

COMUNICAÇÃO

RENDIMENTO PRODUTIVO E ECONÔMICO DO FEIJÃO-CAUPI EM FUNÇÃO DE DOSES DE POTÁSSIO

Productive and economic yield of cowpea bean as a function of levels of potassium

Ademar Pereira de Oliveira¹, Jandiê Araújo da Silva², Edson Batista Lopes³,
Erlens Éder Silva⁴, Lucia Helena Avelino Araújo⁵, Valéria Veras Ribeiro⁶

RESUMO

O feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L) Walp], também conhecido como feijão-macassar, feijão-de-corda ou fradinho é uma das principais culturas do Nordeste do Brasil. Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o efeito da adubação potássica sobre o rendimento produtivo e econômico do feijão-caupi, cultivar Pitiuba. O trabalho foi realizado na Universidade Federal da Paraíba, em Areia (PB), em Neossolo Regolítico Psamítico típico, no período de julho a setembro de 2005. O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados, com seis tratamentos (0, 50, 100, 150, 200 e 250 kg ha⁻¹ de K₂O) e quatro repetições. Cada parcela continha 40 plantas espaçadas de 0,80 m x 0,40 m. A produção máxima de vagens por planta (285 g) de grãos verdes (143 g) e de grãos secos (120 g) foram obtidas, respectivamente, com 160, 153 e 200 kg ha⁻¹ de K₂O. As doses de 210, 151 e 170 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente, foram responsáveis pelas produtividades máximas de 4,18 t ha⁻¹ de vagens, 3,48 t ha⁻¹ de grãos verdes e de 1,89 t ha⁻¹ de grãos secos. A dose de máxima eficiência econômica para a produtividade de grãos secos foi de 141 kg ha⁻¹ de K₂O, com produtividade de 1,87 t ha⁻¹.

Termos para indexação: *Vigna unguiculata*, fertilização potássica, produção de grãos verdes e secos.

ABSTRACT

Cowpea bean [*Vigna unguiculata* (L) Walp] is one the main crops in the Northeast region of Brazil. With the objective of evaluating the effect of potassium fertilization on cowpea bean cv. Pitiuba, an experiment was carried out at Federal University of Paraíba, in Areia (PB), Brazil, on a Quartz Psamment soil, from July to September 2005. The experimental design was the randomized blocks, with six treatments (0, 50, 100, 150, 200, and 250 kg ha⁻¹ K₂O), and four replications. Each plot contained 40 plants spaced 0.80 m x 0.40 m. The maximum yield of pods per plant (285 g), green grains (143 g) and dry grains (120 g) were obtained with 160, 153 and 200 kg ha⁻¹ K₂O, respectively. The levels of 210, 151, and 170 kg ha⁻¹ K₂O were responsible for the maximum yields of 4.18 t ha⁻¹ of pods, 3.48 t ha⁻¹ of green grains, and 1.89 t ha⁻¹ of dry grains, respectively. The maximum level of economical efficiency for the yield of dry grains was 141 kg ha⁻¹ K₂O, with a yield of 1.87 t ha⁻¹.

Index terms: *Vigna unguiculata*, potassium fertilization, production of green and dry grains.

(Recebido em 20 de junho de 2007 e aprovado em 10 de março de 2008)

O caupi [*Vigna unguiculata* (L) Walp], também conhecido por feijão-macassar ou feijão-de-corda, é uma das opções de renda e alimento para a população do Nordeste do Brasil, que o consome na forma de grãos maduros ou grãos verdes. Na Paraíba, é cultivado em quase todas as microrregiões, onde ocupa 75% das áreas de cultivo com feijão. Assim, ele exerce efetiva participação

na dieta alimentar da população, por constituir-se uma excelente fonte de proteínas e carboidratos de baixo custo (IBGE, 1996; SILVA & OLIVEIRA, 1993).

Embora o feijão-caupi seja considerado uma cultura tropical, compatível com as condições ecológicas locais, ainda apresenta baixa produtividade, tanto no sistema de cultivo solteiro como consorciado (MIRANDA et al., 1996),

¹Doutor em Agronomia, Professor Associado I – Departamento de Fitotecnia – Centro de Ciências Agrárias/CCA – Universidade Federal da Paraíba/UFPB – Campus II – Cidade Universitária – Cx. P. 02 – 58397-000 – Areia, PB – ademarc@cca.ufpb.br

²Engenheiro Agrônomo, Mestre – Departamento de Fitotecnia – Centro de Ciências Agrárias/CCA – Universidade Federal da Paraíba/UFPB – Campus II – Cidade Universitária – Cx. P. 02 – 58397-000 – Areia, PB – agrojand@yahoo.com.br

³Doutor – Empresa Estadual de Agropecuária da Paraíba S/A EMEPA-PB – Rua Vereador Benedito Mota, 885 – Alto Branco – 58102-520 – Campina Grande, PB – edsonbatistalopes@hotmail.com

⁴Doutorando em Agronomia – Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Centro de Ciências Agrárias/CCA – Universidade Federal da Paraíba/UFPB – Campus II – Cidade Universitária – Cx. P. 02 – 58397-000 – Areia, PB – erlens_eder@hotmail.com

⁵Mestre – Departamento de Entomologia – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Algodão – Rua Oswaldo Cruz, 1143 – Centenário – Cx. P. 174 – 58107-720 – Campina Grande, PB – lucia@cnpa.embrapa.com.br

⁶Farmacêutica, Doutora em Agronomia – Departamento de Biologia/DB – Universidade Estadual da Paraíba/UEPB – Avenida das Baraúnas, 351 – Bodocongó – 58101-001 – Campina Grande, PB – valeria_vr@hotmail.com

decorrente do plantio de cultivares tradicionais com baixa qualidade agrônômica e ausência de um programa de manejo adequado de nutrientes no solo (OLIVEIRA et al., 2001). Alguns autores afirmam que para obterem-se altos rendimentos de caupi, se faz necessária a utilização de sementes de qualidade, e relatam o fornecimento de uma adubação equilibrada em matéria orgânica e NPK (MAIA et al., 1986; OLIVEIRA et al., 2001).

O potássio tem inúmeras funções na planta, destacando-se, principalmente, a ativação de vários sistemas enzimáticos, muito deles participantes dos processos de fotossíntese e respiração. Plantas deficientes caracterizam-se por crescimento lento, raízes pouco desenvolvidas, caules fracos e muito flexíveis e mais suscetíveis a ataques de doenças, além de prejudicarem a formação de sementes e frutos com menor tamanho e com menor intensidade de cor (ERNANI et al., 2007).

O feijão-comum pode absorver, em condições favoráveis, quantidades significativas de potássio (ROSOLEM, 1996), proporcionando melhor desenvolvimento dos grãos na maturação e no vigor da semente (OLIVEIRA et al., 1996). No caupi, o potássio é o nutriente extraído e exportado em maiores quantidades, por isso na maioria dos solos onde é explorado comercialmente são encontrados teores baixos desse nutriente. Contudo, raramente se observam respostas significativas do potássio sobre o seu rendimento, provavelmente porque o valor considerado crítico para o seu desenvolvimento normal é baixo, entre 20 e 40 kg ha⁻¹, mas o suficiente para provocar altas concentrações desse nutriente no tecido das plantas (MELO et al., 2005). Objetivou-se, com este trabalho, objetiva-se com este trabalho, avaliar o efeito da adubação potássica sobre o rendimento produtivo e econômico do feijão-caupi, cultivar Pitiuba.

O trabalho foi conduzido Universidade Federal da Paraíba, em Areia - PB, em Neossolo Regolítico Psamítico Típico textura franca (EMBRAPA, 1999), entre julho e outubro de 2005. A temperatura média (em °C), a precipitação pluvial (em mm) e a umidade relativa (em %) do período de execução do experimento foram, respectivamente: julho = 21,3; 90,7; 85; agosto = 21,2; 233; 89; setembro = 22,4; 85,7; 80 e outubro = 23,4; 102; 73. As análises químicas da camada do solo de 0-20 cm, realizada segundo Embrapa (1997), deram estes resultados: pH = 6,3; P = 93,0 mg dm⁻³; K = 0,16 cmol_c dm⁻³; Al⁺³ = 0,0 cmol_c dm⁻³; Ca⁺² = 2,80 cmol_c dm⁻³; Mg⁺² = 1,20 cmol_c dm⁻³, e matéria orgânica = 10,40 g dm⁻³. O esterco bovino utilizado possuía as seguintes características químicas: P = 5,2 g kg⁻¹; K = 4,9 g kg⁻¹; N = 3,2 g kg⁻¹, matéria orgânica = 112,07 g dm⁻³ e relação C/N = 14/1.

Adotou-se o delineamento experimental de blocos casualizados com seis doses de K₂O (0, 50, 100, 150, 200 e 250 kg ha⁻¹), na forma de cloreto de potássio, e quatro repetições. As parcelas foram compostas de 40 plantas, espaçadas de 0,8 m entre fileiras e 0,4 m entre plantas, sendo 20 plantas empregadas para avaliar o rendimento de vagens e de grãos verdes e 20 para avaliar o rendimento de grãos secos. Na adubação de plantio foram fornecidos 100 kg ha⁻¹ de superfosfato simples, 20 t ha⁻¹ de esterco bovino e 50% das doses de K₂O, descritas acima. Na adubação de cobertura aplicaram-se os 50% restantes das doses de K₂O e 100 kg ha⁻¹ de uréia, parceladas 50% aos 20 e 50% aos 40 dias após a semeadura.

A semeadura foi realizada pelo método de semeadura direta, colocando-se duas sementes por cova da cultivar Pitiúba, efetuando-se 15 dias após o desbaste para uma planta. Essa cultivar apresenta tipo de crescimento semiprostrado, com ciclo precoce, e alcança maturidade com 61 a 70 dias após a semeadura. Realizaram-se os tratamentos culturais recomendados para a cultura, e fez-se irrigação por aspersão nos períodos de ausência de chuvas; capinas para manter a área livre de plantas invasoras e pulverizações com deltamethrina (126 ml ha⁻¹), para controlar cigarrinha-verde (*Empoasca kraemeri*).

As colheitas, em número de seis, foram realizadas manualmente. Nas plantas selecionadas, para avaliar-se o rendimento de vagens e de grãos verdes, as colheitas foram efetuadas quando as vagens estavam imaturas; enquanto nas selecionadas para avaliar-se o rendimento de grãos secos, as colheitas ocorreram à medida que as vagens secavam. Foram avaliadas as produções por planta e a produtividade de vagens e de grãos verdes e secos. Os dados foram submetidos às análises de variância e de regressão, utilizando-se o software SAEG (UFV, 2000), sendo selecionado para expressar o comportamento das doses de K₂O sobre as características avaliadas, o modelo significativo que apresentou maior coeficiente de determinação (R²). Nas significâncias das análises de variância e de regressão foi considerado o nível de probabilidade de até 5%, pelo teste F.

Como o maior volume de comercialização do feijão-caupi é na forma de grãos secos, calculou-se a dose de máxima eficiência econômica de K₂O para sua produção igualando-se à derivada primeira da equação de regressão à relação entre preços do insumo (R\$/kg de K₂O) e do produto (R\$/kg de grãos secos) (NATALE et al., 1996; RAIJ, 1991). Os preços adotados foram aqueles vigentes em Areia - PB, em outubro de 2005: 0 R\$ 2,50/kg de K₂O e R\$ 1,50/kg de grãos secos. O preço do quilograma de vagens (R\$ 1,00/kg) correspondeu ao recebido pelo produtor, no ano

de 2006. No entanto, a fim de atenuar os problemas de variação cambial, trabalhou-se com uma relação de troca ao invés de moeda corrente (NATALE et al., 1996), procurando-se, assim, dados mais estáveis. Portanto, a “moeda” utilizada nos cálculos, foi o próprio grão, considerando-se a seguinte relação de equivalência: quilograma de K_2O /kg de grãos igual a 1,7. A dose mais econômica foi calculada com base na derivada da equação de regressão entre as produtividades de grãos secos e as doses de K_2O por meio da relação de $dy/dx = a_1 + 2a_2x$. As doses mais econômicas (x') foram calculadas por:

$$x' = \frac{a_1}{2(-a_2)} - \text{relação de equivalência.}$$

em que:

x' representa a dose econômica;

a_1 , a taxa de incremento de produção e

a_2 , o ponto de máxima produção.

Houve respostas quadráticas significativas das características avaliadas ($P < 0,05$) às doses de K_2O .

As produções máximas por planta de vagens verdes (285 g), de grãos verdes (143 g) e de grãos secos (120 g) foram obtidas, respectivamente com 160, 153 e 200 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O (Figura 1). Oliveira et al. (2007) estudaram feijão-vagem em função de doses K_2O nas mesmas condições e local do presente estudos. Obtiveram produção máxima de vagens por planta (171 g) na dose 173 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O e Araújo et al. (2001) de 299

g com a adição de 170 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O em solo com 153 $mg\ dm^{-3}$ de potássio residual, em condições de alta precipitação. Provavelmente, a resposta às doses mais baixas de K_2O , verificadas para obtenção da produção máxima de vagens por planta, deva-se às condições climáticas, porque, no presente estudo, a precipitação pluvial mensal durante a condução da cultura variou de 20 a 30 mm mensal, o que pode ter reduzido à lixiviação do potássio.

As doses de 210, 151 e 170 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O , respectivamente, foram responsáveis pelas produtividades máximas estimadas de vagens verdes (4,18 $t\ ha^{-1}$), de grãos verdes (3,48 $t\ ha^{-1}$) e de grãos secos (1,89 $t\ ha^{-1}$) do feijão-caupi (Figura 2). Esses resultados contradizem Melo et al. (2005), quando afirmaram que raramente o feijão-caupi responde à adubação potássica. Oliveira et al. (2003) encontraram produtividades máximas estimadas de 11; 9,3 e 3,6 $t\ ha^{-1}$ de vagens, de grãos verdes e de grãos secos, respectivamente, com aplicação de 68 $kg\ ha^{-1}$ de cloreto de potássio em solo com 165 $mg\ dm^{-3}$ de K, evidenciando uma boa produção do caupi nas condições de Areia-PB.

A quantidade de potássio considerada crítica para o desenvolvimento normal do feijão-caupi está entre 20 e 40 $kg\ ha^{-1}$ (MELO et al., 2005). Portanto, as altas doses de K_2O necessárias nessa pesquisa para proporcionar produtividades máximas, possivelmente, estejam relacionadas à eficiência das leguminosas em absorver, em condições favoráveis, quantidades significativas de potássio (ROSOLEM, 1996).

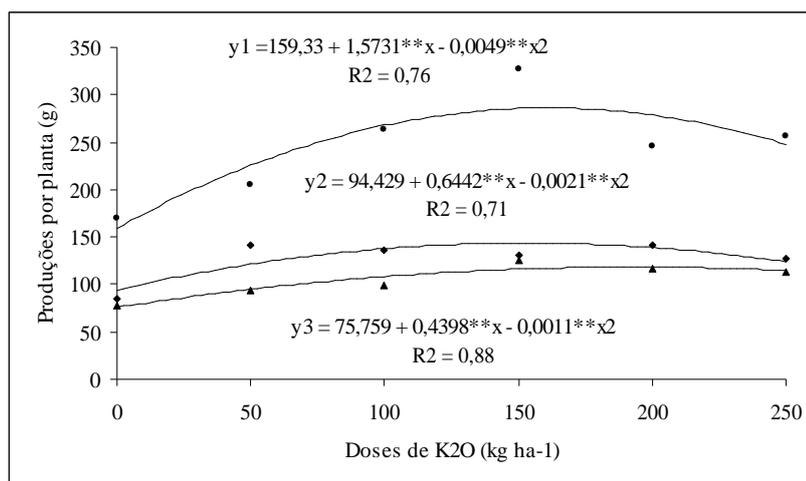


Figura 1 – Produção de vagens verdes (y_1), grãos verdes (y_2) e secos (y_3) de feijão-caupi, cultivar Pitiuba, em função das doses de K_2O .

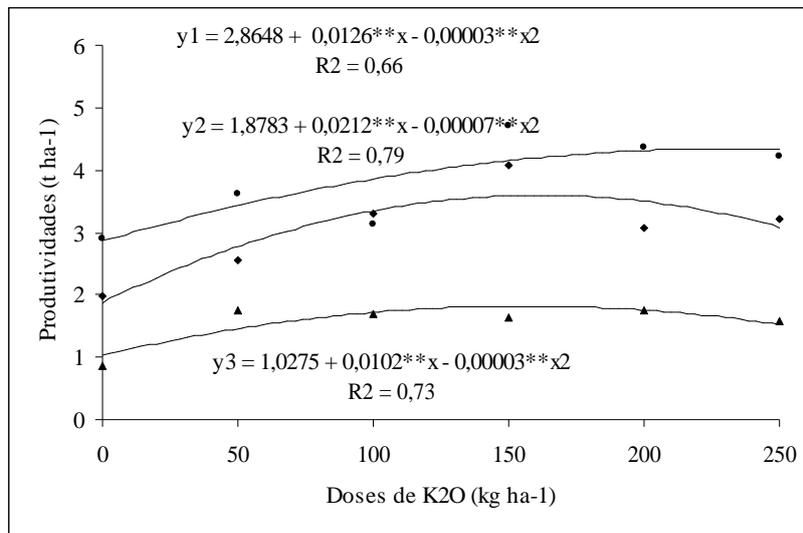


Figura 2 – Produtividade de vagens verdes (y_1), grãos verdes (y_2) e secos (y_3) de feijão-caupi, cultivar Pitiuba, em função das doses de K_2O .

A resposta positiva do feijão-caupi ao emprego do potássio pode ser atribuída ao fato de que, durante o crescimento e desenvolvimento das plantas, as doses de K_2O juntamente com o fósforo e o esterco bovino adicionados ao solo, supriram de forma equilibrada as necessidades nutricionais da cultura. De acordo com Filgueira (2000), o fornecimento de potássio ao solo assegura às hortaliças a possibilidade de desenvolver, plenamente, o seu potencial produtivo. No feijão-comum, a deficiência de potássio retarda a maturação, proporciona perda no vigor da semente e redução no desenvolvimento dos grãos (OLIVEIRA et al., 1996).

A redução das produtividades de vagens e de grãos verdes e secos com doses de K_2O acima daquelas responsáveis pelas máximas produtividades pode indicar que o excesso desse nutriente foi prejudicial ao desenvolvimento do feijão-caupi, possivelmente em consequência direta do seu efeito antagônico, o que reduziu a absorção de outros cátions, isso é, exerceu forte efeito competitivo sobre os nutrientes (Ca, Mg, N e P), influenciando de forma negativa o desenvolvimento fisiológico das plantas e na produção de vagens e de grãos (CARNICELLI et al., 2000). Também, possivelmente, o excesso de potássio no solo pode ter estimulado o crescimento excessivo das plantas, em detrimento à formação de vagens (JORGER, 1988).

A fórmula obtida para a dose de máxima eficiência econômica foi:

$$\text{Dose de } K_2O = \frac{10,2 - 1,7}{2 \cdot (0,03)}$$

em que 1,7 é a relação entre os preços do insumo e do produto. Dessa forma, a dose mais econômica de K_2O foi de 141 kg ha⁻¹, com produção de 1870 kg ha⁻¹ de grãos secos, o que representa um incremento de 846 kg ha⁻¹ de grãos, em relação à ausência de K_2O . Deduzido da quantidade de grãos secos (235 kg ha⁻¹), necessário para aquisição de 141 kg ha⁻¹ de K_2O , resultou em superávit de 611 kg ha⁻¹, o que representa um ganho adicional de mais de 100 sacas de 60 kg. A dose mais econômica apresentou 82% daquela responsável pela produtividade máxima, o que pode indicar a viabilidade econômica do emprego de potássio no cultivo de feijão-caupi. Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o efeito da adubação potássica sobre o rendimento produtivo e econômico do feijão-caupi, cultivar Pitiuba.

O feijão-caupi exige quantidades diferentes de K_2O para produção de vagens, grãos verdes e grãos secos, 210, 151 e 170 kg ha⁻¹, respectivamente. A dose mais econômica para a produção de grãos secos no feijão-caupi foi de 141 kg ha⁻¹ de K_2O . Portanto, o emprego do potássio aumentou o rendimento do feijão-caupi.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, J. S.; OLIVEIRA, A. P.; SILVA, J. A. L.; RAMALHO, C. I.; COSTA NETO, F. L. Rendimento do feijão-vagem cultivado com esterco suíno e adubação mineral. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 48, n. 278, p. 501-510, 2001.

- CARNICELLI, J. H.; PEREIRA, P. R. G.; FONTES, P. C. R.; CAMARGO, M. I. Índices de nitrogênio na planta relacionados com a produção comercial de cenoura. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 808-810, p. 8, 2000. Suplemento.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1997. 212 p (Documento, 1).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF, 1999. 412 p.
- ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. Potássio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. U.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: UFV, 2007. 1017 p.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. 402 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Anuário estatístico**. Rio de Janeiro, 1996.
- JORGER, J. **Solo: manejo e adubação**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1988. 312 p.
- MAIA, A. F.; ASSUNÇÃO, M. V.; ALVES, J. F. Influência do método de debulha e da umidade na produção de sementes de feijão de corda. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 17, n. 2, p. 91-100, 1986.
- MELO, F. B.; CARDOSO, M. J.; SALVIANO, A. A. C. Fertilidade do solo e adubação. In: _____. **Feijão-Caupi: avanços tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa Meio-norte, 2005. p. 228-242.
- MIRANDA, P.; COSTA, A. F.; OLIVEIRA, L. R.; TAVARES, J. A.; PIMENTEL, M. L.; LINS, G. M. L. Comportamento de cultivares de *Vigna unguiculata* (L) Walp., nos sistemas solteiro e consorciado: IV tipos ereto e semi-ereto. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v. 9, p. 95-105, 1996. Edição especial.
- NATALE, W.; COUTINHO, E. L. M.; BOARETTO, A.; PEREIRA, F. M. Dose mais econômica de adubo nitrogenado para a goiabeira em formação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 14, n. 2, p. 196-1999, 1996.
- OLIVEIRA, A. P.; ARAÚJO, J. S.; ALVES, E. U.; NORONHA, M. A. S.; CASSIMIRO, C. M.; MENDONÇA, F. G. Rendimento de feijão-caupi cultivado com esterco bovino e adubo mineral. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 81- 84, 2001.
- OLIVEIRA, A. P.; SILVA, J. A.; ALVES, A. U.; DORNELES, C. S. M.; ALVES, A. U.; OLIVEIRA, A. N. P.; CARDOSO, E. A.; SILVA CRUZ, I. S. Rendimento de feijão-vagem em função de doses de K₂O. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 29-33, 2007.
- OLIVEIRA, A. P.; SILVA, V. R. F.; ARRUDA, F. P.; NASCIMENTO, I. S.; ALVES, A. U. Rendimento de feijão-caupi em função de doses e formas de aplicação de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 77-80, 2003.
- OLIVEIRA, I. P.; ARAUJO, R. S.; DUTRA, L. G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p. 169-221.
- RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres Potafos, 1991. 343 p.
- ROSOLEM, C. Calagem e adubação mineral. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p. 353-390.
- SILVA, P. S. L.; OLIVEIRA, C. N. Rendimentos de feijão verde e maduro de cultivares de caupi. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 11, n. 2, p. 133-135, 1993.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **SAEG - Sistema para análise estatística**. Versão 8.0. Viçosa: Fundação Artur Bernardes, 2000.

