

EFEITO DE N, P e CALAGEM SOBRE A CULTURA DE FEIJÃO¹

GILBERTO GASTIM PESSANHA² e ALBERTO DE FIGUEIREDO PENTEADO³

RESUMO - Experimento com feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), conduzido no campo, em solo podzólico Vermelho-Amarelo, série Itaguaí. Usou-se um fatorial 5³, com cinco doses diferentes de nitrogênio, fósforo e calagem combinados entre si. Os resultados de produção foram analisados estatisticamente. Verificaram-se efeitos significativos linear e quadrático para o fósforo e linear para a calagem na produção de grãos. A equação de produção obtida foi $\hat{Y} = 1.020,520 + 2,595 X_2 - 0,005 X_2^2 + 91,322 X_3$, em função dos nutrientes significativos. A dose de fósforo que maximizou a produção de feijão foi de 259,5 kg/ha de P₂O₅, dando uma produção de 1.357,220 kg/ha de feijão. Os aumentos verificados na produção do feijoeiro graças aos efeitos significativos dos nutrientes fósforo e calagem mostraram ser bastante econômicos para os agricultores. A dose ótima econômica encontrada (de 156,800 kg/ha de P₂O₅), que otimizou a produção, apresentou lucros de Cr\$ 8.337,57 e Cr\$ 2.458,53 por hectare, na presença (4 t/ha) e na ausência de calcário dolomítico usado, respectivamente.

Termos para indexação: otimização, lucros, podzólico Vermelho-Amarelo.

EFFECTS OF N, P AND LIMING ON FIELD OF BEANS

ABSTRACT - A field experiment with bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in a podzolic red-yellow soil, Itaguaí series. A 5³ factorial was used with five different doses of nitrogen, phosphorus and liming combined. This experiment had its results analysed statistically. Linear and quadratic significant effects for the phosphorus and linear for the liming in the production of bean grains were determined. The obtained equation of production of bean was $\hat{Y} = 1,020,520 + 2,595 X_2 - 0,005 X_2^2 + 91,322 X_3$ in function of the significative nutrients. The dose of phosphorus that maximized the production of beans was 259,5 kg/ha of P₂O₅, giving a production of 1,357.220 kg/ha of bean. The increases verified in the production of bean plant because of the significative effects of the nutrient phosphorus and lime showed to be very economic for the agriculturists. The optimum economic dose calculated (156,800 kg/ha of P₂O₅), which optimized the production of bean, presented profits of Cr\$ 8,337.57 and Cr\$ 2,458.53 by hectare in the presence (4 ton/ha) and in the absence of dolomitic calcareous used, respectively.

Index terms: optimization profits, red yellow podzolic.

INTRODUÇÃO

A planta de feijão é capaz de produzir cerca de 2.000 a 3.000 kg/ha. Nas condições brasileiras, porém, várias são as causas que impedem que tal fato aconteça; dentre elas, encontramos como fator preponderante o uso inadequado, e, em determinadas regiões, até mesmo a falta de adubação na cultura de feijão (Vieira 1967).

Miyasaka et al. (1966a, b, c, d, e; 1967), em vários experimentos lançados em São Paulo, em diferentes tipos de solos e regiões, sobre adubação de feijão com NPK, calagem, enxofre e uma mistura de micronutrientes, obtiveram respostas, em quase todos, a adubação fosfatada; em alguns, a aduba-

ção nitrogenada e calagem; e em poucos ou quase nenhum, a adubação potássica, enxofre e mistura de micronutrientes. Goepfert (1970), trabalhando em experimento de adubação de feijão, em solos do Rio Grande do Sul, verificou aumentos na produção de feijão em relação ao nitrogênio, ao fósforo e a calagem.

Eira et al. (1973), estudando o efeito do nitrogênio e do fósforo no feijoeiro no Estado do Rio de Janeiro, encontraram um efeito altamente significativo na ação do fósforo, em que a produção máxima de feijão de 1.033 kg/ha, foi encontrada com o uso de 117 kg/ha de P₂O₅, não tendo sido constatada a ação significativa da adubação nitrogenada. Almeida et al. (1973) constataram efeitos significativos do calcário, fósforo e nitrogênio mineral em solo podzólico Vermelho-Amarelo, série Itaguaí, na cultura de feijão, no Estado do Rio de Janeiro. Pessanha et al. (1974) verificaram um ótimo econômico com o uso de 720 e 592 kg/ha da fórmula de adubação sem e com micronutrientes,

¹ Aceito para publicação em 25 de junho de 1981.

² Prof. Adjunto, M.S., D.Sc. - Dept^o de Fitotecnia - Instituto de Agronomia - UFRRJ, CEP 23460 - Seropédica, RJ.

³ Prof. Adjunto - Dept^o de Matemática - Instituto de Ciências Exatas - UFRRJ.

obtendo produções de 1.555 e 1.461 kg/ha de feijão, em solo do Estado do Rio de Janeiro, respectivamente.

Supondo-se ausência de respostas aos adubos estudados em alguns experimentos, e mesmo resultados controversos em ensaios efetuados numa mesma localidade, objetivou-se, neste trabalho, o estudo dos nutrientes importantes na cultura de feijão, todos eles com cinco doses, de modo a poder-se detectar com maior eficiência o máximo de produção e o ótimo econômico desta cultura em solo podzólico Vermelho-Amarelo, série Itaguaí, no Estado do Rio de Janeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no Campo Experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, no km 47 da antiga estrada Rio-São Paulo, em solo podzólico Vermelho-Amarelo, série Itaguaí, com uma declividade de 5 a 8%. A análise química do solo revelou os seguintes resultados: 11 ppm de P_2O_5 ; 100 ppm de K_2O ; 4,2 mE/100 cc de Ca + Mg; 0,1 mE/100 cc de Al e pH igual a 5,7. O número de tratamentos estudados foi de 125, resultantes das combinações de três nutrientes minerais (N, P_2O_5 e Calagem), em cinco diferentes doses cada um. Em todo o experimento foi usada uma dose única de 133 kg/ha de cloreto de potássio com 60% de K_2O . Os adubos usados e as respectivas doses encontram-se na Tabela 1.

Os adubos, com exceção do nitrogenado, foram distribuídos e incorporados ao solo, diretamente nos sulcos de plantio, antes da semeadura do ensaio, procurando-se evitar o contato direto dos mesmos com as sementes. O plantio foi realizado com a cultivar Preto 143, semeado no espaçamento de 0,40 x 0,20 m, com três sementes/cova, para posterior desbaste para duas plantas. O adubo nitrogenado foi aplicado em cobertura no solo, dividido em duas dosagens: a primeira, 10 dias, e a segunda, 20 dias após a emergência das plantas.

Adotou-se o ensaio fatorial 5^3 no delineamento de blocos ao acaso, com duas repetições. A parcela experi-

mental era constituída de quatro fileiras de feijão com 5 m de comprimento cada uma, tendo uma área bruta de 8 m² e uma área útil de 3,68 m². Durante a colheita, foram eliminados os 20 cm de cada extremidade das fileiras centrais da parcela.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 são apresentadas as médias dos tratamentos, e na Tabela 3, a análise de variância das produções de grãos obtidas. Verificaram-se efeitos significativos linear e quadrático para o fósforo ($P < 0,01$) e somente linear para a calagem ($P < 0,05$).

Em trabalhos realizados com milho, Eira et al. (1968), e em feijão (Almeida et al. 1973), neste mesmo solo, obtiveram respostas semelhantes no que diz respeito ao fósforo e ao cálcio. De um modo geral, a resposta ao fósforo pelo feijoeiro é um fato comprovado quase em todos os ensaios de adubação mineral conduzidos em solos brasileiros, conforme conclusões obtidas por Andrade & Coimbra (1953), Miyasaka et al. (1966a, b, c, d, e; 1967), Raposo (1958), Eira et al. (1973 e 1968). Com relação ao cálcio, os resultados mostraram-se semelhantes aos encontrados por alguns autores, como Mascarenhas et al. (1969) e Goepfert (1970), em experimentos de adubação mineral do feijoeiro.

Levando-se em consideração os efeitos constatados como significativos, foi efetuada a análise econômica dos dados de produção do feijoeiro. A equação de produção de feijão encontrada para representar os dados obtidos experimentalmente foi a seguinte $\hat{Y} = 1.020,520 + 2,595 X_2 - 0,005 X_2^2 + 91,322 X_3$. Pelo efeito da calagem, verifica-se que para cada acréscimo de 1 t. de calcário dolomítico ao solo corresponde um aumento de 91,322 kg/ha de feijão. Considerando-se os preços

TABELA 1. Adubos e doses em kg/ha usados no experimento.

Adubos	Doses (kg/ha)				
	0	1	2	3	4
Sulfato de amônio (20% N)	0	200	400	600	800
Superfosfato triplo (46% P_2O_5)	0	178	356	534	712
Calcário dolomítico (45% CaO + 15% MgO)	0	1.000	2.000	3.000	4.000

TABELA 2. Médias de produção, em kg/ha, dos tratamentos estudados.

N	Doses P ₂ O ₅	Calcário	Produção (kg/ha)	N	Doses P ₂ O ₅	Calcário	Produção (kg/ha)	N	Doses P ₂ O ₅	Calcário	Produção (kg/ha)
0	0	0	836	1	3	2	1.169	3	1	4	1.324
0	0	1	344	1	3	3	986	3	2	0	766
0	0	2	908	1	3	4	838	3	2	1	983
0	0	3	611	1	4	0	447	3	2	2	788
0	0	4	1.249	1	4	1	1.172	3	2	3	816
0	1	0	1.049	1	4	2	1.007	3	2	4	1.000
0	1	1	1.160	1	4	3	1.172	3	3	0	476
0	1	2	892	1	4	4	525	3	3	1	1.018
0	1	3	993	2	0	0	836	3	3	2	788
0	1	4	675	2	0	1	827	3	3	3	1.174
0	2	0	1.164	2	0	2	974	3	3	4	1.378
0	2	1	1.244	2	0	3	572	3	4	0	1.214
0	2	2	921	2	0	4	801	3	4	1	1.284
0	2	3	1.389	2	1	0	633	3	4	2	1.339
0	2	4	827	2	1	1	1.164	3	4	3	836
0	3	0	1.247	2	1	2	464	3	4	4	1.004
0	3	1	1.506	2	1	3	899	4	0	0	399
0	3	2	1.044	2	1	4	949	4	0	1	594
0	3	3	1.229	2	2	0	1.342	4	0	2	546
0	3	4	866	2	2	1	1.032	4	0	3	857
0	4	0	611	2	2	2	1.175	4	0	4	705
0	4	1	1.073	2	2	3	703	4	1	0	641
0	4	2	1.164	2	2	4	1.382	4	1	1	1.197
0	4	3	958	2	3	0	882	4	1	2	1.081
0	4	4	1.219	2	3	1	1.082	4	1	3	613
1	0	0	188	2	3	2	1.215	4	1	4	1.202
1	0	1	1.063	2	3	3	842	4	2	0	1.281
1	0	2	1.108	2	3	4	1.182	4	2	1	849
1	0	3	827	2	4	0	993	4	2	2	1.026
1	0	4	754	2	4	1	1.230	4	2	3	827
1	1	0	454	2	4	2	1.038	2	2	4	1.041
1	1	1	1.032	2	4	3	916	4	3	0	1.394
1	1	2	910	2	4	4	966	4	3	1	1.059
1	1	3	1.561	3	0	0	508	4	3	2	1.386
1	1	4	1.246	3	0	1	717	4	3	3	797
1	2	0	888	3	0	2	582	4	3	4	1.457
1	2	1	349	3	0	3	805	4	4	0	779
1	2	2	650	3	0	4	775	4	4	1	1.134
1	2	3	928	3	1	0	299	4	4	2	1.195
1	2	4	1.308	3	1	1	907	4	4	3	982
1	3	0	1.083	3	1	2	1.125	4	4	4	1.075
1	3	1	446	3	1	3	1.438				

TABELA 3. Estimativas da variância das combinações de tratamentos em feijão.

Fontes de variação	G.L.	Q.M.
Repetições	1	5223531**
Tratamentos	124	162489*
Nitrogênio	4	102653
Linear	1	6466
Quadrático	1	143515
Restante	2	130316
Fósforo	4	797232**
Linear	1	2184605**
Quadrático	1	863671**
Restante	2	70327
Calcário	4	322097*
Linear	1	781152*
Quadrático	1	138913
Restante	2	184161
N x P	16	123878
Linear x Linear	1	297597
Restante	15	112297
N x Calcário	16	141788
Linear x Linear	1	35426
Restante	15	148878
P x Calcário	16	158189
Linear x Linear	1	315524
Restante	15	147700
Restante	64	132477
Resíduo	123	123423
C.V. (%)		33,9

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

**Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

atuais (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais 1979) da tonelada de calcário (Cr\$ 356,70) e do quilo do feijão no atacado (Cr\$ 20,00), conclui-se que a adubação com calcário dolomítico, nas condições em que foi realizado o experimento, ocasionou um lucro de Cr\$ 1.469,76/ha.

Com relação à adubação fosfatada, através da primeira derivada da equação de produção obtida, que representa as respostas significativas dos adubos estudados, verificou-se que a maximização da produção foi obtida quando se usou uma dose de 259,5 kg/ha de P_2O_5 , dando uma produção de 1.357,220 kg/ha de feijão. Ainda, pela mesma equação, observou-se que a não-incorporação de P_2O_5 e calcário dolomítico ao solo deu um rendimento esperado de 1.020,520 kg/ha de feijão,

onde se conclui que o acréscimo da produção proveniente da incorporação, ao solo, de 259,5 kg/ha de P_2O_5 , foi de 337,700 kg/ha de feijão. Tendo em vista os preços de quilo de feijão e do adubo P_2O_5 (Cr\$ 20,54), verificou-se um lucro, para o agricultor, de Cr\$ 2.458,53/ha.

As respostas ao calcário, linearmente significativas, encontradas para a produção de feijão, mostraram que o lucro máximo para o agricultor será obtido com a dose máxima de calcário dolomítico utilizada (4 t/ha). Desse modo, os lucros obtidos com a utilização da dose de 259,5 kg/ha de P_2O_5 , que maximiza a produção de feijão na presença (4 t/ha) e na ausência do calcário dolomítico, foram de Cr\$ 7.281,92 e de Cr\$ 1.402,96/ha, respectivamente.

Como se sabe, a função do lucro obtida na produção é dada pela fórmula, $\pi = p\hat{Y} - r_2X_2$, onde π é o lucro obtido; $p\hat{Y}$ é a renda bruta (preço do feijão x produção esperada de feijão) e r_2X_2 é o custo dos insumos (preço x quantidade de P_2O_5 usada). Os cálculos efetuados dessa função mostraram através da primeira derivada, que a dose de 156,800 kg/ha de P_2O_5 é aquela que otimiza os lucros obtidos na produção de feijão. Assim é que os lucros ótimos econômicos para o agricultor com o feijoeiro, na presença (4 t/ha) e na ausência de calcário dolomítico, foram de Cr\$ 8.337,57 e de Cr\$ 2.458,53/ha, respectivamente.

CONCLUSÕES

1. No estudo de todas as combinações de tratamentos do fatorial 5^3 , verificaram-se efeitos significativos linear e quadrático para o fósforo e linear para a calagem.

2. A dose de 259,5 kg/ha de P_2O_5 foi a responsável pela produção máxima de feijão, 1.357,220 kg/ha, na presença e na ausência do calcário dolomítico, apresentando lucros de Cr\$ 7.281,92 e Cr\$ 1.402,96/ha, respectivamente.

3. O ótimo econômico de produção do feijoeiro foi obtido com a dose de 156,800 kg/ha de P_2O_5 , na presença e na ausência do calcário dolomítico, dando lucros ao agricultor de Cr\$ 8.337,57 e Cr\$ 2.458,53/ha, respectivamente.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, D.L. de; PESSANHA, G.G. & PENTEADO, A. de F. Efeito da calagem e da adubação fosfatada e nitrogenada na nodulação e produção do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). *Pesq. agropec. bras.*, 8:127-30, 1973.
- ANDRADE, M.E. & COIMBRA, R.O. Experimento de adubação em feijão NPK. In: REUNIÃO DE TÉCNICOS, 10, Belo Horizonte, Minas Gerais, 1953. 11p.
- EIRA, P.A. da; PESSANHA, G.G.; BRITTO, D.P.P. de S. & CARBAJAL, A.R. Comparação de esquemas experimentais em experimentos de adubação mineral de nitrogênio e fósforo na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Pesq. agropec. bras.*, 8: 121-5, 1973.
- EIRA, P.A. da; RUSCHEL, A.P. & MACEDO, P.T. Verificação das produções máxima e econômica em milho correlacionadas com adubação de nitrogênio e fósforo. In: REUNIÃO BRASILEIRA MILHO, 7, Viçosa, Minas Gerais, 1968.
- EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS, Belo Horizonte, MG. Manual para o controle de pragas. 1972. 172p. (Informe Agropecuário, 58).
- GOEPFERT, C.F. Experimento com nitrogênio e fósforo em cinco cultivares de feijoeiro. *REUN. LAT. AMER. RHIZOBIUM*, 5, Rio de Janeiro, 1970. 7p. Mimeografado.
- MASCARENHAS, H.A.A.; ALMEIDA, L. D'A.; MIYASAKA, S.; FREIRE, E.S.; CIONE, J.; HIROCE, R. & NERY, J.P. Adubação mineral do feijoeiro. XII. Efeitos da calagem, do nitrogênio e do fósforo em solo latossolo vermelho amarelo do Vale da Ribeira. *Bragantia*, Campinas, 28(7):71-83, 1969.
- MIYASAKA, S.; FREIRE, E.S.; IGUE, T. & CAMPANA, M. Adubação mineral do feijoeiro. II. Efeitos de N, P, K, da calagem e de uma mistura de enxofre e micronutrientes, em terra roxa misturada. *Bragantia*, Campinas, 25(13):145-59, 1966a.
- MIYASAKA, S.; FREIRE, E.S.; IGUE, T.; SCHMIDT, N.C. & LEITE, N. Adubação mineral do feijoeiro. V. Efeitos de N, P, K, da calagem e de uma mistura de enxofre e micronutrientes, em dois solos do Vale do Paraíba. *Bragantia*, Campinas, 25(28):307-416, 1966b.
- MIYASAKA, S.; FREIRE, E.S.; MASCARENHAS, H.A.A. & ALCOVER, M. Adubação mineral do feijoeiro. VII. Efeitos de N, P, K, da calagem e de uma mistura de micronutrientes, no sul do planalto paulista. *Bragantia*, Campinas, 25(35):385-92, 1966c.
- MIYASAKA, S.; MASCARENHAS, H.A.A.; IGUE, T. & PARANHOS, B. Adubação mineral do feijoeiro. X. Efeitos de N, P, K, da calagem e de uma mistura de micronutrientes, em terra roxa legítima e terra roxa misturada. *Bragantia*, Campinas, 26(21): 287-302, 1967.
- MIYASAKA, S.; MASCARENHAS, H.A.A.; ROCHA, T.R.; ALVES, S. & ISSA, E. Adubação mineral do feijoeiro. VI. Efeitos de N, P, K, da calagem e de uma mistura de enxofre e micronutrientes, em solo massapê-salmourão. *Bragantia*, Campinas, 25(34): 371-84, 1966d.
- MIYASAKA, S.; PETTINELI, A.; FREIRE, E.S. & IGUE, T. Adubação mineral do feijoeiro. IV. Efeitos de N, P, K, da calagem e de uma mistura de enxofre e micronutrientes, em Tietê e Tatuí. *Bragantia*, Campinas, 25(27):297-305, 1966e.
- PESSANHA, G.G.; PENTEADO, A. de F. & STANGE, A. Otimização de lucros obtidos pela cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) na Baixada Fluminense. s.l., s.ed., 1974.
- RAPOSO, H. Trabalhos experimentais com feijão. Rio de Janeiro. Min. Agric. Serv. Nac. Pesq. Agron., 1958. (Circular, 5). 39p.
- VIEIRA, C. O feijoeiro comum; cultura, doenças e melhoramento. Viçosa. Minas Gerais. Imprensa Universitária, 1967. 220p.