

BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo

Vol. 25

Campinas, dezembro de 1966

N.º 34

ADUBAÇÃO MINERAL DO FEIJOEIRO

VI — EFEITOS DE N, P, K, S E DE UMA MISTURA DE MICRONUTRIENTES, EM SOLO MASSAPÊ-SALMOURÃO (1)

SHIRO MIYASAKA e H. A. A. MASCARENHAS, *engenheiros-agrônomo*s, Seção de Leguminosas, E. S. FREIRE, *engenheiro-agrônomo* (2), TULIO RIBEIRO ROCHA, *engenheiro-agrônomo*, Estação Experimental de Mococa, SEBASTIÃO ALVES, *engenheiro-agrônomo*, Estação Experimental de Monte Alegre do Sul, Instituto Agronômico, e EDUARDO ISSA, *engenheiro-agrônomo*, Seção de Fitopatologia Aplicada do Instituto Biológico, Campinas

SINOPSE

Em oito experiências de adubação do feijoeiro, para estudar os efeitos de diversos elementos em solo massapê-salmourão, o fósforo aumentou significativamente a produção em três localidades, o nitrogênio, em uma, e o potássio, somente no segundo ano de uma experiência conduzida por dois anos. A adição, a NPK, de enxôfre ou de micronutrientes, não modificou significativamente a produção em qualquer das localidades. Os efeitos residuais do fósforo e dos micronutrientes, observados em três experiências, foram maiores que os imediatos.

1 — INTRODUÇÃO

Em outro artigo desta série (1) relataram-se os resultados de quatro experiências conduzidas, em 1960-61, em áreas do grande tipo de solo massapê-salmourão, segundo a classificação de Paiva e colaboradores (2), nas quais foram estudados os efeitos de doses crescentes de nitrogênio, fósforo e potássio, da calagem e de uma mistura de enxôfre e micronutrientes (Zn, Cu, B, Mo). No presente trabalho, constituído de oito experiências instaladas no mesmo tipo de solo e conduzidas entre 1961-62 e 1963-64, eliminou-se a calagem e separou-se o enxôfre dos micronutrientes. As doses usadas foram iguais às anteriores.

(1) Recebido para publicação em 1.º de julho de 1966.

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

2 — MATERIAIS E MÉTODOS

As oito experiências, que receberam os n.ºs 35, 42, 43, 47, 64-I, 70-I, 70-II e 74-II, foram instaladas nos municípios de Campinas, Mococa e Monte Alegre do Sul.

Num esquema fatorial 3^3 , em blocos de nove canteiros com confundimento da interação $N \times P \times K$ e sem repetições, foram estudados os níveis 0, 30, 60 kg/ha de N na forma de sulfato de amônio, 0, 60, 120 kg/ha de P_2O_5 como superfosfato simples e 0, 45, 90 kg/ha de K_2O como sulfato de potássio.

A êsse esquema fatorial foram adicionados quatro tratamentos extras, em blocos ao acaso, com três repetições: a) sem adubo (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) adubação igual à de b e mais 100 kg/ha de gêsso (tratamento NPK + s); d) a mesma adubação anterior e mais uma mistura de 20 kg/ha de sulfato de zinco, 20 kg/ha de sulfato de cobre, 3 kg/ha de bórax e 75 g/ha de molibdato de sódio (tratamento NPK + s + m).

O fósforo, o potássio, o gêsso e a mistura *m* de micronutrientes foram aplicados em sulcos situados 5 cm ao lado dos destinados às sementes; o nitrogênio, em cobertura, dividindo-se as doses em duas parcelas iguais: nas experiências 35, 42 e 43, a primeira e a segunda parcelas foram aplicadas, respectivamente, cerca de 25 e 45 dias após a germinação; nas demais experiências reduziram-se êsses intervalos para, respectivamente, 8 e 30 dias.

Os canteiros constaram de sete fileiras de 5 m de comprimento, com o espaçamento de 40 cm, sendo aproveitadas somente as três fileiras centrais, correspondentes a 6 m². Por metro linear de fileira usaram-se 15 a 20 sementes inoculadas da variedade Creme.

Cinco dessas experiências foram conduzidas exclusivamente na safra “das águas” (primavera-verão) de 1961-62 ou 1962-63. A experiência 47 foi instalada na safra “da sêca” (outono) de 1961-62 e repetida, nos mesmos canteiros, na safra “das águas” de 1962-63. As de n.ºs 70-I e 70-II foram conduzidas na safra “das águas” de 1962-63 e repetidas na mesma safra de 1963-64. No segundo período de plantio das três últimas experiências, empregou-se somente a adubação nitrogenada, para verificar o efeito residual das demais adubações.

Outros detalhes sôbre a execução serão mencionados a seguir, ao serem apresentados os resultados obtidos em cada experiência.

QUADRO 1. — Produções de sementes, em kg/ha, obtidas em seis experiências fatoriais de adubação do feijoeiro realizadas nos municípios de Mococa, Monte Alegre do Sul e Campinas, em solo massapê-salmourão. A experiência n.º 47 foi conduzida na safra “da seca” de 1961-62 e repetida, nos mesmos canteiros, na safra “das águas” de 1962-63, quando só se empregou a adubação nitrogenada; as demais, somente na safra “das águas” dos anos indicados

Níveis de N, P e K	Exp. 35 61-62	Exp. 42 61-62	Exp. 43 61-62	Experiência 47			Exp. 64-I 62-63	Exp. 74-II 62-63
				61-62	62-63	Médias		
000	685	2.533	2.067	75	183	129	567	1.500
001	517	1.600	2.300	117	483	300	567	1.533
002	533	1.900	1.667	133	283	208	483	1.300
010	500	2.066	1.933	308	867	587	1.133	1.300
011	850	2.100	2.167	142	467	305	1.000	917
012	725	2.166	2.067	242	1.183	713	817	700
020	875	1.933	2.367	258	933	595	633	1.317
021	1.225	2.166	1.833	250	1.050	650	783	1.133
022	967	2.033	2.300	317	983	650	983	1.300
100	642	2.700	1.900	133	317	225	867	917
101	1.067	2.500	2.067	125	350	237	517	467
102	708	1.966	2.033	92	633	363	717	633
110	892	2.567	2.333	275	683	479	783	750
111	742	2.066	2.033	308	1.100	704	883	1.966
112	1.133	2.833	1.767	175	783	479	1.133	1.050
120	575	2.733	1.967	192	767	480	700	1.250
121	1.467	2.633	1.833	392	1.400	896	383	1.667
122	500	2.400	2.167	200	1.016	608	1.283	700
200	842	2.667	2.600	225	767	496	300	1.250
201	467	2.733	2.133	75	383	229	683	1.300
202	983	2.866	1.933	92	417	254	617	1.083
210	1.108	2.866	2.200	200	167	183	1.117	1.083
211	1.367	2.733	2.033	133	533	333	767	1.133
212	1.342	2.583	2.167	267	1.150	709	1.067	1.200
220	1.350	3.067	2.067	292	583	438	1.167	1.133
221	792	2.633	2.267	225	600	412	1.283	1.417
222	758	2.833	2.300	233	1.183	708	1.083	1.000
MÉDIAS								
N ₀	764	2.055	2.078	205	715	460	774	1.222
N ₁	858	2.489	2.011	210	783	497	807	1.044
N ₂	1.001	2.775	2.189	194	643	418	898	1.178
P ₀	716	2.385	2.078	119	424	271	591	1.109
P ₁	962	2.442	2.078	228	770	499	967	1.122
P ₂	945	2.492	2.122	262	946	604	922	1.213
K ₀	830	2.570	2.159	218	585	401	807	1.166
K ₁	944	2.352	2.074	196	707	452	763	1.281
K ₂	850	2.398	2.044	195	848	521	909	996

3 — EXECUÇÃO E RESULTADOS (3)

3.1 — EXPERIÊNCIA 35, EM MOCOCA

Conduzida na safra “das águas” de 1961-62, na Estação Experimental de Mococa, numa área que se achava em pousio há vários anos e com pH de 5,75, 0,13% de N, e por 100 g de T.F.S.A., 0,08 e.mg de K^+ , 1,80 e.mg de Ca^{++} trocáveis, bem como 0,21 e.mg de PO_4^{-3} solúvel em solução de ácido oxálico + oxalato de potássio. O plantio foi efetuado no fim de outubro, o tempo correu normalmente, e as produções (quadros 1 e 3) foram boas.

Na parte fatorial, o coeficiente de variação atingiu 36%, e não houve diferenças significativas entre os tratamentos. Deve-se dizer, contudo, que os efeitos médios do fósforo, do nitrogênio e do potássio corresponderam a, respectivamente, +238, +166 e +67 kg/ha (+33, +22 e +8%).

Na parte extra, o coeficiente de variação baixou para 17%, e, segundo o teste de Tukey ao nível de 5%, os efeitos dos tratamentos NPK, NPK + s e NPK + s + m se mostraram estatisticamente equivalentes e superiores ao tratamento 0 (sem adubo). Quer isso dizer que a depressão de 201 kg/ha, provocada pela adição de enxôfre a NPK, e o aumento de 196 kg/ha, proporcionado pela adição da mistura m de micronutrientes a NPK + s, não alcançaram significância.

3.2 — EXPERIÊNCIA 42, EM MONTE ALEGRE DO SUL

Foi realizada na safra “das águas” de 1961-62, na Estação Experimental de Monte Alegre do Sul. A área utilizada, de solo bastante fértil, havia tido cafézal, e nos últimos cinco anos foi cultivada com plantas anuais que, embora não adubadas, produziram satisfatoriamente. A análise do solo revelou pH de 6,50, 2,48% de C, 0,23% de N, e por 100 g de T.F.S.A., 0,42 e.mg de K^+ , 12,48 e.mg de Ca^{++} , 0,21 e.mg de Mg^{++} , 4,20 e.mg de H^+ + Al^{+3} trocáveis e 0,13 e.mg de PO_4^{-3} solúvel em H_2SO_4 0,05 N. Efetuou-se o plantio do feijoeiro a 26 de outubro, o tempo correu bem, e as produções foram elevadas (quadros 1 e 3).

No fatorial, com o coeficiente de variação de apenas 9,5%, só foram significativos (ao nível de 1%) os efeitos N e N_L . De fato, as respostas às doses 1 e 2 de nitrogênio elevaram-se, respectivamente, a +434 e +720 kg/ha (+21 e +35%). Os efeitos

(3) Os autores agradecem ao sr. Ezequiel M. Oliveira, pela colaboração na execução da experiência n.º 43, realizada em sua propriedade, no bairro das Mostardas, em Monte Alegre do Sul. Os solos das experiências 42 e 43 foram analisados na Seção de Fertilidade do Solo; os das demais, na Seção de Química Mineral, Instituto Agrônômico.

QUADRO 2. — Produções de sementes, em kg/ha, obtidas em duas experiências fatoriais de adubação do feijoeiro conduzidas na safra "das águas", em Monte Alegre do Sul, em áreas vizinhas. As duas foram instaladas em 1962-63 e repetidas, nos mesmos canteiros, em 1963-64, quando só se empregou a adubação nitrogenada. Em 1961-62, enquanto a área destinada à experiência 70-II ficou em pousio, a da experiência 70-I recebeu calcário e foi plantada com labelabe, para adubação verde

Níveis de N, P e K	Experiência 70-I			Experiência 70-II		
	62-63	63-64	Médias	62-63	63-64	Médias
000	1.533	833	1.183	2.433	2.167	2.300
001	1.066	933	1.000	2.233	1.100	1.666
002	1.233	833	1.033	1.800	1.267	1.534
010	1.333	1.133	1.233	1.917	1.417	1.667
011	1.700	1.500	1.600	2.300	1.833	2.066
012	1.267	933	1.100	1.833	1.667	1.750
020	1.167	1.000	1.083	2.250	1.967	2.108
021	2.083	1.533	1.808	1.700	1.833	1.767
022	1.733	1.583	1.658	2.033	2.100	2.067
100	1.500	750	1.125	1.667	1.667	1.667
101	1.917	1.667	1.792	2.250	1.917	2.083
102	733	417	575	1.733	917	1.325
110	1.600	1.167	1.383	2.100	1.500	1.800
111	1.600	1.100	1.350	2.033	2.000	2.017
112	1.833	1.533	1.683	1.900	1.833	1.866
120	2.367	2.000	2.184	2.067	1.733	1.900
121	1.667	1.333	1.500	2.233	1.583	1.908
122	1.933	1.333	1.633	1.767	1.667	1.717
200	1.000	700	850	1.833	1.167	1.500
201	1.233	700	966	1.667	1.300	1.484
202	1.700	700	1.200	1.917	1.917	1.917
210	1.600	1.333	1.467	2.500	2.083	2.291
211	1.400	333	866	2.417	1.767	2.092
212	1.667	1.333	1.500	1.700	600	1.150
220	1.583	1.600	1.591	1.767	1.333	1.550
221	2.333	1.433	1.883	2.000	1.733	1.866
222	1.500	1.033	1.267	2.633	1.833	2.233
MÉDIAS						
N ₀	1.457	1.142	1.300	2.055	1.706	1.881
N ₁	1.683	1.256	1.469	1.972	1.646	1.809
N ₂	1.557	1.018	1.288	2.048	1.526	1.787
P ₀	1.324	837	1.080	1.948	1.491	1.720
P ₁	1.556	1.152	1.354	2.078	1.633	1.855
P ₂	1.818	1.427	1.623	2.050	1.754	1.902
K ₀	1.520	1.169	1.344	2.059	1.670	1.865
K ₁	1.666	1.170	1.418	2.093	1.674	1.883
K ₂	1.511	1.077	1.294	1.924	1.533	1.729

do fósforo e do potássio, não significativos, corresponderam, em média das duas doses, a +3 e -8%. As interações duplas lineares não alcançaram significância.

Na parte extra, o coeficiente de variação atingiu 16,8% e não houve diferenças significativas entre os tratamentos. O efeito do enxôfre foi positivo (+267 kg/ha), e o da mistura *m*, negativo (-255 kg/ha). A melhor produção, obtida com o tratamento NPK + s, elevou-se a 2.722 kg/ha, mas a do tratamento sem qualquer adubação baixou tão somente a 2.350 kg/ha, o que atesta o bom nível de fertilidade da área estudada.

3.3 — EXPERIÊNCIA 43, EM MONTE ALEGRE DO SUL

Conduzida na safra “das águas” de 1961-62, na propriedade do Sr. Ezequiel M. Oliveira, situada no bairro das Mostardas, município de Monte Alegre do Sul. Desbravada a capoeira que cobria a área utilizada, foi esta cultivada duas vezes com batatinha fartamente adubada e, a seguir, com milho e feijão não adubados. A análise de amostra tirada antes da experiência revelou ter o solo pH de 6,5, 1,3% de C, 0,16% de N, e em e.mg por 100 g de T.F.S.A., 0,42 de K⁺, 9,75 de Ca⁺⁺, 0,79 de Mg⁺⁺, 3,80 de H⁺ + Al³⁺ trocáveis e 0,32 de PO₄⁻³ solúvel em H₂SO₄, 0,05 N.

A experiência foi instalada a 31 de outubro. O tempo correu favoravelmente, e as produções (quadros 1 e 3) foram elevadas. Conquanto os coeficientes de variação tenham sido de apenas 8,8%, no fatorial, e 6,5% na parte extra, os efeitos dos nutrientes estudados foram muito pequenos e não significativos.

3.4 — EXPERIÊNCIA 47, EM MOCOCA

Localizada na Estação Experimental de Mococa, em uma várzea cultivada com arroz, sem adubo, no ano anterior ao da experiência. O solo tinha pH de 5,5, 0,31% de N, e por 100 g de T.F.S.A., 0,25 e.mg de K⁺, 7,20 e.mg de Ca⁺⁺ trocáveis e 3,44 e.mg de PO₄⁻³ extraído com solução de ácido oxálico + oxalato de potássio.

Foi instalada na safra “da seca” de 1961-62 e repetida, nos mesmos canteiros, na safra “das águas” de 1962-63, quando só recebeu a adubação nitrogenada. Em 1961-62, efetuou-se o plantio a 9 de março, mês em que choveu excessivamente, prejudicando os “stands” e o desenvolvimento das plantas, devido à deficiente drenagem. Em consequência, as produções (quadros 1 e 3) foram muito baixas. Em 1962-63, realizou-se o plantio no dia 17 de outubro, o tempo correu sofrivelmente, e a produção, em média de todos os tratamentos, ultrapassou o triplo da obtida no período anterior.

Os coeficientes de variação, no fatorial e na parte extra, oscilaram, nos dois anos, entre 28 e 32%. No fatorial, em 1961-62 os efeitos do nitrogênio e do potássio foram quase nulos. O do fósforo, porém, foi altamente significativo e linear, tendo as doses 1 e 2 proporcionado aumentos de, respectivamente, 109 e 143 kg/ha (92 e 120%). Em 1962-63, o nitrogênio ainda não teve efeito significativo, ao passo que os efeitos (residuais) do fósforo e do potássio foram significativos e lineares, o primeiro, ao nível de 1%, e o segundo, ao de 5%. Nesse ano, os efeitos das doses 1 e 2 de fósforo corresponderam a, respectivamente, +346 e +522 kg/ha (+82 e +123%); os das doses 1 e 2 de potássio, a +122 e +263 kg/ha (+21 e +45%).

Na parte extra, em 1961-62 não houve diferenças significativas entre os tratamentos. Efetivamente, a resposta à adubação NPK, embora muito grande em números relativos (+150%), foi de apenas +175 kg/ha, e as adições de *s* e *m* provocaram ligeiras depressões. Todavia, em 1962-63 houve diferenças significativas entre os tratamentos. Os efeitos de *s* e *m* continuaram depressivos e não significativos, mas o de NPK se elevou a +723 kg/ha (+225%) e foi significativo segundo o teste de Tukey ao nível de 5%.

Por serem as variâncias muito diferentes e por não haver especial interesse em fazer a análise conjunta dos dois anos, não se testou a significância dos efeitos nesse conjunto. Todavia, para dar uma idéia dos resultados proporcionados pelas adubações potássica e fosfatada, ambas aplicadas somente no primeiro ano, convém dizer que os efeitos médios anuais das doses 1 e 2 de potássio foram de, respectivamente, +51 e +120 kg/ha, e que os das correspondentes doses de fósforo atingiram +228 e +333 kg/ha.

3.5 — EXPERIÊNCIA 64-I, EM MOCOCA

Conduzida na safra “das águas” de 1962-63, na Estação Experimental de Mococa, numa área não adubada nos anos anteriores e com pH de 5,30, 0,11% de N, e em e.mg por 100 g de T.F.S.A., 0,16 de K⁺, 3,60 de Ca⁺⁺ trocáveis, bem como 0,60 de PO₄⁻³ extraído em solução de ácido oxálico + oxalato de potássio. No ano agrícola anterior ao da experiência, a área utilizada recebeu calagem e foi cultivada com *Dolichos lablab* L., para adubação verde.

Plantado a 8 de outubro, o feijoeiro suportou chuvas excessivas durante grande parte do ciclo; apesar disso, as produções (quadros 1 e 3), conquanto um tanto irregulares, foram satisfatórias nos melhores tratamentos.

No fatorial, o coeficiente de variação atingiu 44,5%, e os efeitos do nitrogênio e do potássio foram pequenos e não significativos. Contudo, os efeitos P e P_L alcançaram significância ao

nível de 1%, e o P_Q , ao de 5%, tendo as respostas a P_1 e P_2 correspondido a, respectivamente, +376 e +331 kg/ha (+64 e +56%). As interações lineares duplas entre êsses elementos não atingiram significância.

O coeficiente de variação (33%) melhorou um pouco na parte extra, mas nela não houve diferenças significativas entre os tratamentos. O efeito de NPK correspondeu a +217 kg/ha (+36%). A adição de *s* a essa adubação proporcionou pequeno aumento de 94 kg/ha, e a adição da mistura *m* a NPK + *s*, nôvo aumento, de 200 kg/ha, de sorte que, em relação ao tratamento sem adubo, o aumento (não significativo) provocado pelo conjunto NPK + *s* + *m* atingiu 511 kg/ha ou 85%.

QUADRO 3. — Produções de sementes de feijão, em kg/ha, obtidas com os tratamentos extras incluídos nas experiências fatoriais mencionadas nos quadros 1 e 2

N.º e localização das experiências	Anos	Tratamentos extras (1)			
		0	NPK	NPK _s	NPK _s <i>m</i>
35 — Mococa	1961-62	447	1.213	1.012	1.208
42 — Monte Alegre do Sul .	1961-62	2.350	2.455	2.722	2.467
43 — Monte Alegre do Sul .	1961-62	2.055	2.022	2.078	2.055
64-I — Mococa	1961-62	600	817	911	1.111
74-II — Campinas	1962-63	1.245	1.245	1.138	1.183
47 — Mococa	1961-62	117	292	264	236
	1962-63	322	1.045	995	928
	Médias	220	669	630	582
70-I — Monte Alegre do Sul	1962-63	1.279	1.966	1.988	2.137
	1963-64	806	1.178	1.300	1.478
	Médias	1.042	1.572	1.644	1.807
70-II — Monte Alegre do Sul	1962-63	1.872	1.739	1.989	2.117
	1963-64	1.505	1.528	1.695	2.112
	Médias	1.688	1.633	1.842	2.115

(1) 0 = sem adubo; NPK = 60-120-90 kg/ha de $N-P_2O_5-K_2O$ nas formas de Nitrocálcio, superfosfato triplo e cloreto de potássio; *s* = 100 kg/ha de gesso; *m* = mistura de micronutrientes (Zn, Cu, B e Mo).

3.6 — EXPERIÊNCIA 70-I, EM MONTE ALEGRE DO SUL

Realizada na Estação Experimental de Monte Alegre do Sul, nas safras “das águas” de 1962-63 e 1963-64. A área utilizada, de solo bastante fértil, teve cafézal e, depois de arrancado este, foi cultivada durante cinco anos com plantas anuais, que, apesar de não terem sido adubadas, produziram muito bem. Em 1961-62, recebeu calcário em dose calculada para elevar o pH a 6,5 e foi plantada com labelabe, para adubação verde. A análise de amostra de solo, tirada antes do plantio do feijoeiro, revelou pH de 6,40, 0,25% de N, e por 100 g de T.F.S.A., 0,38 e.mg de K^+ , 2,90 e.mg de Ca^{++} trocáveis, bem como 0,53 e.mg de PO_4^{-3} solúvel em solução de ácido oxálico + oxalato de potássio.

Em 1962-63 o feijoeiro foi plantado a 25 de setembro; em 1963-64, a 12 de novembro. Conforme esclarecido no capítulo 2, no segundo ano somente se empregou a adubação nitrogenada. O tempo correu favoravelmente nos dois anos, e as produções (quadros 2 e 3) variaram entre satisfatórias e muito boas.

A análise conjunta dos dois anos mostrou que, no fatorial, a interação anos \times tratamentos não alcançou significância. Nesse conjunto, o coeficiente de variação correspondeu a 18%, e os efeitos do nitrogênio e do potássio foram pequenos e não significativos. O do fósforo, porém, foi altamente significativo e linear, tendo as respostas às doses 1 e 2 atingido, em média dos dois anos, respectivamente +274 e +543 kg/ha (+25 e +50%). As interações duplas entre esses elementos não foram significativas.

Conquanto a interação anos \times tratamentos não tenha sido significativa, convém registrar que, em média das duas doses, o efeito imediato do fósforo correspondeu a +363 kg/ha (+27%), ao passo que o efeito residual, verificado no segundo ano, quando as produções caíram sensivelmente, alcançou +452 kg/ha (+54%).

Na parte extra, a interação anos \times tratamentos também não foi significativa. No conjunto dos dois anos, o coeficiente de variação baixou para 14,2%. O efeito da adubação NPK, altamente significativo segundo o teste de Tukey, correspondeu a +530 kg/ha (+51%), mas as respostas às adições de *s* e *m*, de respectivamente +72 e +163 kg/ha, não foram significativas.

A nodulação, verificada em dez plantas das bordaduras de cada canteiro, foi muito reduzida, nos dois anos, e não revelou diferenças importantes entre os tratamentos.

3.7 — EXPERIÊNCIA 70-II, EM MONTE ALEGRE DO SUL

Esta também foi conduzida em 1962-63 e 1963-64, na Estação Experimental de Monte Alegre do Sul, numa área separada da ocupada pela experiência 70-I por um corredor de apenas 2 m de largura. Salvo em uma característica, não houve diferença nas condições em que se realizaram as duas experiências. A única

diferença consistiu no tratamento dado às duas áreas em 1961-62: enquanto a destinada à experiência 70-I recebeu calcário e adubação verde, a reservada para a 70-II ficou simplesmente em pousio, abandonada à vegetação espontânea.

As amostras para análise do solo desta experiência foram extraviadas.

Conforme se vê nos quadros 2 e 3, as produções foram muito boas, bem maiores que as observadas na experiência anterior. Tanto no fatorial como na parte extra, a interação anos \times tratamentos não atingiu significância, e os coeficientes de variação, no conjunto dos dois anos, corresponderam a, respectivamente, 15,4 e 15,2%.

Em média dos dois anos, no fatorial não houve diferenças significativas entre os tratamentos. De fato, os efeitos do nitrogênio e do potássio foram ligeiramente depressivos (-4 e -3%), e o do fósforo, embora positivo, foi relativamente muito pequeno, pois suas doses 1 e 2 proporcionaram aumentos de apenas 135 e 182 kg/ha (8 e 11%), respectivamente.

Na parte extra e em média dos dois anos, o efeito da adubação NPK foi praticamente nulo, ao passo que as respostas às adições de *s* a NPK e *m* a NPK + *s*, conquanto não significativas, atingiram, respectivamente, +209 e +273 kg/ha. Segundo o teste de Tukey, o aumento de 482 kg/ha, proporcionado pela adição do conjunto *s* + *m* a NPK, foi significativo ao nível de 5%.

A nodulação foi muito fraca, nos dois anos, e não se observou influência nítida de qualquer tratamento.

3.8 — EXPERIÊNCIA 74-II, EM CAMPINAS

Realizada na safra "das águas" de 1962-63, na Estação Experimental do Instituto Biológico (fazenda Mato Dentro). A área utilizada vinha sendo cultivada com plantas anuais adubadas com NPK. Em 1961-62, recebeu calcário e foi plantada com labelabe, para adubação verde. Ao ser instalada a experiência com feijão, em outubro de 1962, o solo tinha pH de 5,6, 0,05% de N, e em e. mg por 100 g de T.F.S.A., 0,35 de K⁺, 3,10 de Ca⁺⁺ trocáveis e 0,25 de PO₄⁻³ extraído com solução de ácido oxálico + oxalato de potássio.

Choveu excessivamente durante grande parte do ciclo, e as produções (quadros 1 e 3), embora relativamente elevadas na maioria dos tratamentos, foram irregulares, tendo o coeficiente de variação atingido 34%, no fatorial, e 29%, na parte extra.

Tanto no fatorial como na parte extra não houve diferenças significativas entre os tratamentos. No fatorial, as respostas médias ao nitrogênio, ao fósforo e ao potássio corresponderam a, respectivamente, -111, +58 e -27 kg/ha (-9, +5 e -2%). Na parte extra, o efeito de NPK foi nulo, o da adição de *s*, negativo (-107 kg/ha), e o da adição de *m*, de tão somente +45 kg/ha.

4 — ESTUDO CONJUNTO DAS EXPERIÊNCIAS

Na experiência 47, conduzida por dois anos em Mococa, as produções médias foram apenas sofríveis, em consequência das condições adversas que prejudicaram as plantas no primeiro ano. Nas demais experiências, porém, variaram entre boas e muito boas.

Em média das oito experiências, no fatorial a produção do tratamento sem fósforo foi de 1.244 kg/ha e as dos que receberam as doses 1 e 2 desse elemento se elevaram a, respectivamente, 1.410 e 1.478 kg/ha. As respostas às doses 1 e 2 de fósforo corresponderam, portanto, a +166 e +234 kg/ha. Todavia, essas médias gerais não representam bem o que aconteceu, pois as respostas ao fósforo, nas experiências individuais, variaram entre praticamente nulas e muito boas. Assim é que os efeitos médios das duas doses oscilaram entre +22 e +82 kg/ha, em três experiências, foram de +159 e +238 kg/ha, em duas, e atingiram +280, +353 e +408 kg/ha, nas outras três. Desses efeitos, somente os três últimos foram significativos, aliás, altamente significativos.

A baixa frequência de respostas satisfatórias ao fósforo parece estar ligada ao fato de terem sido instaladas várias das presentes experiências em solos bastante férteis, bem providos de fósforo nativo ou proveniente de resíduos de adubações anteriores.

Em média das duas doses e das oito experiências, as respostas ao nitrogênio e ao potássio foram de tão somente +90 e -24 kg/ha. O efeito do nitrogênio só alcançou significância na experiência 42, conduzida em Monte Alegre do Sul, onde atingiu +575 kg/ha. Na experiência 35, em Mococa, seu efeito médio, embora não significativo, ainda foi apreciável (+166 kg/ha). Nas demais experiências, porém, as respostas médias oscilaram entre +79 e -111 kg/ha. Quanto ao potássio, só aumentou significativamente a produção no segundo ano de uma experiência (n.º 47) realizada por dois anos. As respostas médias a esse elemento foram positivas (+12 a +85 kg/ha), em quatro casos, e negativas (-27 a -195 kg/ha), nos outros quatro.

As interações $N_L \times P_L$, $N_L \times K_L$ e $P_L \times K_L$ não atingiram significância em qualquer das presentes experiências.

Nas três experiências conduzidas por dois anos (n.ºs 47, 70-I e 70-II), as quais não receberam fósforo nem potássio no segundo ano, pode-se estudar o efeito residual desses nutrientes. Em média dessas experiências, o efeito residual do potássio, tal como seu efeito imediato, foi quase nulo. O do fósforo, porém, foi até maior que o observado no ano da aplicação, em qualquer das três experiências. Em média destas, as produções dos tratamentos sem e com fósforo alcançaram, no primeiro ano, respectivamente 1.130 e 1.332 kg/ha, mas baixaram, no segundo, para 917 e 1.280 kg/ha. Assim, enquanto o efeito imediato do fósforo cor-

respondeu a +202 kg/ha (+18%), o residual atingiu +363 kg/ha (+40%). Quer isso dizer que, para eventual cálculo econômico do emprêgo da adubação fosfatada, não se pode prescindir do seu efeito residual.

Na parte extra das experiências, a adição de 100 kg/ha de gêsso a uma adubação com NPK praticamente isenta de enxôfre (60-120-90 kg/ha de $N-P_2O_5-K_2O$ nas formas de Nitrocálcio, superfosfato triplo e cloreto de potássio) não modificou significativamente a produção em qualquer das experiências. Essa adição provocou pequenos aumentos de produção, em cinco casos, e pequenas reduções, em três, daí resultando um aumento médio de apenas 44 kg/ha ou 3%. Comparando a média das produções obtidas com o tratamento 222 do fatorial (1.523 kg/ha) com a das proporcionadas pela adubação NPK da parte extra (1.453 kg/ha), verifica-se que a diferença contra esta foi de apenas 70 kg/ha. Isso indica, de outra maneira, que, nas condições médias das experiências relatadas, o emprêgo de adubos ricos de enxôfre não apresentou vantagem apreciável.

Por sua vez, a adição da mistura *m* de micronutrientes (Zn, Cu, B e Mo) à adubação com NPK + gêsso também não modificou significativamente a produção em qualquer das experiências, e na média das oito seu efeito correspondeu a tão somente +69 kg/ha ou +5%.

Em média das três experiências conduzidas por dois anos, o pequeno efeito residual do enxôfre, +6%, foi igual ao obtido no ano da aplicação; o da mistura de micronutrientes, porém, correspondeu ao dôbro (+13%) do imediato (+6%).

A experiência 70-II foi localizada ao lado da 70-I, da qual diferiu somente quanto ao tratamento prévio da área utilizada. No ano agrícola anterior ao da instalação das experiências, enquanto a parte destinada à 70-I recebeu calcário e adubação verde, a reservada para a 70-II ficou simplesmente abandonada à vegetação espontânea. Embora não se possa calcular exatamente as diferenças determinadas pelos tratamentos anteriores, convém registrar o que se observou. Detalhes sobre essas experiências foram apresentados nos capítulos 3.6 e 3.7, bem como nos quadros 2 e 3. Aqui será feita apenas uma comparação sumária dos resultados mais importantes.

As produções obtidas nos tratamentos P_0 , P_1 e P_2 , que alcançaram, respectivamente, 1.720, 1.855 e 1.902 kg/ha, na área que ficou em pousio, baixaram para 1.080, 1.354 e 1.623 kg/ha, naquela que havia recebido calcário + adubação verde. Vê-se que, contrariamente ao que se esperava, o tratamento prévio com calcário + adubação verde provocou apreciável queda nas produções, e que a redução, de tão somente 15%, quando se empregou P_2 , passou a 27%, no caso de P_1 , e atingiu 37%, no tratamento P_0 . O efeito médio do fósforo, de apenas +159 kg/ha (+9%), e não

significativo, na área que ficou em pousio, elevou-se a +408 kg/ha (+38%), tornando-se altamente significativo, na área que recebeu calcário + adubação verde. Todavia, êsse grande efeito do fósforo aplicado na última área não foi suficiente para elevar a produção ao nível da obtida naquela que ficou em pousio.

Comparando as partes extras das experiências, verifica-se que as produções (quadro 3) também foram mais baixas na área com calagem + adubação verde, e que, nesta, as respostas aos elementos estudados foram muito maiores, indicando maior necessidade de adubação, sem que esta conseguisse elevar a produção ao nível da obtida na área vizinha. Basta citar que a resposta ao conjunto NPK + *s* + *m* correspondeu a +427 kg/ha (+25%), e não alcançou significância, na área sem tratamento prévio, ao passo que se elevou a +765 kg/ha (+73%), tornando-se significativa, na área previamente tratada com calcário + adubação verde. Entretanto, essa maior resposta serviu apenas para diminuir a diferença observada na produção do tratamento NPK + *s* + *m*, que atingiu 2.115 kg/ha, no primeiro caso, e baixou para 1.807 kg/ha, no segundo.

Os resultados da comparação que acaba de ser feita não podem ser generalizados; êles devem servir apenas de estímulo, para que se estude o assunto em experiências especialmente planejadas para resolvê-lo.

5 — CONCLUSÕES

Os resultados das oito experiências relatadas permitem tirar as seguintes conclusões:

a) O fósforo só aumentou significativamente a produção nas três experiências em que os efeitos médios das duas doses foram de +280, +353 e +408 kg/ha. Nas demais experiências, essas respostas variaram entre +22 e +238 kg/ha. Atribui-se a baixa frequência de efeitos significativos da adubação fosfatada à instalação de várias experiências em solos aparentemente bem providos de fósforo nativo ou proveniente de resíduos de adubações anteriores.

b) Das respostas médias ao nitrogênio, uma atingiu +575 kg/ha, e foi significativa. As outras sete, não significativas, oscilaram entre +166 e -111 kg/ha.

c) Os efeitos médios do potássio variaram entre +85 e -195 kg/ha. Êsse elemento só aumentou significativamente a produção no segundo ano de uma experiência conduzida por dois anos.

d) A adição de enxôfre a uma adubação NPK praticamente isenta desse elemento não modificou significativamente a produ-

ção em qualquer das oito experiências. Idênticos resultados foram obtidos com a adição de uma mistura de micronutrientes (Zn, Cu, B e Mo) à adubação NPK + S.

e) Em média das três experiências conduzidas por dois anos, o efeito residual do fósforo (+40%) foi maior que o obtido no ano da aplicação (+18%); os do potássio e do enxôfre, sempre muito pequenos, não diferiram nos dois anos; o da mistura de micronutrientes, porém, correspondeu ao dôbro (+13%) do observado no primeiro ano.

MINERAL FERTILIZERS FOR DRY BEANS

VI — EFFECTS OF N, P, K, S AND A MIXTURE CONTAINING MICRONUTRIENTS ON “MASSAPE-SALMOURÃO” SOILS

SUMMARY

Eight experiments were conducted in the State of São Paulo to study the effects of several fertilizer treatments on the yields of dry beans. Phosphorus induced significant increases in three localities, nitrogen, in one, and potassium, only in the second year of one experiment conducted for two years. The addition of sulfur or a mixture of micro-nutrients to NPK fertilizer did not modify significantly the yields in any of the localities. The residual effects of phosphorus and the mixture of micro-nutrients, observed in three of the experiments, were higher than the direct effects.

LITERATURA CITADA

1. MIYASAKA, S., FREIRE, E. S., ALVES, SEBASTIÃO & ROCHA, T. R. Adubação mineral do feijoeiro. III — Efeitos de N, P, K, da calagem e de uma mistura de enxôfre e micronutrientes, em solo massapê-salmourão. *Bragantia* 25:[179]-188. 1966.
2. 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.