

# BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo

Vol. 25

Campinas, dezembro de 1966

N.º 35

## ADUBAÇÃO MINERAL DO FEIJOEIRO

### VII — EFEITOS DE N, P, K, S, DA CALAGEM E DE UMA MISTURA DE MICRONUTRIENTES, NO SUL DO PLANALTO PAULISTA (1)

SHIRO MIYASAKA, *engenheiro-agrônomo, Seção de Leguminosas*, E. S. FREIRE, *engenheiro-agrônomo* (2), H. A. A. MASCARENHAS, *engenheiro-agrônomo, Seção de Leguminosas*, e MILTON ALCOVER, *engenheiro-agrônomo, Estação Experimental de Capão Bonito, Instituto Agrônomo*

#### SINOPSE

No sul do Planalto Paulista foram conduzidas, em 1962-63, cinco experiências de adubação do feijoeiro em terra-roxa-misturada com argilito do Glacial. Das quatro experiências em que se estudaram seus efeitos, o fósforo aumentou significativamente a produção em três; o nitrogênio, em uma; o potássio, o enxôfre e uma mistura de micronutrientes (Zn, Cu, B e Mo), em nenhuma. Testada em duas localidades, a calagem só proporcionou aumento significativo naquela cujo solo tinha pH de 4,65.

#### 1 — INTRODUÇÃO

Dentro do programa de experimentação visando determinar a adubação mineral mais adequada ao feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) no Estado de São Paulo, cujos primeiros resultados foram divulgados em artigos anteriores (1, 2, 3, 4, 5, 6), na safra “das águas” de 1962-63 conduziram-se cinco experiências em três municípios do sul do Planalto Paulista, as quais serão relatadas no presente trabalho.

#### 2 — MATERIAIS E MÉTODOS

Nas cinco experiências, que foram instaladas nos municípios de Capão Bonito, Itapeva e Itararé, e tomaram os números 67-I,

(1) Recebido para publicação em 20 de junho de 1966.

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

67-II, 69, 79-I e 79-II, usou-se um esquema fatorial  $3^3$  para N, P e K, em blocos de nove unidades com confundimento da interação  $N \times P \times K$  e sem repetições, ao qual foram adicionados tratamentos extras em blocos ao acaso, com três repetições.

Na parte fatorial, estudaram-se 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.

Os tratamentos extras das experiências n.ºs 69, 79-I e 79-II foram: a) sem adubo (adiante 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  $NP_tK$ ); c) adubação igual à de b e mais 100 kg/ha de gesso (tratamento  $NP_tK + s$ ); 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  $NP_tK + s + m$ ).

À parte extra das experiências 67-I e 67-II acrescentaram-se dois tratamentos: e) 60-120-90 kg/ha de  $N-P_2O_5-K_2O$ , nas formas de Nitrocálcio, superfosfato simples e cloreto de potássio (tratamento  $NP_sK$ ), e f) 4 t/ha de calcário com 40,35% de CaO e 5,85% de MgO, e adubação igual à de e (tratamento  $NP_sK + c$ ).

O calcário foi aplicado a lanço e misturado à camada superficial do solo, com enxada, pouco antes do plantio do feijoeiro; o fósforo, o potássio, o gesso e a mistura *m*, em sulcos situados 5 cm ao lado dos destinados às sementes; o nitrogênio, em cobertura: metade das doses, uma semana após a emergência das plantas, e a outra metade, uma semana mais tarde.

Os canteiros tiveram sete fileiras de 5 m de comprimento, com o espaçamento de 40 cm, aproveitando-se somente as três fileiras centrais, correspondentes a 6 m<sup>2</sup>. Por metro linear de fileira, empregaram-se 15 a 20 sementes inoculadas da variedade Creme.

As experiências foram conduzidas na safra “das águas” de 1962-63, tendo-se semeado nos primeiros dias de outubro e colhido nos últimos de dezembro ou primeiros dias de janeiro. Em todos os casos, foram instaladas em “terra-roxa-misturada com argilito do Glacial”. No quadro 1 figuram os resultados analíticos de amostras tiradas nas áreas utilizadas.

Detalhes sobre a execução das experiências serão mencionados a seguir, ao serem apresentados os resultados obtidos em cada uma. Convém esclarecer, desde já, que, tendo sido as experiências 79-I e 79-II prejudicadas em alguns canteiros, por fatores independentes das adubações, eliminou-se a parte fatorial da primeira e a parte extra da segunda.

QUADRO 1. — Análises de amostras compostas dos solos utilizados para as experiências de adubação do feijoeiro conduzidas em 1962-63 no sul do Planalto Paulista (1)

Características determinadas	Exp. 67-I Itapeva	Exp. 67-II Itapeva	Exp. 69 Itararé	Exp. 79-I Capão Bonito	Exp. 79-II Capão Bonito
pH int. ....	5,05	4,65	5,30	5,50	4,80
N total, % .....	0,14	0,14	0,18	0,13	0,12
PO <sub>4</sub> <sup>---</sup> , e.mg (2) ..	0,42	0,14	0,13	0,30	0,28
K <sup>+</sup> , e.mg (2) .....	0,23	0,42	0,52	0,25	0,18
Ca <sup>++</sup> , e.mg (2) ....	1,80	4,40	4,50	5,30	1,80

(1) Análises efetuadas na Seção de Química Mineral.

(2) Extraído com solução de ácido oxálico + oxalato de potássio.

(3) Elementos trocáveis.

### 3 — EXECUÇÃO E RESULTADOS (3)

Nos quadros 2 e 3 encontram-se os resultados das produções obtidas nos fatoriais e nos tratamentos extras, respectivamente.

#### 3.1 — EXPERIÊNCIA 67-I, EM ITAPEVA

Foi conduzida na fazenda São Paulo, município de Itapeva, numa área que, no ano agrícola anterior, havia tido cultura de soja adubada com PK.

Os "stands" foram bons, mas a produção sofreu forte queda, em consequência de grande excesso de chuva em outubro e dezembro, e de seca em novembro, durante a maior parte do período de floração-frutificação.

Na análise estatística do fatorial, o coeficiente de variação atingiu 34%, e só alcançaram significância, ao nível de 5%, os efeitos N e N<sub>L</sub>. A resposta à dose 1 de nitrogênio foi praticamente nula, ao passo que a da dose 2 se elevou a +124 kg/ha (+43%). O efeito do fósforo foi muito pequeno (+8%, em média), e o do potássio, de +77 kg/ha (+27%), com a dose 1, e +47 kg/ha (+16%), com a dose 2.

(3) Os autores agradecem a colaboração, na execução das experiências, do Sr. José Augusto de Camargo, proprietário da fazenda São Paulo, Itapeva, e do Eng.º Agr.º Clóvis Alencar, Delegado Regional Agrícola em Itararé.

QUADRO 2. — Produções de sementes de feijão, em quilogramas por hectare, obtidas nas experiências fatoriais de adubação conduzidas em quatro localidades do sul do Planalto Paulista, nas quais foram usados os níveis 0, 30, 60 kg/ha de N (sulfato de amônio), 0, 60, 120 kg/ha de  $P_2O_5$  (superfosfato simples) e 0, 45, 90 kg/ha de  $K_2O$  (sulfato de potássio)

Níveis de N, P e K	Exp. 67-I Itapeva	Exp. 67-II Itapeva	Exp. 69 Itararé	Exp. 79-II Cap. Bonito
000	200	266	1.000	300
001	183	208	816	583
002	416	208	700	583
010	383	292	1.116	583
011	275	375	1.033	1.533
012	250	441	1.333	167
020	308	483	1.533	750
021	266	433	1.283	1.799
022	308	208	1.483	1.450
100	208	233	783	1.166
101	242	125	750	400
102	208	117	750	133
110	308	316	1.417	733
111	441	366	1.250	1.083
112	283	266	1.083	1.500
120	258	42	1.333	1.616
121	425	242	1.450	1.699
122	225	424	1.500	966
200	458	117	666	67
201	375	133	866	566
202	516	92	750	833
210	242	300	1.333	1.433
211	608	333	1.416	583
212	292	333	1.316	750
220	225	250	1.483	1.833
221	475	250	1.366	1.250
222	516	450	1.000	1.333
MÉDIAS				
$N_0$	288	324	1.144	861
$N_1$	289	237	1.146	1.033
$N_2$	412	251	1.133	961
$P_0$	312	166	787	515
$P_1$	343	336	1.255	929
$P_2$	334	309	1.381	1.411
$K_0$	288	255	1.187	942
$K_1$	365	274	1.137	1.055
$K_2$	335	282	1.102	857

As interações lineares duplas não alcançaram o nível de significância.

Na parte extra, o coeficiente de variação se elevou a 38% e não houve diferenças significativas entre os tratamentos. Efetivamente, as respostas às adições de  $s$ ,  $m$  e  $c$  foram muito pequenas, e, em relação ao tratamento 0, o tratamento  $NP_sK$ , que proporcionou a maior produção, provocou um aumento de tão somente 77 kg/ha ou 24%.

### 3.2 — EXPERIÊNCIA 67-II, EM ITAPEVA

Esta experiência também foi instalada na fazenda São Paulo, numa área cuja cultura anterior, trigo, havia recebido NPK.

Conquanto os "stands" fôsse satisfatórios, a produção foi prejudicada pelas condições meteorológicas referidas na descrição da experiência 67-I e pela elevada acidez do solo utilizado (pH de 4,65).

Na análise do fatorial, o coeficiente de variação correspondeu a 27%. As respostas ao nitrogênio e ao potássio não alcançaram significância, sendo que a do nitrogênio foi negativa e a do potássio, embora positiva, foi muito pequena. Entretanto, os efeitos  $P$ ,  $P_L$  e  $P_Q$  foram significativos ao nível de 1%, tendo as doses 1 e 2 proporcionado aumentos de, respectivamente, 170 e 143 kg/ha. Em números relativos, êsses aumentos se elevaram a 102 e 86%, o que atesta a grande deficiência de fósforo na área em estudo.

A interação  $P_L \times K_L$ , significativa ao nível de 5%, mostrou que as respostas a  $P_1$  e  $P_2$  se elevaram de, respectivamente, +98 e +53 kg/ha, na ausência do potássio, a +203 e +153 kg/ha, na presença de  $K_1$ , e a +208 e +222 kg/ha, na presença de  $K_2$ . Por sua vez, os efeitos de  $K_1$  e  $K_2$ , que foram negativos na ausência do fósforo, passaram a +55 e +44 kg/ha, na presença de  $P_1$ , e a +50 e +103 kg/ha, na presença de  $P_2$ .

Na parte extra, o coeficiente de variação foi um pouco mais elevado (29%), mas houve diferenças altamente significativas entre os tratamentos, o que se deve unicamente ao grande efeito do calcário na presença de  $NP_sK$  (+ 292 kg/ha). Em relação ao tratamento 0, enquanto os efeitos de  $NP_tK$  e  $NP_sK$  corresponderam, respectivamente, a +161 e -36 kg/ha, e não alcançaram significância pelo teste de Tukey, o de  $NP_sK + c$  atingiu +256 kg/ha (+188%) e foi significativo. As adições de enxôfre a  $NP_tK$  e de micronutrientes a  $NP_tK + s$  tiveram efeitos ligeiramente depressivos.

### 3.3 — EXPERIÊNCIA 69, EM ITARARÉ

Instalada na fazenda São José, numa área que servia de pastagem.

QUADRO 3. — Produções de sementes de feijão, em quilogramas por hectare, obtidas nos tratamentos extras das experiências de adubação conduzidas no sul do Planalto Paulista

Tratamentos (1)	Exp. 67-I Itapeva	Exp. 67-II Itapeva	Exp. 69 Itararé	Exp. 79-I Cap. Bonito
0 .....	317	136	917	928
$NP_tK$ .....	364	297	1.400	1.139
$NP_tK + s$ .....	367	272	1.422	1.400
$NP_tK + s + m$ .....	388	225	1.183	911
$NP_sK$ .....	394	100	—	—
$NP_sK + c$ .....	353	392	—	—

(1) 0 = sem adubo;  $NP_tK$  e  $NP_sK$  = 60-120-90 kg/ha de N- $P_2O_5$ - $K_2O$ , nas formas de Nitrocálcio, superfosfato triplo ( $P_t$ ) ou superfosfato simples ( $P_s$ ) e cloreto de potássio;  $s$  = 100 kg/ha de gesso;  $m$  = mistura de micronutrientes (Zn, Cu, B e Mo);  $c$  = 4 t/ha de calcário.

Os “stands” foram bons, e as produções, relativamente elevadas.

O coeficiente de variação, no fatorial, correspondeu a 14,6%. O efeito do nitrogênio foi praticamente nulo, e o do potássio, ligeiramente depressivo. O do fósforo, porém, atingiu +468 kg/ha (+59%), com a dose 1, e +594 kg/ha (+75%), com a dose 2, sendo significativos, ao nível de 1%, os efeitos P e  $P_L$ , e ao de 5%, o  $P_Q$ . As interações lineares duplas não alcançaram significância.

Na parte extra, o coeficiente de variação baixou a 7% e houve diferenças altamente significativas entre os tratamentos. De acordo com o teste de Tukey, o efeito de  $NP_tK$ , que atingiu +483 kg/ha (+53%), foi altamente significativo. A adição de enxofre a essa adubação não modificou a produção, e a da mistura  $m$  a  $NP_tK + s$  teve efeito fortemente depressivo que quase alcançou o nível de significância a 5%. Conforme esclarecido no capítulo 2, nesta experiência bem como nas duas seguintes não houve tratamentos com  $NP_sK$  e  $NP_sK + c$ .

#### 3.4 — EXPERIÊNCIA 79-I, EM CAPÃO BONITO

Foi conduzida na Estação Experimental de Capão Bonito. A área utilizada, que se achava abandonada à vegetação espontânea, no ano agrícola anterior ao da experiência recebeu calcário e foi plantada com *Dolichos lablab* L., para adubação verde.

A parte fatorial foi eliminada (v. capítulo 2). Na parte extra, as produções foram boas, e o coeficiente de variação corres-

pondeu a 19%, não havendo diferenças significativas entre os tratamentos.

O efeito de  $NP_tK$  foi de +211 kg/ha, e a adição de enxôfre a essa adubação ainda provocou um aumento de 261 kg/ha, de sorte que a resposta a  $NP_tK + s$  alcançou +472 kg/ha (+51%). Todavia, a adição da mistura  $m$  a  $NP_tK + s$  fez baixar a produção ao nível da observada no tratamento sem adubo.

### 3.5 — EXPERIÊNCIA 79-II, EM CAPÃO BONITO

Esta foi instalada ao lado da experiência 79-I, mas numa área que permaneceu inculta no ano anterior. Talvez devido à associação de, pelo menos, três fatores adversos (solo com pH de 4,8, muito deficiente em fósforo assimilável, e chuvas excessivas em outubro e dezembro), as produções foram irregulares, e no fatorial o coeficiente de variação atingiu 42%. Mesmo assim, convém aproveitar esta parte da experiência, pois são escassos os dados sobre a adubação do feijoeiro na região.

Apesar das irregularidades observadas, as produções dos tratamentos que receberam a maior dose de fósforo foram muito boas e o efeito desse elemento foi altamente significativo e linear, tendo as respostas às doses 1 e 2 se elevado a, respectivamente, +414 e +896 kg/ha ou +80 e +174%. Os efeitos do nitrogênio e do potássio não alcançaram significância estatística; deve-se registrar, contudo, que suas doses 1 proporcionaram aumentos de, respectivamente, 172 e 113 kg/ha.

As interações lineares duplas não foram significativas. Notou-se, porém, que o fósforo e o nitrogênio se beneficiaram mutuamente. O efeito médio do fósforo correspondeu a +114%, na ausência do nitrogênio, e elevou-se a +133%, na presença desse elemento. Por sua vez, o efeito médio do nitrogênio, que foi de tão somente +8%, na ausência, passou a +17%, na presença do fósforo.

A parte extra desta experiência foi eliminada (v. capítulo 2).

## 4 — CONCLUSÕES

a) Nas quatro experiências em que foram estudados, num esquema fatorial, os efeitos dos três elementos essenciais, o fósforo aumentou significativamente a produção em três delas, o nitrogênio, em uma, e o potássio, em nenhuma.

b) A adição de enxôfre (gesso) a uma adubação NPK praticamente isenta desse elemento, testada em quatro experiências, não proporcionou aumentos significativos. O mesmo aconteceu,

nessas experiências, com a adição de uma mistura de micronutrientes (Zn, Cu, B e Mo) à adubação NPK + S.

c) A calagem, testada em duas localidades, só aumentou significativamente a produção em uma cujo solo tinha pH de 4,65.

#### MINERAL FERTILIZERS FOR DRY BEANS

### VII — EFFECTS OF N, P, K, S, LIMING AND A MIXTURE OF MICRONUTRIENTS IN THE SOUTHERN SECTION OF THE SÃO PAULO PLATEAU

#### SUMMARY

Five fertilizer experiments with dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) were conducted in the southern section of the São Paulo plateau. In the four experiments in which their effects were tested, phosphorus increased significantly the yields in three localities; nitrogen, in one; potassium, sulfur and a mixture of micro-nutrients (Zn, Cu, B and Mo), in none. Liming, whose effects was studied in two localities, increased significantly the yield only in one of them, where the soil pH was 4.65.

#### LITERATURA CITADA

1. MIYASAKA, S., FREIRE, E. S., ALVES, S. & 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. ———, ———, 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. ———, ——— & ———. Adubação mineral do feijoeiro. IV — Efeitos de N, P, K, da calagem e de uma mistura de enxôfre e micronutrientes, em Tietê e Tatuí. *Bragantia* 25:[297]-305. 1966.
4. ———, ———, ——— (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.
5. ———, IGUE, KOZEN & FREIRE, E. S. Adubação do feijoeiro em solos derivados do arenito Bauru. *Bragantia* 24:[231]-245. 1965.
6. ———, 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.