

Rendimento de feijão-vagem em função de doses de K₂O

Ademar Pereira de Oliveira¹; Jandiê Araújo Silva²; Adriana Ursulina Alves²; Carina Seixas M Dorneles²; Anarlete Ursulino Alves³; Arnaldo Nonato P. de Oliveira³; Edson A. Cardoso³; Iordam da Silva Cruz⁴

¹UFPB, CCA, C. Postal 02, 58397-000 Areia-PB; Bolsista em produtividade em pesquisa CNPq; ²Pós-graduando; ³Graduando; ⁴Bolsista Apoio Técnico CNPq; E-mail: ademar@cca.ufpb.br.

RESUMO

Avaliou-se o efeito de doses crescentes de K₂O sobre o rendimento de vagens do feijão-vagem em um experimento na UFPB, em Areia (PB), em um NEOSSOLO REGOLÍTICO Psamítico Típico. O delineamento experimental empregado foi de blocos casualizados, com seis tratamentos (0; 50; 100; 150; 200 e 250 kg ha⁻¹ de K₂O), em quatro repetições. Cada parcela continha 60 plantas espaçadas em 1,0 m x 0,2 m. O número máximo de vagens por planta (20 vagens) e a máxima produção por planta (171 g) foram obtidos, respectivamente, com 145 e 173 kg ha⁻¹ de K₂O, e a produtividade de vagens, atingiu valor máximo estimado de 25,3 t ha⁻¹ na dose de 171 kg ha⁻¹ de K₂O. A dose mais econômica de K₂O para a produtividade de vagens foi de 165 kg ha⁻¹. A dose econômica representou 96% daquela responsável pela máxima produtividade de vagens. As doses de K₂O com as quais obtiveram-se a máxima produtividade de vagens e máximo retorno econômico, se correlacionaram, respectivamente, com 181 e 176 mg dm⁻³ de K disponível pelo extrator de Mehlich1.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgris* L, nutrição mineral, produção, retorno econômico, adubação potássica.

ABSTRACT

Snap bean yield in function of K₂O levels

Aiming to evaluate the effect of K₂O levels on the increase of snap bean yield, an experiment was performed in Paraíba State, Brazil, in a Quartz Psamment soil. The experimental design was of randomized blocks, with six treatments (0; 50; 100; 150; 200 and 250 kg ha⁻¹ of K₂O), in four replications. Each plot contained 40 plants spaced 1.0 m x 0.2 m. Pods maximum number/plant (20 pods) and the maximum yield/plant (171 g), were obtained, respectively with 145 and 173 kg ha⁻¹ of K₂O, and pods yield reached maximum value around 25,3 t ha⁻¹ at the level of 171 kg ha⁻¹ of K₂O. The most economic level of K₂O for the production of pods was of 165 kg ha⁻¹. The most economic level represented 96% comparing to that responsible for maximum pods production. The K₂O levels that obtained maximum pods production and economic return were correlated, respectively, with 181 and 176 mg dm⁻³ of K available for the extractor Mehlich 1.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L, mineral fertilization, yield, economic return, potassium fertilization.

(Recebido para publicação em 19 de dezembro de 2005; aceito em 26 de fevereiro de 2007)

O feijão-vagem destaca-se entre as hortaliças mais populares, ocupando a décima terceira posição em termos de importância econômica e sexta em volume produzido. No Nordeste, tem-se destacado como uma das mais importantes hortaliças cultivadas (Ramalho, 2003). Na Paraíba, seu consumo e produção vêm aumentando significativamente, com preferência por cultivares de crescimento indeterminado, pelo fato de apresentarem maior produtividade (Peixoto *et al.*, 1993). Sua exploração comercial visa o aproveitamento das vagens ainda tenras, para consumo humano, podendo ser também industrializadas, sendo ricas em vitaminas e sais minerais (Filgueira, 2000).

O potássio é exigido pelas plantas em grande quantidade e sua função está relacionada especialmente com as enzimas que operam em quase todas as reações da planta. No período da frutificação sua presença em abundância é importante, pois ele auxilia o en-

chimento e o crescimento de grãos e frutos. Por outro lado, a sua deficiência é caracterizada pelo crescimento lento, plantas com raízes pouco desenvolvidas, caules fracos e muito flexíveis, plantas mais suscetíveis a ataques de doenças, e ainda, à formação de sementes e frutos pouco desenvolvidos (Pittella, 2003).

A disponibilidade do potássio no solo ocupa uma posição intermediária entre o N e o P, isto é, não sofre lixiviação tão intensa quanto o primeiro e nem é fixado tão fortemente quanto o segundo; o risco de lixiviação do K é maior nos solos arenosos, influenciando seus teores críticos no solo e na planta (Lana *et al.*, 2002). De maneira geral, os locais de maior concentração desse nutriente no solo coincidem com os locais de maior umidade, evidenciando seu caminhamento por fluxo de massa. Isto significa que a distribuição de potássio no solo correlaciona-se com a distribuição de água no solo, indicando que se pode ter elevado controle de sua lo-

calização no solo em função da disponibilidade de água, controlando consequentemente sua lixiviação (Zanini, 1991). O fornecimento de potássio de forma localizada aumenta a probabilidade de perdas por lixiviação e eleva seu efeito salino, pela alta concentração em área restrita.

Nos solos arenosos, ocorre menor perda desse nutriente por lixiviação. Além disso, em solos com o nível de pH adequado a perda do potássio pode ser reduzida pela quantidade balanceada de Ca e Mg (Raij, 1991). Modificações nos teores de Ca e Mg no solo, afetam a absorção de potássio pelas plantas devido à competição pelos mesmos sítios de absorção, fenômeno conhecido como antagonismo Ca-Mg (Silva, 1980).

As hortaliças são exigentes em potássio disponível no solo, sendo esse o primeiro macronutriente em ordem de extração na maioria delas, por favorecer a formação e transladação de carboidratos e o uso eficiente da água

pela planta; por facilitar a absorção e utilização de outros nutrientes como o cálcio e melhorar a qualidade do produto e o valor de mercado. No entanto, o excesso de potássio pode dificultar a absorção de cálcio e magnésio (Filgueira, 2000). Alguns autores relataram efeitos positivos do potássio sobre diversas hortaliças, como por exemplo, melancia (Sundstrom & Carter, 1983), meloeiro (Nerson *et al.*, 1997), tomateiro, (Fontes *et al.*, 2000) e cenoura e cebola (Shibairo *et al.*, 1998). 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).

Embora o feijão-vagem possa absorver, em condições favoráveis, quantidades significativas de potássio (Rosolem, 1996), pouco se conhece a respeito das quantidades a utilizar visando a obtenção de rendimentos satisfatórios. As poucas informações disponíveis na literatura em nível nacional sobre a nutrição mineral do feijão-vagem indicam o fósforo e o cálcio, como os nutrientes que possibilitam respostas mais acentuadas em sua produtividade (Blanco *et al.*, 1997; Filguera, 2000), mas recomendam, respectivamente, para solos de baixa a média fertilidade o emprego de 100 a 150 e de 60 a 90 kg ha⁻¹ de K₂O, aplicados 8 a 10 dias antes da semeadura. Para as condições regionais, em solo com característica arenosa, Araújo *et al.* (2001) obtiveram produtividade de 39,6 t ha⁻¹ de vagens com o fornecimento de 40 t ha⁻¹ de esterco de suíno acrescido de 450 kg de superfosfato simples, 170 kg de cloreto de potássio e 300 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio. Oliveira *et al.* (2003), avaliando doses crescentes de N observaram que o emprego de 54 e 55 kg ha⁻¹ de N, aplicadas no solo e na folha, respectivamente, resultaram em produtividades de 29 e 28 t ha⁻¹ de vagens e Oliveira *et al.* (2005) estudando doses de P₂O₅ verificaram que a máxima produtividade de vagens (30,1 t ha⁻¹) foi obtida na dose estimada de 252 kg ha⁻¹.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o rendimento do feijão-vagem cultivado com doses crescentes de K₂O, em NEOSSOLO REGOLÍTICO Psamítico,

representativo das áreas cultivadas na região de Areia (PB).

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na UFPB, em Areia (PB), em NEOSSOLO REGOLÍTICO Psamítico Típico textura franca (Embrapa, 1999), entre julho e outubro de 2004, com predominância de alta precipitação e temperatura amena. A temperatura média do ar (em °C), a precipitação pluviométrica (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. A caracterização química e granulométrica da camada de 0-20 cm, realizada segundo Embrapa (1997), resultou em: pH (H₂O) = 5,7; P = 33,7 mg dm⁻³; K = 53,8 mg dm⁻³; H + Al = 1,79 = cmol_c dm⁻³; Al⁺³ = 0,00 cmol_c dm⁻³; Ca⁺² = 2,45 cmol_c dm⁻³; Mg⁺² = 0,70 cmol_c dm⁻³; CTC = 3,29 cmol_c dm⁻³ e matéria orgânica = 15,8 g dm⁻³; areia grossa = 672 g kg⁻¹; areia fina = 125 g kg⁻¹; silte = 126 g kg⁻¹; argila = 77 g kg⁻¹; densidade do solo = 1,28 g cm⁻³.

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, em quatro repetições. A parcela foi composta por 60 plantas, dispostas em três fileiras com 20 plantas cada, espaçadas de 1,0 m entre linhas e de 0,2 m entre plantas. A adubação de plantio constou do fornecimento de 20 t ha⁻¹ de esterco bovino curtido, 500 kg ha⁻¹ superfosfato simples, além das doses de K₂O definidas como tratamentos, aplicadas de forma localizada. Na adubação em cobertura foram fornecidos 140 kg ha⁻¹ de uréia, parcelados 50% aos 20 dias e 50% aos 40 dias após a semeadura. Foram semeadas quatro sementes por cova da cv. Macarrão Trepador Hortivale, efetuando-se, após 15 dias, o desbaste para duas plantas por cova e a prática de tutoramento. Realizaram-se os tratos culturais recomendados para a cultura, incluindo irrigação por aspersão, nos períodos de ausência de chuvas; capinas com enxadas, mantendo-se a área livre de plantas invasoras e pulverizações com Deltamethrina 2,5 E

(20 ml/20 L de H₂O), para controlar cigarrinha verde (*Empoasca braemer*).

Nas cinco colheitas foram obtidos o número e produção de vagens por planta e a produtividade de vagens. Ao final da colheita efetuou-se a amostragem do solo (0-20 cm de profundidade), coletando-se dez amostras simples ao acaso por parcela, as quais originaram uma amostra composta para se determinar as concentrações de K disponível pelo extrator Mehlich 1, em função das doses de K₂O.

Os resultados obtidos foram submetidos às análises de variância e de regressão, utilizando-se o “software” SAEG (2000), sendo selecionado para expressar o comportamento das doses de K₂O sobre as características avaliadas, o modelo significativo que apresentou maior coeficiente de determinação. Nas significâncias das análises de variância e de regressão foi considerado o nível de probabilidade de 5% pelo teste F. O teste “t” foi utilizado para testar os coeficientes da regressão no mesmo nível de probabilidade.

A dose de máxima eficiência econômica de K₂O foi calculada igualando-se a derivada primeira da equação de regressão à relação entre preços do insumo (R\$/kg de K₂O) e do produto (R\$/kg de vagens) (Raij, 1991; Natale *et al.*, 1996). Os preços adotados foram aqueles vigentes em Areia-PB em dezembro de 2004: R\$ 2,50/kg de K₂O e R\$ 0,50/kg de vagens, ressaltando-se, porém, que o preço do quilograma de vagens correspondeu ao utilizado pelo produtor, podendo variar a cada ano conforme demanda e oferta. 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 fruto, considerando-se a seguinte relação de equivalência: quilograma de K₂O/kg de frutos igual a 5, sendo a dose mais econômica calculada por meio da relação de dy/dx = a₁ + 2a₂x. A doses mais econômica (x') foi então calculada por:

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

Onde x' representa a dose econômica, a_1 a taxa de incremento de produção e a_2 , o ponto de máxima produção.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estabeleceram-se relações quadráticas crescentes entre as doses de K₂O e o número e a produção de vagens por planta e a produtividade de vagens. As doses de K₂O que proporcionaram o número máximo de vagens por planta (20 vagens) e a produção máxima de vagens por planta (171 g), foram 145 e 173 kg ha⁻¹ de K₂O kg ha⁻¹, respectivamente, verificando-se decréscimos a partir dessas doses (Figuras 1 e 2). Araújo *et al.* (2001), na região de Areia (PB) com a mesma cultivar empregada no presente estudo, obteve número médio de 29 vagens/planta e produção de vagens/planta de 299 g com a adição de 100 kg ha⁻¹ de K₂O em solo com 153 mg dm⁻³ de potássio residual. Provavelmente as médias mais elevadas obtidas por esses autores foram ocasionadas pelas baixas precipitações registradas no período da condução do experimento, média de 15 mm mensal, o que possivelmente reduziu a lixiviação do potássio, e pelo fornecimento de 40 t ha⁻¹ de esterco suíno, o que possivelmente melhorou as características físicas do solo, auxiliando na melhor absorção dos nutrientes.

A produtividade de vagens atingiu valor máximo estimado de 25,3 t ha⁻¹ na dose de 171 kg ha⁻¹ de K₂O (Figura 3). Esta produtividade demonstrou que o potássio desempenha importante papel na produção de vagens no feijão-vagem, já que ficou acima da média nacional definida por Tessariolli Neto & Groppo (1992) em 25,0 t ha⁻¹ para cultivares de feijão-vagem com hábito de crescimento indeterminado. Tal resultado pode ter ocorrido em função de um maior estímulo ao desenvolvimento do sistema radicular, formação dos primórdios das partes reprodutivas e dos frutos (Filgueira, 2000), proporcionado pela dose de K₂O responsável pela produtividade máxima, conferindo ao feijão-vagem condições nutricionais para expressar seu potencial máximo produtivo de vagens.

O fornecimento de doses adequadas de potássio assegura às hortaliças a pos-

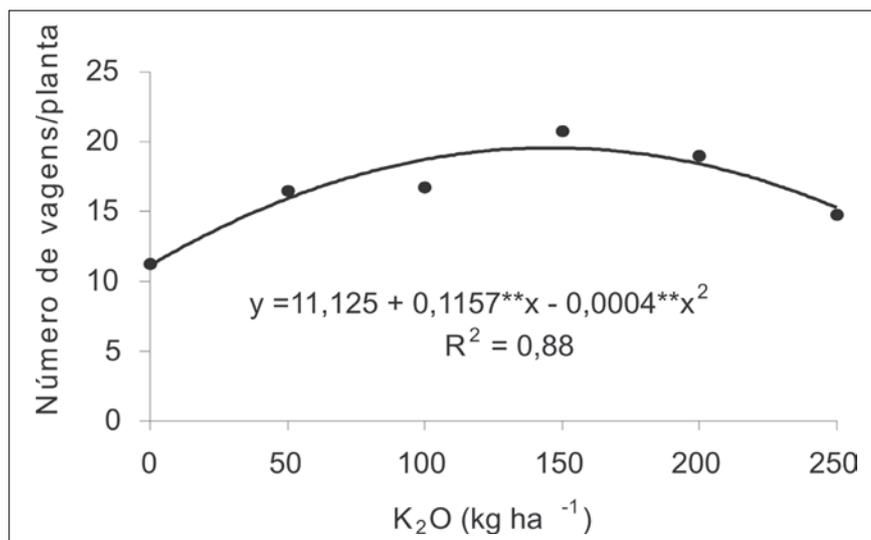


Figura 1. Número de vagens por planta no feijão-vagem, em função de doses de K₂O (Number of pods per plant, as result of doses of K₂O). Areia, UFPB, 2005.

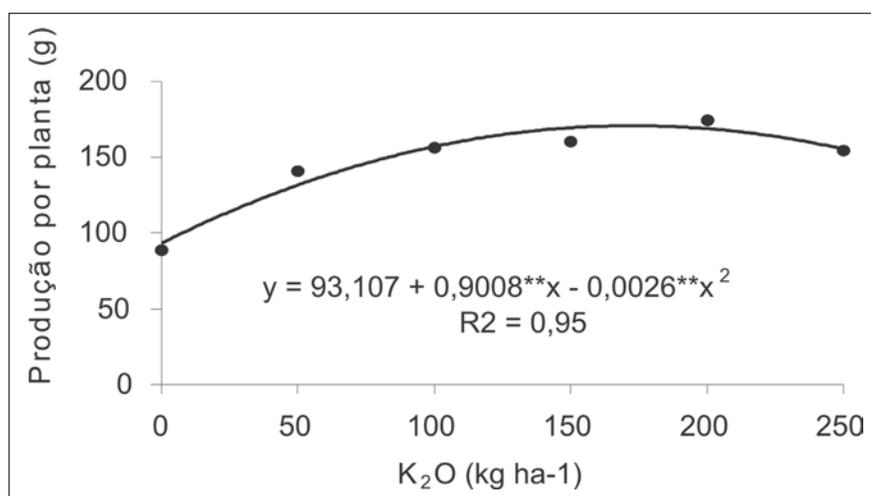


Figura 2. Produção de vagens por planta no feijão-vagem, em função de doses de K₂O (Yield of pods per plant, as result of doses of K₂O). Areia, UFPB, 2005.

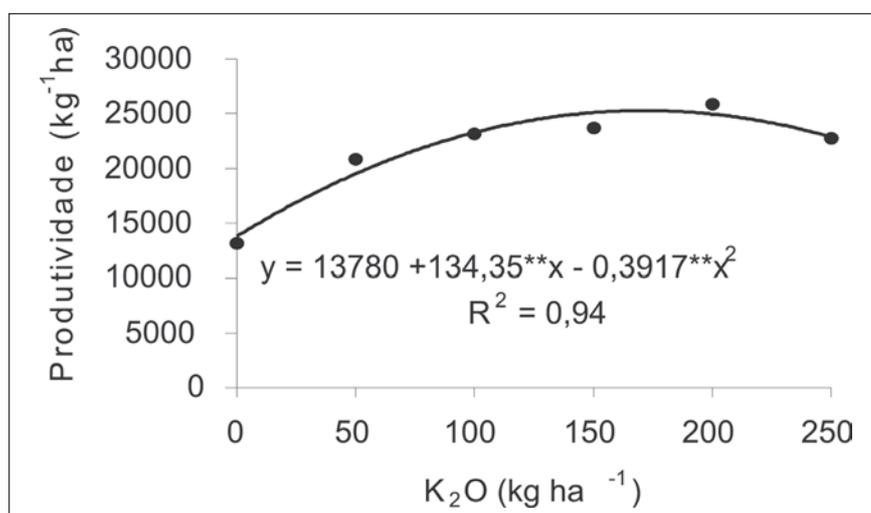


Figura 3. Produção de vagens no feijão-vagem, em função de doses de K₂O (Yield of pods as result of doses of K₂O). Areia, UFPB, 2005.

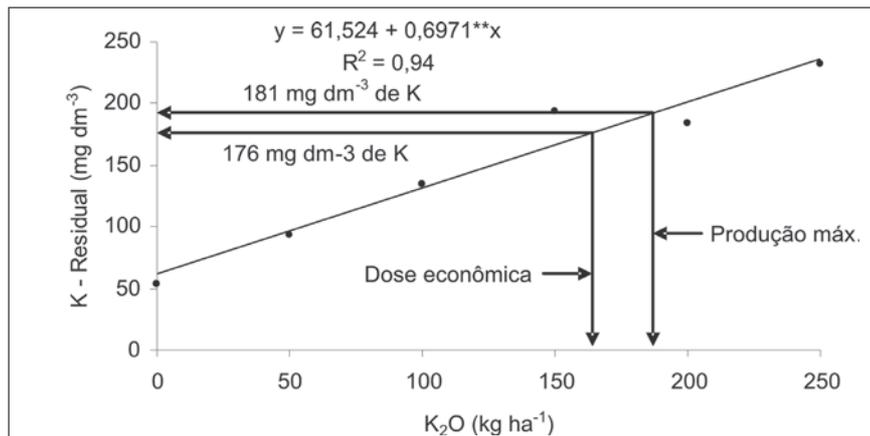


Figura 4. Relação entre teor de K-disponível no solo (Mehlich), e as doses de K₂O aplicadas antes do plantio. Os valores entre parênteses indicam doses de K₂O e o teor de K-disponível no solo que corresponde à máxima produção de vagens e o máximo retorno econômico (Relation between the disponible K in soil (Mehlich) and doses of K₂O applied before planting date. Values in parentheses indicate doses of K₂O and content of disponible K in the soil corresponding the maximum yield of pods and the maximum economic return). Areia, UFPB, 2005

sibilidade de desenvolver, plenamente, o seu potencial produtivo, incrementado pela aplicação de outros nutrientes (Filgueira, 2000). Portanto, é provável que durante o crescimento e desenvolvimento das plantas, a dose de K₂O responsável pela máxima produção, juntamente com os nutrientes adicionados ao solo, tenham suprido as necessidades nutricionais do feijão-vagem. Em feijão-vagem, elevações nas produções de vagens comerciais foram observadas por Ishimura *et al.* (1983) e Peixoto *et al.* (2002), com o fornecimento de doses adequadas de NPK.

A redução da produtividade de vagens em doses acima de 171 kg ha⁻¹ de K₂O, indica que o excesso deste elemento foi prejudicial ao desenvolvimento do feijão-vagem, possivelmente em consequência da redução da absorção de Ca e Mg (Carnicelli *et al.*, 2000) e prejuízo no desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea da planta ocasionado pelo elevado índice salino do potássio (Grangeiro & Cecílio Filho, 2004), influenciando de forma negativa o desenvolvimento fisiológico das plantas e a produção de vagens.

A dose mais econômica de K₂O foi de 165 kg ha⁻¹, com produção de 25,3 t ha⁻¹ de vagens. Esse resultado representa um incremento de 11,5 t ha⁻¹ de vagens, em relação à ausência de K₂O. A quantidade de vagens necessária para a aquisição

de 165 kg ha⁻¹ foi de 616 kg ha⁻¹ que, deduzida do incremento calculado, resultou em superávit de 10,9 t ha⁻¹.

A dose econômica representou mais de 96% daquela responsável pela produtividade máxima, o que pode indicar a viabilidade do emprego de potássio no cultivo de feijão-vagem.

A dose de k₂O responsável pela máxima produção de vagens se correlacionou com 181 mg dm⁻³ de K disponível pelo extrator Mehlich 1; enquanto que para o máximo retorno econômico, esta foi de 176 mg dm⁻³ (Figura 4). Isto indica que para a produção de vagens, a probabilidade de ocorrência de resposta do feijão-vagem ao emprego do potássio, em solos semelhantes ao do presente estudo, será minimizada quando o teor de K-disponível for superior a 176 mg dm⁻³. Os altos valores residuais verificados para o K₂O podem ser explicados pela baixa mobilidade do potássio no solo (Grangeiro & Cecílio Filho, 2004) e pela menor adsorção do K em solos arenosos (Raij, 1991).

Nas condições regionais de Areia, para o estabelecimento do feijão-vagem em Neossolo Regolítico Psamítico Típico, textura franca, com características químicas semelhantes às desta pesquisa, deve ser recomendada a aplicação de 165 kg ha⁻¹ de K₂O. Esta dose extrapola em muito a recomendação de 60 a 90 kg ha⁻¹ de K₂O, para essa

hortaliça, conforme Filgueira (2000), e se aproxima da recomendação de 150 kg ha⁻¹ de acordo Blanco *et al.* (1997)

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO JS; OLIVEIRA AP; SILVA JAL; RAMALHO CI; COSTA NETO FL. 2001. Rendimento do feijão-vagem cultivado com esterco suíno e adubação mineral. *Revista Ceres* 48: 501-510.
- BLANCO MCSG; GROppo GA; TESSARIOLI NETO J. 1997. *Feijão vagem (Phaseolus vulgaris L.)*. Manual Técnico de Culturas, Campinas-SP, n. 8, p. 63-65.
- CARNICELLI JH; PEREIRA PRG; FONTES PCR; CAMARGO MI. 2000. Índices de nitrogênio na planta relacionados com a produção comercial de cenoura. *Horticultura Brasileira* 18: 808-810, n.8. Suplemento.
- Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. 1999. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília. 412 p.
- Embrapa. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. 1997. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura. 212 p.
- FILGUEIRA, FAR. 2000. *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa: UFV. 402 p.
- FONTES PCR; SAMPAIO R; FINGER FL. 2000a. Fruit size, mineral composition and quality of trickler-irrigated tomatoes as affected by potassium rates. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 35: 21-25.
- GRANGEIRO LC; CECÍLIO FILHO AB. 2004. Exportação de nutrientes pelos frutos de melancia em função de épocas de cultivo, fontes e doses de potássio. *Horticultura Brasileira* 22: 740-743.
- ISHIMURA I; FEITOSA CT; LISBAO RS; PASSOS FA; FORNASIER JB; NODA M. 1983. Diferentes doses de N, P, K na produção de feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris L.*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 23. 1993. Rio de Janeiro. *Resumos*. Rio de Janeiro: SOB.
- LANA RMQ; HAMAWAKF OT; LIMA LML; ZANÃO JÚNIOR LA. 2002. Resposta da soja a doses e modos de aplicação de potássio em solo de cerrado. *Bioscience Journal* 18: 17-23.
- NATALE W; COUTINHO ELM; BOARETTO A; PEREIRA FM. 1996. Dose mais econômica de adubo nitrogenado para a goiabeira em formação. *Horticultura Brasileira* 14: 196-199.
- NERSON H; EDELSTEIN M; BERDUGO R; ANKORION Y. 1997. Monopotassium phosphate as a phosphorus and potassium source for greenhouse-winter-grown cucumber and muskmelon. *Journal of Plant Nutrition* 20: 335-344.
- OLIVEIRA IP; ARAUJO RS; DUTRA LG. 1996. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAÚJO RS; RAVA C; STONE LF; ZIMMERMANN MJO. 1996. *Cultura do feijoeiro comum no Brasil*. Piracicaba: Potafos, p.169-221.

- OLIVEIRA AP; TAVARES SOBRINHO J; SOUZA AP. 2003. Característica e rendimento do feijão-vagem em função de doses e formas de aplicação de nitrogênio. *Ciência e agrotecnologia* 27: 714-720.
- OLIVEIRA AP; CARDOSO MO; BARBOSA LJN; SILVA JEL; MORAIS MS. 2005. Resposta do feijão-vagem a P₂O₅ em solo arenoso com baixo teor de fósforo. *Horticultura Brasileira* 23: 128-132.
- PEIXOTO N; BRAZ LT; BANZATO DA; MORAES EA; MOREIRA FM. 2002. Resposta de feijão-vagem a diferentes níveis de fertilidade. *Horticultura Brasileira*, Brasília 20: 593-596.
- PEIXOTO N; SILVA LO; THUNG MDT; SANTOS G. 1993. Produção de sementes de linhagens e cultivares arbustivas de feijão-vagem em Anápolis. *Horticultura Brasileira* 11: 151-152.
- PITTELLA LC. 2006. *Fertilização* In: Bonsai Cube Morro Velho, setembro de 2003. Disponível em: http://www.bonsaimorrovelho.com.br/bcmv_mt_fertilizacao.html. Acesso em 21 de abril de 2006.
- RAIJ BV. 1991. *Fertilidade do solo e adubação*. Piracicaba: Ceres potafos. 343 p.
- RAMALHO CI. 2003. *Efeito da urina de vaca e adubação mineral sobre o rendimento e a salinidade do feijão-vagem (Phaseolus vulgaris L.)*. Areia: UFPB-CCA, 50 f. Dissertação (mestrado em Agronomia).
- ROSOLEM C. 1996. Calagem e adubação mineral. In ARAÚJO RS; RAVA C; STONE LF; ZIMMERMANN MJ. *Cultura do feijoeiro comum no Brasil*. Piracicaba: Potafos, p. 353-390.
- SAEG – Sistema para análise estatística, versão 8.0. 2000. Viçosa-MG Fundação Artur Bernardes.
- SILVA JE. 1980. Balanço de cálcio e magnésio e desenvolvimento de milho em solos do cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 15: 329-333.
- SHIBAIRO S; UPADAHYAYA MK; TOIVONEN PMA. 1998. Potassium nutrition and postharvest moisture loss in carrots (*Daucus carota L.*). *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 73: 862-866.
- SUNDSTROM FJ; CARTER SJ. 1983. Influence of K and Ca on quality and yield of watermelon. *Journal American Society for Horticultural Science* 108: 879-881.
- TESSARIOLI NETO J; GROPPA GA. 1992. *A cultura do feijão-vagem*. Boletim técnico. CATI. Campinas, n. 212, p.1-12.
- ZANINI JR. 1991. *Distribuição de água e do íon K⁺ no solo, aplicados por fertirrigação em gotejamento. II - Teores de K⁺ no bulbo molhado*. *ITEM - Irrigação e Tecnologia Moderna* 46: 24-38.