

Aplicação de enxofre em cobertura e qualidade fisiológica de sementes de feijão

Mônica Lúcia César, Nara Rosseti Fonseca, Mariana Zampar Toledo, Rogério Peres Soratto*, Cláudio Cavariani e Carlos Alexandre Costa Crusciol

Departamento de Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Cx. Postal 237, 18603-970, Botucatu, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: soratto@fca.unesp.br

RESUMO. A qualidade fisiológica das sementes pode ser afetada pelo estado nutricional das plantas, destacando-se, dentre os nutrientes, o fornecimento de enxofre, constituinte essencial dos aminoácidos. O trabalho objetivou avaliar os efeitos da adubação sulfatada em cobertura sobre a qualidade fisiológica de sementes de feijão cv. Pérola. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por cinco doses de enxofre (0, 20, 40, 60 e 80 kg ha⁻¹) em cobertura, na forma de sulfato de amônio, 22 dias após a emergência das plântulas. Avaliou-se a qualidade fisiológica das sementes logo após a colheita mediante testes de germinação e vigor. A aplicação de enxofre, em cobertura, aumentou o vigor das sementes, avaliado pelo teste de envelhecimento acelerado; contudo, houve redução do desenvolvimento inicial das plântulas com acréscimo da dose de S em cobertura até 50 a 60 kg ha⁻¹.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, germinação, vigor, sulfato de amônio, nutrição mineral.

ABSTRACT. Side dressing sulfur fertilization and physiological quality of bean seeds. The physiological quality of seeds can be affected by the nutritional status of plants, with emphasis to sulfur supply, which is an essential component of amino acids. The research had as objective to evaluate the effects of side dressing sulfur fertilization on the physiological quality of bean seeds, cv. Pérola. The experimental design was the completely randomized block, with four replications. The treatments consisted of five side dressing sulfur doses (0, 20, 40, 60, and 80 kg ha⁻¹), in ammonium sulfate source, 22 days after seedling emergence. The physiological quality of bean seeds was evaluated right after harvest, by tests of germination and vigor. Side dressing sulfur fertilization increased seed vigor, as evaluated by the accelerated aging test; however, there was a decrease in initial seedling development due to the increase in the S dose until 50 to 60 kg ha⁻¹.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, germination, vigor, ammonium sulfate, mineral nutrition.

Introdução

O cultivo do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) tem enfrentado problemas na maioria das regiões produtoras, devido à baixa produtividade que, provavelmente, tem suas causas assentadas na tecnologia rudimentar utilizada, nas variações climáticas e, principalmente, no esgotamento progressivo da fertilidade do solo. Assim, para obtenção de elevada produtividade, faz-se necessário o manejo adequado da fertilidade do solo (Pessoa *et al.*, 1996).

Plantas adubadas de modo adequado e equilibrado apresentam condições de produzir maior quantidade de sementes, aliada a melhor qualidade, visto que elas poderão resistir mais facilmente às adversidades no período de produção (Sá, 1994). A disponibilidade de nutrientes influencia a formação

do embrião e dos cotilédones, com resultados eficazes sobre o vigor e a qualidade fisiológica (Teixeira *et al.*, 2005).

O feijoeiro, por se tratar de uma leguminosa que apresenta elevados teores de proteínas, exige quantidades elevadas de enxofre (S) para seu desenvolvimento, pois o nutriente, além de estar envolvido em processos enzimáticos e reações de oxirredução, é constituinte dos aminoácidos cistina, cisteína e metionina, que constituem cerca de 90% do total de S da planta (Marschner, 1995; Malavolta *et al.*, 1997). As ferredoxinas, proteínas participantes da fotossíntese, fixação biológica do nitrogênio (N) atmosférico e de outras reações de transferência eletrônica, contêm S em grande quantidade (Malavolta *et al.*, 1997). Em plantas de feijão deficientes em S, há perda de vigor; tornam-se atrofiadas com caules finos e folhas verde-pálidas a

amareladas, ocorrendo redução na formação de ramos e no número de flores e vagens, com consequência na produtividade de grãos (Oliveira *et al.*, 1996).

Os estudos relacionados à adubação e nutrição mineral visam, em sua maioria, avaliar os incrementos na produtividade e não na qualidade fisiológica de sementes de feijão (Carvalho *et al.*, 2001). De acordo com Delouche (1981), para se obter sementes de alta qualidade, é indispensável a realização de adubação mineral adequada. A qualidade das sementes produzidas, em qualquer espécie, é função do desenvolvimento anterior das plantas que, por sua vez, é influenciado por diversos fatores ambientais, edáficos e climáticos, como temperatura, precipitação pluvial, umidade relativa do ar e fertilidade e umidade do solo.

No que diz respeito à adubação sulfatada, vários pesquisadores têm se preocupado em estudar o efeito de doses de S no feijoeiro e seus reflexos na produtividade (Vitti *et al.*, 1982; Furtini Neto *et al.*, 2000). Rosolem e Marubayashi (1994) sugerem a aplicação de 20 kg ha⁻¹ de S, quando o seu teor no solo for inferior a 2,0 mg kg⁻¹. Em áreas de cerrado, Rein e Souza (2004) recomendam a aplicação de 15-30 kg ha⁻¹ de S, mesmo em solo com teor médio (5-9 mg dm⁻³ de S), principalmente, em áreas bem adubadas com os demais nutrientes. Ambrosano *et al.* (1996) recomendam a aplicação de 30 kg ha⁻¹ de S em culturas de feijão com metas de produtividade superiores a 2.000 kg ha⁻¹, independentemente do teor do elemento no solo.

Já trabalhos estudando o efeito de macronutrientes sobre a qualidade fisiológica da semente, realizados por Cícero *et al.* (1979) e Maeda *et al.* (1979), com milho, e por Vieira (1985), com soja, não são muito coerentes, dificultando, assim, uma conclusão efetiva sobre o assunto.

Neste contexto, o trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da aplicação de enxofre em cobertura sobre a qualidade fisiológica de sementes de feijão cv. Pérola.

Material e métodos

O presente trabalho foi conduzido em duas etapas. A primeira foi realizada na área experimental da Fazenda Lageado, em Botucatu, Estado de São Paulo (48°23' W e 22°58' S, 765 m de altitude). Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cwa, definido como tropical de altitude, com inverno seco e verão quente e chuvoso. O solo da área experimental é classificado como NITOSSOLO VERMELHO Estruturado (Embrapa, 1999). A segunda etapa foi realizada no

Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal - Setor Agricultura, Faculdade de Ciências Agrônomicas/ Universidade Estadual Paulista, em Botucatu, Estado de São Paulo.

Antes da instalação do experimento, obteve-se uma amostra composta a partir de dez subamostras, na camada de 0-0,20 m, para determinação das características químicas do solo, realizadas de acordo com Rajj e Quaggio (1983), cujos resultados foram: M.O.: 26,0 g dm⁻³; pH (CaCl₂): 4,4; P_{resina}: 14,9 mg dm⁻³; H + Al: 61 mmol_c dm⁻³; K, Ca e Mg_{resina}: 1,6; 41,3 e 20,6 mmol_c dm⁻³, respectivamente; CTC: 138,9 mmol_c dm⁻³; SB: 56%; S: 5,6 mg dm⁻³.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos por cinco níveis de S (0, 20, 40, 60 e 80 kg ha⁻¹ de S) aplicados em cobertura, tendo como fonte o sulfato de amônio (20% de N e 22% de S). Cada parcela foi constituída por seis linhas de 6 m de comprimento. A área útil foi constituída pelas quatro linhas centrais, desprezando-se 0,50 m em ambas as extremidades de cada linha.

Por ocasião da semeadura, aplicou-se, em todos os tratamentos, 250 kg ha⁻¹ da fórmula NPK 08-28-16+ 4,5% de S + 0,5% de Zn. A cultivar Pérola foi semeada mecanicamente, em área coberta por palhada de aveia preta, no dia 07/01/2004, utilizando 15 sementes por metro e espaçamento de 0,45 m entre linhas. A emergência das plântulas ocorreu em 12/01/2004. Durante a condução do experimento, ocorreram 596 mm de precipitação pluvial, bem distribuídos durante período de cultivo, que compreendeu de janeiro a abril de 2004.

Na adubação de cobertura, realizada no estádio V₄ (Fernandez *et al.*, 1986), ou seja, 22 dias após a emergência (DAE), além do S, também foram aplicados 73 kg ha⁻¹ de N em todos os tratamentos. Nos tratamentos em que o N não foi totalmente fornecido pelo sulfato de amônio, o restante do nutriente foi adicionado na forma de uréia. O adubo foi distribuído sobre a superfície do solo ao lado e a aproximadamente 10 cm das fileiras de plantas. Após a aplicação do N em cobertura, aplicou-se, em todo o experimento, uma lâmina d'água de 20 mm, mediante irrigação por aspersão, visando minimizar perdas de amônia por volatilização.

O controle de plantas daninhas foi realizado mediante duas aplicações sequenciais do herbicida fluazifop-p-butil + fomesafen (100 + 125 g do i.a. ha⁻¹ em cada aplicação). O florescimento pleno da cultura ocorreu 41 dias após a emergência, o ciclo teve duração de 86 dias em todos os tratamentos.

Logo após a colheita, as sementes foram submetidas às seguintes determinações:

Germinação – realizada com quatro repetições de 50 sementes, condicionadas em rolos de papel-toalha umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a sua massa e mantidas a uma temperatura de 25°C. As contagens foram realizadas no quinto e no nono dia após a semeadura (Brasil, 1992).

Envelhecimento acelerado – foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes por tratamento, pelo método descrito por Marcos Filho (1999). As sementes, distribuídas em camada única sobre a tela de inox e colocadas em caixas plásticas (gerbox), contendo 40 mL de água destilada no fundo, foram mantidas à temperatura de 42°C por 72h. Decorrido este período, as sementes foram avaliadas pelo teste de germinação, com a avaliação das plântulas normais no quinto dia após a instalação do teste.

Condutividade elétrica – utilizando quatro repetições de 25 sementes, seguiu-se metodologia descrita por Vieira e Krzyzanowski (1999). Após a determinação da massa de cada repetição, as sementes foram colocadas para embeber em um recipiente contendo 75 mL de água deionizada e, então, mantidas em um germinador regulado à temperatura de 25°C, durante 24h. Após o período de embebição das sementes, realizou-se a leitura da condutividade elétrica da solução de embebição, com auxílio de um condutivímetro. Os resultados foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$.

Comprimento de plântulas – utilizaram-se quatro repetições de dez sementes, dispostas sobre uma linha traçada no terço superior do papel-toalha, no sentido longitudinal, umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a sua massa. Os rolos confeccionados foram mantidos na vertical, em germinador regulado à temperatura de 25°C, por cinco dias. Ao término deste período, as plântulas normais obtidas foram medidas com auxílio de uma régua. Os resultados foram expressos em cm (Nakagawa, 1999).

Massa seca de plântulas – após a determinação do comprimento de plântulas, as plântulas normais de cada repetição foram retiradas do substrato e contadas. Foram removidos os cotilédones e os eixos embrionários foram colocados em recipientes de alumínio previamente tarados. As amostras foram posteriormente secas em estufa regulada a 80°C, durante 24h. Após esse período, foram retiradas da estufa e colocadas para esfriar em dessecador; posteriormente, foram determinadas as massas da matéria seca total das plântulas normais da repetição. A massa obtida foi dividida pelo número de plântulas normais componentes, resultando na

massa média de matéria seca por plântula, em mg (Nakagawa, 1999).

Massa de 100 sementes – determinou-se a massa de oito subamostras de 100 sementes, seguindo os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992); os resultados foram expressos em gramas.

Os resultados foram submetidos à análise de variância. Os efeitos das doses de S em cobertura foram avaliados por meio de análise de regressão, adotando-se os modelos com maiores coeficientes de determinação dentre os significativos em nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

Resultados e discussão

Na Tabela 1, constam os dados referentes à análise de variância dos dados de qualidade fisiológica de sementes de feijão cv. Pérola. Observou-se ausência de significância para ambos os ajustes testados para as análises de massa de 100 sementes, germinação e condutividade elétrica das sementes. A equação linear foi utilizada para elucidar o comportamento dos dados de envelhecimento acelerado e a quadrática nas avaliações de comprimento e massa seca de plântulas de feijão.

Tabela 1. Valores de F e significância das equações ajustadas aos dados de massa de cem sementes (M100), germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE), comprimento (CPL) e massa seca de plântulas (MSPL) de feijão cv. Pérola, em função da aplicação de S em cobertura, na forma de sulfato de amônio, em plantio direto.

Função	Avaliações					
	M100	G	EA	CE	CPL	MSPL
Linear	0,90 ^{ns}	0,43 ^{ns}	232,32**	1,15 ^{ns}	2,29 ^{ns}	4,74*
Quadrática	3,39 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,00 ^{ns}	7,74*	5,98*
Médias das doses	51,5	87,0	-	120,1	-	-
C.V. (%)	1,74	8,31	11,04	10,59	7,48	12,51

** e * significam significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns: não-significativo.

Quanto às variáveis massa de 100 sementes, germinação e condutividade elétrica, não foi possível destacar um ajuste estatisticamente significativo para avaliar a qualidade das sementes em função das doses. A massa de 100 sementes, que não foi influenciada pelos tratamentos, foi a característica com a menor variação percentual, em função das alterações no meio de cultivo. Assim, em condições adversas, com restrição de N, a planta de feijão, preferencialmente, formará poucas sementes nas vagens fixadas, ao invés de vários e mal formados.

No que se refere à germinação das sementes, não se observou diferença significativa entre os tratamentos, não sendo possível estabelecer um comportamento linear ou quadrático em função das doses. Também Vieira *et al.* (1986) não constataram

efeito da adubação sulfatada sobre a qualidade fisiológica das sementes, avaliada pela germinação em virtude de os teores de S, inclusive daquelas oriundas de locais que não receberam nenhuma fonte ou dose de enxofre, encontrarem-se com valores considerados como adequados. Contrariamente, Spinola e Cícero (2000) observaram, em amendoim, efeito de doses de gesso agrícola contendo enxofre, na germinação de sementes, embora não se tenha observado diferença de germinação entre as sementes provenientes dos tratamentos que receberam gesso agrícola e as sementes dos tratamentos que não o receberam.

A condutividade elétrica não apresentou significância quanto às funções avaliadas, inferindo ausência de efeito das doses de S na integridade das membranas das sementes. Castro e Boaretto (2001), avaliando sementes de feijão produzidas por adubação foliar com S na forma de metionina, também não verificaram diferença estatística significativa entre os tratamentos, tanto no cultivo “da seca” como “das águas”.

Na Figura 1, constam os gráficos de regressão estabelecidos para as avaliações de envelhecimento acelerado, comprimento e massa seca de plântulas, optando-se pela função cujo ajuste apresentou maior coeficiente significativo.

Contrariamente ao constatado por Vieira *et al.* (1986), que não observaram efeito de fontes e doses de S no vigor de sementes de feijoeiro avaliado pelo envelhecimento acelerado, os dados obtidos no presente experimento foram ajustados linearmente, de forma que os resultados apresentaram valores crescentes quanto à porcentagem de plântulas normais obtida com o aumento da dose de S aplicada em cobertura. O princípio desse envelhecimento estabelece que a taxa de deterioração é acelerada consideravelmente, quando as sementes são expostas a temperatura e umidade relativa elevadas; estas são consideradas como fatores ambientais preponderantes na intensidade e velocidade de deterioração. Assim, verifica-se que as amostras com baixo vigor, ou seja, que receberam menores doses de S em cobertura, apresentam queda mais acentuada da viabilidade, quando submetidas às condições do teste, enquanto as mais vigorosas, geralmente, são menos afetadas em sua capacidade de produzir plântulas normais (Marcos Filho *et al.*, 2000).

As análises de comprimento e massa seca de plântulas permitiram obter resultados que se ajustaram significativamente a uma equação quadrática. Observou-se inicial queda dos valores em ambas as avaliações, até um ponto de mínimo, e

posterior aumento. Renneberg (1984) verificou que as raízes das plantas não possuem um mecanismo eficiente para evitar a absorção excessiva de enxofre, levando mesmo à toxidez; esse fato pode ser uma das causas da redução da produção de massa seca observada com o acréscimo das maiores doses aplicadas.

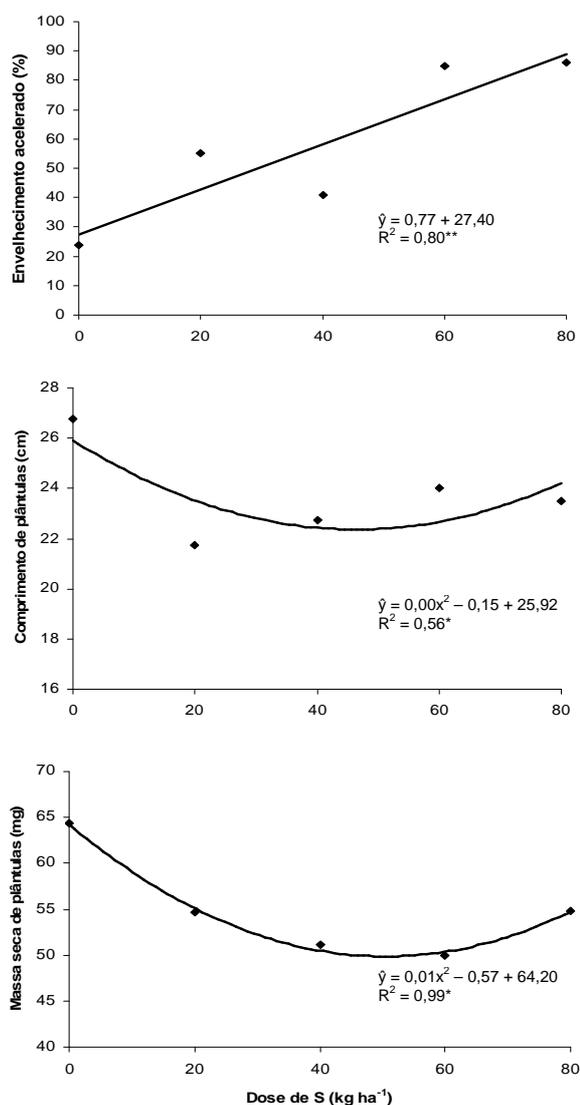


Figura 1. Envelhecimento acelerado, comprimento e massa seca de plântulas de feijão cv. Pérola, em função da aplicação de S em cobertura, na forma de sulfato de amônio, em plantio direto.

A exportação de nutrientes para as sementes é proporcional à quantidade requerida pela planta inteira, embora uma quantidade relativamente alta de enxofre seja exportada para as sementes (Oliveira e Thung, 1988). Assim, pode-se inferir, pelos resultados da análise foliar, que o N teve seus teores reduzidos com aplicação de S em cobertura,

provavelmente devido ao efeito de diluição (Crusciol *et al.*, 2006). A redução no teor de N devido, principalmente, à elevação dos teores de S nas folhas do feijoeiro, resultante da aplicação de S em cobertura, pode acarretar menor quantidade do nutriente translocada para as sementes. Nesse sentido, como constituinte de biomoléculas na planta, o N pode afetar a qualidade das sementes.

Trabalhos realizados com trigo têm indicado a existência de correlação positiva entre o teor de proteína e o vigor das sementes (Carvalho e Nakagawa, 2000). Na primeira etapa deste estudo, Crusciol *et al.* (2006) constataram redução no teor de N e, principalmente, elevação dos teores de S nas folhas do feijoeiro, decorrentes da adubação sulfatada em cobertura, promovendo diminuição nos valores das relações N/S e P/S. Teixeira *et al.* (2008) verificaram aumento do teor de S e redução no teor de N e na relação N/S nas folhas do feijoeiro, com a aplicação de altas doses de sulfato de amônio em cobertura. O efeito quadrático dos dados com a elevação das doses de S em cobertura foi semelhante ao observado para as análises de comprimento e massa seca de plântulas de feijão; o comportamento decrescente, com posterior acréscimo dos valores das referidas relações, foi acompanhado pela tendência das avaliações nas sementes. Apesar da ausência de avaliação nutricional das sementes, Carvalho e Nakagawa (2000) afirmam que considerável quantidade de nutrientes, mormente fósforo e nitrogênio, é translocada para as sementes e pode afetar a sua qualidade fisiológica. Silva *et al.* (2003) destacaram que o fósforo é um dos componentes químicos capazes de afetar o vigor das sementes e, conseqüentemente, o potencial produtivo da planta. Trabalhos conduzidos por Nakagawa (1973), com amendoim, e por Barneix *et al.* (1992), com trigo, evidenciaram que há influência de doses de P no vigor das sementes; os últimos autores também constataram efeito significativo deste nutriente no estabelecimento das plântulas no campo, fato visivelmente relacionado com desenvolvimento inicial das plântulas de feijão constatado neste experimento.

Conclusão

A aplicação de enxofre em cobertura aumentou o vigor das sementes, avaliado pelo teste de envelhecimento acelerado; contudo, houve redução do desenvolvimento inicial das plântulas com acréscimo da dose de S em cobertura até 50 a 60 kg ha⁻¹.

Referências

- AMBROSANO, E.J. *et al.* Leguminosas e oleaginosas. In: RAIJ, B. van *et al.* (Ed.). *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1996. p. 189-203 (Boletim técnico, 100).
- BARNEIX, A.J. *et al.* The regulation of nitrogen accumulation in the grain of wheat plants (*Triticum aestivum*). *Plant Physiol.*, Rockville, v. 86, n. 4, p. 609-615, 1992.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para análise de sementes*. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2000.
- 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. 4, p. 617-624, 2001.
- CASTRO, A.M.C.; BOARETTO, A.E. Adubação foliar do feijoeiro com nutrientes, vitamina B1 e metionina. *Sci. Agrar.*, Curitiba, v. 2, n. 1-2, p. 117-121, 2001.
- CÍCERO, S.M. *et al.* Efeitos da fertilidade do solo sobre a produção, a germinação e o vigor das sementes de milho. *Rev. Bras. Sementes*, Brasília, v. 1, n. 2, p. 13-23, 1979.
- CRUSCIOL, C.A.C. *et al.* Aplicação de enxofre em cobertura no feijoeiro em sistema de plantio direto. *Bragantia*, Campinas, v. 65, n. 3, p. 459-465, 2006.
- DELOUCHE, J.C. Metodologia de pesquisa em sementes: III. Vigor, envigoramento e desempenho no campo. *Rev. Bras. Sementes*, Brasília, v. 3, n. 2, p. 57-64, 1981.
- EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília, 1999.
- FERNANDEZ, F. *et al.* *Etapas de desarrollo de la planta de frijol (Phaseolus vulgaris L.)*. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1986.
- FURTINI NETO, A.E. *et al.* Resposta de cultivares de feijoeiro ao enxofre. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 35, n. 3, p. 567-573, 2000.
- MAEDA, J.A. *et al.* Influência da adubação mineral NPK sobre a qualidade da semente de milho. *Bragantia*, Campinas, v. 38, n. 1, p. 165-74, 1979.
- MALAVOLTA, E. *et al.* *Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações*. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYŻANOWSKI, F.C. *et al.* (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: Abrates, 1999. cap. 3, p. 1-24.
- MARCOS FILHO, J. *et al.* Tamanho da semente e o teste de envelhecimento acelerado para soja. *Sci. Agric.*, Piracicaba, v. 57, n. 3, p. 473-482, 2000.
- MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. Orlando: Academic Press, 1995.
- NAKAGAWA, J. *Estudos sobre os efeitos de algumas doses de adubo fosfatado na cultura do amendoim (Arachis hypogaea L.)*. 1973. Tese (Doutorado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu, Botucatu, 1973.

- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F.C. et al. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: Abrates, 1999. cap. 2, p. 1-24.
- OLIVEIRA, I.P. et al. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAÚJO, R.S. et al. (Ed.). *Cultura do feijoeiro comum no Brasil*. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 301-52.
- OLIVEIRA, I.P.; THUNG, M.D.T. Nutrição mineral do feijoeiro. In: ZIMMERMANN, M.J. et al. (Ed.). *Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: Potafós, 1988. p. 175-212.
- PESSOA, A.C.S. et al. Concentração e acumulação de nitrogênio, fósforo e potássio pelo feijoeiro cultivado sob diferentes níveis de irrigação. *Cienc. Rural*, Santa Maria, v. 16, n. 1, p. 69-74, 1996.
- RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A. *Métodos de análise de solo para fins de fertilidade*. Campinas: IAC, 1983.
- REIN, T.A.; SOUSA, D.M.G. Adubação com enxofre. In: SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. (Ed.). *Cerrado: correção do solo e adubação*. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 227-244.
- RENNENBERG, H. The fate of excess sulfur in higher plants. *Annu. Rev. Plant Physiol.*, San Diego, n. 35, p. 121-153, 1984.
- ROSOLEM, C.A.; MARUBAYASHI, O.M. Seja o doutor do seu feijoeiro. *Inf. Agron.*, Piracicaba, n. 68, p. 1-16, 1994. (Encarte).
- SÁ, M.E. Importância da adubação na qualidade de sementes. In: SÁ M.E.; BUZZETI S. (Ed.). *Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas*. São Paulo: Ícone, 1994. p. 65-98.
- SILVA, R.J.S. et al. Rendimento de grãos no feijoeiro em função dos teores de fósforo nas sementes. *Rev. Bras. Agrocienc.*, Pelotas, v. 9, n. 3, p. 247-250, 2003.
- SPINOLA, M.C.M.; CÍCERO, S.M. Qualidades física e fisiológica de sementes de amendoim submetidas a gesso agrícola: I. Área com calagem. *Sci. Agric.*, Piracicaba, v. 57 n. 1, p. 113-119, 2000.
- TEIXEIRA, C.M. et al. Produtividade e teores foliares de nutrientes do feijoeiro sob diferentes palhadas e doses de nitrogênio em semeadura direta. *Acta Sci. Agron.*, Maringá, v. 30, n. 1, p. 123-130, 2008.
- TEIXEIRA, I.R. et al. Teores de nutrientes e qualidade fisiológica de sementes de feijão em resposta à adubação foliar com manganês e zinco. *Bragantia*, Campinas, v. 64, n. 1, p. 83-88, 2005.
- VIEIRA, R.D. *Avaliação do efeito de níveis de alguns nutrientes na composição química e na qualidade de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)*. 1985. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1985.
- VIEIRA, R.D. et al. Efeito da aplicação de calcário e gesso na qualidade de sementes de amendoim. *Rev. Bras. Sementes*, Brasília, v. 8, n. 2, p. 99-108, 1986.
- VIEIRA, R.D.; KRZYŻANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYŻANOWSKI, F.C. et al. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: Abrates, 1999. cap. 4, p. 1-26.
- VITTI, G.C. et al. Efeito de doses de gesso na cultura do feijoeiro. *Rev. Agricult.*, Piracicaba, v. 57, n. 2, p. 119-132, 1982.

Received on June 06, 2007.

Accepted on February 26, 2008.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.