

ENSAIOS DE ADUBAÇÃO QUÍMICA DO FEIJOEIRO (*)

Clibas Vieira e Fábio Ribeiro Gomes (**)

Apesar da grande importância econômica que o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) representa para a agricultura de Minas Gerais e do Brasil, tanto na produção de vagens verdes, como, principalmente, na de sementes, poucos foram os estudos realizados sobre a adubação dessa planta.

Em Minas Gerais, experiências foram levadas a efeito em Belo Horizonte e Sete Lagoas. Na primeira localidade, os estudos abrangeram seis anos (1, 5, 6) e mostraram influência positiva apenas do fósforo que, em alguns dos anos, chegou a dobrar o rendimento cultural. Já em Sete Lagoas, (1,5,10), nos mesmos anos, os resultados experimentais não mostraram efeito da adubação NPK.

Experiência realizada em São Paulo, na Estação Experimental de Ribeirão Preto (2), em terra-roxa, mostrou que não houve resposta à aplicação dos adubos nitrogenado e fosfatado, mas o potássico ocasionou aumentos de 16,3% e 35,2% em relação à testemunha (sem adubo), respectivamente, nos plantios "das águas" e "da seca" (efeito residual). Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos que receberam 30 e 60 kg/ha de K.

(*) Projeto 27-A-60 do Serviço de Experimentação e Pesquisa da UREMG. Parcialmente subvencionado pelo Conselho Nacional de Pesquisa

(**) Respectivamente, Professor de Agricultura Geral e Professor de Estatística Experimental da Escola Superior de Agricultura da UREMG.

Estudos realizados em Ponta Grossa, Paraná, e Pelotas, Rio Grande do Sul, também destacaram a importância do fósforo na adubação do feijoeiro (7).

Tão importante quanto saber os elementos que a planta necessita e suas quantidades apropriadas, é conhecer a maneira correta de localização do adubo na terra. A má colocação pode anular o efeito do fertilizante, ou mesmo diminuir a produtividade da cultura. Deve-se evitar o contacto direto do adubo com as sementes. Os danos causados às sementes em germinação e às plântulas pelos fosfatos, sulfatos, cloretos e nitratos, crescem nessa ordem. Esses danos são mais severos nos solos arenosos que nos argilosos e orgânicos. Quando o clima é quente ou seco, os prejuízos são piores que em condições de clima úmido ou frio. Há, também, diferença de sensibilidade entre as culturas. Em geral, as leguminosas — feijão, soja, ervilha, alfafa etc. — são mais facilmente injuriadas (8).

Para o feijão, é recomendado localizar o adubo em uma faixa lateral, 2,5 a 4 cm ao lado e 4 a 5 cm abaixo da semente, mas, em caso de adubação pesada, é de bom alvitre afastar a faixa 5 a 7 cm da linha de plantio (4). Para essa técnica é necessário o emprêgo de implementos agrícolas com dispositivos que permitam essa maneira de colocação dos fertilizantes. A grande maioria dos lavradores de Minas Gerais planta manualmente o feijão, em covas abertas com enxadão ou enxada. Nessa condição, é difícil a localização apropriada do adubo, em faixa lateral, como se menciona acima. Embora a adubação do feijão não seja prática generalizada, alguns agricultores têm tentado a sua execução, e de modo inadequado: o adubo, e depois as sementes, são jogados no fundo da cova que, em seguida, é coberta com terra. Destarte, a concentração de sais perto das sementes é maior que no caso de distribuição em filete contínuo, mais ou menos uniforme, dentro dos sulcos destinados ao plantio.

Extenso estudo sobre o efeito de diferentes adubos fornecedores de azoto, fósforo e potássio sobre a germinação e desenvolvimento do sistema radicular do feijoeiro, foi conduzido por Sayre e Clark (9). Os dados obtidos confirmam a idéia de que são principalmente os sais solúveis de nitrogênio e potássio que movimentando-se no solo, causam danos às sementes em germinação ou às plântulas, quando os adubos são imprópriamente localizados.

Neste trabalho, são apresentados três ensaios de adubação química do feijoeiro, instalados nos municípios minei-

ros de Muriaé, Viçosa e Inhapim, em solo pesado, do tipo massapé (*).

2. MATERIAL E MÉTODO

2. 1. *Ensaio de Muriaé*

Utilizou-se o delineamento fatorial $3 \times 3 \times 3$ com repetição fracionada de $1/3$ (3, p. 271), em blocos casualizados completos com quatro repetições, com os seguintes níveis dos elementos:

N:	0-15-30 kg/ha.
P_2O_5 :	0-60-120 kg/ha:
K_2O :	0-35-70 kg/ha.

Como fornecedores desses elementos foram selecionados os adubos salitre do Chile, superfosfato simples e cloreto de potássio. Cada parcela experimental era constituída de quatro fileiras de cinco metros de comprimento, ou seja, duas centrais úteis e duas na bordura. O feijão Rico-23 foi semeado no dia 24 de novembro de 1959, colocando-se duas sementes por cova. Adotou-se o espaçamento de 50 cm entre fileiras e de 20 cm entre covas dentro das fileiras. Foi feita uma capina em 30 de dezembro.

Fêz-se, propositadamente, a aplicação dos adubos em fundo de cova para entrar em contacto direto com as sementes. Com isso, pretendeu-se conhecer a extensão dos danos advindos desse modo desaconselhável de localização dos adubos.

2. 2. *Ensaio de Viçosa*

O delineamento experimental, os níveis de N, P_2O_5 e K_2O , os adubos, o tamanho das parcelas e o espaçamento de plantio são iguais aos do ensaio de Muriaé. O feijão Rico-23 foi semeado no dia 17 de março de 1960, colocando-se quatro sementes por cova para, posteriormente, em 5 de abril, realizar-se o desbaste deixando 2 plantas por cova. Foram feitas capinas em 6 e 26 de abril. Tomou-se todo cuidado na localização dos adubos fosfatado e potássico: eles foram bem misturados com a terra no fundo do sulco de

(*) Os autores agradecem ao Eng.-Agrônomo Haroldo Alves de Araujo pelo auxílio prestado na instalação do experimento na Fazenda Vargem Grande, Muriaé, e ao Eng.-Agrônomo Kepler de Araujo Netto pela montagem do experimento na Fazenda Jerusalém, Inhapim.

plântio, separando-se as sementes de feijão dessa mistura por meio de uma camada de 1-2 cm de solo. O salitre do Chile foi aplicado em cobertura no início do florescimento dos feijoeiros. Na colheita, realizada em 23 de junho de 1960, desprezou-se cada uma das covas das extremidades das fileiras úteis.

Para verificação do efeito residual dos adubos, o feijão foi novamente semeado em 18 de outubro de 1960, isto é, no período "das águas" do ano agrícola 1960/61, e colhido em 30 de janeiro de 1961. No período "da seca", ou mais precisamente, em 3 de março de 1961, executou-se o terceiro plântio, sendo feita a colheita em 3 de junho de 1961.

A distribuição das chuvas em mm, por década, durante os períodos em que as culturas estiveram em campo, segundo dados tomados de pluviômetro localizado perto do experimento, encontra-se no quadro 1.

2.3. *Ensaio de Inhapim*

Empregou-se um delineamento fatorial 2x2x2, em blocos casualizados completos com três repetições. Os elementos nitrogênio, fósforo e potássio estavam ausentes ou apareciam nos seguintes níveis: N 30 kg/ha, P₂O₅ 80 kg/ha e K₂O 35 kg/ha. Empregaram-se os mesmos adubos dos ensaios anteriores, quer dizer, salitre do Chile, superfosfato simples e cloreto de potássio. A parcela experimental e o intervalo de plântio são os mesmos utilizados em Muriaé e Viçosa. Colocaram-se quatro sementes por cova, executando-se, posteriormente, o desbaste para deixar duas plantas por cova. Os adubos potássico e fosfatado foram aplicados em sulcos ao longo das linhas de plântio, guardando destas uma distância de cerca de 5 cm. O salitre foi empregado em cobertura, quando os feijoeiros tinham aproximadamente 15 dias de idade. O feijão preto, comum na região, foi semeado no dia 28 de março de 1960.

QUADRO 1 -- Chuvas em mm, por década, durante os períodos em que as culturas estiveram no campo, em Viçosa.

Ano	Meses	Décadas	Total em mm
1960	Março	1 a 10	75,0
		11 a 20	39,8
		21 a 31	51,9
	Abril	1 a 10	12,2
		11 a 20	12,0
		21 a 30	4,0
	Maio	1 a 10	31,0
		11 a 20	11,5
		21 a 31	0,0
	Junho	1 a 10	0,0
		11 a 20	10,2
		21 a 31	16,0
Outubro	1 a 10	2,1	
	11 a 20	0,0	
	21 a 31	19,2	21,3
Novembro	1 a 10	22,6	
	11 a 20	103,4	
	21 a 30	104,9	230,9
Dezembro	1 a 10	258,2	
	11 a 20	69,0	
	21 a 31	33,1	360,3
1961	Janeiro	1 a 10	124,2
		11 a 20	111,9
		21 a 31	170,0
	Fevereiro	1 a 10	72,8
		11 a 20	206,0
		21 a 28	30,0
	Março	1 a 10	49,5
		11 a 20	5,8
		21 a 31	6,7
	Abril	1 a 10	15,6
		11 a 20	12,6
		21 a 31	16,9
Maio	1 a 10	11,6	
	11 a 20	6,9	
	21 a 31	0,0	18,5

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3. 1. Ensaio de Muriaé

Como era de esperar, a localização inconveniente do superfosfato e cloreto de potássio prejudicaram o "stand". Chuvas excessivas após a floração prejudicaram o experimento, de maneira que não foi feita a colheita. O adubo azotado não chegou a ser aplicado. O quadro 2 mostra o número de plantas por parcela, incluindo também a bordadura, segundo a contagem feita em 4 de janeiro de 1960. A análise estatística encontra-se no quadro 3.

QUADRO 2 — Número médio de plantas por parcela experimental, no ensaio de Muriaé.

TRATAMENTOS PK	N.º MÉDIO DE PLANTAS (*)
00	182,0
01	117,5
10	101,5
11	78,7
02	77,2
20	75,5
12	63,2
21	60,2
22	47,7

(*) "Stand" perfeito = 200

Pelos resultados contidos no quadro 2, pode-se verificar que o contato direto dos fertilizantes com as sementes foi bastante prejudicial. Esse dano foi aumentando à medida que crescia a dose de adubo. A análise de variância mostrou que os efeitos linear e quadrático do adubo fosfatado e o efeito linear do cloreto de potássio foram altamente significativos. Nota-se, no quadro 2, que a dose simples de cloreto de potássio (70 kg/ha) foi, aproximadamente, tão prejudicial quanto a dose simples de superfosfato simples (300 kg/ha), diminuindo o "stand" cerca de 40%. Da mesma forma, a dose dupla desses adubos ou, ainda, a soma

QUADRO 3 — Análise de variância dos dados de contagem de plantas no ensaio de Muriaé

FONTES DE VARIÇÃO	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Total	35	55.400		
Blocos	3	324	108	1,21
Tratamentos	8	52.933	6.617	74,35 **
P _L	1	24.897	24.897	279,74 **
P ₀	1	1.192	1.192	13,39 **
K _L	1	19.437	19.437	218,39 **
K ₀	1	261	261	2,93
Erro	24	2.143	89	

C. V. = 10,6%

das doses simples de cada um deles, tiveram efeito semelhante, reduzindo o "stand" quase 60%. Nos tratamentos de três doses — 600-70 e 300-140 — o "stand" foi diminuído cerca de 65% e, no de quatro doses, aproximadamente 75%. O quadro 4 condensa o que se acaba de expor.

QUADRO 4 — "Stands", em porcentagem, no ensaio de Muriaé

Doses de superfosfato simples em kg/ha	Doses de cloreto de potássio em kg/ha		
	0	70	140
0	100	65	42
300	56	43	35
600	41	33	26

3. 2. Ensaio de Viçosa

A contagem da população de plantas quando elas estavam ainda novas, mostrou não haver diferença entre a testemunha (000) e os outros tratamentos. Portanto, não ocorreram danos às sementes ou às plantas jovens, motivados pelo modo de localização dos adubos.

Os dados médios de produção dos três plantios encontram-se no quadro 5. Os quadros 6, 7 e 8 apresentam as

QUADRO 5 — Produções médias, em kg/ha, nos três plantios do ensaio de Viçosa.

Tratamentos NPK	PLANTIO DA SÊ- CA» DE 1959/60	PLANTIO «DAS ÁGUAS» DE 1960/61 (EFEITO RESIDUAL)	PLANTIO «DA SÊCA» DE 1960/61 (EFEITO RESIDUAL)
021	893	1 132	375
120	841	1 204	359
222	820	1 168	406
012	641	1 134	308
210	617	1 054	391
111	600	1 150	359
201	196	610	342
000	187	511	254
102	130	510	229

análises de variância correspondentes, respectivamente, ao primeiro, segundo e terceiro plantio.

Apenas o fósforo imprimiu maior produção à cultura. No período «da sêca» do ano agrícola 1959/60, foram altamente significativos os efeitos linear e quadrático desse elemento. A dose dupla de adubo fosfatado — tratamentos 021, 120 e 222 — aumentou a produção cinco vezes, em relação aos tratamentos sem esse elemento fertilizante. Já a dose simples aumentou o rendimento cultural cerca de 3 1/2 vezes. O baixo rendimento médio desse ensaio é consequência da sementeção tardia, em meado de março, e da bai-

QUADRO 6 — Análise de variância dos resultados do plantio «da sêca» do ano agrícola 1959/60, em Viçosa.

FONTES DE VARIAÇÃO	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Total	35	681.132		
Blocos	3	33.478	11.159	7,75 **
Tratamentos	8	613.093	76.637	53,22 **
N _L	1	1.093	1.093	
N _Q	1	2.091	2.091	1,45
P _L	1	588.127	588.127	408,42 **
P _Q	1	19.767	19.767	13,73 **
K _L	1	392	392	
K _Q	1	917	917	
Erro	24	34.561	1.440	

C. V. = 15,1%

QUADRO 7 — Análise de variância dos resultados do plantio «das águas» do ano agrícola 1960/61, em Viçosa.

FONTES DE VARIACÃO	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Total	35	717.356		
Blocos	3	13.569	4 523	1,27
Tratamentos	8	618.635	77.329	21,79 **
N _L	1	425	425	
N _Q	1	642	642	
P _L	1	494.788	494.788	139,45 **
P _Q	1	111.549	111.549	31,44 **
K _L	1	267	267	
K _Q	1	1.943	1.943	
Erro	24	85.152	3.548	

C. V. = 13,7%

QUADRO 8 — Análise de variância dos resultados do plantio «da seca» do ano agrícola 1960/61, em Viçosa.

FONTES DE VARIACÃO	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Total	35	92.541		
Blocos	3	9.656	3.219	1,33
Tratamentos	8	24.934	3.117	1,29
Erro	24	57.949	2.414	

C. V. = 31,8%

xa pluviosidade que persistiu durante o desenvolvimento da cultura (quadro 1).

No segundo plantio, ou seja, no período «das águas» do ano agrícola 1960/61, o superfosfato teve efeito residual bastante pronunciado, chegando a dobrar a produção em relação aos tratamentos sem esse adubo. Também aqui os componentes linear e quadrático foram altamente significativos.

Não houve nenhum efeito residual no terceiro plantio.

3. 3. Ensaio de Inhapim

Os resultados obtidos constam do quadro 9 e a respectiva análise estatística encontra-se no quadro 10. A germinação foi normal em todos os canteiros. O fósforo foi o único elemento fertilizante que elevou a produção do feijão. O

QUADRO 9 — Produções médias de feijão, em kg/ha, obtidas em Inhapim.

TRATAMENTOS	PRODUÇÕES
Testemunha	674
N	636
P	754
K	524
NK	562
NP	792
PK	678
NPK	842

QUADRO 10 — Análise de variância dos dados do ensaio de Inhapim

FONTES DE VARIACÃO	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Total	23	99.464		
Blocos	2	6.732	3.366	1,63
Tratamentos	7	63.751	9.107	4,40 **
Efeito de N	1	3.851	3.851	1,86
« « P	1	42.504	42.504	20,53 **
« « K	1	5.828	5.828	2,81
« « NP	1	3.800	3.800	1,84
« « NK	1	3.902	3.902	1,88
« « PK	1	3.651	3.651	1,76
« « NPK	1	216	216	
Erro	14	28.981	2.070	

C. V. = 13,3%

rendimento médio nos tratamentos sem P foi de 599 kg/ha, e com esse elemento 766 kg/ha, isto é, houve uma diferença de 167 kg/ha, altamente significativa, como indica o quadro 10.

4. SUMÁRIO E CONCLUSÕES

São relatados três ensaios de adubação NPK do feijoeiro, realizados nos municípios de Muriaé, Viçosa e Inhapim, Estado de Minas Gerais, em solos argilosos, do tipo massapê.

1) Em Muriaé foi estudado apenas o efeito da localização com contacto direto, na ocasião da semeadura, de superfosfato simples, cloreto de potássio ou da mistura de ambos, com as sementes de feijão, nas covas de plantio. 70 kg/ha de cloreto de potássio (dose simples) teve efeito semelhante a 300 kg/ha de superfosfato (dose simples). A diminuição de "stand", causada por êsses adubos ou pela mistura dêles, foi, aproximadamente, a seguinte: com dose simples 40%, duas doses 60%, três 65% e quatro 75%.

2) Em Viçosa, apenas o fósforo teve influência no aumento da produção. No primeiro plantio, a dose simples (60 kg/ha de P_2O_5) elevou o rendimento 3,5 vêzes, e a dose dupla, 5 vêzes. No segundo plantio, êsses dois níveis de adubação se igualaram no efeito residual, dobrando a produção. No terceiro plantio não ocoreu nenhum efeito residual.

3) Em Inhapim, somente o fósforo, na dose de 80 kg/ha de P_2O_5 , imprimiu aumento de produção, a qual foi de, aproximadamente, 170 kg/ha (28%).

5. SUMMARY

(Title: *Bean Fertilization Trials*)

Three bean fertilizer trials are reported using combinations of N, P, and K. The work was done in the counties of Muriaé, Viçosa, and Inhapim, in the State of Minas Gerais clayey "massapê" soils.

1) In Muriaé the effect of superphosphate, potassium chlorate and mixtures of the two were tested using the fertilizer in direct contact with the seed. All treatments were made with seeding in hills. Thirty-five kg/ha. of K_2O as potassium chlorate (1 dose) gave a similar reduction in stand as 60 kg/ha of P_2O_5 as superphosphate (1 dose). The loss of stand using either phosphate or potash or a mixture of the two was approximately 40% with 1 dose, 60% with 2 doses, 65% with 3 doses, and 75% with 4 doses.

2) In Viçosa, where the fertilizer was separated from the seed, only phosphorus increased yield. The bean crop fertilized gave a response of 3 1/2 times to 1 dose of P_2O_5 .

(60 kg/ha) and 5 times to 2 doses. The residual effect on a crop planted 7 months later was equal between levels, about double that of the check plots. No residual effect was found with a third crop planted a year after the original.

3) In Inhapim, phosphorus at a rate of 80 kg/ha of P_2O_5 increased the yield approximately 170 kg/ha or 28%. No effect of nitrogen or potassium was found.

6. BIBLIOGRAFIA

1. ANDRADE, M. E. de & R. O. COIMBRA. 1953. Experimento de adubação de feijão NPK. B. Horizonte, X Reunião dos Técnicos em Experimentação, Ano X, n.º 6:11.
2. ARRUDA, H. VAZ de. 1960. Adubação química do feijoeiro. Bol. Agric., M. Gerais 9 (1-2): 57-62.
3. COCHRAN, W. G. & G. M. COX. 1957. Experimental designs. N. York, John Wiley & Sons. 617 p.
4. COOK, R. L. & W. C. HULBURT. 1957. Applying fertilizers. In Soil, The Yearbook of Agriculture. Washington, U.S. Department of Agriculture, p. 216-229.
5. GOUVÊA, F. C., M. E. ANDRADE & R. O. COIMBRA. 1954. Feijão. Adubação NPK. Bol. Agric., M. Gerais 3 (11-12): 67-68.
6. MELO, C. P. de, R. O. COIMBRA & T. SILVA. 1955. Experimento de adubação de feijão das águas e da seca. Bol. Agric., M. Gerais 4 (11-12): 138.
7. RAPOSO, HÉLIO. 1958. Trabalhos experimentais com feijão. Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas, Circular n.º 5. 39 p.
8. SALTER, R. M. 1938. Methods of applying fertilizers. In Soils and Men, The Yearbook of Agriculture. Washington, U. S. Department of Agriculture, p. 546-562.
9. SAYRE, C. B. & A. W. CLARK. 1935. Rates of solution and movement of different fertilizers in the soil and the effects of the fertilizers on the germination and root development of beans. N. York State Agric. Exp. Sta. Tech. Bul. 231. 67 p.
10. SILVA, T. & F. C. GOUVÊA. 1955. Ensaio de adubação NPK para feijão. Bol. Agric., M. Gerais 4 (11-12): 139.