

BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo

Vol. 25

Campinas, novembro de 1966

N.º 27

ADUBAÇÃO MINERAL DO FEIJOEIRO

IV — EFEITOS DE N, P, K, DA CALAGEM E DE UMA MISTURA DE ENXÔFRE E MICRONUTRIENTES, EM TIETÊ E TATUÍ⁽¹⁾

SHIRO MIYASAKA, *engenheiro-agrônomo, Seção de Leguminosas*, A. PETTINELLI, *engenheiro-agrônomo, Estação Experimental de Tatuí*, E. S. FREIRE, *engenheiro-agrônomo*⁽²⁾, e TOSHIO IGUE, *engenheiro-agrônomo, Seção de Técnica Experimental, Instituto Agronômico*

SINOPSE

Em quatro experiências conduzidas em 1960-61 nos municípios de Tietê e Tatuí, estudou-se o efeito de várias adubações sobre a produção do feijoeiro. O fósforo não a modificou nas duas localizadas em áreas já repetidamente adubadas com NPK, mas proporcionou aumentos substanciais na instalada em terreno de cerrado recém-desbravado e na realizada em área moderadamente adubada na cultura anterior. O efeito do nitrogênio foi favorável em duas experiências, e o do potássio, em uma. A resposta à adição, a NPK, de enxôfre e micronutrientes (Zn, Cu, B e Mo), foi negativa, em um caso, e praticamente nula nos demais. Conquanto os solos estudados tivessem pH de 5,0 a 5,6, a calagem só aumentou a produção em uma localidade.

1 — INTRODUÇÃO

Em continuação aos três artigos publicados anteriormente (1, 2, 4), no presente trabalho são apresentados os resultados de quatro experiências conduzidas em 1960-61, com o mesmo plano anterior, nos municípios de Tietê e Tatuí, em solos Podzólico Vermelho Amarelo, variação Laras, e Latosol Vermelho Escuro-orto.

2 — MATERIAL E MÉTODOS

O plano experimental foi igual ao das experiências recentemente relatadas (1, 2, 4): um esquema fatorial 3³ para N, P e

(1) Recebido para publicação em 6 de maio 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.

K em blocos de nove canteiros, com confundimento da interação $N \times P \times K$ e sem repetições, ao qual foram adicionados quatro tratamentos extras em blocos ao acaso, com três repetições.

As doses empregadas na parte fatorial foram: 0, 30, 60 kg/ha de N, 0, 60, 120 kg/ha de P_2O_5 e 0, 45, 90 kg/ha de K_2O . Como fonte desses nutrientes usaram-se os adubos sulfato de amônio, superfosfato simples e sulfato de potássio.

Os tratamentos da parte extra foram: *a*) sem adubo e sem corretivo (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 uma mistura que continha 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 g/ha de molibdato de sódio (tratamento NPK + *m*); *d*) a mesma adubação anterior e mais 4 t/ha de calcário com 40,35% de CaO e 5,85% de MgO (tratamento NPK + *m* + *c*).

A aplicação do calcário foi efetuada cerca de um mês antes do plantio, em toda a área dos correspondentes canteiros; a do fósforo, do potássio e da mistura *m*, em sulcos situados 5 cm ao lado dos destinados às sementes; a do nitrogênio, em cobertura: metade das doses, uma a duas semanas depois da emergência das plantas, e a outra metade, cinco a sete semanas após a emergência.

A área útil dos canteiros (6 m²), o espaçamento entre as fileiras (40 cm) e o número de sementes (15 a 20) por metro

QUADRO 1. — Características químicas dos solos utilizados para as experiências de adubação do feijoeiro realizadas, em 1960-61, nas seguintes localidades: Exp. 4, na Estação Experimental de Tietê; Exp. 5, na fazenda Vista Redonda, Tietê; Exp. 6, no local denominado "aeroporto", Tatui; Exp. 7, na Estação Experimental de Tatui

Características determinadas (1)	Exp. 4	Exp. 5	Exp. 6	Exp. 7
pH intern.	5,60	5,45	5,00	5,50
C, %	0,45	1,11	1,25	1,06
N, %	0,07	0,11	0,12	0,11
PO_4^{---} , e.mg (2)	0,18	0,15	0,06	0,20
K^+ , e.mg (3)	0,24	0,53	0,10	0,52
Ca^{++} , e.mg (3)	1,85	2,53	0,84	3,76
Mg^{++} , e.mg (3)	0,57	0,81	0,69	1,11
$H^+ + Al^{++}$, e.mg (3)	2,60	4,70	7,70	6,67

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

(2) PO_4^{---} solúvel em H_2SO_4 0,05N, por 100 g de solo.

(3) Elementos trocáveis, por 100 g de solo.

linear foram idênticos aos usados nos trabalhos anteriores (1, 2, 4). Utilizou-se a variedade Chumbinho Opaco.

Segundo o plano descrito, instalaram-se, na primavera (safra "das águas") de 1960-61, duas experiências no município de Tietê (experiências n.ºs 4 e 5) e duas no município de Tatuí (experiências n.ºs 6 e 7). O plantio das experiências n.ºs 4, 5 e 7 foi efetuado nos dias 18 e 19 de outubro; o da experiência n.º 6, em 3 de novembro de 1960. Esta experiência (n.º 6) foi repetida, nos mesmos canteiros, no outono (safra "da seca") do mesmo ano agrícola, ocasião em que só se empregou a adubação nitrogenada.

No quadro 1 encontram-se dados sobre a localização das experiências (3) e os resultados analíticos de amostras compostas dos solos das áreas utilizadas. Detalhes sobre essas áreas serão mencionados ao serem apresentados os resultados de cada experiência.

3 — EXECUÇÃO E RESULTADOS

3.1 — EXPERIÊNCIA 4, EM TIETÊ

Instalada na Estação Experimental de Tietê, em solo Podzólico Vermelho Amarelo, variação Laras, segundo a classificação da Comissão de Solos do Serviço Nacional de Pesquisas Agrônomicas (5). A área utilizada, de solo areno-argiloso, havia sido cultivada várias vezes com plantas anuais, adubadas com NPK. A cultura do ano anterior foi algodão.

O tempo correu favoravelmente em outubro e novembro, mas a precipitação de dezembro ultrapassou o dobro da normal desse mês. Mesmo assim, os "stands" foram satisfatórios, sem diferenças importantes entre os tratamentos, e as produções (quadros 2 e 3), elevadas.

Na parte fatorial, o coeficiente de variação correspondeu a 20,2% e não houve diferenças significativas entre os tratamentos. Os efeitos médios do fósforo e do potássio foram de tão somente +60 kg/ha (+4%) e +70 kg/ha (+5%), respectivamente. Contudo, as respostas às doses 1 e 2 de nitrogênio atingiram, respectivamente, +165 e +196 kg/ha (+13 e +15%).

Na parte extra, o coeficiente de variação baixou a 7,7%, mas assim mesmo não houve diferenças significativas entre os tratamentos. O efeito de NPK (NPK — 0) foi quase nulo (+2%), e a adição, a essa adubação, da mistura *m* depressiu a produção em 278 kg/ha ou 17%. A adição de calcário a NPK + *m* é que provocou aumento de 217 kg/ha (16%).

(3) Os autores agradecem ao Eng.º-Agr.º Vicente Gonçalves de Oliveira, que colaborou na execução das experiências de Tietê; ao proprietário da fazenda Vista Redonda, de Tietê, e ao Prefeito de Tatuí, que cederam as áreas utilizadas nas experiências 5 e 6, respectivamente.

3.2 — EXPERIÊNCIA 5, EM TIETÊ

Localizada, igualmente, no município de Tietê, mas na fazenda Vista Redonda, em solo Latosol Vermelho Escuro-orto (5). O solo da área utilizada era argiloso e recebeu na cultura anterior, de sorgo, adubação em que predominava o fósforo (cêrca de 60 kg/ha de P_2O_5 , quase todo na forma de superfosfato simples).

Os “stands” foram bons, suficientemente uniformes, e as plantas se desenvolveram muito bem, mas as chuvas se tornaram excessivas durante o período de floração-frutificação. Todavia, as produções (quadros 2 e 3) foram satisfatórias nos melhores tratamentos.

No fatorial, o coeficiente de variação correspondeu a 20,3%. A resposta à dose 1 de nitrogênio foi nula, ao passo que a da dose 2 se elevou a +208 kg/ha (+30%), tendo os efeitos N e N_L alcançado significância ao nível de 5%. Os efeitos K e K_Q foram significativos a 5%: enquanto K_1 aumentou a produção em 201 kg/ha (31%), K_2 só a aumentou de 116 kg/ha (18%). Os efeitos P e P_L foram significativos aos níveis de 5 e 1%, respectivamente, e as respostas a P_1 e P_2 atingiram +145 e +246 kg/ha (+23 e +39%).

Quanto as interações duplas entre os elementos estudados não fôsem significativas, notou-se que o efeito médio do nitrogênio passou de -5%, na ausência do fósforo, a +24%, na presença dêste elemento; por sua vez, o efeito médio do fósforo, de +9%, na ausência, elevou-se a +42%, na presença do nitrogênio. O efeito médio do potássio, que foi de apenas +3%, na ausência do fósforo, na presença dêste atingiu +34%; correspondentemente, o efeito médio do fósforo passou de +9%, na ausência, a +42%, na presença do potássio. Entretanto, a presença do potássio prejudicou o efeito do nitrogênio, e a dêste elemento, o efeito do potássio.

O coeficiente de variação, na parte extra, baixou a 14,9%, mas não houve diferenças significativas entre os tratamentos. Efetivamente, as respostas a NPK, à adição de m a NPK e à adição de c a NPK + m foram de, respectivamente, +167, -27 e +49 kg/ha. Em relação ao tratamento sem adubo, o melhor tratamento, NPK + m + c , aumentou a produção em tão somente 189 kg/ha ou 30%.

3.3 — EXPERIÊNCIA 6, EM TATUI

Conduzida no local denominado “aeroporto”, município de Tatuí, em solo Podzólico Vermelho Amarelo, variação Laras (5). Na área utilizada, cujo solo era areno-argiloso, predominavam o capim barba-de-bode (*Aristida patens* Cav.) e a palmeirinha indaiá (*Attalea indaya* Dr.).

QUADRO 2. — Produções, em quilogramas de sementes por hectare, obtidas em 1960-61 nas quatro experiências de adubação do feijoeiro em que se estudaram, num esquema fatorial 3³, as doses 0, 30, 60 kg/ha de N (sulfato de amônio), 0, 60, 120 kg/ha de P₂O₅ (superfosfato simples) e 0, 45, 90 kg/ha de K₂O (sulfato de potássio). A experiência 6 foi conduzida, como as demais, na primavera, mas foi repetida, nos mesmos canteiros, no outono seguinte, ocasião em que só recebeu a adubação nitrogenada

Níveis de N, P e K	Exp. 4 Primavera	Exp. 5 Primavera	Exp. 6			Exp. 7 Primavera
			Primavera	Outono	Médias	
000	1.516	500	100	90	95	1.333
001	666	333	3	23	13	1.333
002	1.599	1.116	25	220	122	1.000
010	966	533	183	368	275	833
011	1.466	866	17	350	184	1.166
012	1.667	466	83	293	188	1.000
020	1.137	466	183	465	324	1.250
021	1.366	1.066	333	365	349	1.667
022	1.500	866	333	175	254	1.166
100	1.333	700	50	78	64	1.166
101	1.966	500	50	103	76	1.000
102	933	466	33	17	25	1.500
110	1.233	566	167	243	205	1.166
111	1.899	1.200	217	361	289	1.000
112	1.299	466	17	323	170	916
120	1.433	533	250	490	370	1.333
121	1.333	700	117	392	255	1.166
122	1.933	1.083	50	362	206	1.416
200	1.333	650	33	120	77	1.500
201	1.583	1.032	33	178	105	916
202	1.667	366	100	17	59	833
210	1.832	766	200	277	238	833
211	1.333	933	33	310	172	1.416
212	1.633	1.166	183	372	277	833
220	1.766	1.166	217	340	278	1.166
221	1.366	1.066	250	392	321	1.166
222	1.133	933	83	290	187	1.333
MÉDIAS						
N ₀	1.320	690	140	261	200	1.194
N ₁	1.485	690	106	263	184	1.185
N ₂	1.516	898	126	255	190	1.111
P ₀	1.400	629	47	94	70	1.176
P ₁	1.481	774	122	322	222	1.018
P ₂	1.440	875	202	364	283	1.296
K ₀	1.394	654	154	275	214	1.176
K ₁	1.442	855	117	275	196	1.203
K ₂	1.485	770	101	230	165	1.111

Conforme indicado no capítulo 2, esta experiência foi instalada na primavera e repetida, nos mesmos canteiros, no outono seguinte, quando só recebeu a adubação nitrogenada. Na primavera, efetuou-se o plantio tardiamente, a 3 de novembro. As chuvas desse mês foram relativamente favoráveis, mas as de dezembro, durante a maior parte do período de floração-frutificação, além de pesadas, atingiram, ao todo, o dôbro da correspondente normal. Essas adversidades, associadas aos fatos de se tratar de solo pobre e recém-desbravado, determinaram grande irregularidade nas produções (quadros 2 e 3).

O plantio do outono também foi feito muito tarde, em 3 de abril. Seguiram-se boas chuvas e a germinação se processou normalmente, mas da segunda década de maio até a colheita, em 6 de julho, a precipitação total não passou de 11 mm. Mesmo assim, as produções (quadros 2 e 3) foram bem melhores e mais regulares que as da primavera.

Na análise conjunta dos dois períodos de plantio, o coeficiente de variação do fatorial elevou-se a 39,1%. Os efeitos do nitrogênio e do potássio, não significativos, foram ligeiramente depressivos. Todavia, as respostas às doses 1 e 2 de fósforo atingiram +152 e +213 kg/ha (+217 e +304%). Os efeitos P e P_L alcançaram significância aos níveis de 5 e 1%, respectivamente, mas P_Q também foi significativo a 5%. Deve-se esclarecer que, em média dos dois períodos, a produção se elevou de apenas 70 kg/ha, na média dos tratamentos sem fósforo, a 283 kg/ha, na daqueles que receberam a dose 2 desse elemento.

A interação P × períodos de plantio foi significativa. De fato, o efeito dos resíduos da adubação fosfatada (+249 kg/ha, em média das duas doses), verificado no outono, ultrapassou o dôbro do efeito imediato (+115 kg/ha), obtido na primavera.

Mesmo no conjunto dos dois períodos, o coeficiente de variação da parte extra foi muito alto, e não houve diferenças significativas entre os tratamentos. Porcentualmente, a adubação com NPK proporcionou um aumento enorme, de 280%; em números absolutos, porém, esse aumento correspondeu a tão somente 168 kg/ha. As respostas à mistura *m* e ao calcário foram praticamente nulas. Convém assinalar que no outono, quando as condições foram menos desfavoráveis, a produção do tratamento sem adubo só alcançou 67 kg/ha, ao passo que a do tratamento NPK + *m* atingiu 367 kg/ha, indicando, mais uma vez, a extrema pobreza do solo estudado e, ao mesmo tempo, a possibilidade de melhorá-lo com adubação adequada.

3.4 — EXPERIÊNCIA 7, EM TATUI

Conduzida, somente na primavera, na Estação Experimental de Tatuí, em solo Latosol Vermelho Escuro — orto (5) repetida-

QUADRO 3. — Produções, em quilogramas de sementes por hectare, obtidas com os tratamentos extras das quatro experiências de adubação do feijoeiro conduzidas em 1960-61. A experiência 6 foi instalada, como as demais, na primavera, mas foi repetida, nos mesmos canteiros, no outono seguinte, quando só recebeu a adubação nitrogenada

Tratamentos extras ⁽¹⁾	Exp. 4 Prima- vera	Exp. 5 Prima- vera	Exp. 6			Exp. 7 Prima- vera
			Prima- vera	Outono	Médias	
O	1.577	621	52	67	60	1.055
NPK	1.616	788	150	305	228	1.138
NPK + m	1.338	761	44	367	206	1.222
NPK + m + c	1.555	810	83	345	214	1.222

(¹) O = sem adubo e sem corretivo; NPK = 60-120-90 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O nas formas de Nitrocálcio, superfosfato triplo e cloreto de potássio; m = mistura de gesso e micronutrientes (Zn, Cu, B e Mo); c = 4 t/ha de calcário.

mente adubado nas culturas anteriores. A última cultura, de trigo, também recebeu NPK. O plantio foi efetuado a 18 de outubro, e os "stands" não apresentaram diferenças entre os tratamentos. Tendo sido plantada mais cedo, em solo enriquecido pelas adubações das culturas anteriores, boa parte da frutificação, nesta experiência, pôde ser assegurada antes do período de chuvas excessivas de dezembro, e as produções (quadros 2 e 3) foram relativamente boas e mais regulares que as da experiência 6.

Na análise do fatorial, o coeficiente de variação foi de 18,5% e não houve diferenças significativas entre os tratamentos. Efetivamente, as respostas médias ao nitrogênio, ao fósforo e ao potássio corresponderam, respectivamente, a -4, -2 e -2%.

Na parte extra, com o coeficiente de variação de 15,3%, também não foram significativas as diferenças entre os tratamentos. A produção dos canteiros sem adubo alcançou 1.055 kg/ha, e o melhor tratamento, NPK + m, proporcionou aumento de apenas 167 kg/ha ou 16%. O efeito do calcário foi nulo.

Êsses resultados indicam que, nas condições da experiência, os resíduos das adubações anteriores foram suficientes para garantir uma produção relativamente elevada.

4 — DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

O efeito do fósforo (superfosfato simples) foi praticamente nulo nas experiências das estações experimentais de Tietê e Tatuí,

instaladas em áreas repetidamente cultivadas e adubadas, mas atingiu níveis satisfatórios, e foi significativo, na conduzida na fazenda Vista Redonda, município de Tietê, e na realizada no local denominado "aeroporto", do município de Tatuí. Na primeira dessas experiências, em área que recebeu pequena adubação fosfatada na cultura anterior, a resposta à dose de 120 kg/ha de P_2O_5 correspondeu a +246 kg/ha ou +39%; na segunda, instalada num campo de barba-de-bode recém-desbravado, a +213 kg/ha. Deve-se lembrar (ver capítulo 3.3) que a última experiência, além de ter sido plantada tardiamente, ainda foi prejudicada por condições meteorológicas altamente desfavoráveis. Mesmo assim, devido à extrema pobreza do solo, que só produziu 70 kg/ha nos canteiros sem fósforo, o efeito relativo desse elemento se elevou a +304%.

Tratando-se de pequeno número de experiências, não se podem relacionar as diferenças observadas no efeito do fósforo (e dos outros elementos) com as classes de solo em que foram instaladas, pois que as áreas utilizadas receberam tratamentos muito variados nos anos anteriores.

O nitrogênio (sulfato de amônio) só aumentou a produção nas experiências de Tietê, onde obteve respostas médias de +180 e +104 kg/ha (+14 e +15%), sendo que apenas a última alcançou significância estatística. Aliás, conforme se tem repetido em trabalhos anteriores (1, 2, 3, 4), a aplicação do elemento em aprêço deve ser feita cedo. E, nas presentes experiências, a segunda metade das doses foi aplicada cinco a sete semanas depois da emergência das plantas.

O potássio (sulfato de potássio) deprimiu ligeiramente a produção nas experiências de Tatuí e, em média das duas doses usadas, aumentou-a de 70 e 159 kg/ha (5 e 24%) nas de Tietê. Somente o último aumento, obtido na fazenda Vista Redonda, alcançou significância.

A adição da mistura *m* (enxôfre + micronutrientes) a uma adubação com NPK nas formas de Nitrocálcio, superfosfato triplo e cloreto de potássio, não aumentou significativamente a produção em qualquer das experiências. Embora sem significância estatística, essa mistura deprimiu a produção em 278 kg/ha ou 17% na Estação Experimental de Tietê; nas demais localidades, seu efeito, positivo ou negativo, não teve importância prática.

Conquanto usada na presença de NPK + *m*, a calagem também não aumentou significativamente a produção em qualquer das experiências. Na Estação Experimental de Tietê, onde o solo tinha pH de 5,60, o efeito do calcário correspondeu a +217 kg/ha (+16%), ao passo que nas outras localidades, com pH entre 5,00 e 5,50, foi praticamente nulo.

É interessante registrar que na Estação Experimental de Tietê, onde a mistura *m* deprimiu a produção em 278 kg/ha, é

que a calagem provocou um aumento de 217 kg/ha, servindo apenas para compensar, em parte, o efeito negativo de *m*. Nessa experiência, a produção obtida com NPK + *m* + calcário (1.555 kg/ha) foi até ligeiramente inferior à proporcionada pela adubação NPK sòzinha (1.616 kg/ha).

MINERAL FERTILIZERS FOR DRY BEANS

IV — EFFECTS OF N, P, K, LIMING AND A MIXTURE CONTAINING SULFUR AND MICRO-NUTRIENTS, IN TIETÊ AND TATUÍ

SUMMARY

Four experiments were conducted in the Tietê and Tatuí counties, State of São Paulo, to study the effect of several fertilizers on the yield of dry beans.

Phosphorus showed no effect in two areas repeatedly fertilized with NPK, but increased considerably the yields either in a poor virgin soil or in a soil moderately fertilized in the previous crop. Nitrogen induced increases in two localities and potassium in one. The addition of sulfur and micro-nutrients (Zn, Cu, B and Mo) depressed the yield in one trial and showed no effect in the others. Although the soils were acid (pH 5.0 to 5.6), the response to liming was appreciable only in one locality.

LITERATURA CITADA

1. MIYASAKA, S., FREIRE, E. S., ALVES, SEBASTIÃO & ROCHA, TÚLIO 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. ———, ———, IGUE, TOSHIO & CAMPANA, M. Adubação mineral do feijoeiro. II — Efeitos de N, P, K, da calagem e de uma mistura de enxôfre e micronutrientes, em terra-roxa-misturada. *Bragantia* 25:[145]-160. 1966.
3. ———, ——— & MASCARENHAS, H. A. A. Modo e época de aplicação de nitrogênio na cultura do feijoeiro. *Bragantia* 22:[511]-519. 1963. ..
4. ———, IGUE, KOZEN & FREIRE, E. S. Adubação do feijoeiro em solos derivados do arenito Bauru. *Bragantia* 24:[231]-245. 1965.
5. Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas, Comissão de Solos. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1960. 634p. (Boletim n.º 12)