

Características agronômicas e qualidade fisiológica de sementes de cultivares de feijão adubados via foliar com cálcio e boro

Rogério Farinelli¹, Fernando Guido Penariol², Fábio Suano de Souza³, Aline Regina Piedade⁴, Leandro Borges Lemos⁵

¹ Unesp, Campus Experimental de Registro. CEP 11900-000, Registro (SP), Brasil. rfarinelli@registro.unesp.br

² Divisão de Classificação de Produtos Vegetais, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

CEP 70043-900, Brasília (DF), Brasil.

³ Pós-Graduação, Doutorado, Unesp-FCA, Departamento de Produção Vegetal. CEP 18610-307, Caixa Postal 237, Botucatu (SP), Brasil.

⁴ Pós-Graduação, Mestrado, Unesp-FCA, Departamento de Engenharia Rural. CEP 18610-307, Caixa Postal 237, Botucatu (SP), Brasil.

⁵ Unesp-FCAV, Departamento de Produção Vegetal. CEP 14884-900, Jaboticabal (SP), Brasil.

Resumo

Dada a importância da nutrição mineral na produtividade da cultura do feijão, desenvolveu-se um experimento em Botucatu (SP), com o objetivo de verificar a influência de doses de adubação foliar com cálcio e boro na produtividade e na qualidade fisiológica das sementes de dois cultivares de feijão. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, com quatro repetições, sendo os tratamentos representados pelos cultivares Pérola e Campeão 2, e quatro doses de fertilizante foliar (10% de Ca e 0,5% de B), representados por D1 – sem aplicação; D2 – 1,5 L ha⁻¹ (15 g ha⁻¹ de Ca + 0,75 g ha⁻¹ de B); D3 – 3,0 L ha⁻¹ (30 g ha⁻¹ de Ca + 1,5 g ha⁻¹ de B), e D4 – 4,5 L ha⁻¹ (45 g ha⁻¹ de Ca + 2,25 g ha⁻¹ de B). A adubação foliar com Ca + B promoveu acréscimo na produtividade do cultivar Pérola e no vigor das sementes de ambos os cultivares de feijão.

Palavras-chave adicionais: *Phaseolus vulgaris*; fertilizante; componentes da produção; vigor de sementes.

Abstract

FARINELLI, R.; PENARIOL, F. G.; SOUZA, F. S.; PIEDADE, A. R.; LEMOS, L. B. Agronomic characteristics and seed physiological quality of common bean cultivars fertilized by foliar application of calcium and boron. **Científica**, Jaboticabal, v.34, n.1, p.59 - 65, 2006.

A research was carried out at Botucatu (SP), Brazil, with the objective of evaluating the influence of calcium and boron foliarly applied to the plants on productivity and physiological quality of seeds of two common bean cultivars. The experiment was set up according to a randomized complete block design, in a factorial arrangement of 2 x 4 and four replications, with treatments represented by common bean cultivars Pérola and Campeão 2 and four doses of the foliar fertilizer (D1 – without application; D2 – 1.5 L ha⁻¹ (15 g ha⁻¹ Ca + 0.75 g ha⁻¹ B); D3 – 3.0 L ha⁻¹ (30 g ha⁻¹ Ca + 1.5 g ha⁻¹ B), and D4 – 4.5 L ha⁻¹ (45 g ha⁻¹ Ca + 2.25 g ha⁻¹ B). The results showed that the foliar application of Ca + B improved yield of Pérola and seed vigor of both bean cultivars.

Additional keywords: *Phaseolus vulgaris*; fertilizer; yield components; seed vigor.

Introdução

A cultura do feijão vem passando por transformações tecnológicas para garantir sua sustentabilidade no mercado. Para tanto, a obtenção de cultivares com elevado potencial produtivo e adaptados ao ambiente de cultivo, a aquisição de sementes de boa qualidade fisiológica e sanitária, a implantação de sistema conservacionista de manejo de solo e a colheita mecanizada devem estar aliadas à nutrição mineral adequada e equilibrada.

Assim, a adubação foliar pode melhorar a produtividade do feijoeiro, em virtude da capacidade de absorção que as folhas apresentam, em especial,

para os micronutrientes, que são requeridos em baixas quantidades (JUNQUEIRA NETO et al., 2001). Deve ser registrado que os benefícios dos nutrientes, entre os quais o cálcio e o boro, são os mesmos, independentemente de o fornecimento ser realizado pela raiz ou pela folha (CAMARGO, 1990).

Entre os nutrientes, o cálcio tem participação na divisão e na elongação celular, com função cimentante, ligando uma célula à outra, na forma de pectato de cálcio; melhora a qualidade dos frutos e o pegamento das floradas, atuando na germinação do grão de pólen e no crescimento do tubo polínico; atrasa o amadurecimento dos frutos, a senescência e abscisão, entre outras funções (MALAVOLTA et al., 1997). O

boro atua na divisão, na diferenciação celular, no metabolismo e no transporte de carboidratos; participa também da síntese de compostos da parede celular, do processo reprodutivo, afetando a polinização, do crescimento do tubo polínico e da produção de frutos e sementes (COETZER et al., 1990). Segundo OLIVEIRA et al. (1996), a aplicação de 3,0 L ha⁻¹ de solução boro-cálcio (1% de B e 10% de Ca), entre 30 a 40 dias após a germinação do feijoeiro, tem como objetivo aumentar a fertilidade das flores.

No entanto, apesar da importância dos referidos nutrientes, a aplicação de cálcio e boro por via foliar apresenta resultados discordantes (ROSOLEM, 1996). WEAVER et al. (1985) observaram que aplicações com nitrato de cálcio e ácido bórico, em feijoeiro, no período de abertura das primeiras flores, promoveram maior retenção de vagens e, conseqüentemente, aumento na produtividade. Respostas positivas na produtividade também foram observadas por FORNASIERI FILHO et al. (1988), com o uso de fertilizante foliar composto por uma mistura comercial de molibdênio, cobalto, ferro, enxofre e cálcio. COETZER et al. (1990), trabalhando com doses de 0; 0,1; 0,5; 1,0 e 2,0 mg dm⁻³ de boro na forma de ácido bórico, em meio líquido, encontraram aumento do comprimento e do número de vagens por planta com o acréscimo das doses.

Por outro lado, ROSOLEM et al. (1990) verificaram que mais de 50% do cálcio aplicado nas folhas do feijoeiro, utilizando como fonte o cloreto de cálcio, foram absorvidos até duas horas após a aplicação, porém sem acréscimo de produtividade. Em trabalho realizado por

BOARETTO et al. (1988), não foi constatada influência da adubação foliar com cálcio quelatizado e/ou adubo misto na produtividade da cultura do feijão. LIMA et al. (1999), da mesma forma, verificaram que as aplicações de B e Zn não afetaram os componentes da produção.

Considerando o exposto, este trabalho objetivou avaliar a influência da aplicação de cálcio e boro por via foliar nos componentes da produção, na produtividade e na qualidade fisiológica das sementes dos cultivares de feijão Pérola e Campeão 2.

Material e métodos

O experimento foi desenvolvido em Botucatu (SP), em Nitossolo Vermelho (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1999), com teor de areia, silte e argila de 245, 105 e 650 g kg⁻¹, respectivamente. A análise química do solo da camada de 0 a 20 cm de profundidade apresentou os valores de pH em CaCl₂ = 6,0; M.O. = 18,2 g kg⁻¹; P (resina) = 11,0 mg dm⁻³; K = 1,3; Ca = 43,2; Mg = 7,6; H + Al = 15,3; SB = 52,1; CTC = 67,5 mmol_c dm⁻³; V% = 77,3%, e B = 0,08 mg dm⁻³. Segundo os critérios da classificação de Köppen, o clima da região é Cfa, temperado (mesotérmico), constantemente úmido, tendo quatro ou mais meses com temperaturas médias superiores a 10 °C; a temperatura do mês mais quente é igual ou superior a 22 °C. A precipitação pluvial e a temperatura máxima e mínima durante a condução do experimento encontram-se na Figura 1.

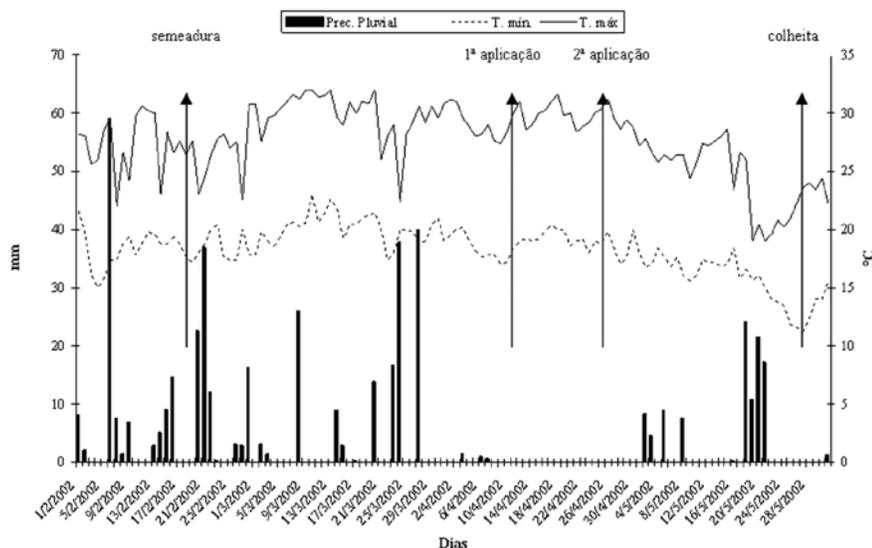


Figura 1 – Precipitação pluvial (mm) e temperaturas (°C) máxima e mínima verificadas durante o desenvolvimento de cultivares de feijão. Botucatu (SP), 2003.

Figure 1 – Rainfall (mm) and maximum and minimum temperatures (°C) during the crop season. Botucatu (SP), Brazil, 2003. Horizontal axis: dates. First arrow: sowing; second arrow: first application; third arrow: second application; fourth arrow: harvest. Black columns: rainfall; continuous line: maximum temperature; dotted line: minimum temperature.

O sistema de manejo de solo empregado foi o plantio direto, iniciado com o cultivo de milheto, cultivar BN-2, no final da primavera de 2002, sendo manejado quimicamente mediante a dessecação com o herbicida glyphosate, na dose de 4,0 L ha⁻¹ do produto comercial.

A semeadura dos cultivares de feijão foi realizada no período "da seca" (PIZZAN et al., 1994), em 26 de fevereiro de 2003, em condições de sequeiro, utilizando-se de 15 sementes por metro de sulco. As sementes foram previamente tratadas com inseticida (thiamethoxan) e fungicida (carboxin + thiram), nas doses de 150 g e 250 mL do produto comercial por 100 kg de sementes, respectivamente.

Para a adubação mineral de semeadura, foram empregados 300 kg ha⁻¹ do formulado 4-20-10. A adubação de cobertura foi realizada no estágio fenológico V₄ (FERNÁNDEZ et al., 1985), caracterizado pela presença da terceira folha trifoliada completamente aberta, em 50% das plantas, utilizando-se da dose de 50 kg ha⁻¹ de N, fonte uréia.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com os fatores arranjos em esquema fatorial 2 x 4, em quatro repetições. Os tratamentos foram representados pelos cultivares de feijão Pérola e Campeão 2 (grupo comercial Carioca), juntamente com quatro doses de fertilizante foliar (10% de Ca e 0,5% de B), representados por D1 – sem aplicação; D2 – 1,5 L ha⁻¹ (15 g ha⁻¹ de Ca + 0,75 g ha⁻¹ de B); D3 – 3,0 L ha⁻¹ (30 g ha⁻¹ de Ca + 1,5 g ha⁻¹ de B), e D4 – 4,5 L ha⁻¹ (45 g ha⁻¹ de Ca + 2,25 g ha⁻¹ de B).

A aplicação das doses do fertilizante foi efetuada duas vezes, nos estádios fenológicos do florescimento pleno (R₆) e do início de formação de vagens (R₇), com o auxílio de um pulverizador costal pressurizado, com bicos modelo XR 110-02, espaçados em 0,5 m, pressão de 1,5 MPa e vazão de 240 L ha⁻¹.

Cada parcela experimental constituiu-se de cinco linhas de 5 m de comprimento, espaçadas em 0,45 m, considerando as três linhas centrais como área útil, desprezando-se 0,5 m de cada extremidade.

Os tratos fitossanitários envolveram o acompanhamento da cultura, utilizando-se de inseticida (deltramethrina) e fungicidas (azoxystrobin e tebuconazole), nas doses recomendadas de 0,15 L ha⁻¹, 100 g ha⁻¹ e 0,5 L ha⁻¹ do p.c, respectivamente. Para o controle de plantas daninhas, utilizou-se herbicida de pós-emergência (bentazon e fenoxaprop-p-ethyl) nas doses recomendadas de 1,2 L ha⁻¹ e 0,8 L ha⁻¹ do p.c, respectivamente.

Por ocasião da colheita, realizada 90 dias após a semeadura, 10 plantas foram avaliadas ao acaso por parcela, para a determinação dos componentes da produção, número de vagens por planta, número de sementes por vagem e massa de 100 sementes. A

produtividade de sementes foi avaliada procedendo-se o arranquio manual de todas as plantas contidas na área útil das parcelas e realizando-se, em seguida, o processo de trilha. Para a massa de 100 sementes e produtividade, o teor de água foi padronizado em 13% em base úmida, pelo método da estufa (BRASIL, 1992). A renda, em porcentagem, foi determinada tomando-se, por parcela, 300 g de sementes, que foram passadas por um conjunto de peneiras de furos oblongos de 12/64 x 3/4" e 11/64 x 3/4", retirando-se, para pesagem, as sementes retidas na peneira oblonga de 12/64 x 3/4".

Para a determinação da qualidade fisiológica, utilizaram-se as sementes provenientes da avaliação da produtividade, que foram previamente homogeneizadas na peneira de furo oblongo de 12/64 x 3/4". Posteriormente, as amostras de cada parcela foram acondicionadas em sacos de papel e armazenadas em câmara seca, à temperatura de 25 °C e umidade relativa de 35-40%.

Para o teste de germinação, foram utilizadas amostras de 200 sementes de cada tratamento, em quatro repetições de 50 sementes, semeadas em papel-toalha umedecido com volume de água equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato e mantido em temperatura constante de 25 °C. As avaliações de plântulas normais, em porcentagem, foram efetuadas no quinto e no nono dias após a instalação do teste, levando-se em consideração os critérios estabelecidos em BRASIL (1992).

No teste de envelhecimento acelerado, utilizaram-se 200 sementes de cada tratamento, em quatro repetições, empregando-se caixas de plástico (gerbox) com compartimento individual (minicâmaras), possuindo no seu interior uma bandeja de tela de aço inox, sobre a qual foram colocadas 50 sementes. Foram adicionados 40 mL de água destilada e, posteriormente, as minicâmaras foram mantidas a 42 °C, por um período de 72 h (MARCOS FILHO, 1999). A seguir, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, semelhante ao descrito anteriormente, sendo as avaliações efetuadas no quinto dia após a instalação do teste (BRASIL, 1992).

No teste de condutividade elétrica, 200 sementes de cada tratamento, em quatro repetições, foram, inicialmente, pesadas e colocadas em embebição, num recipiente de plástico com 75 mL de água destilada, mantido em câmara a 25 °C, durante 24 horas. Em seguida, foi efetuada a leitura dos exsudados liberados na água, em µS cm⁻¹ g⁻¹ (VIEIRA, 1994), com o auxílio de condutímetro, modelo Digital DM 31 (célula modelo DMC - 010 M, K = 1 cm⁻¹).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando o teste F, aplicando-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade, para a comparação dos valores dos cultivares e a regressão polinomial para

os valores das doses de adubação foliar e da interação entre os fatores estudados.

Resultados e discussão

O cultivar Campeão 2 apresentou maior número de sementes por vagem, produtividade e renda; porém, para os demais componentes da produção, não houve distinção entre os cultivares, como também não se verificou influência das doses aplicadas (Tabela 1).

O número de sementes por vagem, de acordo com PORTES (1996), é uma característica agrônômica relacionada ao aspecto varietal, sendo pouco afetado por alterações do ambiente. MARSCHNER (1995) relatou que a ausência de cálcio e boro pode interferir na germinação do grão de pólen e no crescimento do tubo polínico, tendo como consequência a redução do número de sementes por vagem.

Todos os valores estabelecidos para a renda, em relação aos cultivares e às doses do fertilizante foliar, permaneceram superiores a 65% (Tabela 1), caracterizando as sementes como graúdas. Atualmente, empacotadoras de feijão oferecem uma gratificação financeira, denominada ágio, para fornecedores que apresentam um produto com renda acima do valor

citado anteriormente.

O cultivar Campeão 2 não respondeu à aplicação das doses do fertilizante foliar, ao contrário de Pérola, cuja resposta foi melhor expressa por um modelo de ajuste quadrático, estabelecendo produtividade máxima de 1.762 kg ha⁻¹ com a dose comercial de 2,95 L ha⁻¹, correspondendo às doses Ca + B de 29,5 g ha⁻¹ + 1,5 g ha⁻¹ (Figura 2a).

Resultados encontrados na literatura não se assemelham ao obtido neste trabalho. BOARETTO et al. (1988) e ROSOLEM et al. (1990) verificaram que a adubação foliar com diferentes fontes de cálcio não influenciou, em termos de produtividade, seus componentes, nem houve modificação do teor foliar das plantas. LIMA et al. (1999), avaliando o efeito da adubação foliar com boro nas doses de 0, 20 e 40 g ha⁻¹, 30 dias após a emergência do cultivar Carioca, nas épocas "de inverno" e "das águas", também não observaram influência no número de vagens por planta, no número de sementes por planta, na massa de 100 sementes e na produtividade. Nesses trabalhos citados, deve-se relatar que as diferenças obtidas foram provenientes da avaliação de um único nutriente, ao passo que, no presente experimento, o efeito do cálcio e do boro foram estudados em conjunto.

Tabela 1 – Número de vagens por planta e de sementes por vagem, massa de 100 sementes, produtividade e renda de cultivares de feijão em resposta à adubação foliar com cálcio e boro. Botucatu (SP), 2003.

Table 1 – Number of pods per plant and of seeds per pod, mass of 100 seeds, productivity and income of bean cultivars in response to foliar fertilization with calcium and boron. 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	Produtividade / Productivity	Renda / Harvest index ⁽¹⁾
	(n ²)	(n ²)	(g)	(kg ha ⁻¹)	(%)
Cultivares (C) / Cultivars (C)					
Pérola	6,7	4,1 b	26,6	1,651 b	71,1 b
Campeão 2	7,8	5,0 a	27,3	1,904 a	77,7 a
Teste F / F test	2,04 ^{ns}	43,4**	2,42 ^{ns}	40,76**	7,31*
Doses em L ha ⁻¹ (D) / Doses in L ha ⁻¹ (D)					
0	6,7	4,6	26,0	1,708	73,4
1,5	7,6	4,5	27,4	1,780	74,7
3,0	8,4	4,6	27,3	1,841	74,2
4,5	6,4	4,5	27,1	1,780	75,2
Teste F / F test	1,50 ^{ns}	0,16 ^{ns}	2,14 ^{ns}	1,90 ^{ns}	0,10 ^{ns}
C x D	0,55 ^{ns}	1,03 ^{ns}	0,71 ^{ns}	9,90**	1,31 ^{ns}
CV (%)	29,74	7,23	4,84	6,32	9,32

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

^{ns}: não-significativo; *: significativo a 5%; **: significativo a 1%.

Means followed by the same letter are not different by the Tukey test at 5% of probability level.

⁽¹⁾: Harvest index: the proportion, in percentage, of seeds retained on top of 12/64 screen.

^{ns}: non-significant; *: significant at 5%; **: significant at 1%.

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

Tabela 2 – Germinação, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica de sementes de cultivares de feijão em resposta à adubação foliar com cálcio e boro. Botucatu (SP), 2003.

Table 2 – Germination, accelerated aging and electrical conductivity of seeds of bean cultivars in response to foliar fertilization with calcium and boron. Botucatu (SP), Brazil. 2003.

Tratamentos / Treatments	Germinação(1) / Germination(1)	Envelhecimento acelerado(1) / Accelerated aging(1)	Condutividade elétrica(1) / Electrical conductivity(1)
	----- % -----		($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)
Cultivares (C) / Cultivars (C)			
Pérola	96,4	89,0	49,2 b
Campeão 2	95,8	88,1	63,1 a
Teste F / F test	0,44ns	0,72ns	246,77**
Doses em L ha^{-1} (D) / Doses in L ha^{-1} (D)			
0	96,1	82,2	60,1
1,5	96,7	91,6	60,0
3,0	95,4	88,7	50,0
4,5	96,2	91,8	54,6
Teste F / F test	0,36ns	18,90**	31,03**
C x D	1,89ns	6,82**	32,74**
CV (%)	2,76	3,28	4,47

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

ns: não significativo; *: significativo a 5%; **: significativo a 1%.

(1) Valores originais.

Means followed by the same letter are not different by the Tukey test at 5% of probability level.

ns: non-significant; *: significant at 5%; **: significant at 1%.

(1) Original values.

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

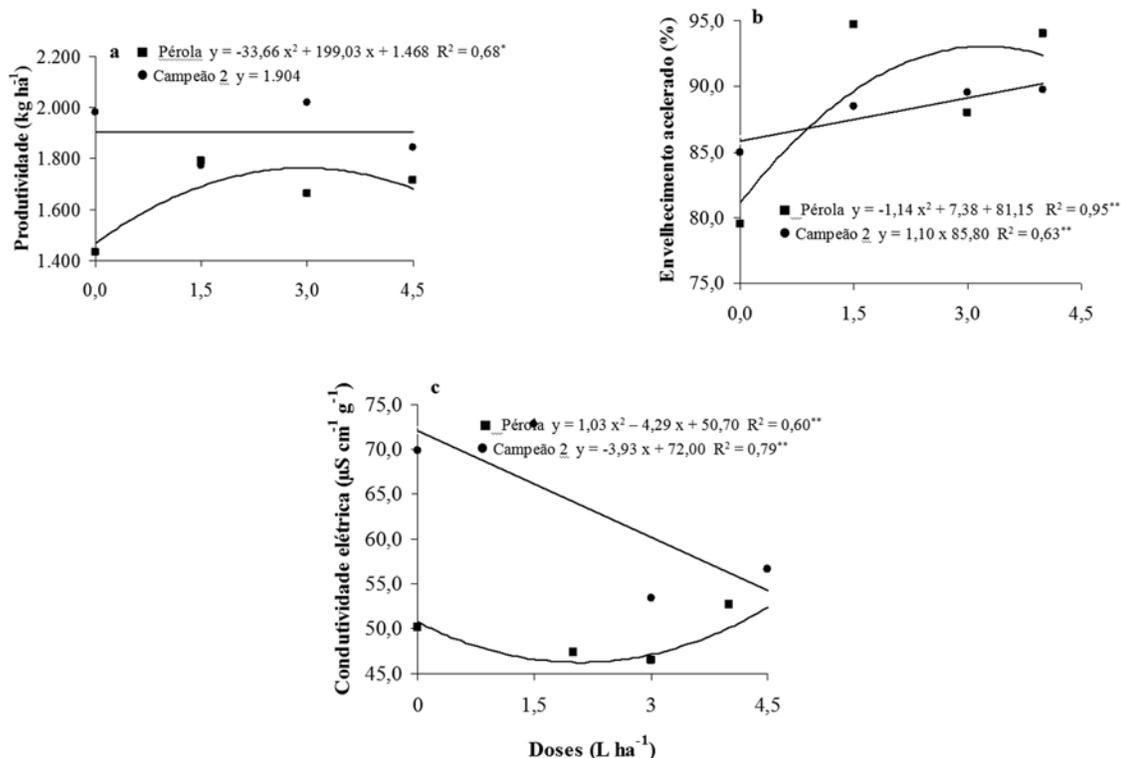


Figura 2 – Produtividade (a), envelhecimento acelerado (b) e condutividade elétrica (c) de sementes de cultivares de feijão em resposta à adubação foliar com cálcio e boro. Botucatu (SP), 2003.

Figure 2 – Productivity (a), accelerated aging (b) and electrical conductivity (c) of seeds of bean cultivars in response to foliar fertilization with calcium and boron. Botucatu (SP), Brazil. 2003. The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

As temperaturas entre 18 °C a 28 °C registradas durante a condução do experimento foram adequadas ao desenvolvimento da cultura (Figura 1). DIDONET et al. (2002), trabalhando com os cultivares Pérola e Valente, mantidos por 72 horas em regime de temperatura de 37 °C durante o dia e 25 °C à noite, por ocasião do pré-florescimento (R_5) e da formação de vagens (R_7), notaram abortamento das flores entre 20% e 50%, nenhuma ou pequena produção de vagens, resultando em desuniformidade na maturação e baixa produção de grãos. Temperaturas acima de 30 °C, nessa fase, interferem diretamente na disponibilidade de fotoassimilados necessários para as flores e vagens em crescimento, em decorrência do consumo de carboidratos para sustentar o aumento da atividade respiratória.

O sistema de produção em sequeiro, associado à baixa precipitação pluvial de 278 mm ocorrida no experimento, coincidindo, principalmente, com o florescimento pleno (Figura 1), provavelmente minimizou a absorção de Ca e B do solo, culminando com a resposta satisfatória do cultivar Pérola à adubação foliar, melhorando seu desempenho em relação às doses de Ca + B. Nesse sentido, em condições de pouca precipitação pluvial, em que a absorção via solo é dificultada, pode-se optar por realizar adubações foliares nos períodos favoráveis à absorção, desde que não ocorram problemas de estresse hídrico, comprometendo o desenvolvimento da planta. Tal relato talvez necessite de maiores investigações no meio científico.

Para o envelhecimento acelerado, os valores ajustaram-se em uma função quadrática para o cultivar Pérola, estabelecendo-se o máximo vigor com a dose comercial de 3,2 L ha⁻¹ (32,3 g ha⁻¹ de Ca + 1,61 g ha⁻¹ de B), enquanto, para Campeão 2, o acréscimo das doses aplicadas proporcionou aumento linear no vigor (Figura 2b). Os valores encontrados permaneceram acima de 80%, o que está de acordo com a legislação (BRASIL, 1992), que prevê que o padrão de germinação e de vigor de sementes de feijão deve ser de 80% ± 5%.

O cultivar Pérola apresentou, novamente, resposta distinta em relação a Campeão 2, com o valor mais expressivo de 46,2 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, mediante a dose de 2,1 L ha⁻¹ do fertilizante, compreendendo a aplicação foliar Ca + B de 20,8 g ha⁻¹ + 1,04 g ha⁻¹ (Figura 2c). O resultado para o cultivar Campeão 2 refletiu-se em queda acentuada na condutividade com o aumento das doses (Figura 2c). Quanto menor o valor da condutividade elétrica, melhor é o vigor das sementes, o que, neste caso, foi estabelecido pelas doses crescentes do fertilizante foliar, que, provavelmente, possibilitou maior integridade das membranas nas condições de estresse a que as sementes foram submetidas. O aumento do vigor estabelecido pela condutividade

elétrica está relacionado com a menor liberação de solutos, sendo que o cálcio e o boro, por apresentarem funções conjuntas na formação da parede celular, podem permitir maior resistência do tegumento (MALAVOLTA et al., 1997).

A melhora na qualidade fisiológica de sementes de feijão também foi observada por ROSOLEM et al. (1990) no tocante à velocidade de germinação em função de doses de cálcio. No entanto, os resultados do presente trabalho não corroboram os obtidos por AMBROSANO et al. (1999), que não encontraram efeito positivo da aplicação de boro na qualidade fisiológica de sementes de feijão, medida por meio do teste de germinação e de plântulas normais. Segundo MARSCHNER (1995) e RERKASEM & JAMJOD (1997), a reserva de boro nas sementes também é extremamente importante, pois sementes deficientes têm baixo poder germinativo e, além disso, irão gerar plântulas anormais.

Nas condições em que foi conduzido o experimento, a alta qualidade fisiológica das sementes, expressa principalmente pelo vigor (envelhecimento acelerado e condutividade elétrica), pode também estar relacionada ao clima do local (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000; MEIRELES et al., 2000), favorável durante a fase de desenvolvimento e produção das plantas, pois, do estágio fenológico de maturação fisiológica (R9) até a colheita das sementes, verificou-se que houve alta precipitação pluvial acumulada (78 mm), embora tenha sido devidamente distribuída ao longo do tempo, e temperatura máxima pouco acima de 23 °C (Figura 1), que podem ter atenuado o efeito da umidade sobre a qualidade das sementes.

Deve ser destacada, também, a fertilidade do solo da área experimental, com baixa acidez, elevada saturação de bases e, principalmente, o alto teor de cálcio e o baixo teor de boro (RAIJ et al., 1997), que, provavelmente, contribuíram para que os cultivares apresentassem bom desempenho agrônomico, permitindo resposta positiva à aplicação foliar dos fatores produtividade e vigor de sementes.

Conclusão

A adubação foliar com Ca + B promove acréscimo na produtividade do cultivar Pérola e no vigor das sementes dos dois cultivares de feijão.

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 fisiológica de sementes do feijoeiro cultivar IAC-Carioca. **Bragantia**, Campinas, v.58, n.2, p.393-399, 1999.

- BOARETTO, A. E.; SOUZA, J. R. P.; NAKAGAWA, J. Adubação foliar com EDTA-cálcio e/ou fertilizante misto em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Científica**, São Paulo, v.16, n.2, p.173-178, 1988.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Divisão de Sementes e Mudanças. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992. 365p.
- CAMARGO, P. N. **Manual de adubação foliar**. São Paulo: Herba, 1990. 256p.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. Jaboticabal: Funep. 2000. 588p.
- COETZER, L. A.; ROBERTSE, P. J.; STOFFBERG, E.; HOLTZHAUSEN, L. S.; BERNARD, R. O. The effect of boron on reproduction in tomato (*Lycopersicon esculentum*) and bean (*Phaseolus vulgaris*). **Plant Growth**, Tydeskr, v.7, n.4, p.212-217, 1990.
- DIDONET, A. D.; AIDAR, H.; THUNG, M.; KLUTHCOUSKI, J.; SOARES, D. M. Efeitos da alta temperatura do ar. In: AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F. (Ed.). **Produção do feijoeiro comum em várzeas tropicais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p.51-66.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Rio de Janeiro: Embrapa/CNPQ, 1999. 412p.
- FERNÁNDEZ, F.; GEPTS, P.; LÓPEZ, M. Etapas de desarrollo en la planta de frijol. In: LÓPEZ, M.; FERNÁNDEZ, F.; SCHOONHOVEN, A. van. **Frijol: investigación y producción**. Cali: Ciat, 1985. p.61-78.
- FORNASIERI FILHO, D.; VITTI, G. C.; MALHEIROS, E. B.; DECARO, S.; LAM-SANCHEZ, A. Efeito da inoculação associada à aplicação de micronutrientes e nitrogênio mineral na cultura do feijoeiro cv. Carioca 80. **Científica**, São Paulo, v.16, n.2, p.197-207, 1988.
- JUNQUEIRA NETO, A.; JUNQUEIRA, A. D. A.; JUNQUEIRA, G. D. A. Micronutrientes: recomendações práticas. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. (Ed.). **Sistemas de produção de feijão irrigado**. Piracicaba: Esalq-USP, Departamento de Produção Vegetal, 2001. p.35-54.
- LIMA, S. F. de; ANDRADE, M. J. B. de; CARVALHO, J. G. de. Resposta do feijoeiro à adubação foliar de boro, molibdênio e zinco. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.23, n.2, p.462-467, 1999.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: Abrates, 1999. p.3.1-3.24.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. New York: Academic Press, 1995. 889p.
- MEIRELES, E. J. L.; VIEIRA, E. H. N.; SILVA, S. C. Clima e produção de sementes. In: VIEIRA, E. H. N.; RAVA, C. A. (Ed.). **Sementes de feijão**: produção e tecnologia. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, 2000. p.53-63.
- OLIVEIRA, I. P.; ARAÚJO, R. S.; DUTRA, L. G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p.204-207.
- PIZZAN, 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).
- PORTES, T. A. Ecofisiologia. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p.101-131.
- RAIJ, B van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. Interpretação de resultados de análise de solo. In: RAIJ, B van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2 ed. Campinas: IAC, 1997. p.8-13. (Boletim Técnico, 100).
- RERKASEN, B.; JAMJOD, S. Genotypic variation in plant response to low boron and implication for plant breeding. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.193, p.169-180, 1997.
- ROSOLEM, C. A. Calagem e adubação mineral. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p.353-385.
- ROSOLEM, C. A.; BOARETTO, A. E.; NAKAGAWA, J. Adubação foliar do feijoeiro: VIII. Fontes e doses de cálcio. **Científica**, São Paulo, v.18, n.2, p.81-86, 1990.
- VIEIRA, R. D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.). **Teste de vigor em sementes**. Jaboticabal: Funep, 1994. p.133-149.
- 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.

Recebido em 3-5-2005.

Aceito para publicação em 25-7-2005.