

EFEITO DE DOSES DE GESSO NA CULTURA DO FEIJOEIRO

(*Phaseolus vulgaris* L.)

G.C. Vitti ¹

D. Fornasieri Filho ¹

M.E. Ferreira ¹

D. Ragazzi ¹

L.T.Hing ²

INTRODUÇÃO

A produtividade do feijoeiro é muito baixa e dentre os fatores responsáveis por tal comportamento cita-se o referente à adubação, uma vez que essa cultura recebe apenas 0,2% do adubo necessário (MALAVOLTA **et alii**, 1974).

Com relação aos nutrientes, cálcio e enxofre, COBRA NETTO (1967), realizando diversos ensaios em vasos e em condições de campo com feijoeiro, verificou que uma população de 250.000 plantas/ha extrai 54 kg de cálcio e 26 kg de enxofre. HAAG **et alii** (1967), estudando a absorção de nutrientes por essa cultura, obtiveram que as quantidades desses nutrientes absorvidas e exportadas pelas plantas, em kg/ha, foram de 116,0 para o cálcio e 36,0 para o enxofre, verificando ainda, que a planta absorve todo cálcio que necessita nos primeiros 50 dias e o en-

¹ Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, UNESP.

² ULTRAFÉRTIL S/A, Serviços Técnicos-Agronômicos, S. Paulo.

xofre é absorvido até aos 60 dias. GALLO & MIYASAKA (1961) observaram que os grãos do feijoeiro retiravam as seguintes porcentagens, em função do total desses nutrientes absorvido pelas plantas; cálcio 11% e enxofre 44%.

Segundo MIYASAKA *et alii* (1971), o cálcio é muito importante no fortalecimento das raízes das plantas e atua no metabolismo do nitrogênio. HELMS (1971), trabalhando com mudas de feijão, concluiu que não era por perda de umidade que se desenvolviam necroses no hipocótilo e conseqüentemente não emergiam, e sim que os sintomas eram causados por deficiência de cálcio.

THOMPSON (1967), no estudo do metabolismo do enxofre nas plantas, concluiu que a função mais importante do metabolismo desse nutriente nas plantas é produzir cisteína e metionina. STEWART & PORTER (1969), trabalhando com trigo, milho e feijão, estudaram a relação nitrogênio/enxofre na parte aérea e nas raízes dessas plantas, em condições de estufa. Observaram que quando o enxofre no solo tornou-se limitante, o nitrogênio adicional não afetou a produção de matéria seca e o nível de proteínas das plantas, mas o nitrogênio não proteico (nitrato, amidos e aminoácidos) aumentava; mostrando haver uma relação muito próxima entre as quantidades de nitrogênio e enxofre metabolizadas nas plantas. Os dados indicavam que uma parte de enxofre era requerida para cada 12 a 15 partes de nitrogênio para assegurar a máxima produção de proteínas e matéria seca. Assim o aumento do uso de fertilizantes nitrogenados pode possibilitar atingir uma situação em que o enxofre possa tornar-se limitante. EPPENDORFER (1971) estudando o efeito do enxofre, nitrogênio, e fósforo na composição de aminoácidos em feijão, observou que o parâmetro em apreço respondia diretamente ao aumento de aplicação de enxofre a todos os níveis de nitrogênio e fósforo.

MASCARENHAS *et alii* (1976) estudaram o efeito do cálcio na produção de feijão, na ausência e na presença de enxofre, sob a forma de gesso, e verificaram que o tratamento com gesso levou a um aumento na produção de 322kg/ha. Os mesmos

autores testaram a aplicação de gesso, superfosfato simples e superfosfato triplo e observaram que o gesso foi o tratamento mais significativo para o aumento de produção provavelmente por conter cálcio e enxofre.

Entretanto, apesar da importância desses nutrientes (Ca e S) na nutrição mineral de plantas, as recentes pesquisas tem mostrado um aumento considerável nas limitações de colheitas pela carência crescente dos mesmos. Dentre as diversas hipóteses para explicar a incidência de deficiência de Ca e S (VITTI, 1980), tem-se como mais significativa, a produção e consumo de adubos e fórmulas de adubação concentradas, bem como a devida ao uso de materiais corretivos não ter acompanhado o aumento na utilização de fertilizantes minerais.

Nesses termos, surge o gesso como fonte alternativa mais viável para o fornecimento de enxofre, não só pelo mesmo tratar-se de um resíduo da indústria de fertilizantes, bem como pela sua composição em Ca (28%) e S (17%). Sendo assim, objetivou-se com o presente trabalho o possível aproveitamento do gesso como fonte alternativa de enxofre e de cálcio na cultura do feijoeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Jaboticabal, SP, num Latossol Vermelho Escuro-fase arenosa, série Santa Tereza, de acordo com ALOISI & DEMATTÊ (1974). A análise química de amostra de terra do local do experimento, feita segundo a metodologia descrita em VETTORI (1969), apresentou os seguintes valores: pH = 5,6; 0,84% de C; 0,24 e.mg de K^+ ; 0,14 e.mg PO_4^{3-} ; 1,4 e.mg de Ca^{2+} ; 0,7 e.mg de Mg^{2+} e 0,0 e.mg de Al^{3+} por 100 ml de TFSA.

A adubação NKP foi feita no sulco de plantio na base de 15 kg/ha de N na forma de monofosfato de amônio, com quantidade equivalente a 60 kg/ha de P_2O_5 e 24 kg/

ha de K_2O na forma de cloreto de potássio. A semeadura do feijão, *Phaseolus vulgaris* L., variedade Carioca, foi feita manualmente no espaçamento de 60 cm entre linhas no dia 21/09/78.

O experimento constou de vinte e oito parcelas, cada uma com 6 metros de comprimento e 3 metros de largura, o que resultou numa área total de 18 m^2 , da qual a colheita tomou-se as três ruas centrais, despresando-se 0,5 m de cada lado das mesmas.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com sete tratamentos e quatro repetições, conforme apresentado no quadro I, sendo que as doses de gesso foram aplicadas no sulco de plantio juntamente com a adubação NPK.

QUADRO I. Tratamentos com doses de gesso utilizadas no plantio

Tratamento nº	kg/ha		
	Gesso	Ca	S
1	0	0	0
2	50	10	8,5
3	100	20	17,0
4	150	30	25,5
5	200	40	34,0
6	250	50	42,5
7	300	60	51,0

Completada a maturação fisiológica dos grãos, coletaram-se manualmente todas as plantas da área útil de cada parcela, que depois de secas ao sol, foram degranadas também manualmente para separação dos grãos da vagem e os grãos após pesagem foram armazenados em sacos de pa

pel. De cada amostra foi tomada uma porção de grãos, pesados (P_u) e levados à estufa para secagem até peso constante (P_s), visando-se a determinação do teor de umidade dos mesmos (T_{ubu}). Esses dados serviram para se estimar as produções de feijão por tratamento, expressa numa mesma umidade (12%), através da equação:

$$T_{ubu} = \frac{(P_u - P_s) \times 100}{P}$$

onde: T_{ubu} = teor de umidade na base úmida,
 P_u = peso úmido (material seco ao sol),
 P_s = peso seco (material seco até peso constante na estufa a 80°C).

Além da produção média de grãos de feijão com 12% de umidade, em kg/ha, foram obtidos os dados referentes ao: número de vagens por planta; peso de 1000 sementes (gramas), bem como os teores de Ca^{++} e $S-SO_4$ do solo obtidos pela análise de amostras de terra retiradas no dia anterior à colheita das plantas. Essas amostras eram formadas por dez amostras simples, coletadas à profundidade de 0-20 cm, ao redor das plantas. O método utilizado para a análise química do solo quanto ao Ca^{2+} está descrito em VETTORI (1969), enquanto que o $S-SO_4$ foi determinado pelo método turbidimétrico, utilizando como extrator o acetato de amônio 0,5 N em ácido acético 0,25 N, conforme BARDSLEY & LANCASTER (1965).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No quadro II são apresentados os dados médios obtidos para Ca^{++} (e.mg/100 ml TFSA); para $S-SO_4$ (μ g/ml TFSA) para grãos de feijão a 12% de umidade (kg/ha), para número de vagens por planta; para peso de 1000 sementes (gramas); os respectivos valores F, dms (Tukey a 5%) e coeficientes de variação. No quadro III são apresentados os

QUADRO II - Análise individual de cada fator em relação às doses de gesso

Doses de gesso (kg/ha)	Ca ⁺⁺ (emg/100 ml TFSA)	S-SO ₄ (µg/ml TFSA)	Produção kg/ha	nº de vagens por plantas	Peso de 1000 sementes (em gramas)
0	1,3750a	1,0250a	1104,5000a	24,4000a	138,6000a
50	1,6500b	1,6000b	1297,7500ab	31,9000ab	153,6000b
100	1,8500c	1,9500bc	1534,7500bc	41,8250b	164,5250b
150	1,9750c	2,1750c	1601,7500c	39,6250c	164,9250b
200	2,1500d	2,7000d	1629,7500c	36,8250ab	158,7250b
250	2,3500e	2,8500d	1698,7500c	40,2000b	159,9750b
300	2,6500f	2,6500d	1623,0000c	32,7750ab	154,4250b
F	181,79**	57,52**	12,47**	4,50**	7,67**
d.m.s. (5%)	0,1462	0,4030	281,5315	13,3232	14,9422
C.V. (%)	3,1810	8,2059	8,1679	16,3687	4,1539

(* e **) significativo respectivamente aos níveis de 5 e 1% de probabilidade d.m.s. teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO III - Coeficientes de correlação simples e suas respectivas equações de regressão, entre os parâmetros analisados

X	Y		S-SO ₄ µ/ml TFSA
	Peso de 1000 sementes	Peso de vagens/ plantas ml TFSA	
Gesso (kg/ha)	$r = 0,88^{**}$ $y = 1101,14 + 4,98x - 0,01x^2$	$r = 0,47^{ns}$	$r = 0,94^{**}$ $y = 1,27 + 0,006x$
Ca ⁺⁺ (emg/100 ml TFSA)	$r = 0,74^{**}$ $y = 660,25 + 419,18x$	$r = 0,46^{ns}$	$r = 0,99^{**}$ $y = 1,41 + 0,04x$
S-SO ₄ (µg/ml TFSA)	$r = 0,89^{**}$ $y = 815,38 + 319,90x$	$r = 0,65^{ns}$	$r = 0,65^{ns}$

** significativo ao nível de 1% de probabilidade
ns não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

coeficientes de correlação simples, bem como as respectivas equações de regressão entre os parâmetros em estudo.

Avaliando-se os dados referentes à produção (quadro II), verifica-se que as doses 0 e 50 kg/ha de gesso não diferem entre si, mas há diferenças significativas quando comparada a testemunha com as demais doses utilizadas (100, 150, 200, 250 e 300 kg/ha de gesso), não ocorrendo, entretanto, diferenças significativas entre as mesmas. Observa-se ainda, um aumento de 39% na produção de grãos pela aplicação de 100 kg/ha de gesso, quando comparada à testemunha. Efeitos positivos de aplicação de gesso em feijão, foram obtidos por MASCARENHAS *et alii* (1976) com a aplicação de 100 kg/ha de gesso em dois experimentos conduzidos num solo podzólico Vermelho Amarelo var. Laras, o qual promoveu aumento na produção de 13 e 58%.

Analisando-se os dados contidos no quadro II, verifica-se que o gesso promoveu um maior número de vagens por planta sendo que as doses de 100, 150 e 250 kg/ha diferiram significativamente da testemunha.

Todas as doses de gesso utilizadas proporcionaram um aumento significativo no peso das sementes em relação à testemunha. Por outro lado, essas doses não revelaram diferenças significativas entre si (quadro II). Aumento no peso de sementes pela aplicação de gesso foram também observadas por MARVULO (1978), utilizando-se o amendoim como planta indicadora.

Quanto ao teor de cálcio no solo observa-se um aumento significativo do mesmo com as doses de gesso utilizadas (quadro II). Tais resultados, eram de certa forma esperados, pois o gesso contém em média, 28%, de Ca em sua composição. O alto coeficiente de correlação (quadro III) traduz a dependência entre esses dois parâmetros, com a respectiva equação de regressão linear.

Por outro lado, observa-se ainda pelo quadro III uma correção linear positiva e significativa entre a pro

dução e o teor de Ca^{++} trocável do solo, e segundo HAAG *et alii* (1967) o Ca^{++} é um dos nutrientes mais absorvidos pelo feijoeiro.

Pela análise do quadro II, observa-se um aumento significativo do teor de S-SO_4 extraído do solo pelo acetato de amônio 0,5 N em ácido acético 0,25 N com as doses de gesso, sendo que as doses maiores do que 150 kg/ha foram mais eficazes nesse aumento. Tal fato pode ser explicado por ter o gesso, 16-17% S em sua composição. O coeficiente de correlação, bem como a equação de regressão entre esses dois parâmetros são apresentados no quadro III. Nota-se ainda pela análise do quadro III uma correlação significativa, e positiva entre o teor de S-SO_4 do solo com a produção de grãos de feijão.

Em função dos resultados obtidos, procurou-se estabelecer um ótimo econômico para a dosagem de gesso. Para essa determinação foi usado o trinômio de segundo grau, baseado em trabalhos de IGUE *et alii* (1971).

Para o presente ensaio foi obtida a seguinte equação:

$$Y = 1101,1369 + 4,9846 x - 0,0108 x^2,$$

onde:

$$y = \text{produção de grãos (kg/ha)}$$

$$x = \text{dose de gesso (kg/ha)}$$

com um coeficiente de determinação (R^2) de 0,7682.

Para o estabelecimento da dose econômica, devem ser obedecidas as seguintes condições:

$$1) \frac{dy}{dx} = \frac{Px}{Py}$$

$$2) \text{Produto físico marginal (PFMa)} = 0$$

$$\text{ou } \frac{dy}{dx} = 0$$

onde P_Y é o preço do produto e P_X o preço do adubo.

Aplicar-se-ão doses adicionadas de adubo, enquanto o acréscimo $P_Y \cdot d_Y$, no valor da produção, for maior ou igual ao do acréscimo $P_X \cdot d_X$ nas despesas de adubação, isto é, enquanto o rendimento marginal for maior ou igual ao do custo marginal.

$$P_Y \cdot d_Y > P_X \cdot d_X, \text{ ou } \frac{dy}{dx} \geq \frac{P_X}{P_Y}$$

Então, a partir destes dados tem-se a condição de equilíbrio:

$$\text{a) } \frac{dy}{dx} = \frac{P_X}{P_Y}$$

onde:

* P_X = preço do gesso em kg (Cr\$ 98,00/t)
+ preço do frete em kg de Cubatão-Jabotica -
bal (Cr\$ 600,00/t).

Então:

$$P_X = \text{Cr\$ } 698,00/\text{t} = \text{Cr\$ } 0,698/\text{kg}$$

** P = preço do feijão em kg

$$P_Y = \text{Cr\$ } 22,67/\text{kg}$$

Donde vem que:

$$\frac{P_X}{P_Y} = \frac{0,698}{22,67} = 0,0308$$

* Preço obtido por estimativa em outubro de 1979.

** Preço obtido da Bolsa de Mercadorias de São Paulo em 20/09/79.

Derivando-se a equação do trinômio do segundo grau tem-se:

$$\frac{dy}{dx} = 4,984 - 0,0126 x$$

Substituindo-se em a), tem-se:

$$4,9846 - 0,0126 x = 0,0308$$

logo, $x = 229,3426$

onde, 229,3426 é a dose econômica de gesso em kg/ha.

$$b) \text{PFMa} = 0 \text{ ou } \frac{dy}{dx} = 0$$

ou, $4,9846 - 0,0216 = 0$

onde, $x = 230,7681$, representa a dose de gesso que permite a produção máxima.

Satisfazendo as condições a) e b) estabelecidas, teríamos então, uma dose de aproximadamente 230 kg/ha de gesso como a mais econômica para as condições do experimento em apreço.

Assim sendo, apesar de na análise estatística, as doses 100, 150, 200, 250 e 300 kg/ha de gesso não diferirem significativamente entre si, a dose de 250 é a que mais se aproxima da dose econômica determinada.

RESUMO E CONCLUSÕES

Foi desenvolvido um experimento em Jaboticabal-SP durante o ano agrícola 1978/79, em um Latossol Vermelho Escuro-fase arenosa, visando verificar os efeitos de doses de gesso sobre algumas características do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) variedade Carioca e sobre os teores de Ca^{2+} e SO_4^{2-} do solo.

Os resultados mostraram haver uma correlação near positiva entre doses de gesso e teores de Ca^{2+} e SO_4^{2-} do solo. A produção de grãos (kg/ha) foi sensivelmente afetada pelo fornecimento de gesso, havendo uma correlação linear positiva entre a produção e os teores destes nutrientes no solo. A dose econômica encontrada foi de 230 kg/ha de gesso demonstrando ser a aplicação deste insumo uma prática efetiva para a cultura do feijão.

SUMMARY

EFFECT OF DOSAGES OF GYPSUM ON THE DRY BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.) CROP

A field experiment was carried out at Jaboticabal County, São Paulo State, Brazil, in a Dark Red Latosol sandy phase, to study the effect of gypsum dosages on the dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Carioca and on Ca^{2+} and SO_4^{2-} soil contents.

The results have shown a linear positive correlation between gypsum dosages and Ca^{2+} and SO_4^{2-} soil contents. The grain production was statistically affected by gypsum suppling, and there was a linear positive correlation between production and calcium and sulphate soil contents. The data suggested best that the economic dosage found was 230 kg/ha of gypsum.

LITERATURA CITADA

ALOISI, R.R. & J.L.I. DEMATTÉ, 1974. Levantamento dos solos da Faculdade de Medicina Veterinária e Agronomia de Jaboticabal. **Científica** 2(2): 123-136.

BARDSLEY, C.E. & J.D. LANCASTER, 1965. Acetate soluble sulphate. In: **Methods of soil analysis, chemical**

and microbiological properties, 1ª ed., Madison, American Society of Agronomy, 111-113.

- COBRA NETTO, A., 1967. **Absorção e deficiências dos macro nutrientes pelo feijoeiro** (*Phaseolus vulgaris* L. var. Roxinho), Piracicaba, USP, 67p. (tese de doutoramento).
- EPPENDORFER, W.H., 1971. Effect of S, N and P as amino acid composition of the field beans (*Vicia faba*) and responses of the biological value of the seed protein to S - amino acid content. **J. Sci. Fd. Agr.** 22(10):501-505.
- GALLO, J.R. & S. MIYASAKA, 1961. Composição química do feijoeiro e absorção de elementos nutritivos, do florescimento à maturação. **Bragantia** 20: 867-884.
- HAAG, H.P., E. MALAVOLTA, H. GARGANTINI & H.G. BLANCO, 1967. Absorção de nutrientes pelas culturas do feijoeiro. **Bragantia** 26(30): 381-392.
- HELMS, K., 1971. Calcium deficiency of dark-grown seedlings of *Phaseolus vulgaris* L. **Plant Physiol.** 47: 799-804.
- IGUE, T., H.A.A. MASCARENHAS & S. MIYASAKA, 1971. Estudo comparativo do método de MITSCHERLICH e do trinômio do segundo grau na determinação das doses mais econômicas de fertilizantes na adubação do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Governo do Estado de São Paulo, Secretaria da Agricultura, I.A.C., Projeto BNDE/ANDA/CIA nº 4, 15p.
- MALAVOLTA, E., H.P. HAAG, F.A.F. MELLO & M.O.C. BRASIL SOBRINHO, 1974. **Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas**, São Paulo, Pioneira, 727p.
- MARVULO, C., 1978. **Efeitos de épocas de aplicação e de doses de gesso na cultura do amendoim** (*Arachis hypogaea* L. variedade Tatu V-53). Jaboticabal, UNESP, 26p. (trabalho de graduação).

- MASCARENHAS, H.A.A., E.A. BULISANI & R. BELLINAZZI Jr., 1976. O enxofre na adubação. São Paulo, CATI - S.A. 11p. (Boletim Técnico).
- MIYASAKA, S., L.D. DE ALMEIDA & E.A. BULISANI, 1971. **Cultura do feijão**. São Paulo, Sindicato Nacional de Indústria de tratores, caminhões, automóveis e veículos similares.
- STEWART, B.A. & L.K. PORTER, 1969. Nitrogen-sulfur relationships in wheat (*Triticum aestivum* L.), corn (*Zea mays*), and bean (*Phaseolus vulgaris*). **Agron. J.** 61: 267-271.
- THOMPSON, J.F., 1967. Sulphur metabolism in plants. In: Annual Review of plant physiology 18: 59-84.
- VETTORI, L., 1969. Métodos de análise de solo, Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 24p. (Boletim Técnico, 7).
- VITTI, G.C., 1980. Macronutrientes secundários - situação, perspectivas e sugestões. Seminário apresentado à Disciplina "Seminários" do CPG em Solos e Nutrição de Plantas, E.S.A. "Luiz de Queiroz", 37p. (mimeografado).