

BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônômico do Estado de S. Paulo

Vol. 26

Campinas, abril de 1967

N.º 12

ADUBAÇÃO MINERAL DO FEIJOEIRO

IX — EFEITOS DE N, P, K, S E DE UMA MISTURA DE MICRONUTRIENTES, EM "TERRA - ROXA - MISTURADA" PRÉVIAMENTE TRATADA, OU NÃO, COM CALCÁRIO DOLOMÍTICO E ADUBAÇÃO VERDE COM LABELABE (1)

SHIRO MIYASAKA e H. A. A. MASCARENHAS, *engenheiros-agrônomo*s, Seção de Leguminosas, E. S. FREIRE, *engenheiro-agrônomo* (2), TOSHIO IGUE, *engenheiro-agrônomo*, Seção de Técnica Experimental, e GUIDO DI SORDI, *engenheiro-agrônomo*, Estação Experimental de Ribeirão Preto, Instituto Agrônômico

SINOPSE

Em seis pares de experiências instaladas em áreas vizinhas, uma das quais, no ano agrícola anterior, foi tratada com calcário dolomítico e adubação verde com labelade, ficando a outra simplesmente em pousio, as respostas às adubações minerais foram geralmente menores na área previamente tratada, ao passo que as produções obtidas foram consideravelmente maiores naquelas que ficaram em pousio.

1 — INTRODUÇÃO

Em trabalhos publicados anteriormente (1, 2, 3), nos quais se estudaram os efeitos de N, P, K, S e de uma mistura de micronutrientes, foram incluídos, ao todo, quatro pares de experiências instaladas, em cada localidade, uma ao lado da outra e diferindo apenas quanto ao tratamento prévio das áreas utilizadas. No ano agrícola anterior ao das experiências, enquanto uma das áreas de cada par recebeu calcário dolomítico e foi plantada com labelabe (*Dolichos lablab* L.) como adubo verde, a outra ficou simplesmente em pousio, sem qualquer tratamento.

(1) Recebido para publicação em 24 de outubro de 1966.

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

Os efeitos dos elementos estudados variaram conforme a localidade, e em cada localidade, nas duas áreas vizinhas. Mas, contrariamente ao que se esperava, o tratamento prévio com calcário e adubação verde só aumentou a produção numa localidade em que o desenvolvimento do feijoeiro, nas duas áreas, havia sido fortemente prejudicado pela seca prevalecente; em outra localidade, seu efeito médio foi nulo, e nas duas restantes, depressivo. Em média dos quatro pares de experiências, as depressões provocadas nos tratamentos que receberam P_0 , P_1 e P_2 pelo conjunto calcário + labelabe corresponderam, respectivamente, a 13, 12 e 10%.

O objetivo do presente trabalho é relatar os resultados obtidos em mais seis pares de experiências instaladas, em 1962-63, segundo o mesmo plano das anteriores.

2 — MATERIAIS E MÉTODOS

Conforme indicado, as duas experiências de cada par foram instaladas, simultaneamente, em áreas vizinhas, separadas por um corredor com apenas 2 m de largura. Em 1961-62, ano preparatório, uma das áreas ficou sem qualquer tratamento, abandonada à vegetação espontânea, ao passo que a outra recebeu calcário dolomítico e foi plantada com labelabe, para adubação verde.

O calcário tinha 30% de CaO e 19,7% de MgO, e foi empregado em doses calculadas para elevar o pH a 6,5, doses essas que variaram, nas diversas localidades, entre 2 e 4 t/ha, aproximadamente. O labelabe foi semeado na primavera de 1961 e cortado em março ou abril de 1962, e as ramas espalhadas na superfície da área que as produziu, aí permanecendo como cobertura morta até a primavera seguinte, quando foram incorporadas ao solo com a aração geral das áreas experimentais para o plantio do feijoeiro.

Para facilitar a exposição, as experiências de cada local receberam o mesmo número, ao qual foram acrescentadas as letras S ou C, para indicar que se referiam, respectivamente, às áreas sem e com tratamento prévio.

Nas duas áreas de cada local, o plano experimental constou de um esquema fatorial 3^3 , em blocos de 9 canteiros com confundimento de 2 graus de liberdade da interação $N \times P \times K$ e

QUADRO 1. — Resultados analíticos ⁽¹⁾ de amostras compostas de solo (terra-roxa-misturada) tiradas em 1962-63, antes do plantio do feijoeiro, nas áreas utilizadas, para as experiências de adubação instaladas, aos pares, em áreas vizinhas. Em 1961-62, enquanto as áreas reservadas para as experiências 1-S, 2-S etc. ficaram em pousio, sem qualquer tratamento, as destinadas às experiências 1-C, 2-C etc. receberam calcário dolomítico e foram plantadas com labelabe, para adubação verde

Numeração das experiências	Localização (municípios)	pH int.	Teores totais %		Sol. ⁽²⁾	Em e. mg por 100 g de solo					
			C	N		PO ₄ ⁻³	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	H ⁺	Al ⁺³
1-S	Jaiú	6,30	0,96	0,09	0,34	0,21	2,18	0,25	5,2	tr.	
1-C	Idem	6,65	1,00	0,09	0,50	0,40	3,02	0,39	4,3	tr.	
2-S	Limeira	5,65	1,82	0,15	0,31	0,23	3,07	0,41	12,0	tr.	
2-C	Idem	5,70	1,90	0,17	0,48	0,24	3,48	0,40	11,8	tr.	
3-S	Limeira	4,85	2,15	0,14	0,30	0,13	1,14	0,29	13,8	2,90	
3-C	Idem	5,40	2,30	0,15	0,28	0,11	3,17	0,35	14,0	1,40	
4-S	São Simão	5,60	1,52	0,11	1,85	0,15	3,03	0,87	11,3	tr.	
4-C	Idem	6,20	1,50	0,13	2,21	0,25	5,89	1,30	10,6	tr.	
5-S	Ribeirão Preto	6,05	2,25	0,17	1,45	0,13	4,32	0,74	13,5	tr.	
5-C	Idem	6,20	2,32	0,18	1,65	0,09	5,72	0,97	13,0	tr.	
6-S	Ribeirão Preto	5,80	2,12	0,16	2,05	0,50	2,55	0,71	16,5	tr.	
6-C	Idem	5,75	2,20	0,16	1,83	0,13	2,91	0,64	14,7	tr.	

⁽¹⁾ Análises efetuadas na Seção de Agrogeologia.

⁽²⁾ Solúvel em solução de ácido oxálico + oxalato de potássio.

sem repetições. Os níveis de nitrogênio (sulfato de amônio) foram 0, 30 e 60 kg/ha; os de P_2O_5 (superfosfato simples), 0, 60 e 120 kg/ha; os de K_2O (sulfato de potássio), 0, 45 e 90 kg/ha.

A esse esquema fatorial foram adicionados quatro tratamentos extras em blocos ao acaso, com três repetições, para estudar os efeitos do enxofre e de uma mistura de micronutrientes, adotando-se o seguinte plano: *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 como a de *b* e mais 100 kg/ha de gesso (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 gesso 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 partes iguais e empregando-as cerca de oito e dezoito dias após a germinação.

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

As experiências foram instaladas na safra "das águas" de 1962-63, sendo que o par de cada local foi semeado no mesmo dia. Dos seis pares instalados, quatro foram conduzidos somente em 1962-63, ao passo que os outros dois foram repetidos, nos mesmos canteiros, na safra "das águas" de 1963-64, quando só se empregou a adubação nitrogenada, para verificar o efeito residual dos outros elementos.

Tôdas as experiências foram conduzidas em terra-roxa-misturada. No quadro 1 se encontram a localização por município e os resultados das análises de amostras compostas do solo, tiradas ao ser plantado o feijoeiro. Detalhes sobre a execução serão mencionados no capítulo seguinte, ao serem apresentados os resultados de cada experiência.

3 — EXECUÇÃO E RESULTADOS ⁽³⁾

Em 1962-63, as chuvas caídas no início da vegetação foram mais ou menos normais, mas escassearam por ocasião do florescimento e comêço da frutificação e tornaram-se excessivas durante a maturação. Em 1963-64, choveu regularmente do plantio ao início da floração, mas daí por diante as precipitações corresponderam a cerca de 1/3 das normais da época.

Os "stands" foram geralmente satisfatórios e as produções, excetuando-se as das experiências 4-C e 4-S, em 1962-63, e as de 1963-64 das experiências 5-C e 5-S, variaram entre sofríveis e boas. As produções obtidas nos fatoriais se acham nos quadros 2 e 3; as das partes extras, no quadro 4. Dados sôbre as áreas utilizadas em cada experiência e os efeitos dos tratamentos estudados são apresentados a seguir.

3.1 — EXPERIÊNCIA 1-C

Conduzida na Estação Experimental "Hélio de Moraes", Jaú, numa área que, em 1961-62, recebeu calcário dolomítico e adubação verde com labelabe. Em 1960-61, havia tido cultura de mamona adubada com NPK.

Na análise estatística do fatorial, o coeficiente de variação atingiu 28,5%, e não houve respostas significativas aos elementos estudados. O efeito médio do fósforo foi de apenas +9%, e os do nitrogênio e do potássio de -13 e -11%, respectivamente.

Na parte extra, embora o coeficiente de variação baixasse a 14%, também não houve diferenças significativas. A resposta a NPK (NPK - 0) correspondeu a +33%. A adição de *s* a essa adubação aumentou ligeiramente a produção, mas a de *m* a NPK + *s* deprimiu-a consideravelmente, de sorte que o efeito da adubação NPK + *s* + *m* foi praticamente nulo.

3.2 — EXPERIÊNCIA 1-S

Instalada ao lado da experiência 1-C, numa parte da área que, em 1961-62, ficou em pousio.

⁽³⁾ Os autores agradecem a colaboração dos eng.ºs-agr.ºs Mário Campana, da Estação Experimental "Hélio de Moraes", Carlos Roessing, da Estação Experimental de Limeira, Instituto Agronômico, e Clovis Nery, da Estação Experimental de São Simão, do Ministério da Agricultura.

QUADRO 2. — Produções de feijão, em quilogramas por hectare, obtidas em 1962-63 nas experiências fatoriais de adubação instaladas aos pares, em áreas vizinhas, numa das quais, em 1961-62, se havia empregado calcário dolomítico e plantado labelabe como adubo verde (experiências 1-C, 2-C etc.), deixando-se a outra em pousio, sem qualquer tratamento (experiências 1-S, 2-S etc.)

Níveis de N, P e K	Exp. 1-C	Exp. 1-S	Exp. 2-C	Exp. 2-S	Exp. 3-C	Exp. 3-S	Exp. 4-C	Exp. 4-S
000	967	650	650	1.000	92	117	292	267
001	1.217	967	933	833	200	83	642	250
002	917	592	867	633	400	317	333	625
010	1.050	658	817	1.267	717	400	341	550
011	1.225	742	650	1.267	612	683	417	342
012	567	992	833	1.617	650	717	383	500
020	1.275	1.358	917	1.800	583	733	367	308
021	817	672	583	1.617	733	733	292	417
022	1.567	842	917	1.183	667	483	167	292
100	1.083	633	617	867	167	233	458	258
101	1.417	892	167	750	150	217	258	217
102	500	1.050	483	1.200	283	333	242	242
110	650	825	1.050	1.783	800	650	375	520
111	1.117	817	650	1.733	700	217	325	292
112	1.083	1.092	967	1.633	617	750	250	392
120	1.400	1.067	750	1.717	517	417	250	417
121	1.008	1.000	833	2.033	1.133	867	717	400
122	733	1.117	1.000	2.000	733	633	408	467
200	858	842	683	483	467	333	583	508
201	917	1.033	533	583	167	183	467	550
202	400	1.292	333	450	150	0	258	292
210	883	1.250	1.017	1.500	433	267	258	225
211	492	1.000	967	1.533	1.300	633	367	517
212	850	917	933	1.533	517	500	433	467
220	1.283	1.000	1.633	1.383	533	767	250	492
221	1.017	1.208	550	1.733	767	450	483	292
222	1.000	958	933	1.783	817	1.317	183	467
MÉDIAS								
N ₀	1.067	830	796	1.246	517	474	359	395
N ₁	999	944	724	1.524	567	480	365	357
N ₂	856	1.056	842	1.220	572	495	365	423
P ₀	920	883	585	755	231	202	392	357
P ₁	880	921	876	1.541	705	535	350	423
P ₂	1.122	1.025	902	1.694	720	711	346	395
K ₀	1.050	921	904	1.311	479	435	353	394
K ₁	1.025	926	652	1.342	640	452	441	364
K ₂	846	984	807	1.337	537	561	295	416

No fatorial, o coeficiente de variação correspondeu a 17%. O efeito médio do nitrogênio foi significativo, e o do seu componente linear, altamente significativo, tendo N_1 e N_2 aumentado a produção em, respectivamente, 114 e 226 kg/ha (14 e 27%). Os aumentos proporcionados pelo fósforo e pelo potássio foram pequenos e não alcançaram o nível de significância.

A interação $P_L \times K_L$ foi significativa e negativa. Na ausência e na presença do potássio, as respostas médias ao fósforo atingiram +318 e -25 kg/ha; correspondentemente, na ausência e na presença do fósforo, as respostas médias ao potássio foram de +263 e -80 kg/ha, respectivamente.

Na parte extra, o coeficiente de variação baixou a 11%, e o efeito de NPK (NPK - 0), que se elevou a +408 kg/ha (+53%), foi significativo segundo o teste de Tukey. Os pequenos efeitos das adições de s e m não foram significativos.

3.3 — EXPERIÊNCIA 2-C

Realizada na Estação Experimental de Limeira, numa área que estava coberta de capoeira havia vários anos, e em 1961-62 recebera calcário e fôra plantada com labelabe, para adubação verde.

Na análise do fatorial, o coeficiente de variação atingiu 24%. O efeito médio do nitrogênio foi quase nulo, ao passo que o do fósforo se elevou a +291 kg/ha, com a dose 1, e +317 kg/ha, com a dose 2, efeito êste altamente significativo e linear. Os efeitos K e K_Q também foram significativos, mas negativos.

Das interações lineares duplas, somente $N_L \times P_L$ alcançou significância. Efetivamente, na ausência e na presença do fósforo, as respostas médias ao nitrogênio foram de, respectivamente, -43 e +19%; na ausência e na presença do nitrogênio, as respostas ao fósforo foram de -4 e +100%.

Com o coeficiente de variação de 28%, a parte extra não mostrou diferenças significativas entre os tratamentos, não obstante a resposta a NPK se tenha elevado a +433 kg/ha (+61%). O efeito da adição de s a NPK foi ligeiramente depressivo, ao passo que o da adição de m a NPK + s foi ligeiramente positivo.

3.4 — EXPERIÊNCIA 2-S

Conduzida ao lado da experiência 2-C, mas numa parte da área que, depois da destruição da capoeira e da aração, permaneceu em pousio em 1961-62.

QUADRO 3. — Produções de feijão, em quilogramas por hectare, obtidas em 1962-63 e 1963-64 nas experiências fatoriais de adubação instaladas aos pares, em áreas vizinhas, numa das quais, em 1961-62, se havia empregado calcário dolomítico e plantado labelabe como adubo verde (experiências 5-C e 6-C), deixando-se a outra em pousio (experiências 5-S e 6-S). Em 1963-64 só foi aplicada a adubação nitrogenada

Níveis de N, P e K	Exp. 5-C		Exp. 5-S		Exp. 6-C		Exp. 6-S	
	62-63	63-64	62-63	63-64	62-63	63-64	62-63	63-64
000	417	133	1.083	167	333	333	750	700
001	667	267	750	133	533	500	633	700
002	367	167	967	250	600	833	767	700
010	433	133	833	133	467	300	800	800
011	600	167	833	100	583	683	1.000	583
012	700	300	800	267	417	417	867	683
020	900	133	1.200	167	533	433	667	667
021	600	133	1.100	300	583	417	917	533
022	800	267	1.133	250	633	333	1.000	1.167
100	367	167	833	67	800	583	800	833
101	733	167	700	167	567	250	1.200	267
102	500	133	600	200	417	417	833	633
110	633	300	917	167	200	300	600	633
111	467	250	933	133	750	467	833	467
112	600	167	750	133	867	333	1.000	933
120	867	133	1.000	133	433	333	833	967
121	1.033	250	1.417	167	667	417	833	1.000
122	717	300	1.417	133	767	367	1.200	517
200	433	133	1.267	200	250	517	700	833
201	400	167	767	300	800	350	1.200	583
202	583	167	633	167	633	750	1.033	300
210	433	167	1.033	167	750	417	767	1.000
211	633	333	833	200	500	667	917	967
212	433	167	1.433	133	917	467	1.033	1.000
220	433	167	967	167	567	867	1.000	667
221	400	133	1.200	133	750	333	1.083	1.000
222	917	100	1.100	167	700	350	1.167	1.033
MÉDIAS								
N ₀	610	189	966	196	520	472	822	726
N ₁	657	208	952	144	608	385	903	695
N ₂	518	170	1.026	182	652	524	989	820
P ₀	496	167	844	183	548	504	880	617
P ₁	548	220	930	159	606	450	869	785
P ₂	741	180	1.170	180	626	428	966	839
K ₀	546	163	1.015	152	481	453	768	789
K ₁	615	207	948	182	637	454	957	678
K ₂	624	197	981	189	661	474	989	774

No fatorial, o coeficiente de variação correspondeu a 12%. O efeito médio do nitrogênio foi altamente significativo, mas só alcançou +126 kg/ha (+10%), porque, embora a dose 1 proporcionasse um aumento de 278 kg/ha, a dose 2 provocou uma depressão de 26 kg/ha, sendo que o efeito N_Q também foi significativo ao nível de 1%. As respostas às doses 1 e 2 de fósforo, de respectivamente +786 e +939 kg/ha (+104 e +124%), foram altamente significativas, mas o efeito P_Q também alcançou significância ao nível de 1%. O efeito médio do potássio foi praticamente nulo.

A interação $N_L \times P_L$ foi significativa ao nível de 5%. Na ausência e na presença do fósforo, as respostas médias ao nitrogênio corresponderam a, respectivamente, -100 e +239 kg/ha; por sua vez, na ausência e na presença do nitrogênio, as respostas médias ao fósforo foram de +636 e +975 kg/ha.

O coeficiente de variação da parte extra (15%) foi satisfatório. De acordo com o teste de Tukey, o efeito de NPK (+578 kg/ha), bem como o da adição de *s* a NPK (+61 kg/ha) e o da adição de *m* a NPK + *s* (-66 kg/ha), não alcançou significância. Contudo, em relação ao tratamento sem adubo, a resposta a NPK + *s* (+639 kg/ha ou +64%) foi significativa ao nível de 5%.

3.5 — EXPERIÊNCIA 3-C

Instalada na fazenda do Bosque, município de Limeira. A área utilizada teve vegetação de cerrado e estava servindo como pasto pobre. Em 1961-62 recebeu calagem e adubação verde com labelabe.

Na análise estatística do fatorial, o coeficiente de variação atingiu 31%. Os efeitos médios do nitrogênio e do potássio não alcançaram o nível de significância. Enquanto o do primeiro elemento foi muito pequeno, o do segundo correspondeu, em média das duas doses, a +109 kg/ha (+23%). O efeito médio do fósforo, porém, foi altamente significativo, e P_L e P_Q igualmente significativos. As respostas às doses 1 e 2 se elevaram a, respectivamente, +474 e +489 kg/ha (+205 e +212%).

As interações lineares duplas não alcançaram significância. Todavia, observou-se que a resposta média ao potássio, de -7% na ausência do fósforo, passou a +29% na presença desse elemento; correspondentemente, as respostas médias ao fósforo atingiram +147%, na ausência, e +243%, na presença do potássio.

Na parte extra, o coeficiente de variação (23%) foi mais baixo. O tratamento sem adubo produziu tão somente 153 kg/ha, e a resposta a NPK, altamente significativa segundo o teste de Tukey, atingiu +585 kg/ha. A adição de *s* a essa adubação ainda proporcionou um aumento, não significativo, de 128 kg/ha, de modo que o efeito de NPK + *s* se elevou a + 713 kg/ha (+466%). A adição da mistura *m* a NPK + *s* provocou uma depressão, não significativa, de 189 kg/ha.

3.6 — EXPERIÊNCIA 3-S

Realizada, igualmente, na fazenda do Bosque, ao lado da experiência 3-C, numa parte da área que não recebeu qualquer tratamento em 1961-62.

O coeficiente de variação (41%) foi muito elevado no fatorial, mas o efeito do fósforo foi altamente significativo e linear; suas doses 1 e 2 proporcionaram aumentos de, respectivamente, 333 e 509 kg/ha (165 e 252%). Os pequenos efeitos do nitrogênio e do potássio não alcançaram significância.

Conquanto as interações lineares duplas não tenham sido significativas, convém assinalar que, na ausência e na presença do potássio, as respostas médias ao fósforo corresponderam a, respectivamente, +136 e +251%; na ausência e na presença do fósforo, as respostas médias ao potássio corresponderam a -17 e +23%.

Na parte extra, o coeficiente de variação foi de 31%, e não houve diferenças significativas entre os tratamentos. O efeito de NPK elevou-se a +322 kg/ha (+121%), mas as adições de *s* e *m* praticamente não modificaram a produção.

3.7 — EXPERIÊNCIA 4-C

Conduzida na Estação Experimental de São Simão, do Ministério da Agricultura, numa área adubada nas culturas anteriores e que em 1961-62 recebera calcário e adubação verde com labelabe. As produções foram baixas, em consequência da seca durante o período da floração-frutificação.

Na análise estatística do fatorial, o coeficiente de variação correspondeu a 19%, e só alcançou significância o efeito K_Q . Enquanto a dose 1 de potássio proporcionou um aumento de

QUADRO 4. — Produções de feijão, em quilogramas por hectare, obtidas nos tratamentos extras incluídos nas experiências fatoriais mencionadas nos quadros 2 e 3

Número das experiências	Anos	Produções dos tratamentos extras ⁽¹⁾			
		0	NPK	NPK + s	NPK+s+m
1-C	1962-63	789	1.050	1.117	797
1-S	1962-63	769	1.177	1.138	1.213
2-C	1962-63	705	1.138	1.100	1.188
2-S	1962-63	1.005	1.583	1.644	1.578
3-C	1962-63	153	738	866	677
3-S	1962-63	267	589	600	572
4-C	1962-63	278	353	239	336
4-S	1962-63	408	403	463	362
5-C	1962-63	462	550	805	728
	1963-64	200	156	167	194
5-S	1962-63	883	1.144	1.028	1.144
	1963-64	155	133	178	178
6-C	1962-63	389	1.110	850	811
	1963-64	300	400	422	472
6-S	1962-63	633	989	1.122	1.194
	1963-64	1.083	767	628	1.061

⁽¹⁾ 0 = sem adubo; NPK = 60-120-90 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O, nas formas de Nitrocalcio, superfosfato triplo e cloreto de potássio; s = 100 kg/ha de gesso; m = mistura de micronutrientes (Zn, Cu, B e Mo). No segundo ano das experiências 5-C, 5-S, 6-C e 6-S só foi empregada a adubação nitrogenada.

88 kg/ha, a dose 2 provocou uma depressão de 58 kg/ha. O efeito do nitrogênio foi muito pequeno (+2%), e o do fósforo, negativo (-11%).

Na parte extra, com o coeficiente de variação de 33%, não houve diferenças significativas entre os tratamentos. Efetivamente, o efeito de NPK foi de apenas +75 kg/ha (+27%). Enquanto a adição de s a NPK deprimiu a produção em 114 kg/ha, a de m a NPK + s aumentou-a em 97 kg/ha.

3.8 — EXPERIÊNCIA 4-S

Instalada ao lado da experiência 4-C, numa área sem tratamento prévio em 1961-62.

No fatorial, o coeficiente de variação atingiu 28%, e não houve efeitos significativos dos elementos estudados.

Na parte extra, embora o coeficiente de variação baixasse a 20%, também não houve diferenças significativas entre os tratamentos. O efeito de NPK foi praticamente nulo. A adição de *s* a NPK aumentou ligeiramente a produção, ao passo que a de *m* a NPK + *s* provocou uma depressão de 101 kg/ha.

3.9 — EXPERIÊNCIA 5-C

Realizada na parcela 16, da Estação Experimental de Ribeirão Preto, cultivada anteriormente com plantas anuais. Em 1961-62, a área utilizada recebeu calcário e adubação verde com labelabe. Como as demais experiências, esta também foi instalada em 1962-63, mas foi repetida em 1963-64, quando só se empregou a adubação nitrogenada.

No primeiro ano, o coeficiente de variação, no fatorial, correspondeu a 19%. As respostas médias ao nitrogênio e ao potássio, não significativas, foram de -4 e +14%, respectivamente. O efeito do fósforo, porém, foi altamente significativo e linear, tendo as doses 1 e 2 proporcionado aumentos de, respectivamente, 52 e 245 kg/ha (10 e 49%). As interações lineares duplas não alcançaram significância.

Na parte extra, com o coeficiente de variação de 18%, as respostas a NPK e às adições de *s* e *m*, de +88, +255 e -77 kg/ha, respectivamente, não foram significativas segundo o teste de Tukey. Todavia, em relação ao tratamento sem adubo, o efeito da adubação NPK + *s* atingiu +343 kg/ha (+74%) e foi significativo ao nível de 5%.

No segundo ano, as produções caíram consideravelmente e os coeficientes de variação se elevaram a 33 e 32%, respectivamente, no fatorial e na parte extra, sem respostas significativas em qualquer dos esquemas. Efetivamente, os efeitos observados foram nulos, ligeiramente positivos ou ligeiramente negativos.

3.10 — EXPERIÊNCIA 5-S

Coduzida ao lado da experiência 5-C, igualmente por dois anos, mas em área que havia ficado em pousio em 1961-62.

No primeiro ano, o coeficiente de variação, no fatorial, correspondeu a 21%. As pequenas respostas médias ao nitrogênio e ao potássio não alcançaram o nível de significância. Todavia, o efeito do fósforo foi significativo e linear, tendo P_1 e P_2 provocado aumentos de, respectivamente, 86 e 326 kg/ha. As interações lineares duplas não foram significativas.

Na parte extra, conquanto o coeficiente de variação baixasse para 14%, não houve diferenças significativas entre os tratamentos. A resposta a NPK foi relativamente pequena (+261 kg/ha ou +29%), a adição de *s* causou uma depressão de 116 kg/ha, e a de *m* um aumento de 116 kg/ha, de sorte que o efeito de NPK + *s* + *m* foi exatamente igual ao de NPK sozinho.

No segundo ano, com a enorme queda das produções e a elevação do coeficiente de variação a 28%, no fatorial, nenhum dos elementos estudados proporcionou aumento significativo. As interações $N_L \times P_L$ e $N_L \times K_L$ foram significativas ao nível de 5% e negativas. Na parte extra, o coeficiente de variação baixou para 14%, mas não houve diferenças significativas entre os tratamentos.

3.11 — EXPERIÊNCIA 6-C

Instalada na parcela 65, da Estação Experimental de Ribeirão Preto, repetidamente cultivada com plantas anuais adubadas com NPK. Na parte destinada à presente experiência, em 1961-62 empregou-se calcário e plantou-se labelabe, para adubação verde. A experiência foi conduzida por dois anos (1962-63 e 1963-64).

Em 1962-63, o coeficiente de variação, no fatorial, atingiu 24,5%, e só foi significativo, ao nível de 5%, o efeito K_L . As respostas às doses 1 e 2 de potássio corresponderam a, respectivamente, +156 e +180 kg/ha (+32 e +37%). O efeito do nitrogênio, embora não significativo, também foi apreciável, pois os aumentos devidos a N_1 e N_2 se elevaram a 88 e 132 kg/ha (17 e 25%). O do fósforo, contudo, foi muito pequeno. As interações lineares duplas não alcançaram significância. Observou-se, porém, que na ausência e na presença do nitrogênio as respostas médias ao potássio foram de, respectivamente, +26 e +39%; na ausência e na presença do potássio, as respostas ao nitrogênio foram de +13 e +25%.

Na parte extra, com o coeficiente de variação de 15%, a resposta a NPK, de +721 kg/ha (+185%), foi altamente significativa segundo o teste de Tukey. A adição de *s* a NPK provocou uma depressão de 260 kg/ha, e a de *m* a NPK + *s*, nova depressão, de 39 kg/ha. Todavia, essas depressões não alcançaram significância estatística.

No segundo ano, as produções caíram apreciavelmente, e os coeficientes de variação elevaram-se a 35%, no fatorial, e a 33%, na parte extra, sem efeitos significativos nos dois esquemas. De fato, as respostas aos elementos estudados foram tôdas muito pequenas.

3.12 — EXPERIÊNCIA 6-S

Realizada, também por dois anos, paralelamente à experiência 6-C, numa área conservada em pousio em 1961-62.

No primeiro ano, o coeficiente de variação, no fatorial, respondeu a 12,5%. Enquanto o fósforo pouco modificou a produção, os efeitos do nitrogênio e do potássio foram altamente significativos e lineares. Os de N_1 e N_2 atingiram, respectivamente, +81 e +167 kg/ha (+10 e +20%); os de K_1 e K_2 , +189 e +221 kg/ha (+25 e +29%). As interações lineares duplas não alcançaram significância. Notou-se, porém, que o nitrogênio e o potássio se beneficiaram mutuamente: na ausência e na presença do potássio, as respostas médias ao nitrogênio foram de, respectivamente, +6 e +19%; na ausência e na presença do nitrogênio, as respostas ao potássio foram de +17 e +31%.

Na parte extra, com o coeficiente de variação de 12%, o efeito de NPK, significativo segundo o teste de Tukey, respondeu a +356 kg/ha (+56%), e as adições de *s* e *m* provocaram aumentos, não significativos, de 133 e 72 kg/ha, respectivamente. Com isso, o efeito de NPK + *s* + *m* se elevou a +561 kg/ha ou +89%, tornando-se altamente significativo.

No segundo ano, as produções caíram apreciavelmente, e os coeficientes de variação atingiram, no fatorial e na parte extra, 29 e 44,5%, respectivamente, não havendo efeitos significativos nos dois casos. No fatorial, as respostas médias ao nitrogênio, ao fósforo e ao potássio foram de, respectivamente, +32, +195 e -63 kg/ha (+4, +32 e -8%). Na parte extra, as respostas a NPK e à adição de *s* a NPK foram negativas, ao passo que a da adição da mistura *m* a NPK + *s* foi de +433 kg/ha, quase igual

à soma das depressões causadas por *s* e NPK e elevando a produção do tratamento NPK + *s* + *m* ao nível da obtida sem adubo.

4 — ESTUDO CONJUNTO DAS EXPERIÊNCIAS

Das doze experiências relatadas, apenas quatro foram conduzidas por dois anos. Todavia, no segundo ano dessas quatro experiências, enquanto as produções caíram acentuadamente, os coeficientes de variação se tornaram mais elevados. Assim, para facilitar a exposição, no presente capítulo será estudado somente o primeiro ano das doze experiências.

O nitrogênio não aumentou significativamente a produção em qualquer das seis experiências instaladas nas áreas que, no ano agrícola anterior, haviam recebido calcário dolomítico e adubação verde com labelabe. Contudo, seu efeito foi positivo e significativo em três das outras seis experiências conduzidas simultaneamente em áreas vizinhas e que, no ano anterior, não receberam calcário e ficaram simplesmente abandonadas à vegetação espontânea. O quadro 5 mostra os resultados obtidos nas experiências individuais e as médias de cada grupo.

O fósforo aumentou significativamente a produção em três das seis experiências de cada grupo, mas a média geral dos efeitos das seis instaladas nas áreas que tiveram tratamento prévio com calcário e labelabe foi muito menor que a das correspondentes experiências vizinhas (V. quadro 5).

O efeito médio do potássio só foi significativo e positivo (+205 kg/ha) em uma das áreas sem tratamento prévio. Naquelas que receberam esse tratamento, seu efeito médio foi significativo, mas negativo (-174 kg/ha), em um caso; em outro caso, somente o efeito K_L atingiu significância estatística. Em média dos seis pares, o efeito do potássio foi muito menor no grupo que recebeu tratamento prévio (V. quadro 5).

As respostas à adição de *s* (enxofre) a uma adubação NPK praticamente isenta desse elemento e à adição da mistura *m* de micronutrientes à adubação NPK + *s* variaram muito nas doze experiências, mas em nenhuma delas alcançaram significância. Em média das seis experiências que tiveram tratamento prévio, os efeitos de *s* e *m* foram de, respectivamente, +6 e -73 kg/ha; em média das outras seis, de +18 e +11 kg/ha.

Já se esperava que, nas áreas previamente tratadas com calcário e labelabe, o efeito do nitrogênio mineral fôsse nulo ou

QUADRO 5. — Efeitos de N, P e K obtidos em 1962-63, nas experiências conduzidas, aos pares, em áreas vizinhas, numa das quais, em 1961-62, se havia empregado calcário dolomítico e plantado labelabe para adubação verde (experiências 1-C, 2-C etc.), deixando-se a outra em pousio (experiências 1-S, 2-S etc.)

Experiências comparadas	Efeitos médios de					
	N		P		K	
	<i>kg/ha</i>	%	<i>kg/ha</i>	%	<i>kg/ha</i>	%
1-C	-140	-13	+81	+9	-115	-11
1-S	+170	+20	+90	+10	+34	+4
2-C	-13	-2	+304	+52	-174	-19
2-S	+126	+10	+862	+114	+29	+2
3-C	+53	+10	+481	+208	+109	+23
3-S	+13	+3	+421	+208	+71	+16
4-C	+6	+2	-44	-11	+15	+4
4-S	-5	-1	+52	+15	-4	-1
5-C	-22	-4	+149	+30	+74	+14
5-S	+23	+2	+206	+24	-51	-5
6-C	+110	+21	+68	+12	+168	+35
6-S	+124	+15	+38	+4	+205	+27
MÉDIAS						
Áreas C	-1	-1	+173	+33	+12	+2
Áreas S	+75	+10	+279	+43	+48	+6

muito pequeno. É verdade que, nas áreas que ficaram em pousio, seu efeito médio não foi grande, certamente porque o enterrio da vegetação espontânea que aí se desenvolveu correspondeu a uma moderada adubação verde. Até certo ponto, também se esperava que os efeitos do fósforo e do potássio fossem menores nas áreas com tratamento prévio, em vista da possibilidade de mobilização desses elementos, pelo menos nos solos razoavelmente providos de minerais em estado potencial ou relativamente enriquecidos por adubações anteriores.

Mas o fato é que a calagem tanto pode aumentar como reduzir a disponibilidade dos citados elementos. Efetivamente, o quadro 1 mostra que em quatro dos seis pares de experiências os teores de fósforo solúvel no solo foram beneficiados, ao passo que em dois, deles (pares 3-C/3-S e 6-C/6-S) foram prejudicados pelo tratamento prévio. No primeiro caso, o efeito médio da adubação fosfatada correspondeu a +302 kg/ha, nas áreas S, e baixou para +122 kg/ha, nas áreas C. No segundo, porém, as médias dos efeitos nas áreas S e C foram de, respectivamente, +230 e +275 kg/ha. Isso, apesar da calagem ter sido efetuada cerca de um ano antes do plantio do feijoeiro.

O tratamento prévio aumentou os teores de potássio trocável em três pares de experiências e os reduziu nos outros três (V. quadro 1). Correspondentemente, nas áreas S e C as respostas médias à adubação potássica foram de +20 e -91 kg/ha, no primeiro caso, e de +75 e +117 kg/ha, no segundo. Além de terem sido geralmente muito pequenos os efeitos dessa adubação e da possibilidade de terem sido eles influenciados por modificações no equilíbrio catiônico, os dados disponíveis não permitem determinar se, no último caso, houve imobilização de parte do potássio do solo ou mobilização e conseqüente arrastamento para fora do alcance das raízes do feijoeiro.

Os efeitos das adições de *s* e *m* também foram menores nas áreas com tratamento prévio, mas nada se dirá sobre eles, porque não foram determinados os teores desses elementos no solo.

Seja como for, na maioria das áreas que receberam calcário e labelabe as respostas aos elementos estudados foram menores, indicando que, nessas áreas, com menores doses de adubos se poderiam obter produções, se não superiores, pelo menos equivalentes às das áreas não tratadas. Nesse caso, os menores gastos com a adubação mineral talvez compensassem as despesas com aquele tratamento. Entretanto, o que se observou, em quase

QUADRO 6. — Produções de feijão obtidas, em 1962-63, nos tratamentos indicados das experiências realizadas em áreas que ficaram em pousio em 1961-62, e diferenças observadas nas produções dos mesmos tratamentos de experiências vizinhas, conduzidas simultaneamente em áreas que, em 1961-62, receberam calcário dolomítico e foram plantadas com labelabe, para adubação verde

N.ºs das experiências comparadas	Sem adubo (1)		Sem N		Com N		Sem P		Com P		Sem K		Com K	
	Prods.	Difs.	Prods.	Difs.	Prods.	Difs.	Prods.	Difs.	Prods.	Difs.	Prods.	Difs.	Prods.	Difs.
1-S e 1-C	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
	769	+3	830	+29	1.000	-7	833	+4	973	+3	921	+14	955	-2
2-S e 2-C	1.005	-30	1.246	-36	1.372	-42	755	-23	1.617	-45	1.311	-31	1.340	-46
3-S e 3-C	267	-43	474	+9	487	+17	202	+14	623	+14	435	+10	506	+16
4-S e 4-C	408	-32	395	-9	390	-6	357	+10	409	-15	394	-10	390	-6
5-S e 5-C	883	-48	966	-37	989	-41	844	-41	1.050	-39	1.015	-46	964	-36
6-S e 6-C	633	-39	822	-37	946	-33	880	-38	918	-33	768	-37	973	-33
Médias	661	-30	789	-18	864	-25	653	-19	932	-25	807	-21	855	-24

(1) Tratamento 0 da parte extra das experiências. Os demais dados são dos fatoriais.

todos os pares de experiências, foi considerável queda nas produções das áreas previamente tratadas, conforme se vê no quadro 6.

O quadro 6 foi organizado de modo a dispensar maiores comentários sobre o assunto. Basta citar aqui o que se obteve com o fósforo, que foi o elemento mais eficiente. Em média dos seis pares de experiências, as produções proporcionadas por P₀, P₁ e P₂ atingiram, respectivamente, 653, 870 e 993 kg/ha, nas áreas que haviam ficado em pousio, mas baixaram, respectivamente, para 529, 661 e 743 kg/ha, naquelas que receberam calcário e labelabe. Vê-se que as depressões causadas pelo tratamento prévio, correspondentes a 19, 24 e 25%, foram tanto maiores quanto mais elevadas as doses de fósforo.

Deve-se lembrar, agora, o que se disse no capítulo 1, deste trabalho, a propósito de observações feitas anteriormente (1, 2, 3) em idênticos pares de experiências conduzidas em solos diferentes, cujos resultados coincidiram com os que acabam de ser estudados.

Os efeitos da calagem e da adubação verde são múltiplos e tanto podem ser positivos como negativos. Acresce ainda que a aplicação conjunta desses dois tratamentos, como se fez no presente trabalho, nem ao menos permite determinar qual deva ser responsabilizado pela queda na produção do feijoeiro. Por esses motivos, os autores se limitam à apresentação dos fatos observados, para que se possam planejar experiências especiais sobre o assunto. O que podem afirmar, baseados nos resultados obtidos até agora, é que não se justifica o emprêgo do mencionado tratamento prévio na cultura do feijoeiro, pelo menos nas condições em que foi feito nas experiências relatadas.

5 — CONCLUSÕES

Das doze experiências instaladas, aos pares, em áreas vizinhas diferentemente tratadas no ano agrícola anterior, podem-se tirar as seguintes conclusões gerais:

a) Em média das seis experiências conduzidas nas áreas que ficaram em pousio no ano anterior, os efeitos das adubações com nitrogênio, fósforo, potássio, enxôfre e uma mistura de micronutrientes (Zn, Cu, B e Mo) corresponderam a, respectivamente, +75, +279, +48, +18 e +11 kg/ha.

b) Em média das seis experiências instaladas nas áreas que, no ano anterior, receberam calcário dolomítico e adubação verde com labelabe, as respostas aos elementos estudados foram, na mesma ordem de *a*, de -1, +173, +12, +6 e -73 kg/ha.

c) Conquanto os menores efeitos das adubações minerais nas áreas previamente tratadas indicassem que, nestas, com menores doses poderiam ser obtidas produções, se não superiores, pelo menos equivalentes às das áreas deixadas em pousio, o que se observou foi considerável diferença contra aquele tratamento.

MINERAL FERTILIZERS FOR DRY BEANS

IX — EFFECTS OF N, P, K, S AND A MIXTURE OF MICRO-NUTRIENTS ON “TERRA-ROXA-MISTURADA” SOILS TREATED, OR NOT, WITH LIME AND GREEN MANURE

SUMMARY

The effects of the indicated fertilizer treatments on dry beans were tested on six areas treated with dolomitic limestone and green manure with *Dolichos lablab* L. in the previous year and in six neighbouring areas left simply idle in that year. The responses to the fertilizers were generally lower in the areas previously treated, but the yields were considerably higher in the untreated areas.

LITERATURA CITADA

1. MIYASAKA, S.; FREIRE, E. S.; IGUE, TOSHIO (e outros). Adubação mineral do feijoeiro. V — Efeitos de N, P, K, S e de uma mistura de micronutrientes, em dois solos do Vale do Paraíba. *Bragantia*, 25:[307]-316, 1966.
2. —————; —————; MASCARENHAS, H. A. A. (e outros). Adubação mineral do feijoeiro. VIII — Efeitos de N, P, K, S e de uma mistura de micronutrientes, em novas experiências conduzidas em Tatuí e Tietê. *Bragantia*, 25:[393]-405, 1966.
3. —————; MASCARENHAS, H. A. A.; FREIRE, E. S. (e outros). Adubação mineral do feijoeiro. VI — Efeitos de N, P, K, S e de uma mistura de micronutrientes, em solo massapê-salmourão. *Bragantia*, 25:[371]-384, 1966.