

ADUBAÇÃO NK NO DESENVOLVIMENTO E NA CONCENTRAÇÃO DE MACRONUTRIENTES NO FLORESCIMENTO DO FEIJOEIRO¹

Eduardo do Valle Lima^{2,4}; Carlos Alberto Aragão^{2,5}; Otoniel Magalhães Moraes^{2,4}; Robson Tanaka^{2,6}; Hélio Grassi Filho^{3*}

² Pós-Graduandos do Depto. de Produção Vegetal, Setor de Agricultura e Melhoramento Vegetal - FCA/UNESP, Campus de Botucatu.

³ Depto. de Recursos Naturais, Setor de Ciência do Solo - FCA/UNESP, C.P. 237 - CEP: 18603-970 - Botucatu, SP.

⁴ Bolsista CAPES/PICDT.

⁵ Bolsista CAPES/DS.

⁶ Bolsista FAPESP.

*Autor correspondente <heliograssi@fca.unesp.br>

RESUMO: O nitrogênio e o potássio são os elementos mais absorvidos e exportados pelo feijoeiro, sendo a adubação mineral entre os produtores bastante variável quanto as doses aplicadas. Este trabalho avalia os efeitos de doses de N (0, 60, 80, 100 e 120 kg ha⁻¹) e K₂O (0, 60 e 120 kg ha⁻¹) no desenvolvimento do feijoeiro, por meio do número de unidades estruturais, peso de material fresco e seco, e a concentração de macronutrientes no florescimento. O experimento foi realizado em Botucatu, SP., em túnel plástico, utilizando-se a cultivar 'Pérola'. Duas plantas foram cultivadas em vasos de 15 L, preenchidos com terra de Latossolo Vermelho Distrófico típico, textura média, por 50 dias. As doses de NK foram parceladas em cobertura aos 20 e 40 dias após sementeira. As variáveis estudadas foram influenciadas pela interação entre as doses de N e K. A adubação parcelada com N via solo, independentemente das doses utilizadas ou da fertilização com K, aumenta a produção de matéria seca sem interferir nos teores de N da parte aérea do feijoeiro, assim como os de K, Ca e Mg. A omissão de N em cobertura reduz o teor de clorofila, diminuindo a produção de matéria seca, mas não interferindo no número de flores. Os níveis de K utilizados não diminuíram os teores de Ca e Mg da planta. Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, nitrogênio, potássio, nutrição mineral, matéria seca, clorofila

NITROGEN AND POTASSIUM FERTILIZATION AND THE DEVELOPMENT AND MACRONUTRIENT COMPOSITION DURING FLOWERING OF COMMON BEANS

ABSTRACT: Nitrogen and potassium are absorbed and transported more than any other element by bean plants. Fertilizer levels vary greatly among agriculturists and, therefor our aim was to study the effect of N levels (0, 60, 80, 100, 120 kg ha⁻¹) and K₂O levels (0, 60, 120 kg ha⁻¹) on bean development, evaluating number of flowers, fresh weight, dry weight and macronutrients during flowering. The experiment was carried out at Botucatu, SP, Brazil, in plastic tunnels, with the bean cultivar Pérola. Two plants were grown for 50 days in 15L pots filled with an Haplorthox. The NK fertilizations were parceled 20 and 40 days after sowing. The parameters were influenced by N and K interactions. Soil N fertilization increases dry weight production without interfering on bean shoot N, K, Ca and Mg levels. Nitrogen omission reduces leaf chlorophyll content, decreasing dry weight, having no influence on flower number. K levels had no influence on plant Ca and Mg levels.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, nitrogen, potassium, mineral nutrition, dry weight, chlorophyll

INTRODUÇÃO

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é considerado uma planta exigente em nutrientes, em função, principalmente, do seu sistema radicular pequeno e pouco profundo, além de apresentar ciclo curto de 90 a 100 dias (Rosolem & Marubayashi, 1994).

No cultivo do feijoeiro o nitrogênio e o potássio são os nutrientes mais absorvidos e exportados, seguidos em termos de absorção por cálcio, magnésio, enxofre e fósforo (Bulisani, 1987). São considerados elementos indispensáveis ao bom desenvolvimento das plantas, participando de compostos estruturais ou tomando

parte de funções no metabolismo (Braga & Yamada, 1984).

Experimentos citados por Adell et al. (1999a) relatavam quedas na concentração de N das plantas de feijão à medida que se aumentava as doses de adubação nitrogenada, concomitante à queda nos teores de K. Levantaram-se hipóteses de que isto poderia ser decorrente de problemas na assimilação do N em função da restrição na disponibilidade de K.

Segundo Arf et al. (1999), a absorção do nitrogênio ocorre praticamente durante todo o ciclo da cultura, mas a época de maior exigência, quando a velocidade de absorção é máxima, acontece dos 35 aos 50 dias da

¹Trabalho apresentado na 6ª Reunião Nacional de Pesquisa de Feijão, Salvador, 1999.

emergência da planta. Desta forma, a adubação nitrogenada deve ser realizada de modo a propiciar boa nutrição da planta no período em que ainda é possível aumentar o número de vagens por planta, isto é, até o início do florescimento (Rosolem, 1996).

O nitrogênio é necessário para a síntese da clorofila e, como parte da molécula da clorofila, está envolvido na fotossíntese. Falta de nitrogênio e clorofila significa que a planta não irá utilizar a luz do sol como fonte de energia para levar a efeito funções essenciais como a absorção de nutrientes e a produção de carboidratos para o desenvolvimento (Potafós, 1998).

O K é exigido pelo feijoeiro em quantidades relativamente elevadas, menores apenas que as de N. Além disso, a quase totalidade do K é absorvida pelo feijoeiro até 40-50 dias após a emergência. Esses são fatores que indicariam alto potencial de resposta ao K aplicado (Rosolem, 1996). Porém, as pesquisas conduzidas em diferentes épocas e regiões mostraram que a resposta aos fertilizantes potássicos são pouco freqüentes no Brasil ou de pequena magnitude (Moraes, 1988). Ainda segundo o mesmo autor, a fertilidade natural dos solos com teores médios a altos de K, a curta duração dos ensaios e as baixas produtividades dos experimentos são as causas principais.

Sguário Jr. et al. (1999), avaliando doses e métodos de aplicação de potássio em feijoeiro, observaram que para a cultivar carioca, em dois anos de experimento, os componentes da produção não apresentaram resposta à doses e ao modo de aplicação. Quando o solo apresenta de 50 a 60 ppm de K normalmente não se obtém resposta à adubação potássica (Silveira & Damasceno, 1993).

Resultados obtidos por Fonseca & Meurer (1997) comprovaram o efeito inibitório do K sobre a absorção do Mg em plântulas de milho. Rosolem et al. (1984) confirmaram que em determinadas condições a absorção de Mg pela planta é mais uma função da disponibilidade de K no solo do que propriamente da disponibilidade de Mg.

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos de doses de nitrogênio e de potássio sobre o desenvolvimento do feijoeiro, por meio do número de unidades estruturais, peso de material fresco e seco, e a concentração de macronutrientes no florescimento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em túnel plástico no Departamento de Produção Vegetal, Setor de Agricultura e Melhoramento Vegetal da Faculdade de Ciências Agrônomicas FCA/UNESP, na Fazenda Experimental Lageado, município de Botucatu (SP). Utilizaram-se vasos de 15 litros contendo solo coletado na camada arável (0 - 0,20 m), classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico, textura média (EMBRAPA, 1999), com as seguintes características químicas: $\text{pH}(\text{Ca Cl}_2) = 4,0$; M.O. = 26 g dm^{-3} ; $\text{P}(\text{resina}) = 2 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{H+Al} = 64 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; K, Ca e Mg trocáveis = 0,2; 2; $1 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente, SB = 3; CTC = 67 e V% = 4. As análises foram executadas

pelo Laboratório de Fertilidade do Solo da UNESP, segundo metodologia descrita em Rajj & Quaggio (1983).

Em função da baixa fertilidade natural do solo foi realizada correção com calcário dolomítico de PRNT igual a 89%. Empregou-se o método da saturação por bases, visando o cálculo da necessidade de calagem. Rajj et al. (1997) recomendam que no feijão devem ser aplicadas doses de calcário para elevar a saturação por bases a 70%. Porém, como a saturação por bases inicial do solo era muito baixa dificilmente se conseguiria atingir os 70% de saturação com a dose recomendada no mesmo ano de execução do experimento. Assim, calculou-se a dose de $4,65 \text{ t ha}^{-1}$ como se o objetivo fosse elevar a saturação por bases a 90%. O corretivo foi incorporado homogeneamente ao solo, que foi deixado em incubação úmida a aproximadamente 80% da capacidade de retenção de água por quatro semanas. Com isso, elevou-se a V% para 75.

Após a incubação efetuou-se a adubação fosfatada com o objetivo de elevar a 80 mg de fósforo por litro de solo, utilizando-se no total por vaso 13,61g de superfosfato simples. O fertilizante foi aplicado nos vasos imediatamente antes da semeadura, sendo incorporado na metade da camada superior.

Na semeadura, realizada em 05/04/99, foram utilizadas 5 sementes por vaso da cultivar 'Pérola' proveniente do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), de hábito de crescimento tipo III, com grãos médios, tegumento creme com estrias marrom e um ciclo de 90 dias. Passados 5 dias da emergência executou-se o desbaste deixando-se apenas duas plantas por vaso.

As plantas daninhas emergidas nos vasos foram controladas por meio de capinas manuais. Realizaram-se irrigações periódicas mantendo a capacidade de campo próxima a 70%. O controle de pragas foi efetuado com duas aplicações do defensivo químico O,S-dimetil-N-acetilfosforamidotoato registrado para a cultura, cujo ingrediente ativo é o Acephate. Os demais tratamentos culturais empregados seguiram os critérios das recomendações básicas para o cultivo de feijão no Estado de São Paulo.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, num esquema fatorial de 3×5 , com cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos de três doses de K (0; 60 e 120 kg ha^{-1}) na forma de cloreto de potássio, e cinco doses de N (0; 60; 80; 100 e 120 kg ha^{-1}) na forma de uréia.

As adubações potássicas e nitrogenadas foram realizadas em cobertura aos 20 e 40 dias após a semeadura (DAS), sendo que as quantidades totais de fertilizantes foram parceladas em doses iguais e aplicadas na forma de solução.

Aos 50 DAS efetuou-se a contagem do número de folhas e flores, e determinou-se a concentração de clorofila por intermédio de um clorofilometro modelo SPAD 501 da Minolta. Em seguida fez-se o corte da parte aérea na região do colo, a pesagem do material fresco, a lavagem em água corrente e água destilada, para acondicionamento em sacos de papel postos em estufa com circulação forçada de ar por 72 horas. Assim, o material foi pesado, moído e analisado

quanto as concentrações de N, P, K, Ca e Mg de acordo com método descrito por Malavolta et al. (1997).

Foi realizada análise química do solo ao final do período de incubação e determinou-se, também, a condutividade elétrica do solo dos vasos de acordo com Malavolta et al. (1997) no término do experimento.

Os dados obtidos referentes as características avaliadas foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Os valores de número de flores foram transformados em raiz quadrada de $X + 1$ para a análise.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desenvolvimento da planta e concentração de clorofila

A adubação nitrogenada proporcionou efeito benéfico no aumento da produção de matéria fresca e matéria seca da parte aérea do feijoeiro quando aplicou-se potássio aos 50 DAS (TABELA 1). Adell et al. (1999b) constataram que apenas a omissão de N-mineral na adubação reduziu a produção de matéria seca da parte aérea de feijão, tanto de plantas inoculadas como das sem inoculação.

O peso do material fresco pode mostrar-se bastante variável, provavelmente em função do teor de água oscilar bastante a partir da colheita da planta, dependendo principalmente das condições de umidade relativa do ar desde o local de amostragem até o local de pesagem, além do tempo gasto entre colheita e pesagem. Esse fato é confirmado por Benicasa (1986), que afirma ser preferencial a utilização do peso de matéria seca.

O número de folhas (TABELA 1) revelou-se uma unidade estrutural morfológica não eficaz na resposta a diferentes doses de adubação mineral NK. Deve-se, ainda, ser indicado o número de vagens por planta, pois é o componente da produção do feijoeiro mais afetado pela adubação (Calvache et al., 1995). Como o período de condução deste experimento ocorreu até 50 DAS, ou seja,

na floração ou período de máximo acúmulo de matéria seca e nutrientes, realizou-se apenas a contagem do número de flores.

A análise estatística do número de flores mostra que todos os tratamentos não diferiram significativamente entre si (TABELA 1). Ao contrário, Milléo et al. (1999) observaram que plantas de feijão mal supridas com nitrogênio produziram menos flores e conseqüentemente menos vagens e sementes por vagens.

Quanto a concentração de clorofila apenas o tratamento com a menor dose de N e K não foi superior aquele sem adubação (TABELA 1). As plantas sem adubação apresentaram menores teores de clorofila mostrando-se até mesmo com clorose, assim como Milléo et al. (1999) constataram em plantas de feijão deficientes em nitrogênio. Esse resultado pode ser esperado em vista de que clorofila e nitrogênio se correlacionam positivamente (Malavolta et al., 1997).

Absorção de nutrientes e concentração de macroelementos

As concentrações de N (TABELA 2) não decresceram com o maior crescimento das plantas adubadas com N e K (TABELA 1). Esse comportamento não concorda com os resultados obtidos por Adell et al. (1999a), onde um efeito diluição foi verificado em que plantas de feijão adubadas com N apresentaram maior produção de matéria seca e, portanto, menores teores de N aos 38 dias após a germinação. A não influência das diferentes doses de adubo nitrogenado e potássico aplicados em cobertura sobre a concentração de N, pode ser explicado pelo N proveniente da mineralização da matéria orgânica do solo que encontrava-se em nível elevado. Vieira et al. (1999) consideram que acima de 2,5% é condição de alto teor de matéria orgânica, suficiente para interferir na resposta do feijoeiro ao N-mineral aplicado. É possível também que o N obtido por

TABELA 1 - Peso do material fresco, peso da matéria seca, número de unidades estruturais e concentração de clorofila, em plantas de feijão no florescimento.

Doses de adubo		Matéria fresca	Matéria seca	Número de folhas	Número de flores*	Clorofila
----- kg ha ⁻¹ -----		----- g -----				mg 100cm ⁻²
K0	N0	81,60 b	16,34 b	15,80 b	2,33 a	42,76 b
K60	N60	105,60 a	19,75 ab	19,80 ab	2,17 a	44,65 ab
K60	N80	97,60 ab	18,16 ab	18,80 ab	1,82 a	46,74 a
K60	N100	100,80 ab	19,37 ab	19,60 ab	3,30 a	45,95 a
K60	N120	109,60 a	20,88 a	21,00 a	1,89 a	46,99 a
K120	N60	105,20 a	19,70 ab	19,40 ab	2,33 a	46,01 a
K120	N80	108,80 a	19,41 ab	21,20 a	2,35 a	45,72 a
K120	N100	97,60 ab	18,30 ab	18,80 ab	2,14 a	47,18 a
K120	N120	102,00 ab	19,08 ab	18,80 ab	2,00 a	49,41 a
C.V. (%)		10,83	10,35	10,76	31,52	2,97

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

*A análise foi realizada com valores transformados em raiz quadrada de $X+1$.

TABELA 2 - Concentração de macronutrientes da parte aérea de plantas de feijão no florescimento.

Doses de adubo		N	P	K	Ca	Mg
--- kg ha ⁻¹ ---		----- g kg ⁻¹ -----				
K0	N0	25,5 a	1,68 b	11,60 a	10,00 a	4,10 a
K60	N60	24,4 a	1,82 ab	11,20 a	9,00 a	4,12 a
K60	N80	27,7 a	1,94 ab	11,00 a	8,60 a	4,10 a
K60	N100	28,2 a	1,94 ab	11,60 a	10,60 a	4,56 a
K60	N120	27,8 a	1,98 ab	11,00 a	9,00 a	3,72 a
K120	N60	26,7 a	2,02 a	11,80 a	9,20 a	3,78 a
K120	N80	27,6 a	2,02 a	13,20 a	8,40 a	3,74 a
K120	N100	29,7 a	1,84 ab	14,40 a	7,40 a	3,46 a
K120	N120	26,5 a	1,98 ab	14,60 a	10,40 a	4,42 a
C.V. (%)		10,33	8,40	18,12	21,81	17,83

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

meio da fixação biológica, observado pela formação de nódulos ativos, tenha auxiliado no fornecimento de N para atender as necessidades das plantas de feijão.

A disponibilidade de água não foi um fator limitante na resposta do feijoeiro a absorção de nitrogênio, pois os solos dos vasos foram irrigados periodicamente mantendo-se a capacidade de campo próxima a 70%. Interações do tipo água x resposta à adubação nitrogenada e fosfatada não tem sido observadas no caso do potássio (Rosolem, 1996).

As doses de N e K influenciaram positivamente as concentrações de fósforo, ou seja, maiores concentrações de fósforo nas plantas de feijão foram verificadas quando além da adubação fosfatada de plantio houve a adubação em cobertura com N e K (TABELA 2). Andrade et al. (1999) relataram que o nitrogênio quando associado ao fósforo potencializa a resposta da cultura do feijão a aplicação de fósforo e melhora sua absorção.

O baixo nível de potássio encontrado no solo utilizado nos vasos, aparentemente, pré-dispunha a um alto potencial de resposta ao K aplicado. Porém, no experimento as doses de K empregadas, juntamente com as diferentes doses de N, não interferiram significativamente nas concentrações de K da parte aérea das plantas de feijão (TABELA 2). Esse resultado pode ser justificado por meio do nível alto de matéria orgânica encontrada no solo, concluindo-se que a necessidade da cultura pelo elemento pode ter sido suprida, em parte, pela mineralização da matéria orgânica e pela reserva do solo. Resultado como este levam à inferência de que esta é uma planta bastante eficiente em adquirir K do solo (Rosolem, 1996). É possível que o feijoeiro, a exemplo do que ocorre com a soja, consiga absorver quantidades significativas de K considerado como não trocável no solo.

Pelos resultados da análise química de solo após a incubação verificou-se que nem os valores elevados de Ca (48 mmol_c dm⁻³) e Mg (29 mmol_c dm⁻³) atingidos e nem os tratamentos impostos afetaram suas concentrações na

parte aérea do feijoeiro, isto é, todos os tratamentos, assim como a dose zero, absorveram quantidades significativamente iguais de Ca e Mg (TABELA 2).

O efeito estimulante do cálcio sobre a absorção de potássio é observado quando o mesmo está em baixas concentrações. Mas com o aumento gradativo na concentração do cálcio, esse efeito diminui até o momento em que ocorre antagonismo entre cátions a níveis mais altos de cálcio e conseqüente redução na absorção de potássio pelas plantas (Soares et al., 1983). Esse fenômeno não foi verificado no presente trabalho, pois as concentrações de K na planta, independentemente da dose aplicada, não sofreram reduções pela elevação do nível baixo de fertilidade em Ca para um nível médio. Há pesquisas indicando ocorrer redução, também, na absorção de cálcio com a elevação do nível de potássio no meio de crescimento (Büll et al., 1993), sendo esse fato não observado nas condições do experimento.

A adubação NK em cobertura não concorreu para aumentar a concentração de N e Mg da parte aérea do feijoeiro (TABELA 2), mas mesmo assim houve aumento na concentração de clorofila (TABELA 1). Entre as várias funções do magnésio destaca-se a de fazer parte da molécula de clorofila, sendo o átomo central, estando ativamente envolvido com a fotossíntese. Esse elemento e o nitrogênio são os únicos nutrientes do solo que constituem a clorofila, sendo a maior parte do magnésio das plantas encontrado neste pigmento (Potafós, 1998).

Condutividade elétrica e efeito salino

A condutividade elétrica do solo foi determinada ao final do experimento para verificar a ocorrência de efeito salino causado pela interação significativa entre as doses dos fertilizantes cloreto de potássio-KCl e a própria uréia-CO(NH₂)₂ (TABELA 3). O aumento nas doses desses adubos, visando incremento de produtividade, pode, a longo prazo, causar injúrias no embrião das sementes ou às plântulas das espécies cultivadas posteriormente. Doses elevadas de cloreto de potássio podem reduzir em até 50% a população final de plantas de feijão, como verificado por Kluthcouski et al. (1999). Os mesmos pesquisadores, também, observaram que leguminosas são mais sensíveis à salinização que as gramíneas.

CONCLUSÕES

- A adubação parcelada com N, via solo, independentemente das doses utilizadas ou da fertilização com K, aumenta a produção de matéria seca, sem interferir nos teores de N da parte aérea do feijoeiro, assim como os de K, Ca e Mg.
- A omissão de N em cobertura reduz o teor de clorofila do feijoeiro, diminuindo a produção de matéria seca, mas não interferindo no número de flores.
- As doses de K utilizadas na adubação não diminuíram as concentrações de Ca e Mg da parte aérea do feijoeiro.

TABELA 3 - Condutividade elétrica do solo em função das doses de adubação nitrogenada e potássica em cobertura.

Tratamentos		Condutividade elétrica do solo
----- kg ha ⁻¹ -----		----- mS cm ⁻¹ -----
K0	N0	1,03c
K60	N60	1,51 bc
K60	N80	2,05 ab
K60	N100	1,63 bc
K60	N120	2,65 a
K120	N60	1,95 abc
K120	N80	2,15 ab
K120	N100	2,44 ab
K120	N120	2,30 ab
C.V. (%)		23,55

Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADELL, J.J.C.; MONNERAT, P.H.; ROSA, R.C.C. Alterações nos teores foliares de nitrogênio ao longo do desenvolvimento do feijoeiro submetido à deficiência de nitrogênio. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., Salvador, 1999. **Resumos Expandidos**. Goiânia: Embrapa, 1999a. p.741-744.
- ADELL, J.J.C.; MONNERAT, P.H.; ROSA, R.C.C. Alterações nos teores foliares de nitrogênio do feijoeiro submetido à deficiência de nitrogênio. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., Salvador, 1999. **Resumos Expandidos**. Goiânia: Embrapa, 1999b. p.745-748.
- ANDRADE, W.E.B.; SOUZA FILHO, B.F.; FERNANDES, G.M.B.; SANTOS, J.G.C. Produtividade e qualidade fisiológica do feijoeiro submetido à adubação NPK. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., Salvador, 1999. **Resumos Expandidos**. Goiânia: Embrapa, 1999. p.846-849.
- ARF, O.; FERREIRA, E.C.; CARVALHO, M.A.C.; SÁ, M.E.; BUZZETTI, S. Efeito de doses e parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura na cultura do feijão. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., Salvador, 1999. **Resumos Expandidos**. Goiânia: Embrapa, 1999. p.790-793.
- BENICASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas**: noções básicas. Jaboticabal: FUNEP, 1986. 42p.
- BRAGA, J.M.; YAMADA, T. Uso eficiente de fertilizantes potássicos. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, Brasília, 1984. **Anais**. Brasília: EMBRAPA, DEP, 1984. p.291-321.
- BULISANI, E.A. (Coord.) **Feijão**: fatores de produção e qualidade. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 326p.
- BÜLL, L.T.; BOARETTO, A.E.; MELLO, F.A.F.; SOARES, E. Influência da relação K/(Ca+Mg) do solo na produção de matéria seca e na absorção de potássio por gramínea e leguminosa forrageiras: II. Absorção de potássio em função da relação K/(Ca+Mg) no complexo de troca do solo. **Científica**, v.21, p.67-75, 1993.
- CALVACHE, M.; REICHARDT, K.; SILVA, J.C.A.; PORTEZAN FILHO, O. Adubação nitrogenada no feijão sob estresse de água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., Viçosa, 1995. **Resumos Expandidos**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. v.2, p.649-651.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412p.
- FONSECA, J.A.; MEURER, E.J. Inibição da absorção de magnésio pelo potássio em plântulas de milho em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, p.47-50, 1997.
- KLUTHCOUSKI, J.; OLIVEIRA, I.P.; AIDAR, H.; COBUCCI, T.; SILVA, J.G. Efeito salino, causado por fertilizantes, no sistema de plantio direto sobre as culturas do feijão, milho, soja e arroz. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., Salvador, 1999. **Resumos Expandidos**. Goiânia: Embrapa, 1999. p.797-800.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional de plantas** : princípios e aplicações. Piracicaba: Potafós, 1997. 308p.
- MILLÉO, M.V.R.; MONFERDINI, M.A.; ROSSI, M.S. Avaliação da eficiência agrônômica de métodos para o suprimento de nitrogênio para a cultura do feijoeiro. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., Salvador, 1999. **Resumos Expandidos**. Goiânia: Embrapa, 1999. p. 760-763.
- MORAES, J.F.V. Calagem e adubação. In: ZIMMERMANN, M.J.O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Eds.) **Cultura do feijoeiro**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Potafós, 1988. p.260-301.
- POTAFÓS. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. **Manual internacional de fertilidade do solo**. 2.ed. Piracicaba: Potafós, 1998. 177p.
- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).
- RAIJ, B. van; QUAGGIO, A.J. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 31p. (Boletim Técnico, 81).
- ROSOLEM, C.A. Calagem e adubação mineral. In: ARAUJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. (Ed.) **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. cap.4., p.353-385.
- ROSOLEM, C.A.; MACHADO, J.R.; BRINHOLI, O. Efeito das relações Ca/Mg, Ca/K e Mg/K do solo na produção de sorgo sacarino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.19, p.1443-1448, 1984.
- ROSOLEM, C.A.; MARUBAYASHI, O.M. Seja o doutor do seu feijoeiro. **Informações Agrônomicas**, n.68, p.1-16, 1994. Encarte Especial.
- SQUÁRIO JR., J.C.; DAROS, E.; PAULETTI, V.; RONZELLI Jr., P.; KOEHLER, H.S. Avaliação de doses e métodos de aplicação de potássio no feijoeiro, em sistema de plantio direto, na região dos campos gerais do Paraná. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., Salvador, 1999. **Resumos Expandidos**. Goiânia: Embrapa, 1999. p. 767-770.
- SILVEIRA, P.M.; DAMASCENO, M.A. Doses e parcelamento de K e de N na cultura do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.28, p.1269-1276, 1993.
- SOARES, E.; LIMA, L.A.; MISCHAN, M.M.; MELLO, F.A.F.; BOARETTO, A.E. Efeito da relação entre teores trocáveis de Ca e Mg do solo na absorção de K por plantas de centeio. **Revista de Agricultura**, v.58, p.315-330, 1983.
- VIEIRA, S.M.; RONZELLI JÚNIOR, P.; KOEHLER, S.; PREVEDELLO, B.M.S. Nitrogênio, molibdênio e inoculante, isolados e associados para duas variedades de feijoeiro comum. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., Salvador, 1999. **Resumos Expandidos**. Goiânia: Embrapa, 1999. p.835-838.

Recebido em 22.02.00