

Teor de proteína em grãos de feijão em diferentes épocas e doses de cobertura nitrogenada

Francisco Guilhien Gomes Junior^{1*}, Edir Rodrigues Lima¹, Aguinaldo José Freitas Leal¹, Flávia Araujo Matos², Marco Eustáquio de Sá¹ e Kuniko Iwamoto Haga³

¹Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia, Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus de Ilha Solteira. Cx.Postal 31, 15385-000, Ilha Solteira, São Paulo, Brasil. ²Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Faculdade de Engenharia, Unesp, Campus de Ilha Solteira. Ilha Solteira, São Paulo, Brasil. ³Departamento de Biologia e Zootecnia, Faculdade de Engenharia, Unesp, Campus de Ilha Solteira. Ilha Solteira, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: fggjunior@aluno.feis.unesp.br

RESUMO. O feijoeiro apresenta alta demanda por nitrogênio, cujos grãos constituem importante fonte de proteína na alimentação dos brasileiros. O trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da aplicação de duas doses de nitrogênio em oito épocas do desenvolvimento vegetativo do feijoeiro, sobre o teor e rendimento de proteína bruta e solúvel nos grãos produzidos no inverno de 2003, em Sevíria, Estado do Mato Grosso do Sul. Para a determinação do teor de proteína foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo os tratamentos oriundos da combinação fatorial entre a aplicação de 40 e 80 kg ha⁻¹ de N em cobertura, em oito épocas do desenvolvimento vegetativo das plantas. O teor médio de proteína bruta foi de 20,1% e 21,4% nos tratamentos 40 e 80 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, enquanto que o conteúdo de proteína solúvel foi 14,4% e 16,3%. A aplicação de 80 kg ha⁻¹ de N proporcionou um rendimento médio de 419,4 e 316,3 kg ha⁻¹ de proteína bruta e solúvel, respectivamente, o que representou um incremento de 6,0% e 12,4% em relação à dose de 40 kg ha⁻¹ de N. O aumento da dose de nitrogênio de 40 para 80 kg ha⁻¹ em cobertura promoveu incremento no teor de proteína bruta e solúvel em grãos de feijão. Aplicando-se a dose de 40 kg ha⁻¹ de N, ocorre maior acúmulo de proteína bruta em grãos de feijão, quando a adubação em cobertura é realizada em estádios mais avançados do desenvolvimento vegetativo da cultura.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L., estádios fenológicos, nitrogênio, qualidade nutricional.

ABSTRACT. Protein contents in common bean grains in different nitrogen sidedressing times and rates. Common bean needs high amounts of nitrogen and its grains are important protein source for Brazilian people. This study aimed to evaluate the effects of 2 nitrogen sidedressing doses application, in 8 application phases, on common bean crop, and the protein content and yield (crude and soluble) in grains produced during the winter of 2003 in Selvíria, State of Mato Grosso do Sul, Brazil. A completely randomized design was used with four replications. Treatments resulted of a factorial combination of N rates: 40 and 80 kg ha⁻¹ applied at sidedressing in eight times of vegetative growth. The crude protein contents were 20.1% and 21.4% for 40 and 80 kg ha⁻¹ of N, respectively, whereas soluble protein rates were 14.4% and 16.3%. The application of 80 kg ha⁻¹ of N promoted yield of 419.4 and 316.3 kg ha⁻¹ of crude and soluble protein, respectively, representing an increase of 6.0% and 12.4% in comparison to 40 kg ha⁻¹ of N. Increase in grains' protein content occurred with N rate increasing to sidedressing. The application of 40 kg ha⁻¹ N promoted higher increase of crude protein in grains when N application occurred in later stages.

Key words: *Phaseolus vulgaris* L., phenological stages, nitrogen, nutritional quality.

Introdução

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) exerce um importante papel na alimentação da população brasileira. As sementes dessa leguminosa constituem-se na principal fonte de proteína de origem vegetal, principalmente para a população de

baixa renda, fornecendo ainda ferro, carboidratos e fibras (Lima *et al.*, 2003).

Entre as técnicas utilizadas para aumentar o rendimento de grãos de feijão, a adubação nitrogenada em cobertura tem sido preconizada e seus efeitos positivos são relatados por diversos autores (Almeida *et al.*, 1982; Moraes, 1988; Silveira

e Damasceno, 1993; Barbosa Filho e Silva, 1994; Carvalho, 2001).

O nitrogênio por participar da composição dos aminoácidos, desempenha um efeito direto no teor de proteínas dos grãos. Patroni *et al.* (2002) observaram maior teor de proteína nos grãos cujas plantas receberam os maiores níveis de adubação nitrogenada. Lajolo *et al.* (1996) afirmaram que a semente do feijão tem cerca de 25% de proteínas, sendo que as principais frações solúveis (globulinas e albuminas) representam em média 75% do total. Quanto ao perfil de aminoácidos, Donadel e Prudencio-Ferreira (1999) relataram que nas proteínas de feijão comum é caracterizada deficiência em aminoácidos sulfurados e triptofano, sendo a metionina o aminoácido limitante, ao passo que a lisina é o aminoácido que se encontra em maior proporção.

No entanto, na maioria dos trabalhos envolvendo adubação nitrogenada não tem sido avaliada a qualidade nutricional dos grãos obtidos. Um outro aspecto que tem sido pouco explorado pela pesquisa são trabalhos indicando relações entre o estágio fenológico no qual é feita a adubação nitrogenada e os conteúdos de proteína total e solúvel nos grãos produzidos. Estudos que indiquem a melhor combinação entre época de aplicação do nutriente, produtividade e qualidade nutricional dos grãos colhidos podem nortear a obtenção de um produto rentável para quem o produz e nutritivo para quem o consome.

O trabalho teve por objetivo avaliar em oito épocas do desenvolvimento vegetativo de plantas de feijoeiro a aplicação de duas doses de nitrogênio em cobertura e seus efeitos sobre o teor e rendimento de proteína bruta e solúvel nos grãos.

Material e métodos

O trabalho foi realizado no Laboratório de Fisiologia Vegetal do Departamento de Biologia e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista, Unesp, Ilha Solteira, Estado de São Paulo, utilizando-se grãos do feijoeiro cultivar IAC Carioca produzidos no inverno de 2003, em Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, em sistema de cultivo convencional, recebendo como adubação básica de semeadura 250 kg ha⁻¹ da fórmula 04-14-08. Os tratamentos em campo foram oriundos da combinação fatorial entre a aplicação das doses de 40 e 80 kg ha⁻¹ de N em cobertura, na forma de uréia, em oito épocas do desenvolvimento vegetativo das plantas. A primeira época foi definida quando as plantas encontravam-se com três folhas trifolioladas totalmente abertas na haste principal (início do

estádio fenológico V₄), sendo as demais em função da emissão de um novo trifólio na haste principal e este se mostrando totalmente expandido. Assim, a segunda época foi definida pela presença de quatro folhas trifolioladas totalmente abertas na haste principal, a terceira presença de cinco folhas, e assim sucessivamente, até que as plantas atingissem 10 folhas.

As sementes foram moídas em moinho tipo Wiley, obtendo-se a farinha de feijão com casca, que posteriormente foi utilizada para a determinação do teor de proteína. O teor de proteína bruta foi determinado pela decomposição das proteínas e outros componentes nitrogenados na presença de H₂SO₄ concentrado a quente, segundo o método Semi-micro Kjeldahl, multiplicando-se o valor do N total pelo fator 6,25 (Association..., 1995). A extração da proteína solúvel foi realizada segundo o método descrito por Bielski e Turner (1966) e a determinação foi realizada pelo método descrito por Bradford (1976). O rendimento de proteína por hectare foi obtido multiplicando-se o rendimento de grãos pelos percentuais de proteína bruta e solúvel encontrados para cada tratamento.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições por tratamento, num esquema fatorial 2 x 8. Para análise estatística utilizou-se o programa Sanest (Zonta e Machado, 1984) e os componentes da variância avaliados pelo teste F, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

O teor de proteína dos grãos de feijão variou em função das doses e épocas de aplicação do nitrogênio em cobertura (Figura 1). A aplicação da dose de 40 kg ha⁻¹ propiciou uma tendência de aumento no teor de proteína bruta, na medida em que as aplicações foram sendo realizadas mais tardiamente. Os maiores teores de proteína bruta foram observados nos grãos cujas plantas receberam aplicação do nitrogênio por ocasião da emissão do nono e décimo trifólio, com percentuais acima de 21% e sendo significativamente superiores às demais épocas de aplicação, excetuando-se aquela realizada por ocasião da emissão do oitavo trifólio.

Esses resultados sugerem que a aplicação da dose de 40 kg ha⁻¹ no período compreendido entre o sétimo trifólio e o décimo trifólio das plantas de feijão propicia aumento no teor de proteína bruta nos grãos. Provavelmente, isso esteja aliado à maior eficiência de aproveitamento da uréia aplicada em cobertura, uma vez que nesta fase do desenvolvimento, as plantas possuem maior

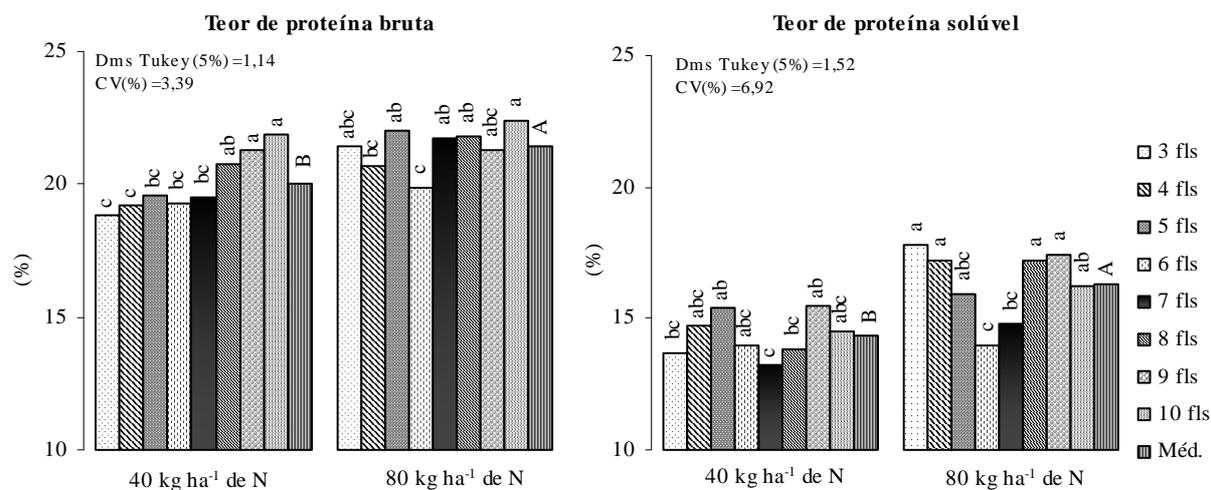


Figura 1. Teor de proteína bruta e solúvel em grãos de feijão, cv. IAC Carioca, em função da aplicação de nitrogênio em cobertura em diferentes épocas do desenvolvimento vegetativo. Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, 2003. (Médias seguidas de mesma letra minúscula dentro de cada dose não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p > 0,05$)

quantidade de raízes em relação às fases iniciais, quando ocorre maior condicionamento às perdas do nutriente, principalmente por lixiviação. Além disso, o fornecimento no nitrogênio em épocas mais apropriadas para uma absorção mais eficiente pode ter levado a esses resultados, o que se justifica com base nas afirmações de Arf *et al.* (1999), de que a absorção de nitrogênio ocorre praticamente durante todo o ciclo do feijoeiro, mas a época de maior exigência, quando a velocidade de absorção é máxima, acontece dos 35 aos 50 dias da emergência das plantas. Neste trabalho, a fase que apresentou maior acúmulo de proteína bruta nos grãos coincidiu com esse período citado acima pelos autores. No entanto, ao observar os resultados referentes à aplicação de 80 kg ha⁻¹ de N, praticamente não se pôde caracterizar uma fase em que o teor de proteína bruta tenha sido crescente, como observado para a dose menor. O fornecimento de maior quantidade do fertilizante nitrogenado possivelmente supriu as exigências da cultura, independentemente da época de aplicação, mesmo que ainda possa ter havido perdas. Verificou-se aumento significativo no teor de proteína bruta e solúvel com o aumento da dose de N aplicada (Figura 1). A proteína solúvel apresentou teor médio de 14,4% e 16,3% quando se aplicou 40 e 80 kg ha⁻¹ de N, respectivamente. Para a proteína bruta a percentagem foi de 20,1% e 21,4%, revelando que grande parte do nitrogênio contido nos grãos de feijão não participa da composição das proteínas, apresentando-se possivelmente na forma de aminoácidos livres e até mesmo como outros compostos não protéicos dos grãos. Esses valores de

proteína bruta encontram-se abaixo dos relatados por Lajolo *et al.* (1996) e Patroni *et al.* (2002), mas próximos dos 22,6% observados por Andrade *et al.* (2002). Comportamento semelhante quanto ao teor de proteína bruta foi verificado por Patroni *et al.* (2002) em grãos de feijão e Zhang *et al.* (1993); Ahmadi *et al.* (1995) e Ferreira *et al.* (2001) em grãos de milho. O nitrogênio absorvido pelas plantas combina com esqueletos carbônicos para a produção de aminoácidos, os quais resultam em proteínas que ficam armazenadas nos tecidos vegetais. Por ocasião da fase de enchimento de grãos essas reservas são quebradas, translocadas e armazenadas nesses órgãos na forma de proteínas e aminoácidos (Marschner, 1995).

Os resultados de rendimento de grãos apresentados na Figura 2 mostram que os maiores rendimentos não coincidiram com as épocas em que se observaram os maiores teores de proteína bruta nos grãos, o que pode estar relacionado ao “fator diluição” também relatado por Sfredo *et al.* (1997) e Maehler *et al.* (2003) em grãos de soja. Outra hipótese seria um menor intervalo entre a época de aplicação do nitrogênio e a maturidade fisiológica dos grãos, sendo que parte do nitrogênio encontrado em grãos produzidos em plantas, cuja adubação ocorreu mais tardiamente, se encontravam na forma livre ou como aminoácidos livres.

Observa-se na Figura 3 que o rendimento de proteína bruta e solúvel por unidade de área não foi influenciado de maneira significativa entre os diferentes estádios de aplicação do nitrogênio.

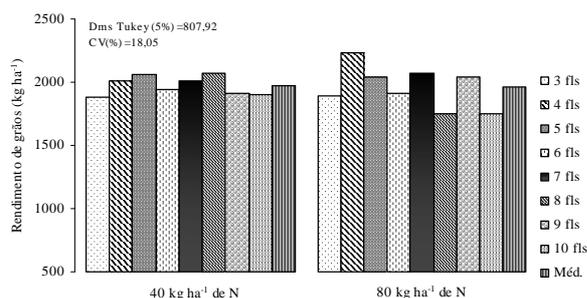


Figura 2. Rendimento de grãos do feijoeiro, cv. IAC Carioca, em função da aplicação de nitrogênio em cobertura em diferentes épocas do desenvolvimento vegetativo. Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, 2003.

Provavelmente, nessa fase entre o terceiro e o décimo trifólio, as plantas se apresentavam com níveis equivalentes de nitrogênio passível para ser drenado para os grãos por ocasião de seu enchimento. Com base nesses resultados pode-se inferir que a qualidade nutricional dos grãos de feijão quanto ao teor protéico não é afetada quando o fertilizante nitrogenado for aplicado no período entre terceiro e o décimo trifólio. Possivelmente, numa situação em que a aplicação do nutriente ocorra numa fase mais tardia do ciclo da cultura, o aproveitamento do adubo seja menor a ponto de promover redução significativa no conteúdo de proteínas dos grãos.

Nem mesmo dobrando-se a dose de nitrogênio em cobertura foi suficiente para aumentar o rendimento de proteína por área. Observando-se os resultados médios na Figura 3, nota-se que os

valores de proteína bruta e solúvel ficaram em torno de 400 e 300 kg ha⁻¹, para ambas as doses. Apesar de terem sido observadas diferenças significativas na composição porcentual média de proteína bruta e solúvel dos grãos para as doses (Figura 1), o rendimento médio de proteína por área não foi afetado, mesmo com a cultura apresentando rendimento médio de grãos semelhante entre as doses.

Conforme se observa na Figura 3, a aplicação de 80 kg ha⁻¹ de N proporcionou um rendimento médio de 419,4 e 316,3 kg ha⁻¹ de proteína bruta e solúvel, respectivamente, o que representa um incremento de 6,0% e 12,4% em relação à dose de 40 kg ha⁻¹ de N aplicada em cobertura. Esses resultados mostraram que apesar da maior dose de nitrogênio aplicada não ter promovido um incremento significativo no rendimento de grãos, a qualidade dos mesmos quanto ao teor de proteína apresentou considerável aumento.

Conclusão

O aumento da dose de nitrogênio de 40 para 80 kg ha⁻¹ em cobertura promove incremento significativo no teor de proteína bruta e solúvel em grãos de feijão.

Aplicando-se a dose de 40 kg ha⁻¹ de N ocorre maior acúmulo de proteína bruta em grãos de feijão quando a adubação em cobertura é realizada em estádios mais avançados do desenvolvimento vegetativo da cultura.

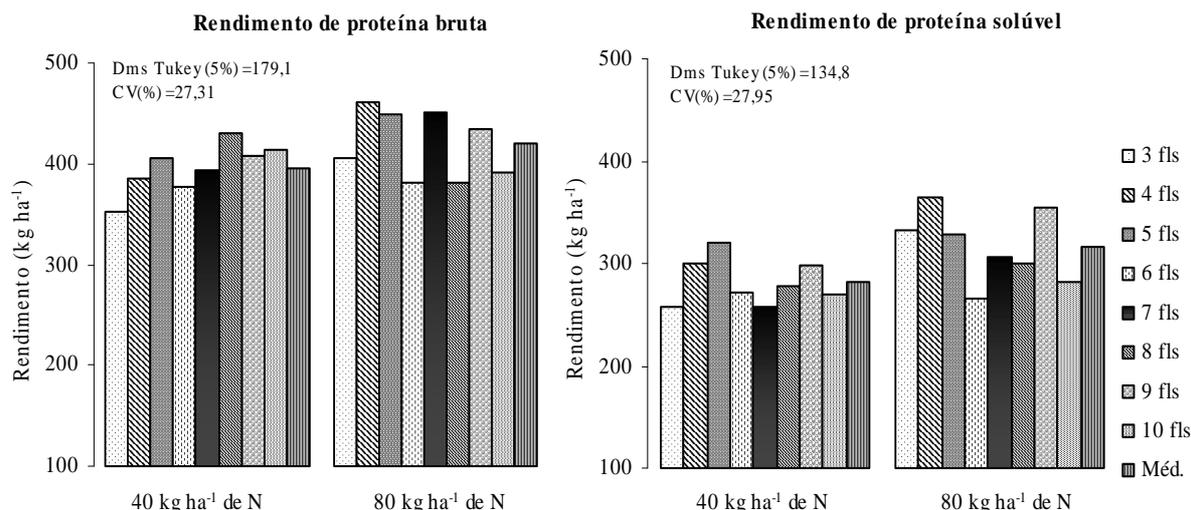


Figura 3. Rendimento de proteína bruta e solúvel em grãos de feijão, cv. IAC Carioca, em função da aplicação de nitrogênio em cobertura em diferentes épocas do desenvolvimento vegetativo. Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, 2003.

Referências

- AHMADI, M. *et al.* Protein quality of corn hybrids differing for endosperm characteristics and the effect of nitrogen fertilization. *J. Plant Nutr.*, Athens, v. 18, p. 1471-1481, 1995.
- ALMEIDA, L.D.A. *et al.* Efeito da adubação nitrogenada do feijoeiro no Vale do Paraíba. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DO FEIJÃO, 1., Goiânia. *Anais...* Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1982. p.182.
- ANDRADE, W.E.B. *et al.* Níveis de proteína em grãos de feijão cultivado em solo mineral e orgânico. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa. *Resumos...* Viçosa: UFV, 2002. p. 544-545.
- ARF, O. *et al.* Efeitos de doses e parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura na cultura do feijão. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999, Salvador. *Resumos...* Goiânia: Embrapa, 1999. p.790-793.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. Official Methods of Analysis. 16. ed. Washington, DC: AOAC, 1995.
- BARBOSA FILHO, M.P.; SILVA, O.F. Aspectos agro-econômicos da calagem e da adubação nas culturas do arroz e do feijão irrigados por aspersão. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 29, n. 11, p. 1657-1668, 1994.
- BIELSKI, R.L.; TURNER, N.A. Separation and estimation of aminoacid in crude plant extracts by thin layer electrophoreses and chromatography. *Anal. Biochem.*, New York, v. 17, p. 278-282, 1966.
- BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principles of protein-dye binding. *Anal. Biochem.*, New York, v. 72, n. 1/2, p. 248-254, 1976.
- CARVALHO, M.A.C. *et al.* Produtividade e qualidade de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) sob influência de parcelamentos e fontes de nitrogênio. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 617-624, 2001.
- DONADEL, M.E.; PRUDENCIO-FERREIRA, S.H. Propriedades funcionais de concentrado protéico de feijão envelhecido. *Cienc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v. 19, n. 3, p. 380-386, 1999.
- FERREIRA, A.C.B. *et al.* Características agronômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. *Sci. Agric.*, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 131-138, 2001.
- LAJOLO, F.M. *et al.* Qualidade nutricional. In: ARAÚJO, R.S. *et al.* (Coord.). *Cultura do feijoeiro comum no Brasil*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1996, p. 23-56.
- LIMA, E.R. *et al.* Custo de produção e lucratividade do feijoeiro da seca no município de Pereira Barreto, SP. *Cult. Agron.*, Ilha Solteira, v. 12, n. 2, p. 131-143, 2003.
- MAEHLER, A.R. *et al.* Qualidade de grãos de duas cultivares de soja em função da disponibilidade de água no solo e arranjo de plantas. *Cienc. Rural*, Santa Maria, v. 33, n. 2, p. 213-218, 2003.
- MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plant*. 2. ed. New York: Academic Press, 1995.
- MORAES, J.F.N. Calagem e Adubação. In: ZIMMERMANN, M.J.O. *et al.* (Coords.). *Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1988. p. 275-279.
- PATRONI, S.M.S. *et al.* A. Avaliação de diferentes níveis de adubação em três cultivares de feijão carioca. 2- Qualidade nutricional dos grãos. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa. *Resumos...* Viçosa: UFV, 2002. p. 541-543.
- SFREDO, G.J. *et al.* Eficácia de produtos contendo micronutrientes, aplicados via semente, sobre produtividade e teores de proteína da soja. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 21, n. 1, p. 41-45, 1997.
- SILVEIRA, P.M.; DAMASCENO, M.A. Estudos de doses e parcelamento de K e de doses de N na cultura do feijão irrigado. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 4., 1993, Londrina. *Resumos...* Londrina: Iapar, 1993. p.161.
- ZHANG, F. *et al.* Corn yield and shifts among corn quality constituents following application of different nitrogen fertilizer sources at several times during corn development. *J. Plant Nutr.*, Athens, v. 16, p. 1317-1337, 1993.
- ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. *Sanest-Sistema de análise estatística para microcomputadores*. Pelotas: UFPel-SEI, 1984. 138p.

Received on January 10, 2005.

Accepted on September 17, 2005.