

APLICAÇÃO FOLIAR DE BORO E SISTEMA DE SEMEADURA NOS COMPONENTES DA PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DO FEIJÃO CARIOCA PRECOCE E ALVORADA

Mariana Pina da Silva¹, Marco Eustaquio de Sá², Fabiana Lima Abrantes³, Lilian Christian Domingues de Souza³, Christian Luis Ferreira Berti⁴, Natalia Arruda⁵.

¹Doutora da UNESP- Campus de Ilha Solteira. ²Docente da UNESP- Campus de Ilha Solteira.

³Doutora pela UNESP- Campus de Ilha Solteira. ³Doutora pela UNESP- Campus de Ilha Solteira.

⁴Doutorando pela UNESP- Campus de Ilha Solteira. ⁵Mestranda pela ESALQ.

RESUMO: A adubação foliar é um método no qual se busca equilíbrio na nutrição mineral, pois a mesma é uma técnica agrícola a qual pode melhorar a produtividade das culturas, em virtude da capacidade de absorção que as folhas apresentam em especial para os micronutrientes. O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação foliar de diferentes doses de boro e de dois sistemas de semeadura sobre os componentes da produção e a produtividade de feijão em duas cultivares Alvorada e Carioca Precoce. O trabalho foi conduzido no município de Selvíria, Estado de Mato Grosso do Sul. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema de faixas com 4 repetições, sendo os tratamentos constituídos por sistemas de semeadura do feijão (semeadura convencional e direta – sobre palhada de milheto) e doses de boro (0; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 L ha⁻¹ do produto contendo 132 g de boro/L) aplicadas via foliar. Avaliou-se os componentes da produção e a produtividade. Houve comportamento diferente das cultivares em relação à resposta a aplicação do boro e sistemas de semeadura. Em relação a cultivar Alvorada, a população final de plantas, número de grãos por planta, massa de 100 grãos e produtividade obtiveram maiores valores na semeadura direta em relação à semeadura convencional. Em relação a cultivar Carioca Precoce, a população final de plantas e produtividade de grãos foi maior na semeadura direta em relação à semeadura convencional. Os indícios de efeito de boro não se mostraram consistentes.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*; semeadura direta; semeadura convencional.

FOLIAR APPLICATION OF BORON AND SEEDING SYSTEM IN THE COMPONENTS OF PRODUCTION AND PRODUCTIVITY OF BEANS CARIOCA PRECOCE AND ALVORADA

ABSTRACT: The foliar fertilization is a method in which to seek balance in nutrition, because it is an agricultural technique which can improve crop yields, due to the absorption capacity of the leaves have especially for micronutrients. This study aimed to evaluate the effect of foliar application of different doses of boron and two sowing systems on yield components and productivity in two bean cultivars Alvorada and Carioca Precoce. The work was conducted in Selvíria, Mato Grosso do Sul. The experimental design was randomized blocks in a scheme in bands with 4 blocks, with treatments consisting of two sowing systems of beans (conventional tillage and direct - stover of millet) and five doses of B (0, 1.0, 2.0, 3.0 and 4.0 L ha⁻¹ product containing 132 g of boron / L) applied to leaves. We evaluated the components of production and yield. There was a different behavior of the cultivars

in relation to response to application of boron and seeding systems. In relation to cultivar Alvorada, the final plant population, number of grains per plant, weight of 100 grains and yield obtained higher values in no-tillage compared to conventional tillage. Regarding Carioca Precoce, the final plant population and grain yield was higher in no tillage compared to conventional tillage. The evidence of effect of boron were not consistent.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*; no-tillage; conventional tillage.

INTRODUÇÃO

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).

As vantagens da aplicação de B via foliar, com relação à cobertura, seriam: melhor aproveitamento dos nutrientes pelas plantas e respostas mais rápidas por parte das plantas, podendo-se assim corrigir deficiências já presentes na cultura com maior eficiência do que em aplicação em cobertura. No entanto, Malavolta e Kliemann (1985) afirmaram que, devido à dificuldade na translocação de B pelo floema, sua aplicação no solo é muito eficiente, pois, além de elevar o teor do elemento na folha mais rapidamente, possui, ainda, efeito mais duradouro em relação à adubação foliar, que necessita ser feita por diversas vezes.

O B é um elemento essencial ao crescimento das plantas, participando de vários processos, como transporte de açúcares, lignificação, estrutura da parede celular, metabolismo de carboidratos, metabolismo de RNA, respiração,

metabolismo de AIA, metabolismo fenólico, metabolismo de ascorbato, além de ter função na síntese da parede celular e integridade da membrana plasmática (Cakmak e Römheld, 1997). Para Malavolta et al. (1997) o B influi na germinação do grão de pólen e no crescimento do tubo polínico, aumenta o pegamento de flores e a granação e causa menor esterilidade masculina e menor chochamento de grãos.

Assim, o trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação foliar de boro e de sistemas de semeadura sobre os componentes da produção e a produtividade de feijão cultivares Alvorada e Carioca Precoce.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia – UNESP- Campus de Ilha Solteira, situada no município de Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, apresentando como coordenadas geográficas 51°22' W e 20° 22' S e altitude de aproximadamente 335 m. O solo do local é um LATOSSOLO VERMELHO Distroférico típico argiloso, A moderado, distrófico, álico, caulínítico, férrico, muito profundo, moderadamente ácido, segundo a classificação da Embrapa (2006).

O clima é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. Os dados climáticos durante a condução do experimento estão apresentados na Figura 1.

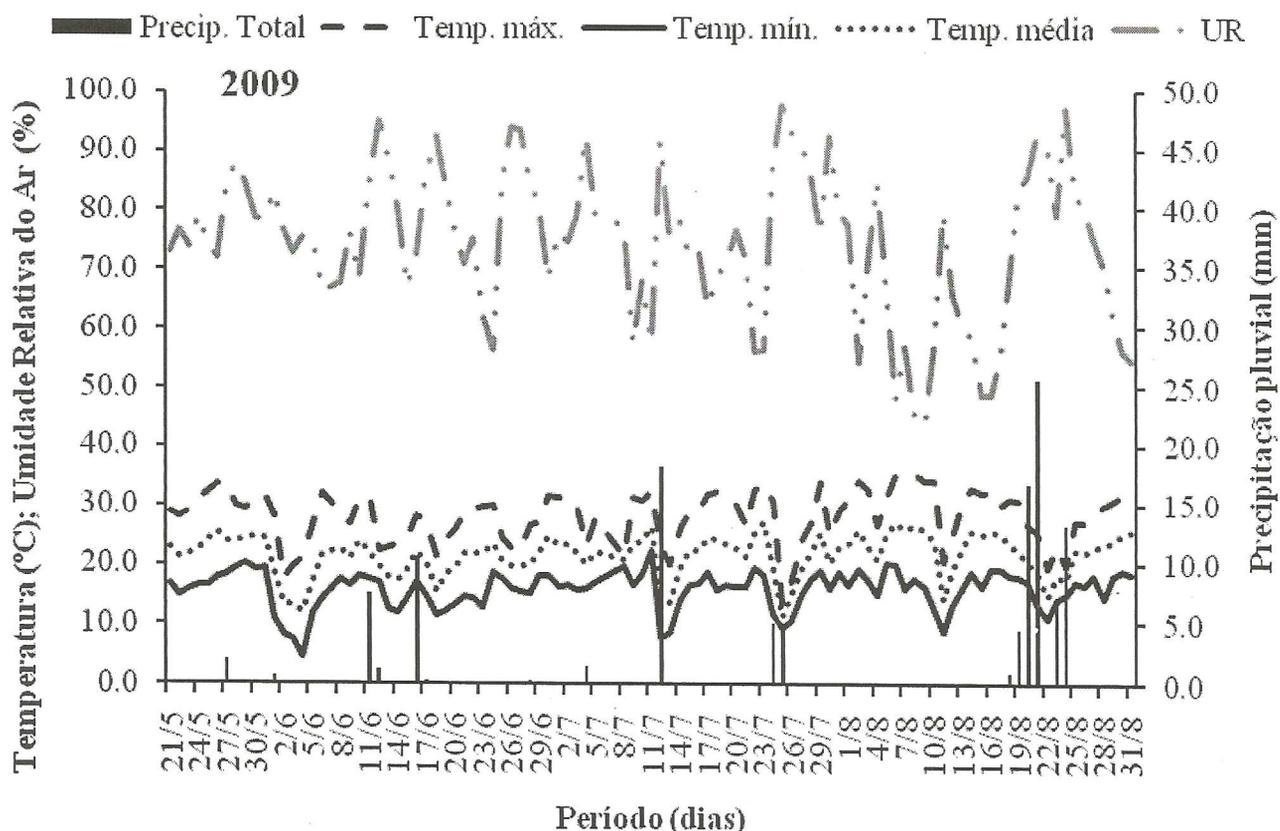


Figura 1. Valores diários médios de precipitação pluvial (mm), temperatura máxima, mínima e média (°C), coletados durante a condução do experimento. Selvíria – MS, 2009.

O delineamento experimental utilizado foi o em blocos casualizados em esquema de faixas com 4 repetições, sendo os tratamentos constituídos por sistemas de semeadura do feijão (semeadura convencional e semeadura direta sobre palhada de milho) e doses de boro (0; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 L p.c. ha⁻¹) aplicadas via foliar, sendo 132 g L⁻¹ a quantidade de boro presente no produto comercial.

Esses fatores foram estudados nos cultivares: Carioca Precoce que têm plantas de crescimento determinado (tipo I) (Cati, 2007) e Alvorada que têm plantas de crescimento indeterminado semi ereto, com resistência moderada à antracnose (tipo III) (IAC, 2009).

A irrigação utilizada foi por aspersão, aplicando-se uma lâmina de água de 15 mm, duas vezes por semana.

As parcelas foram constituídas de sete linhas de 5 metros de comprimento com espaçamento de 0,45 m, sendo consideradas como área útil cinco linhas, desprezando-se 0,5 m em cada extremidade das linhas, onde

realizaram-se coleta de plantas e as duas linhas centrais para determinação da produtividade.

O experimento foi realizado em duas etapas, a primeira com a implantação e manejo da cultura antecessora ao feijoeiro e a segunda com a semeadura, manejo e colheita do feijoeiro em sistema de semeadura direta sobre a palhada da cultura antecessora, sendo que na área de cultivo convencional a cultura antecessora foi incorporada no solo com grade.

Para a análise química do solo, foram realizadas duas coletas: uma na área destinada a semeadura convencional e outra na área da semeadura direta antes da semeadura do feijoeiro, na camada de 0-0,20 m seguindo a metodologia proposta por Rajj et al. (2001), cujos resultados da área de semeadura convencional são: matéria orgânica: 12,2 g/dm³; pH(CaCl₂): 4,6; P: 16,2 mg/dm³; K⁺: 2,1 mmolc/dm³; Ca²⁺: 19,0 mmolc/dm³; Mg²⁺: 13,0 mmolc/dm³;

H⁺⁺Al³⁺: 38,8 mmolc/dm³ e saturação por bases de 46,8%. E da área de semeadura direta são: matéria orgânica: 10,9 g/dm³; pH(CaCl₂): 4,4; P: 18,4 mg/dm³; K⁺: 1,5 mmolc/dm³; Ca²⁺: 24,0 mmolc/dm³; Mg²⁺: 10,0 mmolc/dm³; H⁺⁺Al³⁺: 39,2 mmolc/dm³ e saturação por bases de 47,5%.

O solo inicialmente, foi preparado convencionalmente (1 aração e 2 gradagens), para a semeadura do milho como planta de cobertura, que foi semeado mecanicamente, com espaçamento de 0,17 m, distribuindo-se 80 sementes m⁻¹, em toda a área.

Foi realizada a ceifa da planta de cobertura no estágio de florescimento, que ocorreu em 18/02/09, utilizando-se roçadora, e para as rebrotas do milho foi realizada a ceifa das mesmas 5 dias antes da semeadura do feijoeiro.

Para a semeadura do feijão no sistema de semeadura convencional o solo foi preparado com 1 aração e 2 gradagens, e no sistema de semeadura direta o feijão foi semeado sobre a palhada do milho.

As sementes utilizadas foram tratadas com carboxin + thiran (200 + 200g do i.a. para 100 kg de sementes). A semeadura do feijoeiro foi realizada em 21/05/2009, utilizando sementes das cultivares Alvorada e Carioca Precoce, distribuindo-se 15 sementes por metro, com espaçamento de 0,45 m em ambas as cultivares, e a emergência das plantas ocorreu em 27/05/2009. A aplicação foliar de boro ocorreu aos 40 dias após a emergência (DAE).

Na adubação de semeadura foram aplicados 250 kg ha⁻¹ da fórmula 08-28-16 e em cobertura, realizada aos 23 dias após a emergência (DAE) das plântulas, aplicou-se 90 kg ha⁻¹ de N, utilizando-se como fonte a uréia. Os tratamentos fitossanitários foram realizados sempre que necessário.

A colheita foi realizada manualmente em cada parcela, em 10/08/09 (75DAE) para a cultivar Carioca Precoce e 27/08/09 (92DAE) para a cultivar Alvorada, quando cada cultivar atingiu o estágio R9 (desfolha de 85-90% para cultivar de hábito de crescimento determinado e 70-80% com hábito de crescimento

indeterminado), e foram colhidas 2 linhas de 4 metros de comprimento, na área útil das parcelas.

Foi realizada a avaliação para determinar a biomassa seca da plantas de cobertura do solo, sendo para isto coletadas oito amostras na área, ao acaso, no período de florescimento, e antes da ceifa das rebrotas do milho, através do método do quadrado, utilizando uma armação de ferro de 0,50 x 0,50 m, cortando-se rente ao solo. Em seguida, o material foi pesado para determinar a matéria fresca e depois triturados e acondicionados em estufa com circulação forçada de ar a 65°C até atingir massa constante, obtendo-se assim a produção de biomassa seca da planta com valores expressos em kg ha⁻¹.

Com relação à cultura de feijão foram realizadas as seguintes avaliações: população final de plantas: avaliado pela contagem das plantas em duas linhas de 5 m na área útil das parcelas. Número médio de vagens planta⁻¹: obtido da relação entre o número total de vagens e o número total de plantas, considerando as 10 plantas coletadas. Número médio de grãos vagem⁻¹: obtido da relação entre o número total de grãos pelo número total de vagens, considerando as 10 plantas coletadas. Número médio de grãos planta⁻¹: obtido pela relação entre o número total de grãos pelo número total de plantas, considerando as 10 plantas coletadas. Massa de 100 grãos: foi realizado utilizando-se oito subamostras de 100 grãos, as quais foram pesadas em balança de precisão de 0,001 g, conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009), expressando-se os valores médios. Produtividade: foi calculada a partir dos dados da colheita de duas linhas centrais de quatro metros de comprimento (área útil). Nessa área útil as plantas foram arrancadas manualmente e após a secagem a pleno sol, submetidas à trilha manual e as sementes foram limpas com auxílio de peneiras e acondicionadas em saco de papel. A massa dos grãos obtida foi corrigida para 13% de umidade (base úmida), sendo os dados transformados para kg ha⁻¹.

Os dados obtidos foram submetidos à

análise de variância e ao teste F. As médias referentes aos sistemas de semeadura do feijão foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, enquanto os efeitos das doses de boro foram avaliados pela análise de regressão, adotando-se como critério para escolha do modelo a magnitude dos coeficientes de regressão significativos ao nível de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção média de matéria seca do milho foi de 36,1 t ha⁻¹ em 2009. Esses valores são superiores aos encontrados por Simidu (2010) e Gomes Junior (2008). Segundo Darolt (1998) a quantidade mínima de fitomassa requerida para um eficiente sistema de rotação está em torno de 6 t ha⁻¹ em sistema de plantio direto, sendo que os valores observados nos dois anos de cultivo desse experimento estão acima da quantidade mínima considerada por esse autor.

A produção de fitomassa é um requisito importante para a adoção de uma espécie em sistemas de produção conservacionistas, quando se utiliza a palha para proteção do solo no período de outono/inverno, como no caso do sistema de plantio direto (Carneiro et al., 2008).

Não foram observados sintomas de deficiência de B nas plantas de feijão, mesmo no tratamento sem aplicação do nutriente. Após uma semana da aplicação do produto, foram observados nos tratamentos com doses superiores a 1 L ha⁻¹ do p.c. manchas foliares, provavelmente causadas por fitotoxidade do produto.

Para as cultivares Alvorada e Carioca Precoce, os valores obtidos na avaliação da população final de plantas, número de vagens planta⁻¹ e número de grãos planta⁻¹ estão descritos na Tabela 1, onde se observa em ambas as cultivares que ocorreu diferença significativa para população final de plantas apenas entre os sistemas de semeadura, sendo que a maior população obtida foi no sistema de semeadura direta, provavelmente a maior retenção de umidade no sistema de semeadura direta na palha tenha favorecido desenvolvimento e sobrevivência das plantas de feijão. Também é possível que o mecanismo de distribuição de sementes da semeadora tenha tido melhor funcionamento no sistema plantio direto, pois a roda motriz teve deslocamento em solo mais firme em relação ao sistema de semeadura convencional.

Tabela 1. Valores médios, de F e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para população final de plantas, número de vagens planta⁻¹ e número de grãos planta⁻¹ de feijão cultivares Alvorada e Carioca Precoce, em função do sistema de semeadura e das doses de boro via foliar. Selvíria - MS (2009).

Causa de variação	População de Plantas		Nº vagens planta ⁻¹		Nº de grãos planta ⁻¹	
	Alvorada	C. Precoce	Alvorada	C. Precoce	Alvorada	C. Precoce
Sistema de Semeadura						
S. Convencional	222.593b	253.309b	11,0	9,5	41,8	37,4
S. Direta	248.518a	292.346a	11,2	9,7	41,1	44,4
Doses (L ha ⁻¹)						
0	240.741	261.111	12,4	9,2	48,1	38,1
1	238.889	265.432	11,7	9,7	49,8	44,2
2	236.111	261.728	11,6	9,8	46,5	41,3
3	234.259	266.667	10,1	10,2	40,0	44,3
4	227.778	264.197	9,8	9,0	36,1	36,3
Valores de F						
S. Semeadura (A)	11,17*	172,69**	0,024 ^{ns}	4,69 ^{ns}	2,605 ^{ns}	8,30 ^{ns}
Doses (B)	0,913 ^{ns}	0,09 ^{ns}	1,099 ^{ns}	1,24 ^{ns}	1,889 ^{ns}	4,40 ^{ns}
A x B	0,879 ^{ns}	1,45 ^{ns}	1,478 ^{ns}	1,38 ^{ns}	1,072 ^{ns}	0,76 ^{ns}
CV % (A)	10,41	4,5	26,21	3,2	23,43	16,2
CV % (B)	6,30	7,5	26,72	11,3	23,69	10,7
CV % (A x B)	7,64	4,7	21,28	14,7	26,37	18,5

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **significativo a 1%, * significativo a 5%, ns: não significativo

Já em relação aos componentes da produção: número de vagens planta⁻¹ e número de grãos planta⁻¹ (Tabela 1) não ocorreram diferenças significativas em ambos cultivares para os sistemas de semeadura e tão pouco para as doses de boro, aplicadas via foliar. Esses resultados são concordantes com os obtidos por Reis et

al., (2008) que também não observaram efeito significativo para número de vagens planta⁻¹.

Para as cultivares Alvorada e Carioca Precoce, os valores obtidos na avaliação do número de grãos vagem⁻¹, massa de 100 grãos e produtividade de grãos estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Valores médios, de F e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para número de grãos vagem-1, massa de 100 grãos e produtividade de grãos de feijão cultivares Alvorada e Carioca Precoce, em função do sistema de semeadura e das doses de boro via foliar. Selvíria - MS (2009).

Causa de variação	Nº de grãos vagem ⁻¹		Massa de 100 grãos (g)		Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)	
	Alvorada	C. Precoce	Alvorada	C. Precoce	Alvorada	C. Precoce
Sistema de Semeadura						
S. Convencional	3,7b	3,9	28,5b	25,0	2.721b	2.229b
S. Direta	4,2a	4,6	29,4a	24,3	3.301a	3.277a
Doses (L ha⁻¹)						
0	3,9	4,1	28,5	24,9	3.257	2.565
1	4,2	4,6	29,2	25,2	3.450	3.024
2	4,0	4,2	28,9	24,8	3.126	2.747
3	3,9	4,4	28,8	25,4	2.685	3.017
4	3,9	4,1	29,3	25,4	2.536	2.413
Valores de F						
S. Semeadura (A)	43,51**	8,96 ^{ns}	225,9**	5,00 ^{ns}	12,85*	53,89*
Doses (B)	0,568 ^{ns}	3,59 ^{ns}	0,823 ^{ns}	3,70 ^{ns}	2,155 ^{ns}	3,47 ^{ns}
A x B	0,667 ^{ns}	1,14 ^{ns}	2,992 ^{ns}	9,83 ^{ns}	0,773 ^{ns}	0,66 ^{ns}
CV % (A)	5,79	14,1	0,66	1,6	16,99	14,2
CV % (B)	10,52	6,6	3,51	1,3	24,75	12,9
CV % (A x B)	8,66	8,4	3,13	1,9	24,29	19,9

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **significativo a 1%, * significativo a 5%, ns: não significativo

Em relação a cultivar Alvorada, para o número de grãos vagem-1, massa de 100 grãos e produtividade de grãos observou-se diferenças significativas apenas para o sistema de semeadura, sendo que, independentemente da dose de B aplicada foliar, o sistema plantio direto proporcionou maiores valores (Tabela 2).

A provável manutenção de maior quantidade de água disponível às plantas no sistema de plantio direto decorrente da maior infiltração e menor evapotranspiração proporcionada pela cobertura do solo sob esse sistema de manejo (Stone e Silveira, 1999, Andrade et al., 2002) pode ter contribuído para o melhor enchimento de grãos. A massa de 100 grãos correlacionou-se positivamente com a produtividade de grãos, indicando que os maiores valores dessa variável, proporcionados pelo plantio direto, contribuíram na obtenção de maior produtividade. Para a produtividade de grãos.

Isso se deve ao fato de que a maior população também foi obtida nesse mesmo sistema.

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, existe uma relação entre a disponibilidade de B e a produção e viabilidade do grão de pólen (Agarwala et al., 1981), e o B estimula a germinação e o desenvolvimento do tubo polínico (Marschner, 1995). No presente trabalho o número de vagens planta-1, o número de grãos vagem-1 e a produtividade, não foram afetados pela aplicação foliar de boro, provavelmente, a falta de resposta está relacionada com o teor suficiente desse micronutriente no solo.

Para a cultivar Carioca Precoce, em relação ao número de grãos vagem-1 não ocorreram diferenças significativas para os sistemas de semeadura e tão pouco para as

doses de boro, aplicadas via foliar. Esses resultados são concordantes com os obtidos por Lima et al., (1999). Reis et al., (2008) também não observaram efeito significativo para grãos vagem-1.

Entretanto, para massa de cem grãos constatou-se diferenças significativas para a interação sistemas de semeadura x doses de boro (Tabela 2) e através do desdobramento dessa interação (Tabela 3) observa-se que as diferenças encontradas entre os sistemas de semeadura foram para a testemunha (dose 0 L ha⁻¹ do p.c.) e a dose de 4 L ha⁻¹ do p.c., já no desdobramento das doses em função do

sistema de semeadura os dados se ajustaram a uma equação linear para o sistema de semeadura convencional ($Y = 24,46 + 0,44x$ ($r^2 = 0,85$), ou seja, conforme aumentou-se as doses de boro ocorreu também aumento na massa de cem grãos, já em relação a semeadura direta, apesar da interação significativa, não se obteve ajuste adequado das funções testadas, com coeficiente de determinação muito baixo de 40,3% para função linear $Y = 25,41 - 0,22x$ ($r^2 = 0,40$).

Tabela 3. Desdobramento da interação sistemas de semeadura x doses de boro para massa de 100 grãos da cultura de feijão, cultivar Carioca Precoce. Selvíria - MS (2009).

Sistema de Semeadura	Doses (L ha ⁻¹)				
	0	1,0	2,0	3,0	4,0
S. Convencional	24,4 b	25,2 a	25,2 a	25,4 a	26,5 a
Semeadura Direta	25,5 a	25,2 a	24,4 a	25,4 a	24,4 b
DMS			0,822		

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **significativo a 1%, * significativo a 5%, ns: não significativo.

Semeadura Convencional: $Y = 24,44 + 0,43x$ ($r^2 = 0,85$)

Semeadura Direta: $Y = 25,41 - 0,22x$ ($r^2 = 0,40$)

Para a produtividade de grãos observou-se diferenças significativas apenas para o sistema de semeadura, sendo a maior produtividade obtida na semeadura direta sobre a palhada de milho (Tabela 2). Isso se deve ao fato de que a maior população também foi obtida nesse mesmo sistema.

Quanto ao sistema de semeadura Mullins et al., (1988) afirmam que não há diferença na produtividade do feijoeiro, nos diversos sistemas de manejo do solo, enquanto Silva et al., (1996) e Merten (1994), citados por Kluthcouski et al., (2000), mencionam a superioridade do plantio direto na produtividade do feijoeiro.

CONCLUSÕES

1. Houve comportamento diferente das cultivares em relação à resposta a aplicação do boro e sistemas de semeadura.

2. Em relação a cultivar Alvorada, a população final de plantas, número de grãos planta⁻¹, massa de 100 grãos e produtividade obtiveram maiores valores na semeadura direta em relação à semeadura convencional.

3. Em relação a cultivar Carioca Precoce, a população final de plantas e produtividade de grãos foi maior na semeadura direta em relação à semeadura convencional.

4. Os indícios de efeito de boro não se mostraram consistentes.

REFERÊNCIAS

- AGARWALA, S.C., SHARMA, P.N., CHATTERJEE, C e SHARMA, C.P. Development and enzymatic changes during pollen development in boron deficient maize plants. *Journal Plant Nutrition*, New York, v.3, n.1/4, p.329-336, 1981.
- ANDRADE, R. da S.; MOREIRA, J.A.A.; STONE, L.F.; CARVALHO, J. de A. Consumo relativo de água do feijoeiro no plantio direto em função da porcentagem de cobertura morta do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.6, n.1, p.35-38, 2002.
- BRASIL. Ministério de Agricultura e da Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 2009. 395p.
- CAKMAK, I.; RÖMHELD, V. Boron deficiency-induced impairments of cellular functions in plants. In: DELL, B.; ROWN, P.H.; BELL, R.W. (Eds.). *Boron in soil and plants: review. Symposium, Chiang Mai, reprinted Plant and Soil*, v.193, n.1-2, p.71-83. 1997.
- CARNEIRO, M.A.C.; CORDEIRO, M.A.S.; ASSIS, P.C.R.; MORAES, E.S.; PEREIRA, H.S.; PAULINO, H.B.; SOUZA, E.D. Produção de fitomassa de diferentes espécies de cobertura e suas alterações na atividade microbiana de solo de cerrado. *Bragantia*, Campinas, v.67, n.2, p.455-462, 2008.
- COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL - CATI. Depto. de sementes, mudas e matrizes. [s.l.:s.n.]. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/novacati/dsmm/index.html>>. Acessado em: 23 jul. 2007.
- DAROLT, M.R. Princípios para implantação e manutenção do sistema. In: DAROLT, M.R. *Plantio direto: pequena propriedade sustentável*. Londrina: IAPAR, 1998. p. 16-45.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006.
- GOMES JÚNIOR, F.G. SÁ, M.E.; VALÉRIO FILHO, W.V. Nitrogênio no feijoeiro em sistema de plantio direto sobre gramíneas. *Acta Scientiarum: Agronomy*. Maringá, v.30, n.3, p. 387-395, 2008.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS - IAC. *Cultivares: Informações sobre sementes*. Campinas: IAC, 2009. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br>>. Acessado em: 13 fev. 2009.
- KLUTHCOUSKI, J.; FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D.; RIBEIRO, C.M.; FERRARO, L.A. Manejo do solo e o rendimento de soja, milho, feijão e arroz em plantio direto. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.57, n.1, p.1-14, 2000.
- MALAVOLTA, E, VITTI G.C.; OLIVEIRA, S.A. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: POTAFOS, 2 ed., 1997, 319p.
- MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.
- MALAVOLTA & KLIEMANN HJ (1985) *Desordens nutricionais no cerrado*. Piracicaba, Potafós. 136p
- MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. London: Academic Press, 1995. 889p.
- MENDES, J.E.S. Efeitos de boro, molibdênio e zinco aplicados via sementes sobre o feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) em solo de cerrado. Lavras: ESAL, 1984. 72p. (Dissertação – Mestrado em Fitotecnia).
- MULLINS, C.A.; TOMPKINS, F.D.; PARKS, W.L. Effects of tillage methods on soil nutrient distribution, plant nutrient absorption, stand and yield of snap beans and lima beans. *Journal of the American Society for*

Horticultural Science, Alexandria, v.113, n.5, p.667-669, 1988.

OLIVEIRA, I.P.; THUNG, M.D.T. Nutrição mineral. In: ZIMMERMANN, M.J.O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Eds.) Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, 1988. p.175-212.

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. de O. Cultura do feijoeiro comum no Brasil. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1996. p.169-221.

RAIJ, B. V.; et. al. Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. Boletim técnico 100. Campinas, SP: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. 285p

REIS, C.J.; SORATTO, R.P.; BÍSCARO. G.A.; KULCZYNSKI, S.M.; FERNANDES, D.S. Doses e modos de aplicação de boro na produção e qualidade fisiológica de sementes de feijão em solo de cerrado. Revista Ceres, Lavras, v.55, n.4, p.258-264, 2008.

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. Calagem e adubação mineral. In: ARAÚJO, R.S.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. Cultura do feijoeiro comum no Brasil. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p.353-390.

SIMIDU, H.M.; SÁ, M.E. de, SOUZA, L.C.D. de; ABRANTES, F.L.; SILVA, M.P. da; ARF, O. Efeito do adubo verde e época de semeadura

sobre a produtividade do feijão, em plantio direto em região de cerrado. Acta Scientiarum. Agronomy, Maringá, v. 32, n. 2, p. 309-315, 2010.

STONE, L.F.; SILVEIRA, P.M. da. Efeitos do sistema de preparo na compactação do solo, disponibilidade hídrica e comportamento do feijoeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.34, n.1, p.83-91, 1999.

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, n.3, 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.