114 e +150 kg/ha, em duas, oscilaram entre +222 e +608 kg/ha, em quatro, atingindo +1.325 kg/ha, em uma. Em cinco casos êsses efeitos foram significativos (ao nível de 5%, em um, e ao de 1%, nos demais). O maior efeito do fósforo foi obtido na experiência 19 (Taquaritinga), instalada em área com vegetação de «campo sujo», onde a produção média dos canteiros com P_0 foi de apenas 32 kg/ha e as daqueles que receberam P_1 e P_2 se elevaram a, respectivamente, 1.019 e 1.694 kg/ha.

O efeito do potássio não alcançou significância em qualquer das experiências e, em média das sete, as respostas a K_1 e K_2 corresponderam, respectivamente, a -5 e -56 kg/ha. Nas experiências individuais, o efeito médio foi nulo, em uma, variou entre +44 e +84 kg/ha, em três, e entre -117 e -160 kg/ha, nas outras três.

Devido às diferenças de variâncias, só foi possível analisar conjuntamente cinco experiências (n.ºs 17, 19, 20, 22 e 23). Nesse conjunto, o coeficiente de variação atingiu 34,4%, e os efeitos médios do nitrogênio e do fósforo foram altamente significativos, sendo que a componente linear do fósforo também foi altamente significativa. Das interações, só alcançou significância a $P \times$ localidades. Deve-se dizer que as experiências excluídas da análise conjunta (n.ºs 16 e 18) foram as que tiveram menor variância, e que o efeito do fósforo foi significativo na n.º 16 e, o do nitrogênio, na n.º 18.

3.2 — TRATAMENTOS EXTRAS, 1960-61

Nos tratamentos que receberam NPK, com ou sem m e c , os «stands» finais foram satisfatórios e pouco diferiram uns dos outros. Os do tratamento sem adubo é que se mostraram bem mais reduzidos, em quatro das experiências.

Em média das quatro experiências em que se estudou o grau de

nodulação, as notas (1 a 10) obtidas pelos tratamentos 0, NPK, NPK m e NPK mc corresponderam, respectivamente, a 4,8, 5,7, 5,0 e 5,7. Assim, enquanto NPK concorreu para aumentar as nodosidades, a adição da mistura m parece ter sido prejudicial. A calagem influenciou favoravelmente em três experiências.

QUADRO 3. — Produções, em quilogramas de sementes por hectare, obtidas em 1960-61 com os tratamentos extras ⁽¹⁾ das sete experiências de adubação do feijoeiro conduzidas em solo arenito Bauru

Número da experiência	Tratamentos			
	O	NPK	NPK m	NPK mc
16	622	614	967	669
17	544	656	767	656
18	656	611	800	783
19	31	1.331	1.503	1.561
20	811	1.556	1.972	2.094
22	656	808	1.583	1.389
23	767	878	1.178	1.283
Médias	584	922	1.253	1.205

⁽¹⁾ O = sem adubo e sem corretivo; NPK = 60-120-90 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O como Nitrocálcio, superfosfato triplo e cloreto de potássio; m = mistura contendo gesso, sulfato de zinco, sulfato de cobre, bórax e molibdato de sódio; c = 4 t/ha de calcário.

As produções se acham no quadro 3.

O coeficiente de variação atingiu 53,2%, em uma experiência (n.º 17), oscilou entre 34,3 e 28,7%, em três, e entre 20,1 e 7,0% nas outras três.

Na média das sete experiências, a resposta à adubação com NPK (NPK — 0) alcançou +338 kg/ha. As respostas foram praticamente nulas, em duas experiências, variaram entre +111 e +152 kg/ha, em três, e elevaram-se a +745 e +1.300 kg/ha, em duas. As duas últimas respostas, obtidas nas experiências 20 e 19, foram significativas ao nível de 1%; em duas outras experiências (n.ºs 22 e 23) as respostas também atingiram significância, mas ao nível de 5%.

A adição, a NPK, da mistura m , proporcionou um aumento de 331 kg/ha, em média das sete experiências. Os aumentos devidos a m

oscilaram entre 111 e 189 kg/ha, em três casos, elevaram-se a 300 e 353 kg/ha, em dois, e a 416 e 775 kg/ha, em dois. Êsses aumentos foram significativos ao nível de 1%, em três experiências, e ao de 5%, em duas.

Foi de tão somente +48 kg/ha o efeito médio da adição de calcário à adubação com NPKm. Embora pequeno, êsse efeito foi positivo e significativo em três experiências (+58, +105 e +122 kg/ha); nas outras quatro, porém, o calcário provocou depressões, não significativas, de 17, 111, 194 e 298 kg/ha.

3.3 — FATORIAL 3³, 1961-62

Conforme esclarecido no capítulo 2, em 1961-62 só foi aplicada a adubação nitrogenada, nos correspondentes canteiros. Trata-se, portanto, de verificar o efeito imediato do nitrogênio e o residual do fósforo e do potássio, em três das experiências (n.ºs 18, 19 e 20) iniciadas em 1960-61.

Com a repetição da cultura do feijoeiro no mesmo terreno, em 1961-62 aumentou a incidência de doenças, sobretudo da causada por *Macrophomina phaseoli* (Maubl) Ashby.

Os «stands» finais foram geralmente mais baixos que os do ano anterior. O nitrogênio mostrou tendência para reduzi-los um pouco e, o fósforo, para melhorá-los substancialmente. O potássio não os modificou. As produções (quadro 4) foram, em regra, muito inferiores às obtidas em 1960-61.

Nas três experiências, as respostas médias ao nitrogênio, não significativas, corresponderam a -13, -16 e +64 kg/ha. Sem significância estatística, o potássio deprimiu a produção em tôdas as experiências e, em média das três, as depressões provocadas por K₁ e K₂ atingiram, respectivamente, 12 e 15%.

Entretanto, o efeito (residual) do fósforo foi relativamente grande e alcançou, em média das duas doses e das três experiências, +151 kg/ha ou +29%. Nas experiências individuais, as respostas médias foram de -2, +187 e +269 kg/ha. Esta última foi obtida no «campo sujo» de Taquaritinga (experiência 19), onde as doses 1 e 2 proporcionaram aumentos, altamente significativos e lineares, de 221 e 316 kg/ha (167 e 239%).

QUADRO 4. — Produções, em quilogramas de feijão por hectare, obtidas em 1961-62, com os resíduos do fósforo e do potássio ⁽¹⁾ do fatorial 3³ empregados em 1960-61, nas três experiências indicadas. Para comparação, na penúltima coluna são apresentadas as médias, das mesmas experiências, obtidas no ano em que foram aplicados todos os adubos. Na última coluna se acham as médias dos dois anos

Níveis de N, P e K	Resultados de 1961-62				Médias de 1960-61	Médias dos dois anos
	Exp. 18	Exp. 19	Exp. 20	Médias		
000	583	167	517	422	309	365
001	417	50	683	383	422	403
002	450	233	683	455	450	453
010	1.583	283	700	855	1.142	998
011	867	283	750	633	1.103	868
012	617	467	783	622	920	771
020	383	600	1.000	661	1.228	944
021	517	250	917	561	1.317	939
022	1.117	567	1.083	922	1.172	1.047
100	700	217	417	445	561	503
101	630	100	1.283	671	539	605
102	667	133	917	572	897	735
110	483	300	1.450	744	1.144	944
111	883	317	667	622	1.136	879
112	683	500	833	672	875	774
120	967	650	1.017	878	1.461	1.170
121	917	567	750	745	1.586	1.165
122	550	233	717	500	1.450	975
200	833	50	1.100	661	956	808
201	283	117	783	394	564	479
202	767	117	1.133	672	548	610
210	750	400	1.600	917	1.439	1.178
211	1.250	400	633	761	1.305	1.033
212	367	233	333	311	1.019	665
220	867	483	300	550	1.569	1.060
221	467	533	883	628	1.353	990
222	767	150	583	500	1.550	1.025
MÉDIAS						
N ₀	726	322	791	613	896	754
N ₁	720	335	894	650	1.072	861
N ₂	706	276	816	599	1.145	872
P ₀	592	132	835	520	583	551
P ₁	831	353	861	682	1.120	901
P ₂	728	448	806	661	1.410	1.035
K ₀	795	350	900	682	1.090	886
K ₁	692	291	816	600	1.136	818
K ₂	665	293	785	581	987	784

(¹) Em 1961-62 só foi empregada a adubação nitrogenada.

3.4 — TRATAMENTOS EXTRAS, 1961-62

No tratamento NPK*m* das experiências 18 e 20, os «stands» finais foram mais reduzidos do que nos tratamentos NPK e NPK*mc*.

Em média das três experiências dêste grupo, as produções (quadro 5) dos tratamentos adubados foram muito mais baixas que as do ano anterior e as respostas a NPK, à mistura *m* e ao calcário corresponderam a +87, —4 e +61 kg/ha, respectivamente.

Respectivamente nas experiências 18, 19 e 20, os efeitos de NPK (NPK — 0) foram de +72, +194 e —5 kg/ha; os de *m* (NPK*m* — NPK), de —139, +211 e —84 kg/ha; os do calcário (NPK*mc* — NPK*m*), de +228, —238 e +195 kg/ha. Dêsses efeitos, sòmente os da experiência 19 alcançaram significância.

É interessante observar que, a despeito da baixa produção de 1961-62, em média das três experiências e dos dois anos as produções dos tratamentos 0, NPK, NPK*m* e NPK*mc* corresponderam a, respectivamente, 546, 923, 1.050 e 1.108 kg/ha, e, em relação ao tratamento sem adubo, as respostas a NPK, NPK*m* e NPK*mc* se elevaram a +377, +504 e +562 kg/ha ou +69, +92 e +103%.

QUADRO 5. — Produções, em quilogramas de feijão por hectare, obtidas em 1961-62, com os resíduos (¹) dos tratamentos extras empregados em 1960-61, em três das experiências em solo arenito Bauru

Número da experiência	Tratamentos (²)			
	0	NPK	NPK <i>m</i>	NPK <i>mc</i>
18	717	789	650	878
19	189	383	594	356
20	872	867	783	978
Médias de 1961-62	593	680	676	737
Médias de 1960-61 (³)	499	1.166	1.425	1.479
Médias dos dois anos	546	923	1.050	1.108

(¹) Em 1961-62 só foi empregada a adubação nitrogenada. (²) Ver significado dos símbolos no rodapé do quadro 3. (³) Para comparação, médias das mesmas experiências, obtidas no ano em que foram empregados todos os adubos.

4 — DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

O efeito do fósforo (superfosfato simples) foi muito pronunciado em quase tôdas as experiências. Em média das sete realizadas em 1960-61, os aumentos proporcionados pelas doses de 60 e 120 kg/ha de P_2O_5 corresponderam, respectivamente, a 364 e 574 kg/ha de sementes ou 59 e 94% da produção dos tratamentos sem fósforo, que foi de apenas 612 kg/ha. Não obstante a queda das produções em 1961-62, em consequência da repetição da cultura no mesmo terreno, o efeito residual desse nutriente, verificado em três das experiências instaladas no ano anterior, ainda foi satisfatório, pois atingiu, em média das duas doses, +151 kg/ha ou +29%.

Embora muito menor que o do fósforo, o efeito do nitrogênio (sulfato de amônio) também foi apreciável na maioria das experiências. Em média das sete conduzidas em 1960-61, as respostas às doses de 30 e 60 kg/ha de N alcançaram, respectivamente, +177 e +212 kg/ha (+22 e +27%).

O potássio (sulfato de potássio) só aumentou a produção, e muito pouco, em três das sete experiências de 1960-61. Em média destas, as respostas às doses de 45 e 90 kg/ha de K_2O foram de, respectivamente, —5 e —56 kg/ha. Nas três experiências repetidas em 1961-62, seu efeito residual foi, igualmente, negativo.

A adição, a uma adubação com NPK (60-120-90 kg/ha de N- P_2O_5 - K_2O nas formas de Nitrocálcio, superfosfato triplo e cloreto de potássio), de uma mistura denominada *m* (100 kg/ha de gesso, 20 kg/ha de sulfato de cobre, 20 kg/ha de sulfato de zinco, 3 kg/ha de bórax e 75 g/ha de molibdato de sódio), provocou aumentos apreciáveis de produção em tôdas as experiências de 1960-61 e ainda mostrou efeito residual em uma das de 1961-62. Em média das sete experiências de 1960-61, êsse aumentou atingiu 331 kg/ha.

Tanto em 1960-61 como em 1961-62, o efeito do calcário (4 t/ha), testado na presença da adubação com NPK + *m*, foi muito pequeno. Nas sete experiências de 1960-61, as respostas ao corretivo variaram entre +58 e +122 kg/ha, em três casos, e entre —17 e —298 kg/ha, nos demais, do que resultou a média de +48 kg/ha. O efeito residual, nas três experiências em que foi estudado, correspondeu a —238, +195 e +228 kg/ha, com a média de +61 kg/ha.

Essas são as conclusões que podem ser tiradas dos fatos observados. Convém, contudo, fazer alguns comentários sôbre alguns deles.

Embora bastante pronunciado, o efeito do nitrogênio parece ter sido prejudicado, de modo geral, pela aplicação tardia — 30 a 49 dias após a emergência das plantas — da segunda metade da dose, conforme se verificou em experiência para determinar a melhor época de aplicação do nutriente em aprêço (5).

O índice de nodulação foi ligeiramente inferior nos tratamentos adubados com nitrogênio. Mas o fato é que, mesmo naqueles que não o receberam, êsse índice ficou muito abaixo do ótimo (V. cap. 3.1). Êsse é um assunto que deve ser estudado em experiências especialmente planejadas para verificar a possibilidade de, se não suprimir, pelo menos reduzir substancialmente a adubação nitrogenada do feijoeiro.

A dose de calcário foi escolhida ao ser estabelecido o plano geral de experiências. Para não retardar sua aplicação, esta foi efetuada antes de saber-se o resultado das análises dos solos utilizados na presente série, cujo pH, com exceção de um caso, variou entre 5,90 e 6,45. Parece, assim, que a dose de 4 t/ha foi exagerada, sobretudo por se tratar de solos arenosos e com baixo teor de matéria orgânica (V. quadro 1). Daí, o elevado número de depressões provocadas pela calagem. Mesmo no solo mais ácido, com pH de 5,40 (experiência 19, em Taquaritinga), seu efeito foi quase nulo, em 1960-61, e fortemente depressivo (—238 kg/ha ou —40%) no ano seguinte.

O aumento de produção proporcionado pela mistura *m*, constituída de gesso e micronutrientes, correspondeu, em média, a 36%, e atingiu 96% na experiência 22, em Cedral. Isso indica a conveniência de estudos mais detalhados, para determinar qual ou quais os elementos que influíram nesse sentido. Deve-se dar atenção especial ao enxôfre, pois experiências, feitas com culturas outras que não a do feijoeiro, têm revelado considerável deficiência dêsse elemento em solos do arenito Bauru (2, 3, 4).

A propósito, convém notar que, em média das sete experiências de 1960-61, a produção obtida com o tratamento 222 da parte fatorial alcançou 1.231 kg/ha, ao passo que a proporcionada pela adubação NPK dos tratamentos extras baixou para 922 kg/ha. As duas adubações foram iguais quanto à dosagem de N, P e K; contudo, enquanto na primeira as fontes dêsses elementos foram sulfato de amônio, superfosfato simples e sulfato de potássio, com um total de quase 150 kg/ha de S, na segunda foram utilizadas Nitrocálcio, superfosfato triplo e cloreto de potássio, contendo apenas uns 5 kg/ha de S. Deve-se notar, ainda, que a adição, à última adubação, da mistura *m*, que continha,

além de sulfato de cálcio, outros sulfatos, elevou a dose de S de NPK m a cerca de 30 kg/ha e, talvez por isso, fez a produção atingir 1.253 kg/ha.

As considerações feitas linhas atrás nem sempre dão uma idéia exata dos níveis alcançados pelas produções. Por êsse motivo, no quadro 6 são apresentadas as médias obtidas na parte fatorial das sete experiências de 1960-61.

QUADRO 6. — Produções médias, em quilogramas de feijão por hectare, da parte fatorial das sete experiências realizadas em 1960-61

Níveis de nitrogênio	Níveis de fósforo		
	P ₀	P ₁	P ₂
N ₀	444	957	983
N ₁	705	905	1.307
N ₂	687	1.066	1.268

Enquanto a produção dos tratamentos sem fósforo e sem nitrogênio apenas se aproximou da média do Estado de São Paulo no quinquênio 1955-59, mencionada no capítulo 1, a dos tratamentos que receberam as doses 1 de nitrogênio e 2 de fósforo correspondeu ao triplo daquela média.

Em vista do interesse no aproveitamento dos solos de baixa fertilidade, com vegetação de cerrado, convém destacar os resultados da experiência 19, em Taquaritinga, instalada em área cuja vegetação não era propriamente de cerrado, mas de «campo sujo». Deixando de lado detalhes já apresentados no capítulo 3.1, basta mencionar que, em 1960-61, a produção média dos tratamentos sem fósforo e sem nitrogênio foi de tão somente 36 kg/ha, ao passo que a dos tratamentos com as doses 2 de fósforo e 1 de nitrogênio se elevou a 1.897 kg/ha. Em 1961/62, apesar da grande redução na produção, em consequência da repetição da cultura do feijoeiro no mesmo terreno, os resíduos da adubação fosfatada do ano anterior ainda se manifestaram, pois as produções com P₀, P₁ e P₂ foram, respectivamente, de 132, 353 e 448 kg/ha.

FERTILIZER EXPERIMENTS WITH DRY BEANS ON SANDY
SOILS OF THE «ARENITO BAURU» TYPE

SUMMARY

Seven fertilizer experiments were laid out in 1960-61 on soils of the «arenito Bauru» type, to study the effects of several treatments on the yields of dry beans. For determining the residual effect of the treatments, three of the experiments were repeated in 1961-62.

In the average of the experiments of 1960-61, the responses to 60 and 120 kg/ha (kilograms per hectare) of P_2O_5 as ordinary superphosphate were +364 and +574 kg/ha of seeds and those due to 30 and 60 kg/ha of nitrogen as ammonium sulfate, +177 and +212 kg/ha, whereas those due to 45 and 90 kg/ha of K_2O as potassium sulfate were -5 and -56 kg/ha. The average residual effect of phosphorus corresponded to +151 kg/ha and that of potassium was again negative.

The addition of a mixture containing gypsum and micronutrients (Zn, Cu, B and Mo) to a NPK fertilizer practically sulfur-free increased the yields in all of the 1960-61 experiments, the average increase reaching 331 kg/ha.

Although applied in the presence of a complete fertilizer, lime depressed the yields in many experiments and its average effect was practically null. Apparently, the rate of application, of a 4 metric tons per hectare, was excessive for the soils studied, which were low in clay and organic matter.

While the 1960-61 average yield of the treatments without phosphorus and nitrogen corresponded to 444 kg/ha, that of the treatments which received 30 kg/ha of N as ammonium sulfate and 120 kg/ha of P_2O_5 as ordinary superphosphate increased to 1,307 kg/ha.

LITERATURA CITADA

1. CATANI, R. A., GALLO, J. R. & GARGANTINI, H. Amostragem de solo, métodos de análise, interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. Campinas, Instituto Agrônômico, 1955. 29p. (Boletim 69).
2. LOTT, W. L., McCLUNG, A. C. & MEDCALF, J. C. Deficiência de enxôfre no cafeeiro. São Paulo, IBEC Research Institute, 1960. 20p. (Boletim 22).
3. McCLUNG, A. C., FREITAS, L. M. M. & LOTT, W. L. Estudos sôbre enxôfre em solos de São Paulo. São Paulo, IBEC Research Institute, 1959. 27 p. (Boletim 17).
4. ——— & QUINN, L. R. Respostas da grama batatais (*Paspalum notatum*) às aplicações de enxôfre e fósforo. São Paulo, IBEC Research Institute, 1959. 14p. (Boletim 18).
5. MIYASAKA, S., FREIRE, E. S. & MASCARENHAS, H. A. A. Modo e época de aplicação de nitrogênio na cultura do feijoeiro. Bragantia 22: [511]-519. 1963.
6. PAIVA, J. E. (neto), CATANI, R. A., KÜPPER, A. (e outros). Informações gerais sôbre os grandes tipos de solo do Estado de São Paulo. Bragantia 11:[227]-253. 1951.
7. ZARONI, M. Estimativas de safras no Estado de São Paulo. — Anos agrícolas de 1942-43 a 1958-59. Agricultura em São Paulo 7 (4): 45-48. 1960.