

Populações de plantas, adubação e calagem para o feijoeiro (cv. Iapar 81) em um Gleissolo de Ponta Grossa, Estado do Paraná

Antonio Barbara de Souza^{1*}, Messias José Bastos de Andrade² e Vandeir Gregório Alves²

¹Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Ponta Grossa, C.P. 192/3, 84030-900, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. ²Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras, C.P. 37, 37200-000, Lavras, Minas Gerais, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: dsolos@uepg.br

RESUMO. Na região Centro-Sul do Estado do Paraná, dentre os principais fatores limitantes da produtividade da cultura do feijoeiro, predominam subdosagens ou ausência de fertilizantes e calcário e baixas populações de plantas. Com o objetivo de estudar, na safra das águas 2000/01, o comportamento de populações de plantas e níveis de adubação e calagem mais adequados à cultura do feijoeiro cv. Iapar 81, foi conduzido um experimento de campo em Ponta Grossa-PR. O delineamento experimental foi blocos ao acaso com quatro repetições e arranjo fatorial 4 x 4 envolvendo quatro populações de plantas (100, 200, 300 e 400 mil plantas ha⁻¹) e quatro níveis de adubação e correção (doses 0,0; 0,5; 1,0 e 1,5 de fertilizantes e calcário, sendo a dose 1,0 correspondente à recomendação). O aumento da população de plantas, apesar de reduzir linearmente o número de grãos por vagem e o número de vagens por planta, proporcionou elevação do rendimento de grãos até cerca de 303 mil plantas ha⁻¹, causando redução em populações superiores. O incremento dos níveis de adubação e calagem elevou linearmente a altura de plantas e o número de vagens por planta, mas não foi suficiente para elevar significativamente o rendimento de grãos, que se mostrou limitado por severa desfolha causada por mancha angular e excesso de chuvas nas etapas finais do ciclo vegetativo.

Palavras-chave: densidade populacional, fertilização, correção do solo, *Phaseolus vulgaris*, sistema de produção

ABSTRACT. Plant population, fertilization and liming for the common bean (cv. Iapar 81) on a gleysol in Ponta Grossa, PR, southern Brazil.

Aiming to study plant populations behavior and levels of fertilization and liming most adequate to the Iapar 81 bean crop, a field experiment was conducted in Ponta Grossa-PR, in the 2000/2001 summer sowing season. The experimental design was randomized blocks with four replicates and 4 x 4 factorial arrangement, involving four plant populations (100, 200, 300 and 400 thousand plants ha⁻¹) and four fertilization and liming levels (0.0, 0.5, 1.0 and 1.5 doses, being 1.0 corresponding to IAPAR recommendation). The plant population increase reduced linearly the grain number per plant and pods number per plant; in spite of that, it caused an increase in grain yield up to 303 thousand plants ha⁻¹, causing reduction in higher populations. The increase of the fertilization and liming levels raised linearly plant height and the number of pods per plant, but it was not enough to raise grain yield, this parameter was limited by severe defoliation, caused by angular leaf spot and excess of rains in the final stages of the vegetative cycle.

Key words: population density, fertilization, soil liming, *Phaseolus vulgaris*, farming system.

Introdução

A produção de feijão no estado do Paraná na safra 2000/2001 foi de cerca de 470 mil toneladas, em uma área de aproximadamente 424 mil ha (Borges, 2001), o que determina uma produtividade da ordem de 1108kg ha⁻¹.

De acordo com Rosolem (1987), muitos fatores podem determinar essa baixa produtividade do feijoeiro, desde problemas políticos até problemas

técnicos que englobam geração, difusão e aplicação de conhecimentos. Entre os fatores de ordem técnica, o emprego racional de fertilizantes e o uso de populações de plantas adequadas à realidade sócio-econômica e edafoclimática podem ser alternativas importantes para amenizar o problema. Devido à sua inter-relação, esses fatores devem ser, preferencialmente, estudados em conjunto, mas a literatura é relativamente escassa nesse aspecto.

O Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão

(Embrapa, 1982) recomenda para o feijoeiro o espaçamento de 0,5m entre linhas, com distribuição de 10 a 15 sementes por metro, o que corresponde a populações de 200 a 300 mil plantas ha⁻¹. Segundo Faria (1980), no Paraná as melhores produções são obtidas quando são usados espaçamentos de 0,40 a 0,60m entre linhas e densidades de 10 a 15 plantas por metro, o que equivale a populações de 167 a 375 mil plantas ha⁻¹. É preciso deduzir que tais recomendações devem ser acompanhadas de um conjunto de melhorias no ambiente, principalmente adubação e calagem, o que escapa à realidade da maioria dos agricultores. É muito freqüente a observação do emprego de populações inferiores às recomendadas (Vieira *et al.*, 1988), as quais, por sua vez, englobam faixas muito amplas, com variações de 50% a 125%.

Na região Centro-Sul, atualmente responsável por 45% da área plantada no Paraná (Borges, 2001), mais de 80% das áreas das propriedades de pequenos e médios produtores são cultivadas com milho e/ou feijão, em solos de baixa aptidão agrícola, com emprego de sub-dosagens ou ausência de fertilizantes e calcário; na maioria das áreas cultivadas, a população média é de 141 mil feijoeiros ha⁻¹, com produtividade equivalente à média do Estado (Vieira *et al.*, 1987, 1988). Dados mais recentes (Borges, 2001) também informam que, embora 74% dos produtores regionais realizem a calagem e 64% deles efetuem análise do solo periodicamente, apenas 37% realizam adubação de forma correta.

Em Minas Gerais, alguns trabalhos envolvendo adubação e populações de feijoeiro têm mostrado que o incremento dos níveis de adubação aumentou o rendimento de grãos (Lima, 1982; Silva, 1985; Pacheco, 1993), seus componentes e a altura de plantas (Silva, 1985), enquanto o aumento da população causou redução nos valores dos componentes do rendimento (Silva, 1985). A interação entre os dois fatores ora foi significativa (Lima, 1982), ora não (Silva, 1985, Pacheco, 1993). Esses trabalhos, apesar de abordarem os dois fatores, adubação e população de plantas, e sua possível interação, foram conduzidos em solos de boa fertilidade natural e bem corrigidos, não podendo os resultados ser extrapolados para outras condições.

Entre as principais adversidades, as doenças ocupam lugar de destaque por submeterem as lavouras a baixos patamares de produtividade, reduzindo a resposta a insumos, tais como calcário e fertilizantes, cultivares melhoradas e sementes de qualidade. No Estado do Paraná, antracnose, ferrugem, mancha angular e oídio são doenças tradicionais, distribuídas por todas as regiões produtoras (Bianchini *et al.*, 2000).

Poucos trabalhos buscam avaliar as inter-relações entre populações e níveis de correção e de adubação em ambientes pouco ou não-melhorados. Neste

sentido, Souza *et al.* (2002), trabalhando em um solo de baixa fertilidade em Lavras, Estado de Minas Gerais, verificaram que, no intervalo de 100 a 400 mil plantas por hectare, o incremento da população não se revelou boa estratégia para aumento de rendimento de grãos e que a dose de 1,34 vezes as doses de referência de adubação e calagem no Estado levaram às maiores produtividades e máxima eficiência econômica.

O objetivo do presente trabalho foi estudar, na safra das águas 2000/2001, populações de plantas e níveis de adubação e calagem para o feijoeiro cultivar IAPAR 81, de forma a orientar técnicos e agricultores na definição do número de plantas e doses de fertilizantes biológica e economicamente mais promissores em um Gleissolo de Ponta Grossa, Estado do Paraná.

Material e métodos

O experimento foi conduzido a campo na safra das “águas” 2000/2001, em um Gleissolo de textura média (Tabela 1) da Fazenda Escola Capão da Onça, da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Estado do Paraná.

Tabela 1. Resultados das análises química e granulométrica de amostras de material do solo utilizado (0-20cm de profundidade). Fescon/UEPG, Ponta Grossa, Estado do Paraná, águas 2000/2001.

Características	Valores	Características	Valores
pH (em CaCl ₂)	3,9	t (cmol _c .dm ⁻³)	4,53
P (mg.dm ⁻³)	10,5	T (cmol _c .dm ⁻³)	17,2
K (cmol _c .dm ⁻³)	0,23	m (%)	30,9
Ca (cmol _c .dm ⁻³)	1,4	V (%)	18,2
Mg (cmol _c .dm ⁻³)	1,5	C (g.dm ⁻³)	2,8
Al (cmol _c .dm ⁻³)	1,4	Areia (%)	63,1
H+Al (cmol _c .dm ⁻³)	14,07	Limo (%)	6,9
SB (cmol _c .dm ⁻³)	3,13	Argila (%)	30,0

Análises realizadas no laboratório do Departamento de Ciência do Solo e Eng. Agrícola da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

O delineamento experimental foi blocos casualizados, com 4 repetições e arranjo fatorial 4 x 4, envolvendo 4 populações (100, 200, 300 e 400 mil plantas ha⁻¹) e 4 níveis de adubação e calagem (doses 0, 0,5, 1,0 e 1,5 de fertilizantes e calcário).

A necessidade de calagem da dose 1,0 foi determinada pelo método da elevação da saturação por bases (Raij, 1981), considerando-se V₂ = 60%, e o calcário usado revelou PRNT = 93,38%, 95,74% de reatividade, 26,50% de CaO e 20,20% de MgO.

Ainda na dose 1, adotou-se no plantio a recomendação da Comissão de Fertilidade do Solo (1994), ou seja, 20kg ha⁻¹ de N, 60kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 30kg ha⁻¹ de K₂O. Utilizaram-se como fontes o sulfato de amônio (20% de N), o superfosfato simples (18% de P₂O₅) e o cloreto de potássio (58% de K₂O).

A cultivar de feijoeiro empregada, Iapar 81, possui grão tipo carioca (cor creme e estrias marrons), hábito de crescimento indeterminado II (semi-ereto), ciclo normal, resistência à ferrugem e mosaico-

comum e moderada resistência à antracnose e oídio e é recomendada para o estado do Paraná (Embrapa, 1998).

A semeadura foi realizada no período de 08 a 12 de dezembro de 2000. Cada parcela foi constituída de 4 fileiras de 5m de comprimento, espaçadas de 0,5m, perfazendo 10m² de área total. Como área útil, foram consideradas integralmente as duas fileiras centrais (5m²). As densidades de semeadura foram adequadas para proporcionarem, após o desbaste, as populações desejadas.

O experimento foi mantido livre de plantas daninhas através da aplicação (aos 16 dias após a emergência-DAE) de uma mistura dos herbicidas bentazon (Basagran 600, 1,0L ha⁻¹) e sethoxydim (Poast, 1,0 L ha⁻¹) mais o adjuvante Assist a 0,5% v/v. Aos 54 DAE foi feita uma aplicação de methamidophos (Tamaron, 0,5L ha⁻¹) para controle de cigarrinha-verde (*Empoasca kraemerii*). Na etapa R₅ do ciclo cultural, que corresponde ao enchimento de grãos, houve severa desfolha por mancha angular, enfermidade não-controlada.

Foram avaliados a altura de plantas, o rendimento de grãos e os seus componentes primários (número de vagens por planta, número de grãos por vagem e

massa média de cem grãos). Após a tabulação dos dados, procedeu-se à análise de variância, empregando-se o sistema de análise SISVAR, versão 4.0 (Ferreira, 2000). Nos casos de significância de um dos fatores, recorreu-se à análise de regressão (Banzato e Kronka, 1992), representando as equações através de curvas.

Resultados e discussão

A análise de variância mostrou que foi boa a precisão experimental com que foram estimadas as características avaliadas, haja vista que os valores do coeficiente de variação (Tabela 2) foram compatíveis com os normalmente obtidos com o feijoeiro em Minas Gerais (Abreu *et al.*, 1994). Detectou-se efeito significativo dos níveis de adubação e calagem sobre a altura de planta e número de vagens por planta, mas não sobre o rendimento de grãos ou de outros dos seus componentes. As populações, por sua vez, influenciaram o número de vagens por planta e o número de grãos por vagem, resultando em efeito significativo também sobre a produtividade. A interação entre os fatores não foi significativa (Tabela 2). Os valores médios das características avaliadas são apresentados na Tabela 3.

Tabela 2. Resumo (quadrados médios) da análise de variância dos dados relativos às características agrônômicas do feijoeiro cv. Iapar 81. FESCON/UEPG, Ponta Grossa, Estado do Paraná, águas 2000/2001.

Fonte variação	GL	Quadrados Médios				
		Altura planta	Vagens planta ⁻¹	Grãos vagem ⁻¹	Massa 100 grãos	Rend. Grãos
Blocos	3	176,91	31,06	0,040	5,25	396426,15
Ad. Calagem (A)	3	360,10**	25,28**	0,062	0,58	51751,08
Populações (P)	3	51,34	128,62**	0,484*	2,29	250714,31*
A x P	9	38,95	3,83	0,038	2,01	20126,38
Erro	45	46,63	3,08	0,128	1,27	83932,66
CV%		16,70	18,56	8,06	6,41	23,02

*Significativo a 5% pelo teste F; **Significativo a 1% pelo teste F.

Tabela 3. Valores médios da altura de planta e do rendimento de grãos e seus componentes primários em função de níveis de adubação e calagem e populações de plantas. FESCON/UEPG, Ponta Grossa, Estado do Paraná, águas 2000/2001.

Fatores	Altura (cm)	Rendimento (kg ha ⁻¹)	Vagens planta ⁻¹	Grãos vagem ⁻¹	Massa 100 grãos (g)
Adubação:					
0	33,5	1188	7,7	4,5	17,5
0,5	38,2	1291	9,8	4,5	17,5
1,0	43,0	1316	9,7	4,4	17,9
1,5	43,6	1239	10,6	4,4	17,6
População(mil ha ⁻¹)					
100 mil ha ⁻¹	38,4	1075	12,9	4,7	17,7
200 mil ha ⁻¹	37,9	1299	10,3	4,4	17,0
300 mil ha ⁻¹	40,0	1357	8,3	4,4	17,8
400 mil ha ⁻¹	41,9	1302	6,3	4,3	17,8
Médias	39,6	1258	9,4	4,4	17,6

O incremento das populações no intervalo de 100 a 400 mil plantas ha⁻¹ não influenciou a altura de planta (Tabela 2), a qual, entretanto, mostrou aumento linear com o incremento dos níveis de adubação e de calagem (Figura 1). Apesar desse aumento, entretanto, a altura de planta verificada no experimento não foi satisfatória e, pelo modelo adotado, continuaria a crescer com maiores doses de fertilizantes e de corretivo (Figura 1).

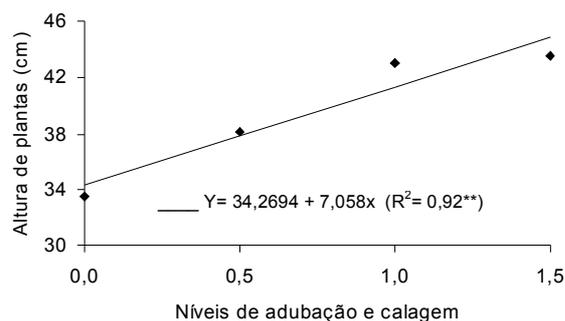


Figura 1. Altura de plantas de feijoeiro cv. IAPAR 81 em função de níveis de adubação e calagem. FESCON/UEPG, Ponta Grossa, Estado do Paraná, águas 2000/01.

O número de vagens por planta cresceu linearmente com o incremento da adubação e da calagem (Figura 2), mostrando que a correção da acidez e maior disponibilidade de nutrientes poder ter interferido na relação fonte/dreno do feijoeiro, resultando em menor aborto de flores e/ou de vagens. O contrário ocorreu com essa característica em relação às populações, ou seja, o número de vagens por planta decresceu linearmente com o incremento da população (Figura 3), certamente em função da maior competição interespecífica ocorrida nas maiores densidades populacionais.

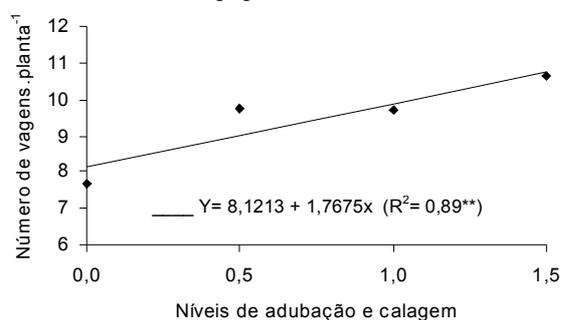


Figura 2. Número de vagens planta⁻¹ do feijoeiro cv. IAPAR 81 em função de níveis de adubação e calagem. Fescon/UEPG, Ponta Grossa, Estado do Paraná, águas 2000/01.

O número de grãos por vagem não foi influenciado pelos níveis de adubação e de calagem (Tabela 2). Esse resultado é coincidente com os dados obtidos por Rosolem (1996), o qual afirma que essa característica tem pequena sensibilidade ao incremento da adubação. Por fato, entretanto, não se verificou em relação às populações, ou seja, o incremento de 100 mil para 400 mil plantas ha⁻¹ causou redução linear no número de grãos vagem⁻¹, de 4,7 para 4,3 (Figura 4). Essa redução, sem dúvida, está relacionada com o aumento da competição interespecífica por fatores de crescimento nas maiores populações.

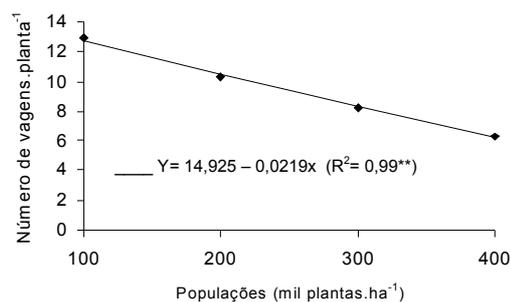


Figura 3. Número de vagens planta⁻¹ do feijoeiro cv. IAPAR 81 em função de níveis de populações de plantas. FESCON/UEPG, Ponta Grossa, Estado do Paraná, águas 2000/01.

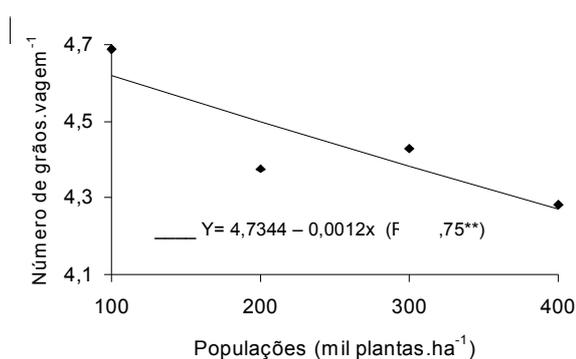


Figura 4. Número de grãos.vagem⁻¹ de feijoeiro cv. IAPAR 81 em função da população de plantas. FESCON/UEPG, Ponta Grossa, Estado do Paraná, águas 2000/01.

Apesar do ataque de cigarrinha-verde (*Empoasca kraemeri*) e mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*), a produtividade média de grãos alcançada, 1238kg ha⁻¹ (Tabela 3), foi superior à média estadual nessa safra, que se situou em torno de 1108kg ha⁻¹ (Borges, 2001).

A produtividade do feijoeiro não foi significativamente influenciada pelas adubações (Tabela 2). Os rendimentos conseguidos com as doses 1,0 e 1,5 foram bem inferiores aos esperados o que, sem dúvida, está relacionado à ocorrência da severa desfolha causada pela mancha angular, a qual teria imposto forte limitação à produtividade, impedindo que houvesse resposta à adubação, da forma constatada por Souza et al. (2002) em Lavras, Estado de Minas Gerais. Essa situação é muito comum entre pequenos produtores na safra das águas, quando diversos fatores não-controlados, como excesso de chuvas, ocorrência de doenças ou forte competição por invasoras, reduzem a resposta da cultura à adubação e desestimulam os produtores a investirem em insumos, principalmente fertilizantes.

Os resultados evidenciam que, nas condições do presente ensaio, as doses de adubos e de corretivos poderiam ser inferiores às normalmente recomendadas, mas essa possibilidade não pode ser generalizada e deve ser avaliada com o auxílio de um

engenheiro agrônomo, considerando o aspecto econômico e as conseqüências para o feijoeiro e também para a seqüência cultural da área em questão, a médio e longo prazos.

No intervalo de 100 a 400 mil plantas ha⁻¹, entretanto, o aumento da população incrementou o rendimento de grãos de forma quadrática até 303 mil plantas ha⁻¹, decrescendo em populações superiores (Figura 5), podendo-se afirmar que o incremento da população até cerca de 300 mil plantas ha⁻¹ poderia ser uma estratégia adequada para conseguir altas produtividades em solos de boa fertilidade natural e boa disponibilidade de água.

Figura 5. Rendimento de grãos do feijoeiro cv. IAPAR 81 em função de níveis de populações. Fescon/UEPG, Ponta Grossa, PR, águas 2000/01.

Pode-se concluir que:

- o aumento dos níveis de adubação e de calagem elevou a altura de plantas e o número de vagens por planta, mas não afetou o rendimento de grãos.
- com o incremento das populações de plantas, reduziu-se o número de vagens por planta e o número de grãos por vagem.
- o maior rendimento de grãos foi obtido com a população de 303 mil plantas ha⁻¹.

Referências

ABREU, A.F.B. *et al.* Progresso do melhoramento genético do feijoeiro nas décadas de setenta e oitenta nas regiões Sul e Alto Paranaíba em Minas Gerais. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 23, n. 1, p. 105-112, 1994.

BANZATO, D. A.; KRONKA, S do N. *Experimentação agrícola*, 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1992.

BIANCHINI, A. *et al.* Doenças do feijoeiro e seu controle. *In: Feijão: tecnologia de produção*. Londrina, 2000. Iapar, 2000. p 55-76. (Iapar, Informe da Pesquisa, 135).

BORGES, M. A. B.; Avaliação tecnológica da cultura do feijão no estado do Paraná – Extensão. *In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE FEIJÃO E REUNIÃO ANUAL PARANAENSE DE FEIJÃO*, 5., 2001, Londrina. *Anais...* Londrina: Iapar, 2001. p. 29-43

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO RS/SC. *Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina* 3. ed. Passo Fundo, SBCS-Núcleo Regional Sul, 1994.

EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. *Recomendações técnicas para a cultura de feijão com irrigação suplementar*. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1982. 21p. (Circular Técnica, 12).

EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. *Cultivares de feijão recomendadas para plantio no ano agrícola 1998/99*. Goiânia, 1998. 29p. (Informativo Anual das Comissões Técnicas Regionais de Feijão, 6)

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

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para windows versão 4.0. *In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA*, 45. 2000. São Carlos, SP. *Programa e Resumos...*, São Carlos: UFSCar, 2000.p.235.

LIMA, A. A. *Resposta de variedades de feijão (Phaseolus vulgaris L.) a espaçamentos e níveis de adubação*. 1982. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1982.

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

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

ROSOLEM, C.A. Calagem e adubação mineral. *In: ARAÚJO, R. S. et al. (Ed.). Cultura do feijoeiro no Brasil*. Piracicaba: Potafos, 1996. p. 353-385.

ROSOLEM, C.A. *Nutrição e adubação do feijoeiro*. Piracicaba, Potafos, 1987. 93p. (Boletim Técnico, 8).

SILVA, D. B. *Efeitos de populações de plantas, adubação e variedades sobre a produtividade do feijoeiro comum (Phaseolus vulgaris L.)*. 1985. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1985.

SOUZA, A. B. *et al.* Populações de plantas e níveis de adubação e calagem para o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris L.*) em um solo de baixa fertilidade. *Cienc. Agrotecnol.*, Lavras, v. 26, n. 1, p87-98, 2002

VIEIRA, A. M. *et al.* *Caracterização dos sistemas de produção agrícolas predominantes na região Centro-Sul do Paraná*. Ponta Grossa: IAPAR/Polos, 1988. 327p. (Mimeografado)

VIEIRA, A. M. *et al.* *Caracterização do quadro agrícola do município de Rio Azul, PR*. Diagnóstico preliminar voltado ao direcionamento das ações da pesquisa agrícola em sistemas integrados de produção. Londrina: Iapar, 1987. 103p.

Received on November 03, 2003.

Accepted on September 30, 2004.