

ENSAIOS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA E FOSFATADA DA CULTURA DO
FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.), NA ZONA METALÚRGICA DE
MINAS GERAIS*

Juarez Bolsanello
Clibas Vieira
Carlos S. Sediyama
Hélio Alves Vieira**

1. INTRODUÇÃO

Os ensaios de adubação química, realizados em Minas Gerais, têm, quase sempre, mostrado resposta positiva à aplicação do fertilizante fosfatado (1, 3, 5, 6, 7, 8, 12, 14). Em muitos casos, respostas à adubação nitrogenada têm sido obtidas (3, 5, 6, 10). O adubo potássico não tem tido efeito, com exceção de um ensaio instalado em terra-roxa do Triângulo Mineiro (2).

Esses experimentos têm sido instalados principalmente na Zona da Mata. Na Zona Metalúrgica, ensaios foram conduzidos em Belo Horizonte, com respostas positivas apenas à adubação fosfatada (1, 8, 12), e em Sete Lagoas, onde não se verificou efeito da adubação NPK (1, 8, 9).

No presente trabalho, apresentam-se os resultados de ensaios de adubação nitrogenada e fosfatada realizados em outros municípios da Zona Metalúrgica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram instalados cinco experimentos, dois em Itaúna (em 1972/73 e 1973/74), em Latossolo Vermelho Amarelo; dois em Pará de Minas (nos mesmos anos agrícolas), em Latossolo Vermelho Escuro; e um em Divinópolis (1973/74), em Podzólico Vermelho Amarelo. De amostras de solo retiradas dos locais dos experimentos, foram obtidas as características químicas e as classi-

* Baseado em parte da tese apresentada à U.F.V., pelo primeiro autor, como um dos requisitos para o título de "Magister Scientiae" em Fitotecnia.

Aceito para publicação em 18-11-1975.

** Respectivamente, Auxiliar de Ensino, Prof. Titular e Auxiliares de Ensino da U.F.V.

ificações texturais apresentadas pelo Quadro 1.

Empregaram-se experimentos fatoriais 3 x 4 em blocos casualizados, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por quatro fileiras de 5 m de comprimento, espaçadas de 50 cm. A área útil de cada parcela foi constituída das duas fileiras centrais, após a eliminação de 40 cm (2 covas) em cada extremidade.

Os tratamentos foram constituídos pela combinação de três níveis de sulfato de amônio com quatro níveis de superfosfato simples, correspondentes à aplicação de 0 - 30 - 60 kg de N/ha e 0 - 40 - 80 - 100 kg de P₂O₅/ha, respectivamente. A adubação fosfatada e 1/3 da nitrogenada foram aplicadas no plantio, enquanto que o restante da adubação nitrogenada foi feita em cobertura, 15 dias depois da emergência dos feijoeiros. A adubação potássica foi constante em todos os tratamentos, sendo utilizados 60 kg de K₂O/ha, na forma de cloreto de potássio.

QUADRO 1 - Resultados da análise química e granulométrica das amostras de solo retiradas nos locais dos experimentos (*)

Características	Itaúna	Pará de Minas	Divinópolis
Acidez (pH em água 1:2,5)	5,60 M	5,80 M	4,70 A
Al trocável (eq.mg/100 cc solo)	0,23 B	0,13 B	0,30 B
Fósforo (ppm)	1,00 B	4,00 B	11,00 M
Potássio (ppm)	62,00 M	40,00 B	54,00 B
Ca + Mg (eq.mg/100 cc solo)	2,20 M	7,80 A	2,60 M
Classificação textural (**)	Franco-ar-gilo-arenoso	Argila	Argila

(*) As letras A, B e M indicam os níveis alto, baixo ou médio de cada característica estudada (11).

(**) Segundo a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

Os plantios foram sempre realizados em outubro, colocando-se, nos sulcos de plantio, quatro sementes de 20 em 20 cm. Cerca de vinte dias depois da emergência, procedia-se ao desbaste, deixando duas plantas por cova. A variedade usada foi a 'Rico 23'. Durante o ciclo da cultura, os tratos culturais foram os normais.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância. Posteriormente, fez-se a análise de regressão, cujo ajustamento foi mostrado através de superfície de resposta (4,13).

3. RESULTADOS

No Quadro 2, encontram-se as produções obtidas nos cinco ensaios. A análise de variância mostrou, nos cinco experimentos, efeitos significativos, ao nível de 1%, dos adubos nitrogenado e fosfatado. Quanto à interação N x P, ela foi signifi-

cativa, ao nível de 1%, nos ensaios de Itaúna, e ao nível de 5%, no primeiro ensaio de Pará de Minas e em Divinópolis. Em Pará de Minas, em 1973/74, essa interação não foi significativa. Quando foi desdobrada nas componentes de regressão, a interação N x P do primeiro ensaio de Pará de Minas não mostrou componentes significativos de maior importância.

Nas Figuras 1 a 5, mostram-se as superfícies de resposta, bem como as equações de regressão e os coeficientes de determinação, de cada ensaio. Em todos os casos, o valor de R^2 foi altamente significativo.

No ensaio de Itaúna de 1972/73 (Figura 1), o superfosfato simples teve efeito quadrático, tanto na presença como na ausência de sulfato de amônio. Com níveis deste último fertilizante correspondentes à aplicação de 30 e 60 kg de N/ha, o efeito quadrático do superfosfato simples mostrou um máximo, correspondente à aplicação de 85 e 81 kg/ha de P₂O₅/ha, respectivamente. O sulfato de amônio teve efeito deprimivo na ausência de superfosfato simples, porém, na presença deste, aquele fertilizante apresentou efeitos lineares positivos.

QUADRO 2 - Produções obtidas, em kg/ha, nos cinco ensaios de adubação nitrogenada e fosfatada

Tratamentos N - P ₂ O ₅	Itaúna 1972/73	Itaúna 1973/74	Pará de Minas 1972/73	Pará de Minas 1973/74	Divinó- polis 1973/74
0 - 0	530	274	83	593	660
0 - 40	619	449	333	1061	604
0 - 80	899	539	327	949	888
0 - 100	786	503	357	1152	646
30 - 0	298	244	65	1210	593
30 - 40	1000	643	625	1306	1059
30 - 80	1196	1024	762	1471	1114
30 - 100	1208	854	619	1410	1462
60 - 0	220	193	327	1019	576
60 - 40	1244	937	494	1496	1297
60 - 80	1423	1023	643	1548	1245
60 - 100	1500	1133	649	1548	1665
C.V.	19,0%	25,0%	22,2%	21,4%	31,7%

No segundo ensaio de Itaúna (1973/74), o superfosfato simples teve efeito quadrático, mostrando um máximo, em qualquer um dos níveis do outro adubo, no ponto correspondente à aplicação de 85 kg/ha de P₂O₅. O sulfato de amônio não teve efeito na ausência do superfosfato simples, porém, na presença dele, deu aumentos lineares de produção (Figura 2).

Em Pará de Minas, no ensaio de 1972/73, novamente o efeito do superfosfato simples foi quadrático, tanto na presença como na ausência de sulfato de amônio (Figura 3), mostrando um máximo de produção com o correspondente a 77 kg/ha de P₂O₅, em

qualquer um dos níveis do outro adubo. O sulfato de amônio teve, igualmente, efeito quadrático, com um máximo de produção ao nível de 46 kg/ha de N, em qualquer um dos níveis do fertilizante fosfatado.

No segundo ensaio de Pará de Minas (1973/74), o efeito do adubo fosfatado foi linear em todos os níveis do outro fertilizante (Figura 4). O sulfato de amônio apresentou efeito quadrático, com um máximo de produção com 50 kg/ha de N, em qualquer dos níveis do superfosfato.

Em Divinópolis (Figura 5), na ausência do sulfato de amônio, o superfosfato simples teve pequeno efeito linear, mas, na presença de doses crescentes do fertilizante nitrogenado, os efeitos lineares do superfosfato foram proporcionalmente maiores. O sulfato de amônio também teve menor efeito na ausência do superfosfato simples, proporcionando maiores aumentos lineares da produção à medida que cresciam as doses do superfosfato.

$$\hat{Y} = 204,407 - 1,9009^{**}N + 2,69692^{**}P - 0,0115573^{**}P^2 + 0,183306^{**}NP - 0,00121383^{*}NP^2$$

$$R^2 = 0,9784^{**}$$

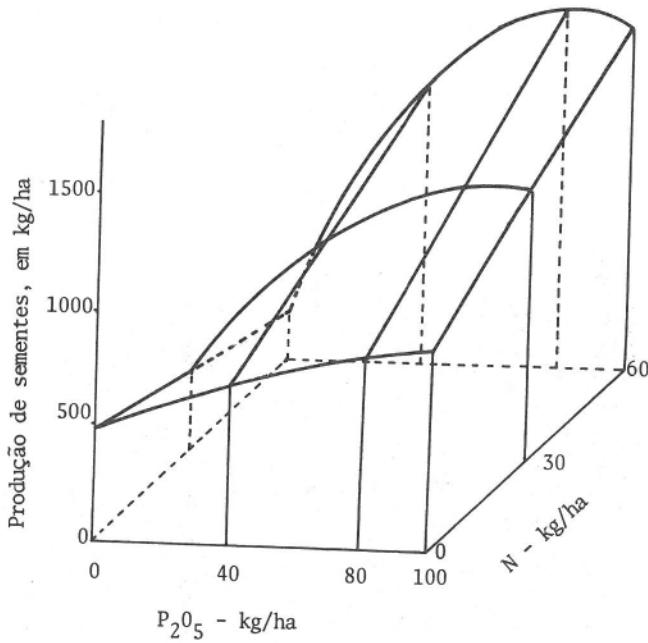


FIGURA 1 - Efeito da adubação nitrogenada e fosfatada sobre o rendimento da cultura do feijão, em Itaúna (1972/73).

$$\hat{Y} = 111,346 - 0,417120^{**} N + 2,8856^{**} P - 0,00169405^{**} P^2 + \\ + 0,108755^{**} NP - 0,00064557^{*} NP^2$$

$$R^2 = 0,9566^{**}$$

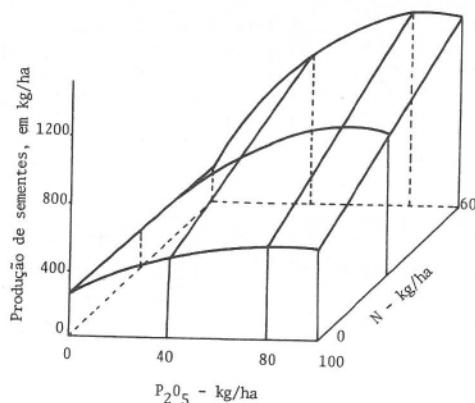


FIGURA 2 - Efeito da adubação nitrogenada e fosfatada sobre o rendimento da cultura do feijão, em Itaúna (1973/74).

$$\hat{Y} = - 2,58911 + 5,02084^{**} N - 0,0541668^{**} N^2 + \\ + 4,60363^{**} P - 0,0299967^{**} P^2$$

$$R^2 = 0,8699^{**}$$

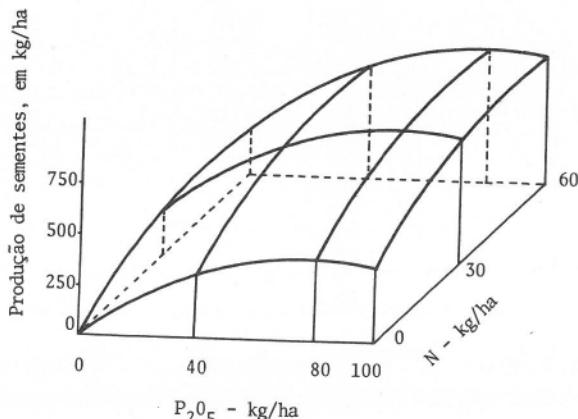


FIGURA 3 - Efeito da adubação nitrogenada e fosfatada sobre o rendimento da cultura do feijão, em Pará de Minas (1972/73).

$$\hat{Y} = 302,067 + 8,16876^{**} N - 0,0820142^{**} N^2 + 1,67718^{**} P$$

$$R^2 = 0,8569^{**}$$

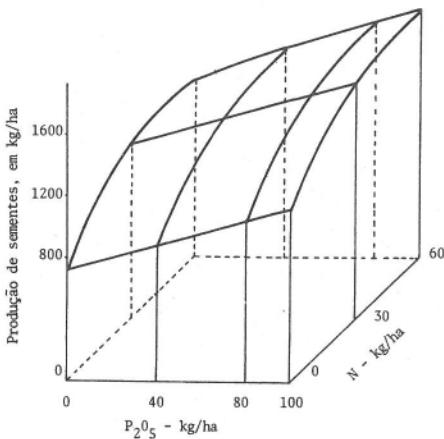


FIGURA 4 - Efeito da adubação nitrogenada e fosfatada sobre o rendimento da cultura do feijão, em Pará de Minas (1973/74).

$$\hat{Y} = 266,652 + 0,275913^{**} N + 0,771288^{**} P + 0,0581462^{*} NP$$

$$R^2 = 0,8459^{**}$$

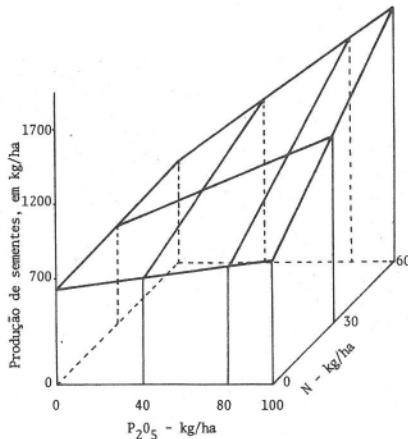


FIGURA 5 - Efeito da adubação nitrogenada e fosfatada sobre a cultura do feijão, em Divinópolis (1973/74).

4. RESUMO

Cinco ensaios de adubação nitrogenada e fosfatada da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) foram conduzidos em Itaúna (1972/73 e 1973/74), em Pará de Minas (1972/73 e 1973/74) e em Divinópolis (1973/74), municípios da Zona Metalúrgica de Minas Gerais.

Foram empregados três níveis de sulfato de amônio e quatro níveis de superfosfato simples, correspondentes à aplicação de 0,30 e 60 kg/ha de N e 0, 40, 80 e 100 kg/ha de P₂O₅, respectivamente. A adubação potássica foi uniforme em todos os tratamentos, na base de 60 kg/ha de K₂O, na forma de cloreto de potássio.

Os dois adubos testados aumentaram a produção. Nos dois ensaios de Itaúna e num de Pará de Minas, o efeito do superfosfato simples foi quadrático, com produções máximas em torno de 80 kg/ha de P₂O₅. Nos outros dois ensaios, o efeito foi linear.

O efeito do sulfato de amônio foi linear nos dois ensaios de Itaúna e no de Divinópolis, e quadrático nos outros dois, com produções máximas em torno de 50 kg/ha de N.

A interação entre os dois fertilizantes foi significativa, com exceção dos ensaios de Pará de Minas.

5. SUMMARY

Five trials of nitrogen and phosphate fertilizers in dry bean culture (*Phaseolus vulgaris* L.) were conducted in three localities of the Zona Metalúrgica of Minas Gerais, Brazil: Itaúna (two experiments), Pará de Minas (two experiments) and Divinópolis.

Three levels of ammonium sulfate (0, 30 and 60 kg/ha of N) combined with four levels of superphosphate (0, 40, 80 and 100 kg/ha of P₂O₅) were applied. The amount of potassium chloride (60 kg/ha of K₂O) was uniform in all treatments.

Both fertilizers tested increased yield. The superphosphate effect was quadratic in the two experiments at Itaúna and in one at Pará de Minas, reaching the maximum yield with approximately 80 kg/ha of P₂O₅. In the other experiments the effect was linear.

The ammonium sulfate effect was linear at Itaúna (both experiments) and Divinópolis. In the other experiments the effect was quadratic, reaching the maximum yield with about 50 kg/ha of N.

The interaction between the two fertilizers was significant with the exception of the experiments at Pará de Minas.

6. LITERATURA CITADA

1. ANDRADE, M.E. & R. de O. COIMBRA. Experimentos de adubação NPK. In: *X Reunião dos Técnicos em Experimentação*, Belo Horizonte, Ano 10 (nº 6):11. 1953.
2. ARRUDA, H.V. de. Adubação química do feijoeiro. *Bol. Agric.*, Minas Gerais, 9(1-2):57-62. 1960.

3. BRAGA, J.M., B.V. DEFELIPO, C.VIEIRA & L.A.N. FONTES. Vinte ensaios de adubação NPK da cultura do feijão na Zona da Mata, Minas Gerais. *Rev. Ceres* 20(111):370-380. 1973.
4. EZEKIEL, M. & K.A. FOX. *Methods of correlation and regression analysis*. 3th ed. New York, John Wiley & Sons, 1959. 548 p.
5. FONTES, L.A.N. Nota sobre efeitos da aplicação de adubo nitrogenado e fosfatado, calcário e inoculante na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Rev. Ceres* 19(103): 211-216. 1972.
6. FONTES, L.A.N. Resposta da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) à aplicação de calcário, adubo nitrogenado e fosfatado em municípios da Zona da Mata, Minas Gerais. *Rev. Ceres* 20(111):313-325. 1973.
7. FONTES, L.A.N., F.R.GOMES & C.VIEIRA. Resposta do feijoeiro à aplicação de N, P, K e calcário na Zona da Mata, Minas Gerais. *Rev. Ceres* 12(71):265-285. 1965.
8. GOUVÉA, F.C., M.E. ANDRADE & R. de O. COIMBRA. Feijão. Adubação NPK. *Bol. Agric.*, Minas Gerais, 3(11-12):67-68. 1954.
9. MELO, C.P. de, R. de O. COIMBRA & T. SILVA. Experimento de adubação de feijão das águas e da seca. *Bol. Agric.*, Minas Gerais, 4(11-12):138. 1955.
10. NOVAIS, R.F. de & L.J. BRAGA FILHO. Aplicação de "tufito" e NPK na adubação de feijão, em solo de Patos de Minas. *Rev. Ceres* 18(98):308-314. 1971.
11. PROGRAMA INTEGRADO DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Recomendações do uso de fertilizantes para o Estado de Minas Gerais*. 2^a tentativa, Belo Horizonte, Secretaria da Agricultura, 1972. 88 p.
12. SILVA, T. & F.C. GOUVÉA. Ensaio de adubação NPK para feijão. *Bol. Agric.*, Minas Gerais, 4(11-12):139. 1955.
13. STEEL, R.G.D. & J.H. TORRIE. *Principles and procedures of statistics*. New York, McGraw-Hill Book Company, 1960. 481 p.
14. VIEIRA, C. & F.R. GOMES. Ensaios de adubação química do feijoeiro. *Rev. Ceres* 11(65):253-264. 1961.