

# ALTURA DE PLANTA E COMPONENTES DO RENDIMENTO DO FEIJOEIRO EM FUNÇÃO DE POPULAÇÃO DE PLANTAS, ADUBAÇÃO E CALAGEM<sup>1</sup>

ANTONIO BARBARA DE SOUZA<sup>2</sup>  
MESSIAS JOSÉ BASTOS DE ANDRADE<sup>3</sup>  
JOEL AUGUSTO MUNIZ<sup>4</sup>

**RESUMO** – Com o objetivo de investigar os efeitos de populações de plantas e níveis de adubação e calagem sobre a altura e os componentes do rendimento de grãos do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em um solo Podizólico Vermelho Amarelo distrófico, de baixa fertilidade natural, foram conduzidos três experimentos de campo em Lavras – MG. Nos dois primeiros, utilizaram-se a cv. Pérola e delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições, no arranjo fatorial 4x4, envolvendo quatro populações: 120, 180, 240 e 300 mil plantas.ha<sup>-1</sup> e quatro níveis de adubação e calagem: 0, 1/3, 2/3 e 3/3 das doses de fertilizantes e calcá-

rio recomendadas para o nível 2 de tecnologia pela Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. No terceiro ensaio, o arranjo fatorial foi 2x4x4, envolvendo duas cultivares, Pérola e Carioca, quatro populações, 100, 200, 300 e 400 mil plantas.ha<sup>-1</sup>, e quatro níveis de adubação e calagem 0, 1/2, 2/2 e 3/2 das doses. O incremento da população de plantas reduziu a altura e o número de vagens por planta e o incremento dos níveis de adubação e calagem elevou a altura, o número de vagens por planta, o número de grãos por vagem e a massa média do grão.

**TERMOS PARA INDEXAÇÃO:** Densidade populacional, acidez do solo, *Phaseolus vulgaris*.

## COMMON BEAN PLANT HEIGHT AND PRIMARY YIELD COMPONENTS AFFECTED BY PLANT POPULATION, FERTILIZATION AND LIMING

**ABSTRACT** – With a view to defining the plant density and level of fertilization and liming for the bean crop (*Phaseolus vulgaris* L.) in a natural low fertility soil (dystrophic Red Yellow Podzolic), three field experiments were carried out in Lavras – MG. In the two first experiments the cultivar Pérola was utilized and the randomized block experimental design, with four replications and 4x4 factorial arrangement, involving four populations (120, 180, 240 and 300 thousand plants.ha<sup>-1</sup>) and four levels of fertilization and liming (0, 1/3, 2/3 and 3/3 of the recommended doses of fertilizers and limestone for the level 2 of technology

by the Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais) was adopted. In the third trial, the factorial arrangement was 2x4x4 involving two cultivars (Pérola and Carioca), four populations (100, 200, 300 and 400 thousand plants.ha<sup>-1</sup>) and four levels of fertilization and liming (0, 1/2, 2/2 and 3/2 of the recommended doses). The increase of the plant population reduced the plant height and the pod number per plant. The increasing levels of fertilization and liming raised the plant height, the pod number per plant, the grain number per pod and the one hundred grains weight.

**INDEX TERMS:** Populational density, fertilization, soil acidity, *Phaseolus vulgaris*.

1. Parte da tese de doutorado em Fitotecnia apresentada pelo primeiro autor à UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS/UFLA – Caixa Postal 37 – 37200-000 – Lavras, MG, com apoio financeiro da CAPES e FAPEMIG.
2. Engenheiro Agrônomo, DSc., Professor Adjunto da Universidade Estadual de Ponta Grossa, PR (UEPG). Caixa Postal 992/3, 84010-340 – Ponta Grossa, PR.
3. Engenheiro Agrônomo, DSc., Professor Adjunto do Departamento de Agricultura da UFLA e bolsista do CNPq.
4. Engenheiro Agrônomo, DSc., Professor Titular do Departamento de Ciências Exatas da UFLA.

## INTRODUÇÃO

O emprego racional de corretivos e fertilizantes e a utilização de populações de plantas adequadas podem ser alternativas importantes para amenizar o problema da baixa produtividade média da cultura do feijoeiro no Brasil. O pH do solo é o primeiro ponto a ser trabalhado em áreas de fertilidade marginal, e somente após a calagem, pode-se ter noção da real disponibilidade de nutrientes (OLIVEIRA et al., 1996). Com o pH de 5,5 a 6,5, os nutrientes encontram-se em disponibilidade máxima ou adequada, enquanto a concentração de Al tóxico é mínima. A calagem melhora ainda as propriedades físicas do solo, favorecendo o desenvolvimento das raízes e a absorção de água e nutrientes do solo (ROSOLEM, 1996).

Recomenda-se para o feijoeiro de 0,40 a 0,60 m entre fileiras, com 10 a 12 plantas por metro (SILVA, 1996), ou seja, de 167 a 300 mil plantas.ha<sup>-1</sup>. Com populações menores, há mais plantas daninhas e maturação desuniforme, enquanto populações muito altas aumentam o custo com sementes e dificultam os tratos culturais (CHAGAS, 1988).

De acordo com Faria (1980), em solos férteis e condições climáticas favoráveis, as plantas desenvolvem grande área foliar e aumentam a capacidade de compensação, sendo recomendada população mais baixa. Com limitações de solo, água ou temperatura, as plantas desenvolvem-se menos, mas a população não deve ser muito alta, devido à pressão de competição e maior evapotranspiração.

Populações diferentes tendem a manter rendimentos semelhantes, em razão da grande capacidade de compensação entre os componentes do rendimento, como no caso do número de vagens por planta (FERNANDES, 1987; ARF et al., 1990; VALE, 1994). Em alguns trabalhos evidenciam-se maiores produtividades com emprego de populações maiores para o feijoeiro, porém, quase sempre foram conduzidos em ambientes melhorados, em solos de média ou alta aptidão agrícola.

Muitos trabalhos, apesar de abordarem adubação, população de plantas e suas possíveis interações, foram conduzidos em solos de boa fertilidade e corrigidos, não podendo os resultados serem extrapolados para condições de solos menos férteis e sem correção, cultivados com o feijoeiro (LIMA, 1982; SILVA, 1985; PACHÊCO, 1993; TEIXEIRA, 1998).

Conduziu-se este trabalho com o objetivo de investigar os efeitos de populações de plantas e níveis de adubação e calagem sobre a altura de planta e componentes primários do rendimento de grãos do feijoeiro

(*Phaseolus vulgaris* L.), em um solo de baixa fertilidade natural.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos três ensaios de campo “nas águas” de 1997/98, na seca de 1998 e “nas águas” de 1998/99, em um solo Podzólico Vermelho Amarelo distrófico, de textura média e baixa fertilidade natural (Tabela 1) da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

O delineamento experimental dos dois primeiros ensaios foi em blocos casualizados, com quatro repetições, em arranjo fatorial 4x4, envolvendo quatro populações de plantas: 120, 180, 240 e 300 mil plantas.ha<sup>-1</sup>, e quatro níveis de adubação e calagem: 0, 1/3, 2/3 e 3/3 das doses de fertilizantes e calcário recomendadas para a cultura em Minas Gerais, nível 2 de tecnologia, Comissão... (1999). No terceiro experimento, utilizou-se o mesmo delineamento e arranjo fatorial 2x4x4, envolvendo duas cultivares, Pérola e Carioca, quatro populações: 100, 200, 300 e 400 mil plantas.ha<sup>-1</sup>, e quatro níveis de adubação e calagem: 0, 1/2, 2/2 e 3/2 das doses recomendadas.

A necessidade de calagem foi determinada pelo método da saturação por bases (RAIJ, 1981) e as doses de adubação de referência (COMISSÃO..., 1999) foram 20 kg.ha<sup>-1</sup> de N (sulfato de amônio), 80 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (superfosfato simples) e 30 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (cloreto de potássio).

A cultivar Pérola possui crescimento indeterminado, porte semi-ereto, ciclo normal e resistência à mancha-angular, ferrugem e mosaico-comum. A tradicional cultivar Carioca possui crescimento indeterminado, ciclo normal e resistência ao mosaico-comum (EMBRAPA, 1997).

Cada parcela teve quatro fileiras de 5 m no espaçamento de 0,5 m e área útil de 5 m<sup>2</sup>.

Os dados foram submetidos à análise de variância (conjunta nos dois primeiros ensaios e individual no terceiro). Nos casos de significância de populações e/ou adubações, recorreu-se à análise de regressão e, no caso de cultivares, as médias foram comparadas utilizando o teste F a 1% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando-se as duas primeiras safras, a altura de plantas foi superior nas águas (Tabela 2), possivelmente em função das melhores condições climáticas na fase vegetativa, concordando com resultados obtidos por Andrade (1998).

**TABELA 1** – Resultados das análises química e granulométrica de amostras de solo (0-20 cm de profundidade) das áreas experimentais <sup>(1)</sup>.

Características	Águas 1997/98	Seca 1998	Águas 1998/99
pH (em água 1: 2,5)	4,6AcE	4,8 AcE	4,7 AcE
P – Mehlich(mg.dm <sup>-3</sup> )	9,0 M	4,3 MBa	3,0MBa
K (mg.dm <sup>-3</sup> )	55,0 M	33,0 Ba	33,0Ba
Ca (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	1,3 M	1,1 Ba	0,9Ba
Mg(cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	0,6 M	0,6 M	0,4Ba
Al (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	0,6 M	0,6 M	0,9M
H+Al – ac. potencial (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	6,3 Bo	6,3 Bo	6,3Bo
SB – soma de bases (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	2,0 M	1,8 M	1,4Ba
t – CTC efetiva (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	2,6 M	2,4 M	2,3M
T – CTC a pH 7 (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	8,3 M	8,1 M	7,7M
m – saturação de Al (%)	23,0 Ba	25,0 Ba	39,1M
V - saturação por bases (%)	24,0 Ba	22,0 Ba	18,2MBa
Matéria orgânica (dag kg <sup>-1</sup> )	1,9Ba	2,3M	1,7Ba
Areia (%)	51	53	51
Limo (%)	13	15	15
Argila (%)	36	32	34

<sup>(1)</sup>Análises realizadas nos laboratórios do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal de Lavras (DCS/UFLA), e interpretação de acordo com Comissão...(1999). AcE=acidez elevada, Bo = teor bom, M=teor médio, Ba=teor baixo; MBa= teor muito baixo.

Os níveis de adubação e calagem não influenciaram a altura de plantas nas águas 1997/98, mas tiveram efeito linear na safra da seca 1998 (Figura 1A). Nas águas 1998/99, a altura de planta cresceu com os níveis de adubação e calagem, segundo uma relação quadrática (Figura 1B).

Em todas as safras, à medida que se aumentou a população de feijoeiros, a altura de planta reduziu-se linearmente (Figura 2). Esse resultado discorda dos obtidos por Valério et al. (1999), os quais verificaram aumento da altura com o incremento

da população. No entanto, o solo do presente estudo apresentou fertilidade original muito inferior e expressivo teor de areia (Tabela 1), indicando baixa capacidade de suportar grandes populações.

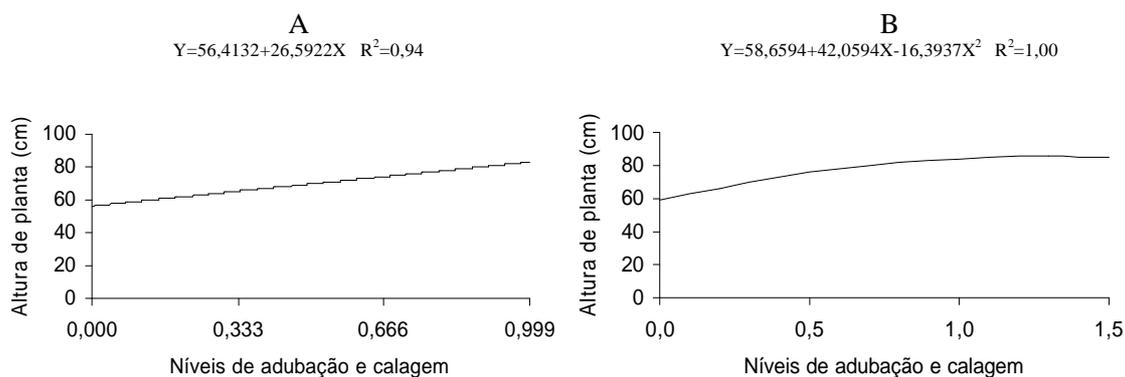
Ambas as cultivares apresentaram alturas de planta equivalentes (Tabela 3), mas a 'Carioca' apresentou maior número de vagens por planta, o que certamente está relacionado ao seu hábito de crescimento, com ramos mais longos e mais numerosos (EMBRAPA, 1997).

**TABELA 2** – Altura de planta, rendimento de grãos e componentes do rendimento da cv. Pérola nas safras das águas 1997/98 e seca 1998, em função de níveis de adubação e calagem e populações de plantas.

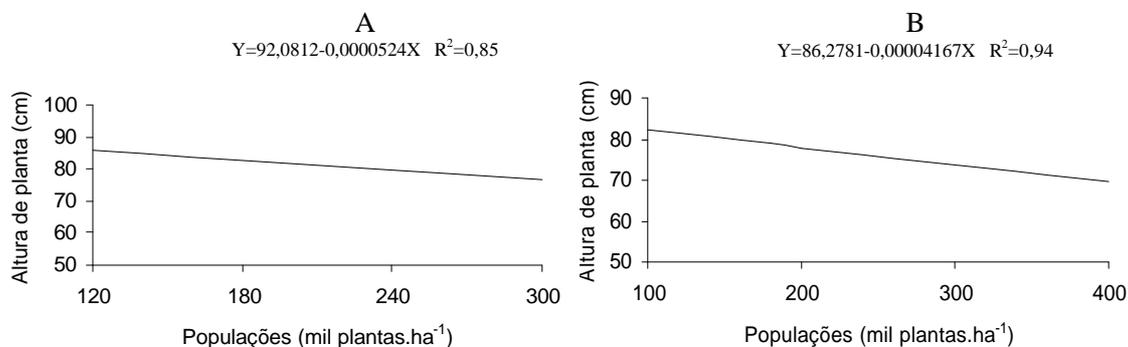
Tratamento	Altura de planta (cm)	Número de vagens por planta	Número de grãos por vagem	Massa de cem grãos (g)
<b>Safras(*)</b>				
Águas 1997/98	92a	9,6a	3,6a	27,82a
Seca 1998	70 b	5,3 b	2,5 b	20,54 b
<b>Níveis de Adubação e Calagem</b>				
0	70	5,7	3,0	23,32
1/3	82	7,1	3,1	24,47
2/3	84	8,1	3,1	23,99
1	88	8,9	3,0	24,94
<b>Populações(mil plantas.ha<sup>-1</sup>) **</b>				
120 (112)	86	9,9	3,3	24,40
180 (162)	83	8,0	2,9	24,55
240 (212)	77	6,2	3,0	24,23
300 (264)	78	5,7	3,0	23,55
Média geral	81	7,4	3,0	24,18
CV(%)	13,84	32,26	14,40	9,60

(\*) Em cada coluna, médias seguidas por diferentes letras diferem significativamente pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade

(\*\*) Os números entre parênteses referem-se ao estande final efetivo.



**FIGURA 1** – Representação gráfica e equação de regressão da altura de planta do feijoeiro em função de níveis de adubação e calagem nas safras da seca 1998 (A) e águas 1998/99 (B).



**FIGURA 2** – Representação gráfica e equação de regressão da altura de planta do feijoeiro em função de populações de plantas nas safras das águas 1997/98 e seca 1998 (A) e águas 1998/99 (B).

**TABELA 3** – Altura de planta, rendimento de grãos e componentes do rendimento em duas cultivares de feijoeiro, em função de níveis de adubação e calagem e população de plantas. Safra das águas 1998/99.

Tratamento	Altura de planta (cm)	Número de vagens por planta	Número de grãos por vagem	Massa de cem grãos (g)
<b>Cultivar</b>				
Pérola	75	9,6 b	4,6	25,41a
Carioca	76	11,3a	4,7	20,89 b
<b>Níveis de Adubação e Calagem</b>				
0,0	59	6,4	4,4	21,88
0,5	76	10,4	4,7	23,22
1,0	84	12,3	4,7	24,05
1,5	85	12,7	4,8	23,45
<b>Populações (mil plantas/ha)**</b>				
100 (100)	83	16,4	4,7	23,45
200 (194)	77	11,1	4,6	23,24
300 (288)	73	7,5	4,6	23,02
400 (384)	71	6,8	4,5	22,89
Média geral	76	10,4	4,6	23,15
CV(%)	19,4	22,97	8,84	5,71

(\*) Em cada coluna, médias seguidas por diferentes letras diferem significativamente pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade.

(\*\*) Os números entre parênteses dizem respeito ao estande final efetivo.

Nas duas safras das águas, o número de vagens por planta foi superior (Tabelas 2 e 3), certamente em função da maior altura de planta, pois em plantas de hábito indeterminado, maior altura de planta significa maior número de nós e maior número de ramos (FERNANDEZ et al., 1985), o que, potencialmente, significa maior número de vagens.

Em geral, o aumento dos níveis de adubação e calagem elevou linearmente o número de vagens por planta (Figura 3), da mesma forma já observada por Silva (1985) e Pachêco (1993). Na safra das águas 98/99, esse efeito foi quadrático na população de 100 mil plantas, sendo o maior número de vagens por planta estimado com a dose de 1,125, e linear nas demais populações, embora com taxas de acréscimos diferenciadas. Verifica-se, pois, que a exigência nutricional para atingir o máximo número de vagens por planta foi menor quando se utilizou a menor população de plantas, crescendo nas maiores populações. Isso mostra que o uso de populações mais baixas pelos pequenos agricultores, em solos pobres, tem uma lógica racional.

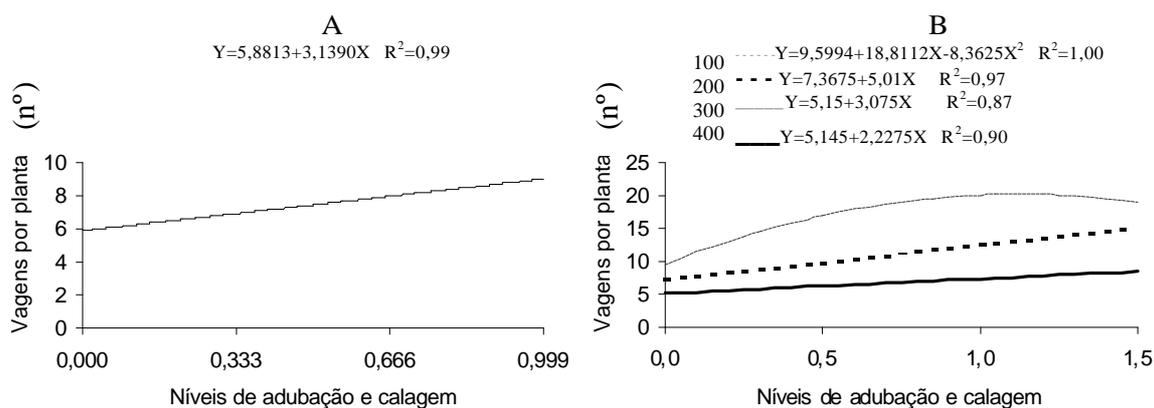
Certamente, a crescente disponibilidade de nutrientes promovida pela adubação e calagem possibilitou também crescentes pontos de equilíbrio entre fonte e dreno, resultando em menor taxa de aborto dos órgãos reprodutivos. Ao lado de outros fatores, nutrição mineral deficiente tem sido indicada como importante causa de aborto de flores e vagens no feijoeiro (WHITE e IZQUIERDO, 1991).

À medida que se aumentou a população, decresceu o número de vagens por planta (Figura 4),

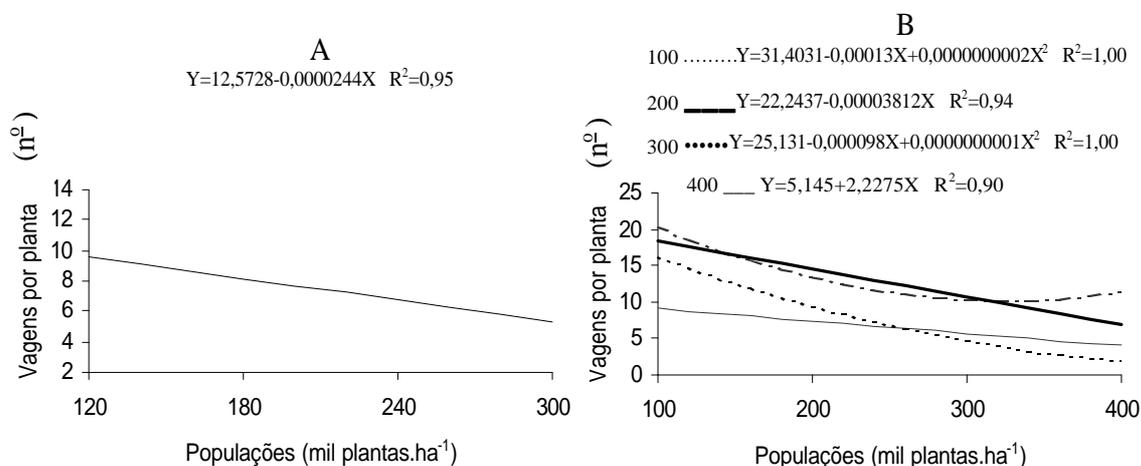
comportamento que tem sido observado em diversos trabalhos (FERNANDES, 1987; ARF et al., 1990; TEIXEIRA, 1998; VALÉRIO et al., 1999), principalmente com cultivares de crescimento indeterminado, que têm menor capacidade de adaptação a maiores populações.

Em consequência das melhores condições ambientais, principalmente maior disponibilidade de água, o número de grãos por vagem também foi maior nas duas safras das águas (Tabelas 2 e 3). Na seca, quando é comum cessarem as chuvas antes do completo enchimento do grão (ANDRADE, 1998), é maior a frequência de grãos “chochos” ou mal formados, reduzindo o número de grãos por vagem. Nas duas primeiras safras, com o incremento da população de feijoeiros, houve tendência de decréscimo no número de grãos por vagem, até a população de 240 mil plantas.ha<sup>-1</sup>; entretanto, a média obtida na análise conjunta para a população de 300 mil plantas.ha<sup>-1</sup> mostrou-se elevada (Figura 5A).

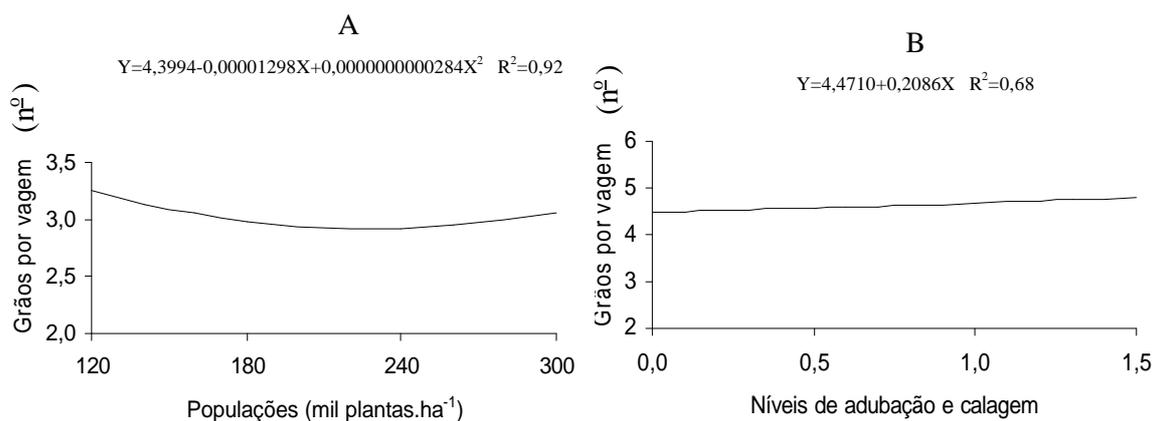
Na safra das águas 98/99, o número de grãos por vagem não foi influenciado pelas diferentes populações de plantas e também não diferiu entre as cultivares avaliadas, mas mostrou-se significativamente afetado pelos níveis de adubação e calagem (Tabela 3). A análise de regressão (Figura 5B) revelou que o incremento dos níveis de adubação e calagem elevou linearmente o número de grãos por vagem. Entretanto, esse aumento foi de pequena magnitude e a equação que representa essa relação apresentou baixo grau de ajuste aos dados ( $R^2 = 0,68$ ).



**FIGURA 3** – Representação gráfica e equação de regressão do número de vagens por planta do feijoeiro em função de níveis de adubação e calagem nas safras das águas 1997/98 e seca 1998 (A) e interação entre níveis de adubação e calagem e populações de plantas nas águas 1998/99 (B).



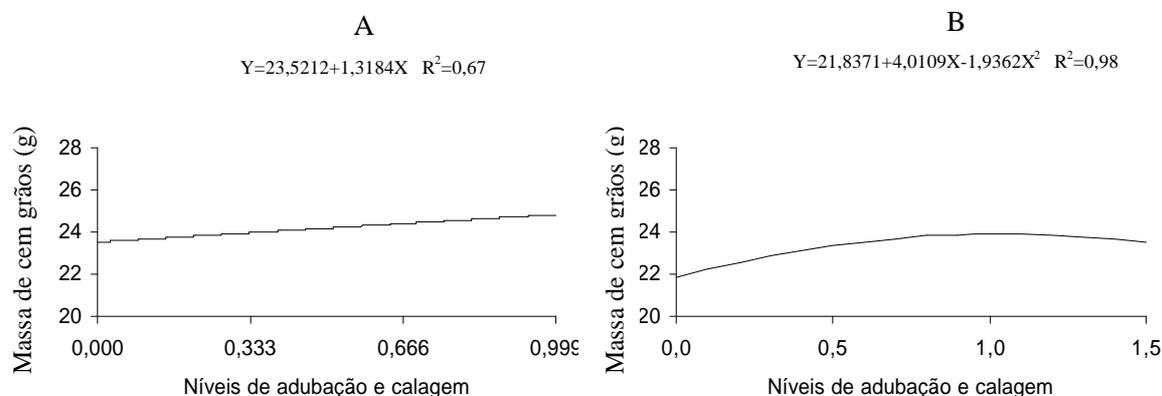
**FIGURA 4** – Representação gráfica e equação de regressão do número de vagens por planta do feijoeiro em função de populações de plantas nas safras das águas 1997/98 e seca 1998 (A) e águas 1998/99 (B).



**FIGURA 5** – Representação gráfica e equação de regressão do número de grãos por vagem do feijoeiro em função de populações de plantas nas safras das águas 1997/98 e seca 1998 (A) e águas 1998/99 (B).

O aumento das populações de plantas não afetou a massa de cem grãos, mas houve efeito significativo dos níveis de adubação e calagem. Nas duas primeiras safras, com o incremento da adubação e calagem, houve aumento linear na massa de cem grãos. Embora esse resultado possa ser fisiológica e nutricionalmente explicado, o valor do  $R^2$  encontrado não indicou bom ajuste da equação (Figura 6A). Na safra das águas 1998/99, a cultivar Pérola produziu grãos maiores que a 'Carioca', fato também observado por Valério et al. (1998) em duas das três safras estudadas. À medida que aumentaram-se os níveis de adubação e calagem, houve aumen-

to da massa de cem grãos, seguindo um modelo quadrático (Figura 6B). De acordo com esse modelo, a massa máxima de cem grãos seria obtida por volta do nível 1,0 de adubação e calagem, decrescendo suavemente a partir desse valor, provavelmente em função do contínuo aumento do número de vagens por planta (Figura 3B). Em outras palavras, a partir do nível 1, o incremento da adubação e calagem continuaria aumentando o número de vagens por planta, mas não seria suficiente para continuar incrementando a massa dos grãos das vagens produzidas.



**FIGURA 6** – Representação gráfica e equação de regressão da massa de cem grãos do feijoeiro em função de níveis de adubação e calagem nas safras das águas 1997/98 e seca 1998 (A) e águas 1998/99 (B). UFLA, Lavras - MG.

Comparando-se esses resultados com os do rendimento de grãos obtidos nesse mesmo estudo e publicados por Souza et al. (2002), verifica-se que o aumento dos níveis de adubação e calagem elevou a altura das plantas, o número de vagens por planta e a massa de cem grãos, resultando em maiores rendimentos de grãos, confirmando a importância dos fertilizantes e do calcário para o aumento da produtividade da cultura em solos de baixa fertilidade.

À medida que se aumentou a população de feijoeiros, reduziram-se gradativamente a altura de plantas e o número de vagens por planta. Entretanto, no intervalo populacional estudado, o rendimento de grãos se manteve no mesmo patamar (SOUZA et al., 2002), evidenciando certa plasticidade ou capacidade de compensação. De acordo com esse resultado, o incremento da população não se revela uma boa estratégia em solos de baixa fertilidade, podendo-se preconizar, nessas situações, as populações normalmente recomendadas, isto é, em torno de 240 mil plantas ha<sup>-1</sup>.

### CONCLUSÕES

Em solo de baixa fertilidade, o incremento da população de feijoeiros reduz a altura de planta e o número de vagens por planta, enquanto o incremento dos níveis de adubação e calagem eleva a altura de plantas, o número de vagens por planta, o número de grãos por vagem e a massa média do grão.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, M. J. B. Clima e solo. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. **Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas**. Viçosa: UFV, 1998. p. 83-97.
- ARF, O.; TOLEDO, A. R. M. de; BUZETTI, S.; SÁ, M. E. de; FUJIWARA, R. H. Estudo de espaçamentos e densidades na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) II: adubação em função da população de plantas. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA EM FEIJÃO, 3., 1990, Vitória. **Anais...** Vitória: EMCAPA, 1990. p. 189. (EMCAPA. Documentos, 62).
- CHAGAS, J. M. Plantio. In: ZIMMERMANN, M. J. O. **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1988. p. 303-316.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, 1999. 359 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. **Cultivares de feijão recomendadas para plantio no ano agrícola 1996/97**. Goiânia, 1997. 24 p. (Infor-

mativo Anual das Comissões Técnicas Regionais de Feijão, 4).

FARIA, R. T. Espaçamento e densidade. In: INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cultura do feijão no estado do Paraná**. Londrina, 1980. p. 25-26. (Circular Técnica, 18).

FERNANDES, M. I. P. S. **Efeito da variação de estado dos experimentos com a cultura do feijoeiro**. 1987. 73 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1987.

FERNANDEZ, F.; GEPTS, P.; LÓPEZ, M. Etapas de desarrollo en la planta de frijol. In: LÓPEZ, M.; FERNANDEZ, F.; SCHOOWHOVEN, A. V. **Frijol, investigación y producción**. Colombia: CIAT, 1985. p. 61-80.

LIMA, A. A. **Resposta de variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) a espaçamentos e níveis de adubação**. 1982. 57 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1982.

OLIVEIRA, I. P.; ARAÚJO, R. S.; DUTRA, L. G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Eds.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFÓS, 1996. p. 169-221.

PACHÊCO, R. G. **Efeitos de espaçamento e adubação sobre dois cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 1993. 64 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.

RAIJ, B. van. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba: Potafós, 1981. 142 p.

ROSOLEM, C. A. Calagem e adubação mineral. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Eds.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFÓS, 1996. p. 353-385.

SILVA, C. C. Estabelecimento da cultura. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.;

ZIMMERMANN, M. J. O. (Eds.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFÓS, 1996. p. 417-432.

SILVA, D. B. **Efeitos de populações de plantas, adubação e variedades sobre a produtividade do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 1985. 48 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1985.

SOUZA, A. B.; ANDRADE, M. J. B.; MUNIZ, J. A.; REIS, R. P. Populações de plantas e níveis de adubação e calagem para o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em um solo de baixa fertilidade. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 1, p. 87-98, jan./fev. 2002.

TEIXEIRA, I. R. **Comportamento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Pérola) submetido a diferentes densidades de semeadura e níveis de adubação nitrogenada**. 1998. 67 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

VALE, L. S. R. **Doses de calcário, desenvolvimento da planta, componentes de produção, produtividade de grãos e absorção de nutrientes de dois cultivares de feijão**. 1994. 71 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1994.

VALÉRIO, C. R.; ANDRADE, M. J. B.; FERREIRA, D. F. Comportamento das cultivares de feijão Aporé, Carioca e Pérola em diferentes populações de plantas e espaçamento entre linhas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 3, p. 515-528, jul./set. 1999.

WHITE, J. W.; IZQUIERDO, J. Physiology of yield potential and stress tolerance. In: SCHOONHOVEN, A. van; VOYSEST, O. **Common beans: research for crop improvement**. Melksham: CAB International, 1991.