

NECESSIDADES DE NUTRIENTES E CALAGEM NA PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA DO FEIJOEIRO NUM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO DA REGIÃO DE BARRETOS, SÃO PAULO¹

SEGUNDO URQUIAGA CABALLERO², DANIEL STEFANELLI³,
CLARICE DE OLIVEIRA⁴ e RAEL VIDAL⁵

RESUMO - A pesquisa foi desenvolvida em casa de vegetação, usando amostras da camada superficial (0-20 cm) de um Latossolo Vermelho-Amarelo, fase arenosa (LVAA), representativo do município de Barretos, SP. O objetivo foi determinar os nutrientes necessários para otimizar a produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*, L.). A cultura plantada em vasos com 2 kg de terra foi adubada com N, NP, NPK, NPKS, NPK + micronutrientes e sem adubação. As doses aplicadas corresponderam a 100 mg de N, P e K/kg de terra e 135 mg S/kg de terra. Os micronutrientes B, Cu, Mo e Zn foram aplicados nas doses de 1, 2, 0,5 e 5 mg/kg, respectivamente. A terra de todos estes tratamentos recebeu 2 mEq CaCO₃/100 g. Um tratamento com NPK, sem calagem, também foi estudado. Avaliou-se a produção de matéria seca da parte aérea (ramos + folhas), raízes, vagens e grãos. Os resultados obtidos indicaram que: 1) o fósforo incrementou significativamente a produção de matéria seca total do feijoeiro, chegando até a duplicar a produção de grãos; 2) a adubação com N, P, K, calagem e micronutrientes permitiu as mais altas produções de todos os órgãos da cultura, chegando até a quadruplicar a produção de grãos; 3) a adição de potássio e cálcio aos tratamentos NP e NPK, respectivamente, aumentaram sensivelmente a produção de vagens e grãos, sem afetar o crescimento vegetativo da planta; 4) a maior produção de grãos não esteve associada com o maior crescimento vegetativo.

Termos para indexação: *Phaseolus vulgaris*, fósforo, micronutrientes, adubação.

NUTRIENTS AND LIMING REQUIREMENTS ON THE BEAN DRY MATTER PRODUCTION IN A YELLOW-RED LATOSOL IN THE BARRETOS REGION, SÃO PAULO STATE

ABSTRACT - This research was developed in greenhouse using samples of the surface layer (0-20 cm) of a Yellow-Red Latosol, sandy phase, profile from Barretos, São Paulo State, Brazil. The objective was to determine the nutrient needs to be supplied to optimize the bean (*Phaseolus vulgaris*, L.) productivity on a representative soil of this region. The crop grew in pots with 2.0 kg of soil, fertilized with N, NP, NPK, NPKS, NPK plus micronutrients and without fertilizer. The nutrient levels applied were 100 ppm (mg. kg⁻¹) of N, P and K, 135 mg S/kg of soil and 1, 2, 0.5 and 5 ppm of B, Cu, Mo and Zn, respectively. The soil samples of all these treatments received 2 mEq CaCO₃/100 g. One treatment with N, P and K, without liming, was studied too. The dry matter yield of the branches + leaves, roots, pods and grains have been evaluated. Results indicated that: 1) the phosphorus increased significantly the yield of all bean-plant parts as much as duplication of grain yield; 2) the treatment with N, P, K, liming and micronutrients produced the highest yield of all bean-plants parts as much as quadruplication of grain yield; 3) the amount of potassium and calcium to treatments with NP and NPK, respectively, increased the pod and grain yield, without affecting the vegetative growing of the plant; 4) the higher grain yield wasn't associated with highest vegetative growing.

Index terms: *Phaseolus vulgaris*, phosphorus, micronutrients, fertilization.

INTRODUÇÃO

Na região de Barretos, SP, a cultura de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.) está tomando grande importância, observando-se nos últimos anos que grandes extensões são ocupadas por esta cultura, especialmente na época seca (ou inverno) com uso de irrigação, incentivado pelo curto ciclo da cultura e pelo preço do produto. Mas a produtividade é ainda baixa, o que obedece, entre outros fatores, ao uso inadequado ou até mesmo à falta de adubação.

- ¹ Aceito para publicação em 28 de julho de 1986. Contribuição do Projeto Estudo do Sistema Água - Solo - Planta - Atmosfera na região de Barretos, ASPAB. Inst. Tec. Científico "Roberto Rios". Fundação Educacional de Barretos, SP, com apoio do CNPq e FINEP.
- ² Eng.-Agr., Ph.D., Prof. visitante do INTEC/FEB, Projeto ASPAB, Barretos, SP, atualmente Consultor do IICA/EMBRAPA/UAFNPBS, CEP 23851 Seropédica, km 47, RJ.
- ³ Estudante da FEB e bolsista do CNPq.
- ⁴ Química, projeto ASPAB e bolsista do CNPq.
- ⁵ Biólogo, prof. da FEB e bolsista do CNPq.

O feijoeiro é uma cultura exigente em condições físicas e químicas do solo (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária 1981), pois em condições adequadas a produtividade pode chegar até mais de 3.000 kg/ha (Vieira 1967). Pelo rápido crescimento da cultura e curta duração do ciclo vegetativo, o feijoeiro é uma cultura exigente em nutrientes, mas a resposta à adubação é fortemente influenciada pelo grau de fertilidade do solo no momento da semeadura, independente do tipo de solo.

Quanto à resposta ao nitrogênio, os resultados são diversos, encontrando-se informações de respostas positivas, sem resposta ou mesmo efeitos negativos desta adubação (Fontes et al. 1965, Miyasaka et al. 1966a, b, Mascarenhas et al. 1969, Malavolta 1972, Almeida et al. 1973, Braga et al. 1973, Cardoso et al. 1978). Estes resultados estão relacionados com o variável teor de matéria orgânica do solo e das condições para sua mineralização, pois em solos com teor médio e alto em matéria orgânica, ou com boas condições para a fixação simbiótica de N_2 , quase sempre não se encontram respostas ao nitrogênio.

No referente ao fósforo, de acordo com numerosos autores (Miyasaka et al. 1966a, b, Mascarenhas et al. 1969, Malavolta 1972, Almeida et al. 1973, Braga et al. 1973, Eira et al. 1973, Cunha & Guazzelli 1978, Oliveira et al. 1982), é o nutriente que mais influi na produtividade do feijoeiro na maioria dos solos brasileiros, observando-se uma resposta linear na maioria das pesquisas realizadas. O efeito do fósforo é fortemente favorecido pela calagem nos solos ácidos (Mascarenhas et al. 1967, 1969), enquanto que em solos que têm recebido repetidas adubações ou correções, não se observam respostas nem ao fósforo nem ao cálcio (Miyasaka et al. 1966c). O fósforo pode incrementar a produtividade do feijoeiro até 1,7 e 2,5 vezes com doses de 60 e 120 kg P_2O_5 /ha (Braga et al. 1973).

Por outro lado, a adubação potássica pouco tem influenciado na produtividade do feijoeiro, chegando até em alguns casos a diminuí-la (Fontes et al. 1965, Miyasaka et al. 1966a, b, c, Malavolta 1972, Braga et al. 1973).

Com respeito ao enxofre e aos micronutrientes, poucos trabalhos foram realizados e, na maioria deles, não foi encontrado efeito significativo

(Miyasaka et al. 1966a, b, c), e, no caso dos micronutrientes, ocorreu até diminuição do rendimento (Buzetti & Sá 1982). Cabe ressaltar que em solos de cerrado (Latossolo Vermelho-Escuro, L.E.), Buzetti & Sá (1982), estudando o efeito de diferentes níveis de F.T.E. BR-9 (óxidos silicatados ricos em micronutrientes) na produção do feijão Carioca, no período das secas, encontrou que este material incrementou significativamente a produção, chegando a considerar a dose de 80 kg/ha como a ideal. Assim mesmo, Oliveira et al. (1982) trabalhando num L.E., verificou que o zinco foi o nutriente que mais influiu na produção do feijoeiro, depois do fósforo, concordando com as condições de carência nutricional nos solos de cerrado, já conhecidas.

A grande variabilidade de respostas a uma determinada adubação, em solos similares, pode obedecer ao efeito do clima (ou ano agrícola), que, em muitos casos, é mais influente na produção que a própria adubação (Malavolta 1972, Oliveira et al. 1982).

A presente pesquisa teve por objetivo determinar os nutrientes necessários para otimizar a produtividade do feijoeiro, num Latossolo representativo de Barretos.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em casa de vegetação do projeto "Estudo do sistema água - solo - planta - atmosfera na região de Barretos", na Fundação Educacional de Barretos, SP.

Foram empregadas amostras da camada superficial (0-20 cm) de um Latossolo Vermelho-Amarelo, fase arenosa (LVAA), representativo do município de Barretos.

A caracterização física e química do solo pode ser vista na Tabela 1. Observa-se que é arenoso, ácido e sem problema de alumínio, com baixo teor em carbono orgânico e relativamente baixo conteúdo em cálcio e potássio trocáveis (em relação ao magnésio). O teor de fósforo disponível (10,3 ppm P) é médio.

As unidades experimentais foram constituídas por vasos contendo 2,0 kg de terra, os quais receberam os seguintes tratamentos de adubação expressados em ppm (mg/kg de terra): 1) sem adubação; 2) 100 ppm de N; 3) 100 ppm de N e de P; 4) 100 ppm de N, de P e de K; 5) 100 ppm de N, de P, de K e 135 ppm de S; 6) 100 ppm de N, de P e de K + micronutrientes, ME, (1, 2, 0,5 e 5 ppm de B, Cu, Mo e Zn, respectivamente). As amostras de terra desses tratamentos receberam 2,0 mEq. $CaCO_3$ /100 g, para melhorar a reação do solo e aumentar a dispo-

nibilidade de cálcio. Um 7º tratamento com 100 ppm de N, de P e de K, e sem calagem, também foi estudado.

Como fontes de nutrientes, empregaram-se uréia (45%N), superfosfato simples (20% P₂O₅ e 11% S), superfosfato triplo (45% P₂O₅), cloreto de potássio (60% K₂O), ácido bórico (H₃BO₃), cloreto cúprico (CuCl₂), molibdato de sódio (Na₂MoO₄ · 2H₂O) e cloreto de zinco (ZnCl₂ · 2H₂O). O superfosfato simples foi usado como fonte de fósforo e enxofre somente no quinto tratamento. Os micronutrientes foram aplicados em solução com a água da primeira irrigação, na semeadura.

Foram colocadas quatro sementes de feijão Carioca por vaso e deixaram-se duas plantas/vaso após o desbaste efetuado seis dias após a emergência (DAE). A colheita foi efetuada aos 80 DAE, colheitando-se raízes, ramos + folhas, vagens vazias e grãos, os quais foram convenientemente lavados e secados a 60°C/48 h.

Os tratamentos foram avaliados pelo delineamento estatístico de blocos inteiramente casualizados, com três repetições. Usou-se como parâmetro de avaliação a produção de matéria seca dos órgãos acima mencionados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, são apresentados os valores médios da produção de matéria seca (g/vaso) das diferentes partes do feijoeiro Carioca, crescido num LVAa com diferentes tratamentos de adubação.

Observa-se que a parte aérea (ramos + folhas) e raízes responderam similarmente os tratamentos de adubação. O fósforo foi o nutriente que mais influenciou no crescimento destes órgãos, chegando até a triplicar a produção da parte aérea e duplicar a das raízes. Estes resultados indicam que, não obstante o solo apresentar teor médio de P disponível (Tabela 1), este resultou insuficiente, em decorrência, possivelmente, do pouco volume de solo (vaso) em que se desenvolveram as plantas e da exigência da cultura. A calagem não afetou a produção desses órgãos, em consequência, possível-

TABELA 1. Algumas características físicas e químicas do Latossolo Vermelho-Amarelo, fase arenosa, em estudo¹.

Areia %	Argila %	pH(H ₂ O) (1:1)	C.org. (%)	P.disp. (ppm)	Cátions trocáveis (mEq/100 g)				
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Al ³⁺	H ⁺ (pH.7)
69,6	20,0	5,5	0,72	10,3	2,06	1,25	0,17	0,11	2,56

¹ Análises feitas de acordo com o "Manual de Métodos de Análise de Solo" da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1979).

TABELA 2. Produção média de matéria seca (g/vaso) da parte aérea, raízes, vagens vazias, grãos, total do feijoeiro Carioca, num Latossolo Vermelho-Amarelo com diferentes tratamentos de adubação.

Tratamento (Adubação)	Produção de matéria seca (g/vaso)				
	Parte aérea	Raízes	Vagens vazias	Grãos	Total
Testemunha	1,56b	0,54b	0,63c	2,60e	5,34d
N	2,00b	0,64b	0,89c	3,42e	6,95d
NP	6,17a	1,29a	1,28c	6,55d	15,29c
NPK	5,95a	1,34a	2,28ab	10,17b	19,74b
NPKS	5,22a	1,44a	2,04b	8,71bc	17,41cb
NPK + ME	6,65a	1,37a	2,96a	12,64a	23,62a
NPK ^a	5,02a	1,44a	2,11b	8,26c	16,82cb
F	20,85**	15**	34,67**	116,85**	107,28**
C.V. (%)	16,6	15,1	14,1	7,7	7,4

^a = sem calagem.

** = significativo ao nível de 1%.

Em cada coluna, as médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

mente, da baixa saturação de Al^{3+} no solo (Tabela 1), e de que o pH do solo (5,5) esteve dentro da faixa adequada ao feijoeiro (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária 1981). Estes resultados são semelhantes a outros encontrados em Latossolos similares, de cerrado (Mascarenhas et al. 1967, Guazzelli 1978, Oliveira et al. 1982).

Por outro lado, com relação à produção de vagens vazias e grãos, observam-se que estes tiveram comportamentos similares, porém diferentes dos da parte aérea e raízes, indicando que nem sempre a maior produção da parte vegetativa da planta está correlacionada com a maior produção de grãos, observação que deve ser levada em conta na avaliação dos adubos e outros insumos agrícolas. Encontrou-se que, depois do fósforo, os micronutrientes, o potássio e o cálcio foram os nutrientes mais importantes em incrementar a produtividade do feijoeiro. A máxima produtividade (100%) foi obtida com o tratamento NPK + micronutrientes, seguida pelo NPK (80%), NPK (sem calagem) (65%) e NP (52%). A aplicação de apenas nitrogênio e a adição de enxofre ao tratamento NPK não tiveram efeito significativo sobre a produtividade da cultura. O efeito significativo do potássio e do cálcio na produção de grãos, manifestado nesta pesquisa, está muito relacionado com o baixo teor relativo desses nutrientes no solo (Tabela 1), em virtude, principalmente, do alto teor em magnésio trocável, que apesar de não afetar o crescimento vegetativo, influenciou na formação dos grãos, dado que esses nutrientes favorecem significativamente a síntese de proteínas e, no caso do cálcio, influi na formação de grãos. O teor crítico de potássio e cálcio para a formação e desenvolvimento de grãos do feijoeiro deve ser mais alto que para o crescimento vegetativo.

A importância do fósforo e dos micronutrientes, encontrada nesta pesquisa, é concordante com as condições de carência nutricional nos solos de cerrado (Mascarenhas et al. 1967, Malavolta 1972, Cunha & Guazzelli 1978, Buzetti & Sá 1982, Oliveira et al. 1982).

CONCLUSÕES

1. O fósforo incrementou significativamente a produção de matéria seca total do feijoeiro, chegando até a duplicar a produção de grãos.

2. A adubação com N, P, K, calagem e micronutrientes permitiu as mais altas produções de todos os órgãos do feijoeiro, chegando até a quadruplicar a produção de grãos.

3. A adição de potássio e cálcio aos tratamentos NP e NPK, respectivamente, aumentaram sensivelmente a produção de vagens e grãos, sem afetar o crescimento vegetativo da planta.

4. A maior produção de grãos não esteve associada com o maior crescimento vegetativo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos às Sras. Luci Brunetti Costa Roxo e Fátima Maria Albino, e ao Prof. Edson J.N. Lima a datilografia e revisão do texto.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, D.L. de; PESSANHA, G.G.; PENTEADO, A. de F. Efeito da calagem e da adubação fosfatada e nitrogenada na modulação e produção do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*, L.). Pesq. agropec. bras. Sér. Agron., 8:127-30, 1973.
- BRAGA, J.M.; DEFELIPO, B.V.; VIEIRA, C.; FONTES, L.A.N. Vinte ensaios de adubação N-P-K da cultura de feijão na Zona da Mata de Minas Gerais. R. Ceres, 20(111):370-80, 1973.
- BUZETTI, S. & SÁ, M.E. de. Estudo de diferentes doses de F.T.E. BR-9 na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*, L.). In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1., Goiânia, 1982. Anais. Goiânia, EMBRAPA-CNPAP, 1982, p.164-7.
- CARDOSO, A.A.; FONTES, L.A.N.; VIEIRA, C. Efeitos de fontes e doses de adubo nitrogenado sobre a cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.). R. Ceres, 25 (139):292-5, 1978.
- CUNHA, J.M. da & GUAZZELLI, R.J. Efeito de cinco níveis de adubação com fósforo na produção de feijão. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS, Belo Horizonte, MG. Projeto Feijão; relatório 1973/75. Belo Horizonte, 1978.
- EIRA, P.A. da; PESSANHA, G.G.; BRITTO, D.P.P. de S.; CARBAJAL, A.R. Comparação de esquemas experimentais de adubação mineral de nitrogênio e fósforo na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.). Pesq. agropec. bras. Sér. Agron., 8:121-5, 1973.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, Goiânia, GO. Recomendações técnicas para o cultivo do feijoeiro. Goiânia, 1981. 43p. (EMBRAPA-CNPAP. Circular técnica, 13)
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conserva-

- ção de Solos, Rio de Janeiro, RJ. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1979.
- FONTES, L.A.N.; GOMES, F.R.; VIEIRA, C. Resposta do feijoeiro à aplicação de NPK e calcário na Zona da Mata, Minas Gerais. R. Ceres, 12(71):265-85, 1965.
- MALAVOLTA, E. Nutrição e adubação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FEIJÃO, 1., Campinas, 1971. Anais. Viçosa, Imprensa Universitária, 1972. p.211-42.
- 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, 28(7):71-84, 1969.
- MASCARENHAS, H.A.A.; MIYASAKA, S.; IGUE, T.; LOVADINI, L.A.; FREIRE, E.S. Adubação mineral do feijoeiro. XI. Efeitos do nitrogênio, fósforo e potássio e da calagem em campos cerrados do planalto paulista. Bragantia, 26(22):303-16, 1967.
- 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, 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 micronutrientes, em dois solos do Vale do Paraíba. Bragantia, 25(28):307-16, 1966b.
- 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, 25(27):297-305, 1966c.
- OLIVEIRA, I.P. de; KLUTHCOUSKI, J.; CARVALHO, J.R. de. Efeitos de macro e micronutrientes na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.) em Latossolo Vermelho-Escuro. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1., Goiânia, 1982. Anais. Goiânia, EMBRAPA-CNPAF, 1982. p.214-6.
- VIEIRA, C. O feijoeiro comum; cultura, doenças e melhoramento. Viçosa, Imprensa Universitária, 1967. 220p.