

Aplicação foliar de boro e cálcio no feijoeiro

Tiago Roque Benetoli da Silva¹, Rogério Peres Soratto², Taís Bíscaro³, Leandro Borges Lemos⁴

¹ Universidade Católica Dom Bosco. Avenida Tamandaré, 8001. CEP 79117-900, Campo Grande (MS), Brasil. benetoli@ucdb.br

² Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Cassilândia. Rodovia MS 306, km 6,4. CEP 79540-000, Cassilândia (MS), Brasil. soratto@uems.br

³ Pós-graduanda em Agronomia (Agricultura). Unesp, Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA), Fazenda Experimental Lageado. Caixa Postal 237, CEP 18603-970, Botucatu (SP), Brasil. biscoaro@fca.unesp.br

⁴ Unesp-FCAV, Departamento de Produção Vegetal. Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s.n. CEP 14884-900, Jaboticabal (SP), Brasil. leandrobl@fcav.unesp.br

Resumo

O feijoeiro é planta exigente em nutrição, destacando-se a importância de o nutriente estar disponível em tempo e local adequados. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da aplicação via foliar de boro e cálcio na época do florescimento do feijoeiro da seca (colheita de maio a julho), em plantio direto. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 4x2, com quatro repetições. Os tratamentos foram representados pela aplicação foliar de boro (0, 15, 30 e 60 g ha⁻¹) na forma de ácido bórico, com e sem aplicação de cálcio (0 e 500 g ha⁻¹), na forma de cloreto de cálcio. A aplicação de cálcio e boro via foliar não alterou os componentes da produção nem a produtividade. O vigor das sementes foi aumentado pela aplicação de boro e cálcio por via foliar.

Palavras-chave adicionais: *Phaseolus vulgaris*; componentes da produção; qualidade fisiológica de sementes; teor de nutrientes; produtividade.

Abstract

SILVA, T. R. B.; SORATTO, R. P. BÍSCARO, T.; LEMOS, L. B. Boron and calcium foliar application on common bean. *Científica*, Jaboticabal, v.34, n.1, p. 46 - 52, 2006.

The objective of this experiment was to evaluate the effects of boron and calcium foliar application to common bean plants cultivated during the dry season (harvest from May to July) in a no tillage system. The treatments consisted of boron (as boric acid) foliar application at the rates of 0, 15, 30, and 60 g ha⁻¹, with and without calcium chloride application (500 g ha⁻¹). Boron and calcium did not change either yield components or yield. On the other hand, seed vigor increased with boron and calcium foliar application.

Additional keywords: *Phaseolus vulgaris*; seed physiological quality; nutrient content; grain yield.

Introdução

A produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) no Brasil é, em geral, baixa, ficando ao redor de 714 kg ha⁻¹ (CONSELHO NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2004), em decorrência de fatores complexos ligados ao ambiente, à planta e às práticas empregadas.

Nos últimos anos, a utilização de cultivares de alta capacidade produtiva e resistência a doenças de controle mais problemático tem proporcionado aumentos de produtividade. No entanto, o potencial produtivo desses cultivares raramente tem sido alcançado, em função dos altos riscos da cultura, que desencorajam maiores investimentos (ROSOLEM, 1987). Uma das maiores causas da baixa produtividade do feijoeiro é o abortamento de cerca de 85% dos botões florais em desenvolvimento (WEAVER et al., 1984), e estresses

nutricionais podem contribuir para a baixa retenção de estruturas reprodutivas (WEAVER et al., 1985).

O feijoeiro é considerado exigente em nutrientes, sendo fundamental que eles sejam colocados à disposição da planta em tempo e local adequados; a adubação foliar é uma importante alternativa para o seu fornecimento (ROSOLEM et al., 1990).

A carência de boro é muito comum no País, particularmente em solos arenosos e pobres em matéria orgânica (MALAVOLTA, 1980). A quantidade de boro requerida para a formação da semente, geralmente, é maior do que a necessária para o crescimento vegetativo (MARSCHNER, 1995). Dessa forma, mesmo em situações nas quais a cultura se encontra em solo com boas características físicas e químicas, podem ser obtidos aumentos na produtividade com a adubação foliar (ROSOLEM, 1987).

Quanto ao boro e ao cálcio, por serem de baixa

mobilidade no floema e se redistribuírem pouco na planta, a deficiência nutricional de ambos apresenta-se nos órgãos mais jovens (MALAVOLTA, 1980). O boro é importante na translocação de açúcares e na formação da parede celular; o cálcio atua na formação do pectato de cálcio, presente na lamela média da parede celular. O suprimento adequado de boro e cálcio para as plantas é essencial para o desenvolvimento normal de frutos e sementes, atuando na germinação do grão de pólen e no crescimento do tubo polínico. (WOODS, 1994; MARSCHNER, 1995). Além disso, a deficiência de boro acarreta diminuição do teor de cálcio na folha, afetando a sua absorção e translocação na planta (YAMAUCHI et al., 1986; PENALOSA et al., 1987; FAGERIA, 2001).

O cálcio atua decisivamente no número de flores e vagens abortadas no feijoeiro, e mais de 50% da quantidade aplicada foram absorvidos pelas folhas, até duas horas após a aplicação, quando a fonte foi o cloreto de cálcio (ROSOLEM et al., 1990 e MALAVOLTA et al., 1997). WEAVER et al. (1985) verificaram que pulverizações com nitrato de cálcio e ácido bórico em feijoeiro, no período de abertura das primeiras flores, podem aumentar a retenção de vagens e, conseqüentemente, elevar a produtividade de grãos.

Trabalhos relacionando adubação e nutrição das plantas produtoras de grãos com a qualidade fisiológica das sementes são raros e contrastantes (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). ROSOLEM et al. (1990) verificaram melhoria na qualidade fisiológica das sementes de feijão em função do cálcio aplicado via foliar. Para BEVILAQUA et al. (2002), o cálcio aumentou a resistência do tegumento das sementes de soja a danos mecânicos, o que pode ser benéfico para a produção em condições de campo.

No amendoim, ROSOLEM et al. (2001) relataram que a deficiência de boro se manifestou, primeiramente, nas sementes, na face interna dos cotilédones, que se apresentaram deprimidos e com coloração escura, sendo que, nessa fase, apesar de não ocorrer grande prejuízo à produtividade, a qualidade das sementes foi prejudicada.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da aplicação via foliar de boro e cálcio na época do florescimento do feijoeiro da seca (colheita de maio a julho), em plantio direto.

Material e métodos

O trabalho foi conduzido em área com 3% de declividade, em Botucatu (SP), cujas coordenadas geográficas de referência são latitude sul de 22° 49' 31" e longitude oeste de 48° 25' 37", com altitude de 765 m. De acordo com a classificação de Köppen, o clima do local é subtropical, com verões quentes e úmidos, e invernos frios e secos (Cfa). A área foi

cultivada anteriormente com crotalária (*Crotalaria juncea* L.), seguida de milheto (*Pennisetum glaucum* L. R. Br.), em sistema de plantio direto.

O solo da área experimental é um Nitossolo Vermelho (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1999), com 650, 110 e 240g kg⁻¹ de argila, areia e silte, respectivamente. A análise química do solo, realizada na profundidade de 0-20 cm, apresentou os seguintes resultados: M.O. = 18 g kg⁻¹; pH (CaCl₂) = 6,0; P (resina) = 11 mg dm⁻³; 43,2; 7,6; 1,3; 15,3; 52,1 e 67,4 mmolc dm⁻³ de Ca, Mg, K, H+Al, SB e CTC, respectivamente. A saturação por bases (V) foi de 77%, e o teor de boro em água quente, de 0,08 mg dm⁻³, considerado baixo (RAIJ et al., 1997).

A semeadura foi realizada em 26 de fevereiro de 2003, data correspondente ao cultivo "da seca" para o Estado de São Paulo (PIZAN et al., 1994), em sistema de plantio direto e condições de sequeiro. Foi utilizado o cultivar IAC Carioca Eté, cujas sementes foram tratadas com thiametoxam (140 g do i.a./100 kg de sementes) e com anilida+ditiocarbamato (40+40 g do i.a./100 kg de sementes). A adubação mineral básica nos sulcos de semeadura foi realizada levando-se em consideração as características químicas do solo e as recomendações de AMBROSANO et al. (1997), sendo constituída por 300 kg da fórmula 4-20-10.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 4x2, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por duas aplicações via foliar de boro (0, 15, 30 e 60 g ha⁻¹) na forma de ácido bórico, com e sem aplicação de cálcio (0 e 500 g ha⁻¹) na forma de cloreto de cálcio. A aplicação dos tratamentos foi realizada em duas etapas, sendo a primeira em 15-4-2003, no florescimento pleno (R6), quando 50% das plantas apresentavam, pelo menos, uma flor aberta, e a segunda, sete dias após a primeira (23-4-2003); em cada aplicação, foram utilizadas as doses já estabelecidas anteriormente, usando volume de calda de 150 L ha⁻¹. Procedeu-se a duas aplicações, porque o período de florescimento foi desuniforme, e grande parte das flores ainda não estava aberta no momento da primeira aplicação, já que, de acordo com WEAVER et al. (1985) e MARSCHNER (1995), tanto o cálcio quanto o boro têm grande influência no desenvolvimento do tubo polínico e na formação dos frutos e apresentam baixa mobilidade no floema, sendo que aplicações foliares desses elementos, por ocasião do florescimento e início da formação das vagens, podem favorecer a retenção de estruturas reprodutivas e aumentar a produtividade.

Cada parcela foi formada por cinco linhas de feijão de seis metros de comprimento, espaçadas em 0,45 m, sendo consideradas como área útil as três linhas centrais, desprezando-se 0,5 m de cada extremidade.

A colheita foi realizada em 1º de junho de

2003, quando as plantas estavam no estágio fenológico R9 (vagens maduras), perfazendo ciclo de 89 dias.

A precipitação pluvial foi determinada utilizando-se de um pluviômetro Ville de Paris, instalado na área experimental, e as temperaturas mínima e máxima do ar foram obtidas diariamente, no posto agrometeorológico situado a 50 m do local (Figura 1).

Foram avaliados os componentes da produção, pela coleta de 10 plantas ao acaso, na área útil de cada parcela, por ocasião da colheita, para a determinação do número de vagens por planta, sementes por vagem e a massa de 100 sementes (g).

A produtividade (kg ha^{-1}) foi determinada após a colheita de todas as plantas contidas na área útil da parcela, padronizando o grau de umidade a 13%, utilizando o método da estufa a $105 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ (BRASIL, 1992).

Amostras de sementes foram secas em estufa, com ventilação forçada de ar à temperatura de $70 \text{ }^\circ\text{C}$, por 120 horas. Posteriormente, foram realizadas a moagem e a análise de boro, cálcio, magnésio e potássio, seguindo método proposto por MALAVOLTA et al. (1997).

Determinou-se também a qualidade fisiológica das sementes, de acordo com as Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 1992), analisando-se a primeira contagem de germinação, o teste padrão de germinação, o envelhecimento acelerado e a condutividade elétrica.

Para o teste de germinação, utilizaram-se 200

sementes para cada tratamento, dividindo-as em quatro repetições de 50 sementes, colocadas em germinador à temperatura constante de $25 \text{ }^\circ\text{C}$, em papel "germitest". No quinto dia após a instalação do teste, realizou-se a primeira contagem e, no nono dia, a segunda e última contagem, determinando-se, assim, a porcentagem de sementes germinadas.

O teste de envelhecimento acelerado foi realizado colocando-se as amostras de sementes em uma câmara, onde se manteve a umidade relativa do ar próxima a 100% e a temperatura em $42 \text{ }^\circ\text{C}$, durante 48 horas. Em seguida, as sementes foram submetidas ao teste de germinação.

A condutividade elétrica foi realizada de acordo com o método descrito por MARCOS FILHO et al. (1987), sendo tomadas quatro repetições de 50 sementes, as quais foram pesadas e colocadas em copos de plástico contendo 75 mL de água destilada e desionizada. Os copos foram mantidos em germinador a $25 \text{ }^\circ\text{C}$, durante 24 horas; após este período, foram realizadas as leituras em condutivímetro modelo Digimed DM 31 (célula modelo DMC - 010 M, $K = 1 \text{ cm}^{-1}$), sendo os valores expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$.

Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente por meio da análise de variância, utilizando o teste F. As médias dos dados provenientes da aplicação de boro foram submetidas à análise de regressão polinomial. Aplicou-se o teste de Tukey

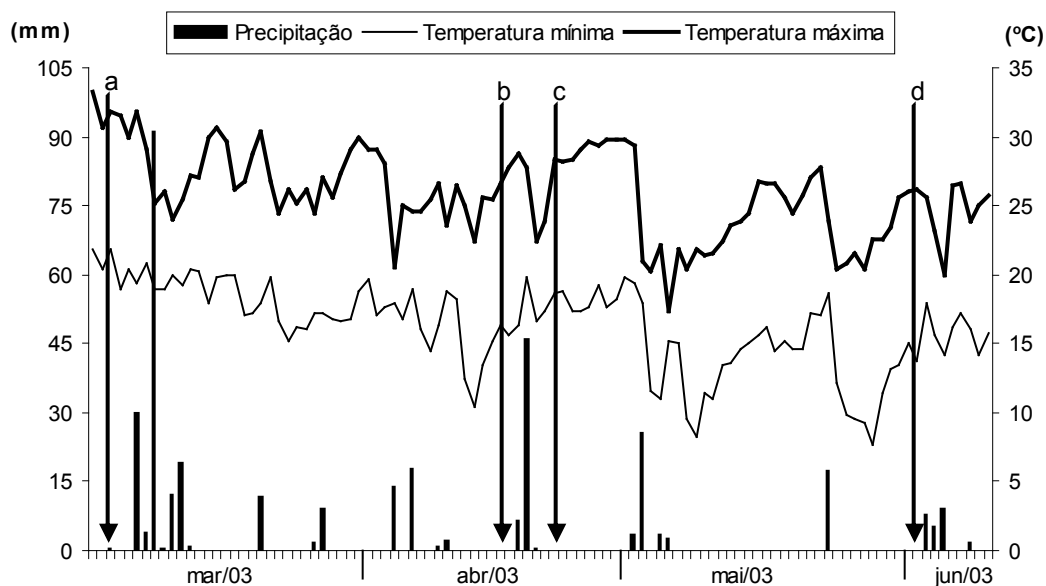


Figura 1 – Precipitação pluvial (mm) e temperaturas mínima e máxima do ar ($^\circ\text{C}$) registradas durante a condução do experimento sobre aplicação foliar de boro e cálcio em feijão, em Botucatu (SP). a: emergência; b: primeira aplicação foliar (florescimento pleno); c: segunda aplicação foliar; d: colheita.

Figure 1 – Rainfall (mm) and minimum and maximum air temperatures ($^\circ\text{C}$) during the experiment at Botucatu, SP, temperature.

para comparação das médias dos dados provenientes da aplicação ou não do cálcio. Os resultados originais de primeira contagem da germinação, germinação e envelhecimento acelerado foram transformados em raiz quadrada de $(x + 0,5)$.

Resultados e discussão

Embora WEAVER et al. (1985) tenham verificado que a aplicação via foliar de nitrato de cálcio e ácido bórico no feijoeiro, no período de abertura das primeiras flores, aumentou a retenção de vagens e, conseqüentemente, elevou a produtividade, no presente trabalho, o número de vagens por planta, o número de sementes por vagem e a massa de 100 sementes, além da produtividade, não foram afetados pelos diferentes tratamentos (Tabela 1). ROSOLEM et al. (1990) também não verificaram efeito da aplicação foliar de cálcio, no início do florescimento, sobre os componentes da produção e a produtividade do feijoeiro.

A fertilidade do solo, associada ao histórico da área, anteriormente cultivada com crotalária e milheto, além do emprego do sistema de plantio direto, promoveram condições adequadas para o desenvolvimento do feijoeiro, o que também se refletiu nos teores de boro, cálcio, magnésio e potássio nas sementes (Tabela 2). Mesmo com aplicação foliar de cálcio e boro e com altos teores de cálcio nas sementes, quando comparados com os valores encontrados por VIEIRA (1989), ocorreu adequada translocação de potássio e magnésio para as sementes, visto que são macronutrientes catiônicos e competitivos na absorção (MALAVOLTA et al., 1997).

A produtividade variou de 1.803 a 1.965 kg ha⁻¹, semelhante à obtida por CARBONELL et al. (2003) em experimentos de competição de genótipos em várias localidades do Estado de São Paulo. Isso se deve também ao cultivar utilizado, ou seja, IAC Carioca Eté, que, segundo CARBONELL et al. (2001), apresenta estabilidade de produção e adaptação a ambientes desfavoráveis, destacando-se quanto à produtividade no período "da seca" no Estado de São Paulo.

Outro fator que, provavelmente, contribuiu para a obtenção desses resultados foi o clima, uma vez que, durante o período de florescimento pleno (R6), foram registradas temperaturas máximas inferiores a 32 °C e mínimas superiores a 10 °C e, ainda, ocorrência de precipitação pluvial (Figura 1). Para DIDONET (2002), altas temperaturas ocasionam, no feijoeiro, encurtamento do ciclo, abortamento excessivo de flores e vagens em formação, e redução do número de vagens por unidade de área e da matéria seca dos grãos, resultando na diminuição de produtividade.

Quanto à qualidade fisiológica das sementes, não houve efeito da aplicação de boro e de cálcio na germinação (Tabela 3). AMBROSANO et al. (1999)

também não verificaram efeito da aplicação de boro via foliar na germinação de sementes de feijão. Entretanto, a aplicação de cálcio aumentou o vigor das sementes de feijão, revelados pelos testes de primeira contagem e de condutividade elétrica. Isso pode ser explicado em função de o cálcio aumentar a resistência do tegumento, dificultando a lixiviação das bases contidas nas sementes (YAMAUCHI et al., 1986; BEVILAQUA et al., 2002). No entanto, o inverso ocorreu para o vigor avaliado pelo teste de envelhecimento acelerado, ou seja, a aplicação de cálcio diminuiu o vigor das sementes de feijão, o que não foi possível explicar; porém, de acordo com BRASIL (1992), o teor adequado de germinação deve estar acima de 80%, o que ocorreu em todos os tratamentos para envelhecimento acelerado.

Os resultados da melhora do vigor em função da aplicação de cálcio, avaliados pela primeira contagem, são semelhantes aos obtidos por ROSOLEM et al. (1990), que obtiveram melhoria na qualidade fisiológica das sementes de feijão em função do cálcio aplicado via foliar. VALE & NAKAGAWA (1999) também observaram o efeito benéfico de doses crescentes de calcário no vigor de sementes de feijão.

As doses de boro influenciaram somente o vigor das sementes de feijão, expresso pelo teste da primeira contagem, onde se obteve ajuste em uma equação linear crescente.

Conclusões

A aplicação de boro e cálcio via foliar não afetou os componentes da produção nem a produtividade do feijoeiro.

A aplicação de boro e cálcio via foliar interferiu na qualidade fisiológica das sementes, aumentando seu vigor.

Referências

AMBROSANO, E. J.; AMBROSANO, G. M. B.; WUTKE, E. B.; BULISANI, E. A.; MARTINS, A. L. M.; SILVEIRA, L. C. P. Efeitos da adubação nitrogenada e com micronutrientes na qualidade de sementes do feijoeiro cultivar IAC-Carioca. **Bragantia**, Campinas, v.58, p.393-399, 1999.

AMBROSANO, E. J.; TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, A. A.; RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H. Feijão. In: 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, 1997. p.189-195. (Boletim Técnico, 100).

BEVILAQUA, G. A. P.; SILVA FILHO, P. M.; POSSENTI, J. C. Aplicação foliar de cálcio e boro e componentes de rendimento e qualidade de sementes de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, p.31-34, 2002.

Tabela 1 – Número de vagens por planta e de sementes por vagem, massa de 100 sementes e produtividade do feijoeiro, em função da aplicação de boro e cálcio via foliar*. Botucatu (SP), 2003.

Table 1 – Number of pods per plant and seeds per pod, mass of 100 seeds and productivity of common bean as a function of foliar application of boron and calcium*. Botucatu, SP, Brazil, 2003.

Tratamentos / Treatments	Vagens por planta / Pods per plant	Sementes por vagem / Seeds per pod	Massa de 100 sementes / Mass of 100 seeds ----- (g) -----	Produtividade / Productivity -- (kg ha ⁻¹) --
Boro (g ha ⁻¹) / Boron (g ha ⁻¹)				
0	8,2	4,3	23,4	1.965
15	6,8	4,2	23,3	1.887
30	7,0	4,4	23,2	1.803
60	8,0	4,3	23,2	1.920
Cálcio (g ha ⁻¹) / Calcium (g ha ⁻¹)				
0	7,8 a	4,3 a	23,2 a	1.951 a
500	7,1 a	4,3 a	23,3 a	1.835 a
CV%	22,8	13,1	3,2	12,7
Significância pelo teste F / Significance by the F test				
Boro / Boron	ns	ns	ns	ns
Cálcio / Calcium	ns	ns	ns	ns
Boro x Cálcio / Boron x Calcium	ns	ns	ns	ns

*Médias seguidas de mesma letra na coluna, dentro do fator cálcio, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ns: não-significativo.

*Means followed by the same letter within columns for the calcium factor are not different by the Tukey test at 5% of probability. ns: non-significant.

The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

Tabela 2 – Teores* de boro, cálcio, magnésio e potássio nas sementes de feijoeiro, em função da aplicação de boro e cálcio via foliar. Botucatu (SP), 2003.

Table 2 – Levels* of boron, calcium, magnesium and potassium in common bean seeds as a function of foliar application of boron and calcium. Botucatu, SP, Brazil, 2003.

Tratamentos / Treatments	Boro / Boron ---- (mg kg ⁻¹) ----	Cálcio / Calcium ----- (g kg ⁻¹) -----	Magnésio / Magnesium ----- (g kg ⁻¹) -----	Potássio / Potassium ----- (g kg ⁻¹) -----
Boro (g ha ⁻¹) / Boron (g ha ⁻¹)				
0	3,8	20,8	2,4	11,3
15	2,8	19,0	2,5	10,9
30	3,1	18,0	2,5	11,4
60	3,8	20,9	2,5	12,4
Cálcio (g ha ⁻¹) / Calcium (g ha ⁻¹)				
0	3,3 a	21,9 a	2,4 a	11,2 a
500	3,5 a	20,9 a	2,5 a	11,8 a
CV%	29,8	15,3	7,7	7,3
Significância pelo teste F / Significance by the F test				
Boro / Boron	ns	ns	ns	ns
Cálcio / Calcium	ns	ns	ns	ns
Boro x Cálcio / Boron x Calcium	ns	ns	ns	ns

ns = não-significativo.

*Médias seguidas de mesma letra na coluna, dentro do fator cálcio, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

ns = non-significant.

*Means followed by the same letter within columns for the calcium factor are not different by the Tukey test at 5% of probability. ns: non-significant.

The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

Tabela 3 – Germinação, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica das sementes do feijoeiro, em função da aplicação de boro e cálcio via foliar. Botucatu (SP), 2003.

Table 3 – Germination, first count of germination, accelerated aging and electrical conductivity of common bean seeds as a function of foliar application of boron and calcium. Botucatu, SP, Brazil, 2003.

Tratamentos / Treatments	Germinação (*) / Germination (*)	Valor da primeira contagem (*) Value of the first count (*)	Envelhecimento acelerado (*) Accelerated aging (*)	Condutividade elétrica Electrical conductivity
	-----%-----			($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)
Boro (g ha^{-1}) / Boron (g ha^{-1})				
0	93,2	77,5	84,5	56,5
15	96,1	76,2	94,7	59,6
30	93,5	77,0	93,7	54,9
60	95,3	92,2	94,5	52,2
		(1)		
Cálcio (g ha^{-1}) / Calcium (g ha^{-1})				
0	94,2 a	69,3 b	94,2 a	58,2 a
500	95,1 a	96,1 a	89,5 b	53,4 b
CV%	3,2	6,1	6,7	10,5
Significância pelo teste F / Significance by the F test				
Boro / Boron	ns	*	ns	ns
Cálcio / Calcium	ns	*	*	*
Boro x Cálcio / Boron x Calcium	ns	ns	ns	ns

(*) A análise refere-se aos dados transformados em raiz quadrada de $(x + 0,5)$.

Médias seguidas de mesma letra na coluna, dentro do fator cálcio, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ns e *: não-significativo e significativo a 5% de probabilidade, pelo teste t, respectivamente.

(1) $y = 73,94 + 0,2585x$; $R^2 = 0,81$

(*) Values transformed in square root of $(x+0.5)$.

Means followed by the same letter within columns for the calcium factor are not different by the Tukey test at 5% of probability. ns: non-significant. ns and * = non-significant and significant at 5% of probability by the Tukey test, respectively.

(1) $y = 73.94 + 0.2585x$; $R^2 = 0.81$

The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD/DNPV/CLAV, 1992. 365p.

Santo Antônio de Goiás: Embrapa-CNPAP, 2002. 4p. (Comunicado Técnico, 40).

CARBONELL, S. A. M.; AZEVEDO FILHO, J. A.; DIAS, L. A. S.; GONÇALVES, C.; ANTONIO, C. B. Adaptabilidade e estabilidade de produção de cultivares e linhagens de feijoeiro no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.60, n.2, p.69-77, 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Rio de Janeiro: Embrapa/CNPSo, 1999. 41p.

CARBONELL, S. A. M.; ITO, M. F.; AZEVEDO FILHO, J. A. de; SARTORI, J. A. Cultivares comerciais de feijoeiro para o Estado de São Paulo: características e melhoramento. In: CASTRO, J. L.; ITO, M. F. (Coord.). **Dia de campo de feijão**: 19, 2003, Capão Bonito. Campinas: Instituto Agronômico, 2003. p.5-27. (Documentos, 71).

FAGERIA, V. D. Nutrient interactions in crop plants. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.24, p.1269-1290, 2001.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas**: princípios e aplicações. Piracicaba: Potafos, 1997. 308p.

MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S. M.; SILVA, W. R. **Avaliação da qualidade de sementes**. Piracicaba: Fealq, 1987. 230p.

CONSELHO NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Comparativo da área, produção e produtividade**. Safras 2001/2002 e 2002/2003. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/safras.asp>. Acesso em: 17 nov. 2004.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 889p.

DIDONET, A. D. **Respostas da cultivar de feijoeiro comum BRS Valente ao choque térmico com altas temperaturas**.

PENALOSA, J. M.; ZORNOZA, P.; CARPENA, O. Estudios de las deficiencias de boro y manganeso en plantas de tomate. **Anales de Edafología y Agrobiología**, Madrid. v.56, p.749-58, 1987.

PIZAN, N. R.; BULISANI, E. A.; BERTI, A. J. **Feijão**: zoneamento ecológico e épocas de semeadura para o Estado de São Paulo. Campinas: CATI, 1994. p.5. (Boletim Técnico, 218).

RAIJ, B. van; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1997. p.1-41. (Boletim Técnico, 100).

ROSOLEM, C. A. **Nutrição e adubação do feijoeiro**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da potassa e do Fosfato, 1987. 93p. (Boletim Técnico, 8)

ROSOLEM, C. A.; BOARETTO, A. E.; NAKAGAWA, J. **Adubação foliar do feijoeiro**. VIII. Fontes e doses de cálcio. Científica, São Paulo, v.18, p.81-86, 1990.

ROSOLEM, C. A.; QUAGGIO, J. A.; SILVA, N. M. Algodão, amendoim e soja. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; RAIJ, B. van; ABREU, C. A. (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/Fapesp/Potafos, 2001. p.319-346.

VALE, S. L. R.; NAKAGAWA, J. Influência do solo e do calcário nas características físicas e fisiológicas de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, p.17-22, 1999.

VIEIRA, R. F. Efeito da calagem sobre a composição química, qualidade fisiológica e desempenho, no campo, de sementes de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, p.409-415, 1989.

WEAVER, M. L.; TIMM, H.; NAG, H.; BURKE, D. W.; SILBERNAGEL, M. J.; FORTER, K. Effects of soil moisture tension on pod retention and seed yield of beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **HortScience**, Alexandria, v.19, p.567-569, 1984.

WEAVER, M. L.; TIMM, H.; NAG, H.; BURKE, D. W.; SILBERNAGEL, M. J.; FORTER, K. Pod retention and seed yield of beans in response to chemical foliar applications. **HortScience**, Alexandria, v.20, p.429-430, 1985.

WOODS, W. G. An introduction to boron: history, sources, uses, and chemistry. **Environmental Health Perspectives**, Washington, v.102, n.7, p.5-11, 1994.

YAMAUCHI, T.; HARA, T.; SONIDA, Y. Distribution of calcium and boron in the pectin fraction of tomato leaf cell wall. **Plant and Cell Physiology**, Rockville, v.27, p.729-732, 1986.

Recebido em 14-4-2004.

Aceito para publicação em 25-11-2005