

## QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE QUATRO CULTIVARES DE SOJA EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO FOLIAR A BASE DE CÁLCIO E BORO

LILIAN CHRISTIAN DOMINGUES DE SOUZA<sup>1</sup>, MARCO EUSTÁQUIO DE SÁ<sup>2</sup>, HELENA MASUMI SIMIDU<sup>3</sup>, MARIANA PINA DA SILVA<sup>4</sup>, NATÁLIA ARRUDA<sup>5</sup>, CHRISTIAN LUIS FERREIRABERTI<sup>6</sup>, FABIANALIMAABRANTES<sup>7</sup>.

<sup>1</sup>Doutoranda do Curso de Pós-Graduação em Sistemas de Produção- Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"- Campus de Ilha Solteira-SP, CEP: 15385-000. <sup>2</sup>Professor Titular, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"- Campus de Ilha Solteira-SP, CEP: 15385-000. <sup>3</sup>Doutora em Agronomia pela FEIS-UNESP. <sup>4</sup>Doutoranda do Curso de Pós-Graduação em Sistemas de Produção- Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". <sup>5</sup>Graduada em Agronomia Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"- Campus de Ilha Solteira-SP. <sup>6</sup>Doutorando do Curso de Pós-Graduação em Sistemas de Produção- Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". <sup>7</sup>Doutoranda do Curso de Pós-Graduação em Sistemas de Produção- Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

**RESUMO:** O trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do cálcio (Ca) e boro (B), aplicados em pulverização foliar, em duas fases reprodutivas da cultura de soja na qualidade fisiológica de sementes. Foi conduzido em área experimental da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP, no município de Selvíria – MS. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com 3 repetições. Os tratamentos foram dispostos em um esquema fatorial 4 x 5 x 2, sendo 4 cultivares de soja (BR MG 46 Conquista, BRS MG68 Vencedora, BRS 245 RR\*, e BRS Favorita RR\*), 5 doses de fertilizante mineral foliar a base de cálcio e boro (0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 L/ha-1) aplicados em 2 estádios fenológicos (R1- Início da floração e R3- final da floração ). A avaliação da qualidade fisiológica das sementes foi realizada através dos testes de germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica das sementes colhidas. A adubação foliar a base de Ca e B não afetou a qualidade fisiológica das sementes produzidas.

**Palavras-chave:** fertilizante mineral foliar; soja; germinação; vigor

### PHYSIOLOGICAL QUALITY OF SEEDS OF FOUR SOYBEAN CULTIVARS INFUNCTION OF FOLIAR FERTILIZATION BASED ON CALCIUM AND BORO ABSTRACT

**ABSTRACT:** The work of research aimed to assess the effect of calcium (Ca) and boron (B), applied on leaf spraying in two reproductive phases of soybeans culture in physiological quality of seeds. The work was conducted in the experimental area of the Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP, in the Selvíria county-MS. The experimental design was randomized blocks with 3 repetitions. Treatments were arranged in a factorial 4X5X2, and 4 cultivars of soybeans (BR MG 46 Conquista, BRS MG68 Vencedora, BRS 245 RR\*, e BRS Favorita RR\*), 5 doses of foliar mineral fertiliser based on calcium and boron ( 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 L/ha-1) in 2 phenological stages (R1-Beginning of flowering and R3-end of flowering). The assessment of physiological quality of seeds was conducted through tests of germination, first count of germination, the germination rate of speed, accelerated aging and electrical conductivity in seed harvested from the floor area of each plot. The foliar fertilization based on Ca and B did not affect the physiological quality of



seeds produced.

**Key words:** foliar mineral fertilizer, soybean, germination, vigor.

## INTRODUÇÃO

Vários são os fatores que afetam a qualidade fisiológica das sementes, entre eles, merece destaque o estado nutricional da planta. A exigência nutricional da maioria das espécies é mais intensa no início da fase reprodutiva, principalmente por ocasião da formação das sementes (Sá, 1994). O mesmo autor comenta que a adubação é um dos fatores que pode afetar o tamanho, o peso e o vigor das sementes, e, em muitas situações, esses efeitos podem estar ligados à permeabilidade e integridade das membranas dos tecidos das sementes, uma vez que diversos nutrientes atuam como ativadores enzimáticos ou como componentes dessas membranas.

Delouche (1972), citado por Medeiros (1985), menciona que, dentro de certos limites, as plantas têm a capacidade de compensar suas deficiências nutricionais, reduzindo a quantidade e não a qualidade de suas sementes. Por outro lado, sementes de soja oriundas de plantas desenvolvidas em solos com uma boa fertilidade apresentaram maior germinação e vigor, quando comparadas com aquelas provenientes de plantas cultivadas em solos de baixa fertilidade (Maeda & Mascarenhas, 1984).

O uso de sementes de alta qualidade é de suma importância em um planejamento agrícola, sendo o início da busca de elevados índices de produtividade (Marcos Filho, 2005). Sementes de melhor qualidade devem ser geneticamente puras, de alto vigor, e poder germinativo, livres de danos mecânicos, enfermidades e contaminantes, padronizadas, adequadamente tratadas e de boa aparência (Sá, 1994).

A origem da semente, adubação, condições climáticas na fase de maturação e colheita, tipo de colheita, secagem, condições de armazenamento, tratamento químico das sementes e sanidade no campo de produção, são características de eventualidades que

causam danos à qualidade da semente. A disponibilidade de nutrientes influi também na formação do embrião e dos órgãos de reserva, assim como na composição química da semente e dessa forma terá conseqüentemente efeitos sobre o vigor e qualidade da semente (Sá, 1994).

Segundo Musskopf & Bier (2010) na atualidade a principal inovação na área de nutrição mineral de plantas são os fertilizantes foliares, sendo eles compostos por macronutrientes e micronutrientes, na forma sólida com alto poder de solubilidade ou na forma líquido. Desta forma, estes fertilizantes tem como objetivo fornecer as plantas nutrientes de absorção rápida, servindo de complemento da adubação via solo, fornecendo os nutrientes quanto a planta realmente necessita deles, evitando e corrigindo deficiências (Camargo, 1970). Atualmente existem vários fertilizantes foliares disponíveis no mercado, uma formulação muito utilizada tem como base o cálcio e boro.

O cálcio e o boro vem sendo muito utilizado em formulações de fertilizantes líquidos, devido a função destes elementos na planta (Musskopf & Bier, 2010). O cálcio é um elemento estrutural das plantas, importante na síntese da parede celular, germinação do grão de pólen e crescimento do tubo polínico. Sendo assim, é um nutriente imprescindível para a fecundação das flores, fixação dos botões florais e formação de vagens (Faquin, 2005). A deficiência de cálcio causa abortamento de flores e vagens, influenciando diretamente sobre a produtividade (Konno, 1967).

O boro é responsável pela movimentação dos açúcares dentro da planta; atua na formação das paredes celulares, divisão celular, germinação dos grãos de pólen, florescimento e formação de vagem. Sua deficiência causa baixa fecundação das flores, queda dos botões florais, redução no número de vagens (Dechen et al., 1991).



O cálcio e o boro têm mobilidade muito baixa dentro da planta, sendo assim apresentam deficiências nos meristemas vegetativos e florais, pólen, vagem e grãos, tendo sua maior concentração localizada nas folhas velhas, pois as mesmas realizam maior transpiração. O boro também é mais exigido para fecundação das flores e formação de vagens do que no crescimento vegetativo (Malavolta, 1980).

Rosolem & Boaretto (1989) relataram que a época de maior exigência de nutrientes pela planta de soja é no estágio R1 ao R5. Esses fatores indicam a necessidade da aplicação dos fertilizantes foliares sobre os órgãos de interesse, que no caso são os botões florais ou as flores (Brown & Shelp, 1997).

Nesta perspectiva o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de cálcio (Ca) e boro (B), aplicados em pulverização foliar, em duas fases reprodutivas da cultura de soja na qualidade fisiológica de sementes.

## MATERIALE MÉTODOS

O projeto de pesquisa foi conduzido no ano agrícola 2006/07 em área experimental da Fazenda de Ensino e Pesquisa pertencente à Faculdade de Engenharia, UNESP, Câmpus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria –MS. O local apresenta as coordenadas geográficas 51°22'W e 20°22'S, com altitude de 355 metros. O solo da área experimental segundo a EMRAPA (1999), é um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico argiloso.

Segundo Hernandez et al. (1995), a precipitação média anual é de aproximadamente 1232 mm, a temperatura média anual é em torno de 24,5°C e a umidade relativa do ar média anual entre 60 e 70%. Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo da área experimental e a análise realizada de acordo com metodologia proposta por Raij & Quaggio (1983) onde obteve-se as seguintes características químicas: matéria orgânica: 27 g/dm<sup>3</sup>; pH (CaCl<sub>2</sub>): 5,3; P: 13 mg/dm<sup>3</sup>; K<sup>+</sup>: 2,4 mmolc/dm<sup>3</sup>; Ca: 19,0 mmolc/dm<sup>3</sup>; Mg: 13

mmolc/dm<sup>3</sup>; H+Al: 22,4 mmolc/dm<sup>3</sup> e saturação por bases de 57 %.

As parcelas foram constituídas por 4 linhas de 5,0 m de comprimento espaçadas de 0,45 m entre si. A área útil considerada foi constituída pelas 2 linhas centrais, desprezando-se 1,0 m em ambas as extremidades de cada linha. O preparo de solo consistiu de uma aração e duas gradagens.

A semeadura foi realizada em 13/12/2006 mecanicamente colocando-se 18 sementes m<sup>-1</sup>, para cada cultivar. Aplicou-se 250 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 8-28-16, por ocasião da semeadura.

Para o tratamento das sementes de soja foram utilizados 60 mL, para cada 100 kg de sementes, do fungicida sistêmico Carbendazin, no dia da semeadura.

Para o controle de *Anticarsia gemmatalis* (lagarta-da-soja) foram efetuadas 2 pulverizações, uma com o inseticida de contato methomyl, na dosagem de 129 g ha<sup>-1</sup> e a outra com o inseticida fisiológico teflubenzuron, na dose de 7,5 g ha<sup>-1</sup>.

Foram aplicados 120 g ha<sup>-1</sup> do herbicida seletivo pós-emergente lactofen e 12,5 g ha<sup>-1</sup> do herbicida seletivo sistêmico pós-emergente chlorimuron, para controle de plantas daninhas latifoliadas.

Para o controle de gramíneas foram utilizados 62,4 g ha<sup>-1</sup> do herbicida seletivo sistêmico pós-emergente haloxifope-R, metílico. Os tratos culturais foram feitos de acordo com as recomendações para a cultura da soja na região (Embrapa, 2003).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com 3 repetições. Os tratamentos foram dispostos em um esquema fatorial 4 x 5 x 2, sendo 4 cultivares de soja (BR MG46 Conquista, BRS 245 RR, BRS MG68 Vencedora e BRS Favorita RR), 5 doses de fertilizante mineral foliar a base de cálcio e boro (0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 L/ha<sup>-1</sup>) aplicados em 2 estádios fenológicos (R1- Início da floração e R3- final da floração).

Possan (2010) relata que o estágio fenológico R1 caracteriza-se com uma flor aberta em qualquer nó da haste principal, Duração - 1 a 7 dias índice de área foliar (IAF) -



3,1 - 4,1 consumo médio de água - 6,2 mm.dia, relação Fonte - Dreno - das folhas fisiologicamente maduras para botões florais (30%), folhas novas (50%) e raízes (20%). Temperaturas inferiores a 15°C podem afetar o processo de fecundação das flores, temperaturas superiores a 30°C podem provocar o abortamento de flores.

O estágio fenológico R3 caracteriza-se pela presença de vagens com 0,5 cm de tamanho ("canivetinhos") em um dos quatro nós superiores da haste principal. Alta taxa de fixação de N<sub>2</sub> pelos nódulos radiculares (plena atividade). Duração - 5 a 15 dias, índice de área foliar (IAF) - 4,1 - 5,9 consumo médio de água - 7,2 mm.dia, relação Fonte - Dreno - das folhas fisiologicamente maduras para vagens (75%), folhas novas (20%) e raízes (5%). Temperaturas superiores a 30°C podem provocar abortamento (Possan, 2010). O produto utilizado como fonte de Ca e B apresentava concentração de Ca= (8,0%) e B = (2,0%); sendo dissolvido em água e aplicado via foliar na cultura com o auxílio de pulverizador costal, com capacidade de pressão de trabalho de 0,6 MPa, equipado com ponta do tipo jato cone vazio, calibrado para aplicação de 200 Lha<sup>-1</sup> de calda. A colheita foi realizada manualmente em cada parcela, quando 95% das vagens apresentavam a coloração típica de vagem madura. As cultivares BRS 245 RR, BR MG68 Vencedora e BRS Favorita RR foram colhidas uma semana antes da cultivar BR MG46 Conquista. Após a colheita do experimento, as sementes foram conduzidas até o Laboratório de Análises de Sementes da Faculdade de Engenharia - Campus de Ilha Solteira/UNESP para análises.

Coletou-se uma amostra de sementes de cada tratamento, que foram utilizadas para as análises laboratoriais. Nas amostras, foram determinadas a qualidade fisiológica das sementes através dos testes de germinação, baseando-se nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), e de vigor (primeira contagem, índice de velocidade de germinação e envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e teste frio segundo os autores Vieira & Carvalho (1994).

A germinação foi realizada com 4 sub-amostras de 50 sementes para cada tratamento, distribuídas em papel toalha Germitest, enroladas e colocadas para germinar a 25 °C. As porcentagens de germinação foram anotadas aos 5 e 8 dias, após a instalação do teste, segundo as recomendações contidas nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

Primeira contagem da germinação foi realizada juntamente com o teste de germinação e constou do registro da porcentagem de plântulas normais, verificada 5 dias após a instalação do teste.

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi realizado em conjunto com o teste de germinação, calculando-se o índice segundo a fórmula proposta por Maguirre (1962), como segue:

$IVG = N1/D1 + N2/D2 + \dots + Nn/Dn$ , sendo:

IVG – Índice de velocidade de germinação;

N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>, ..., N<sub>n</sub> – número de plântulas germinadas a 1, 2 e n dias após a montagem do teste, e D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, ..., D<sub>n</sub> – número de dias após a instalação do teste.

O teste de frio foi realizado em bandejas plásticas contendo substrato composto por areia + solo, na proporção de 2:1, sendo o solo proveniente de área experimental cultivada anteriormente com soja. De acordo com as prescrições da International Seed Test Association (ISTA, 1995), a umidade do substrato foi ajustada para 70% da capacidade de retenção do substrato. Para cada tratamento semeou-se 4 sub-amostras de 50 sementes. Após a semeadura, as bandejas foram mantidas em câmara fria a 10°C, por 5 dias. Posteriormente, foram transferidas para câmara de crescimento vegetal à temperatura de 25°C, em regime alternado de luz e escuro (12 horas), onde permaneceram por mais 7 dias, quando foi avaliado o número de plântulas normais emergidas.

O envelhecimento acelerado: foi realizado com 4 subamostras de 50 sementes



para cada tratamento. As sementes foram distribuídas sobre telas de alumínio, fixadas no interior de caixas plásticas adaptadas, funcionando como compartimentos individuais (minicâmaras) onde foram adicionados 40 mL de água. As caixas foram tampadas e mantidas em câmara regulada a  $42^{\circ}\text{C} \pm 0,3^{\circ}\text{C}$ , onde permaneceram por 48 horas (AOSA, 1983). Após esse período, as sementes foram colocadas para germinar a  $25^{\circ}\text{C}$  e a contagem do número de plântulas normais foi realizada aos 5 dias após a instalação do teste.

Os dados foram submetidos à análise de variância e utilizou-se o teste Tukey a 5% para comparação das médias.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 encontram-se os valores médios obtidos para cultivares, época de aplicação e doses de adubo mineral foliar e quadrado médio para índice de velocidade de germinação, primeira contagem, germinação, teste de frio e de envelhecimento acelerado.

Verificou-se que ocorreram diferenças significativas entre as cultivares e as doses aplicadas para todos os testes. Para época de aplicação, foi verificada diferença entre as mesmas para o índice de velocidade de germinação, teste de primeira contagem e teste de frio. Possan (2010) relata que o Cálcio e Boro não se movimentam via floema, provavelmente exista deficiência desses nutrientes nos botões florais. A importância destes nutrientes nos estádios reprodutivos da cultura é essencial no processo de fecundação da planta, resultando numa maior produção de frutos e sementes, conseqüentemente uma maior produtividade. O Cálcio e Boro diminuem o abortamento de flores e aumentam a produtividade na cultura da soja e proporcionando índices produtivos maiores. Ocorreu interação significativa entre cultivar x época e cultivar x dose para todos os testes. Para época x dose, não ocorreu significância apenas para o teste de envelhecimento acelerado.

**Tabela 1.** Valores médios para cultivares, época de aplicação, doses e quadrado médio para o Índice de Velocidade de Germinação (IVG), Primeira Contagem (PC), Germinação (GERM), Teste Frio (TF), Envelhecimento Acelerado. Ilha Solteira-SP/ 2007.

CULTIVARES	IVG	PC	GERM	TF	EA
BR MG46 Conquista	12,7 b	38,1 a	82,4 b	29,2 c	65,6 b
BRS 245 RR	13,2 a	39,4 a	85,2 a	40,9 a	61,8 c
BRS MG68 VENCEDORA	12,8 ab	38,5 a	82,4 b	40,1 ab	75,9 a
BRS Favorita RR	11,9 c	33,6 b	82,8 ab	39,2 b	58,2 d
DMS	0,44	1,51	2,47	1,06	3,35
ÉPOCA DE APLICAÇÃO					
R1	12,8 a	40,0 a	83,1 a	36,9 b	65,4 a
R3	12,5 b	37,0 b	83,3 a	37,8 a	65,3 a
DMS	0,24	0,81	1,33	0,57	1,80



CULTIVARES	IVG	PC	GERM	TF	EA
DOSES (L ha <sup>-1</sup> )					
0	12,3	36,6	80,8	35,3	62,8
0,5	12,9	38,2	85,4	37,4	67,5
1,0	12,2	36,1	80,0	38,8	64,0
1,5	12,9	38,4	84,5	40,1	66,5
2,0	12,9	37,7	85,2	35,3	66,0
QUADRADO MÉDIO					
Cultivar (A)	11,77**	271,7*	71,49**	1192,35**	2348,87**
Época (B)	3,30**	41,01**	2,03ns	32,40**	0,90ns
Dose (C)	4,24**	31,35**	216,04**	145,80**	118,48**
A x B	13,24**	171,46**	241,23**	31,72**	311,37**
A x C	3,24**	34,14**	96,97**	138,01**	107,16**
B x C	2,57**	32,41**	80,71**	76,63**	34,53ns
A x B x C	3,15**	30,11**	97,75**	58,99**	27,06ns
Bloco	0,89ns	10,29ns	12,36ns	3,50ns	3,27ns
Resíduo	0,57	6,69	18,02	3,28	32,96
CV	5,97	6,91	5,10	4,84	8,78

\* significativo ao nível de 1% de probabilidade, \*\* significativo ao nível de 5% de probabilidade, ns não significativo. Médias com mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para o índice de velocidade de germinação verificou-se interações significativas cultivar x época (A x B), cultivar X dose (A x C) e época X dose (B x C), apresentando os desdobramentos nas Tabelas 2, 3 e 4, respectivamente. Com relação à interação cultivar x época (A x B) observa-se que as sementes das cultivares BR MG46 Conquista e BRS Favorita RR apresentaram valores inferiores quando a aplicação foi realizada no estágio R1. No estágio R3 a cultivar BR MG46 Conquista e BRS 245 RR não diferiram significativamente e apresentaram valores significativamente

superiores as cultivares BRS MG 68 Vencedora e BRS Favorita RR. Para cultivar BRS 245 RR não se observou diferença significativa nas diferentes épocas de aplicação foliar.

Bevilaqua et al. (2002) avaliando a qualidade fisiológica de sementes de soja com botões florais fechados, 80% das flores abertas, vagens com 3 a 5 mm e vagens com 15 mm, detectaram que a aplicação foliar com Ca e B, não melhorou a qualidade das sementes produzidas em nenhuma das fases de aplicação. Já Braccini et al. (1997) evidenciaram que a qualidade fisiológica de



sementes de soja é influenciada pelas condições do meio ambiente, tanto na época de semeadura quanto na colheita, de forma que é passível que as sementes possam ser afetadas em qualquer época em que produtos sejam aplicados. Rosolem & Boaretto (1989) citam que após o florescimento das plantas de

soja, aproximadamente 50% do cálcio é absorvido nesse estágio, ou seja, a máxima velocidade de absorção ocorre entre os estádios R1 e R5, caracterizando uma fase crítica da cultura.

**Tabela 2.** Desdobramento da interação significativa Cultivar x Época (A x B) para o índice de velocidade de germinação (IVG). Ilha Solteira-SP/ 2007

Cultivar	Época de aplicação	
	R1	R3
BR MG 46 Conquista	12,1 c B	13,4 a A
BRS 245 RR	13,4 a A	13,1 a A
BRS MG 68 VENCEDORA	13,2 ab A	12,4 b B
BRS Favorita RR	12,6 bc A	11,2 c B
DMS (cultivar)= 0,62		
DMS (época)= 0,47		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Na Tabela 3 são apresentados os valores referentes aos desdobramentos cultivar x doses (A X C) para a variável índice de velocidade de germinação. Com relação às doses, as cultivares apresentaram valores distintos, sendo que a cultivar BRS 245

apresentou valores superiores comparando com a cultivar BRS Favorita RR.

Embora tenha sido constatado interação entre cultivar X doses, observou-se que os dados ajustaram-se a uma função cúbica.

**Tabela 3.** Desdobramento da interação significativa Cultivar x Doses (A x C) para o Índice de Velocidade de Germinação (IVG). Ilha Solteira-SP/ 2007

Cultivar	Doses (L ha <sup>-1</sup> )					
	0	0,5	1,0	1,5	2,0	
BR MG 46 Conquista	13,13 a	12,38 b	12,88 a	12,88 b	12,50 bc	ns
BRS 245 RR	11,63 c	13,88 a	12,88 a	13,88 a	14,00 a	RC <sup>(1)</sup>
BRS MG 68 VENCEDORA	12,63 ab	13,25 ab	12,38 a	12,50 b	13,38 ab	RC <sup>(2)</sup>
BRS Favorita RR	12,00 bc	12,38 b	10,88 b	12,50 b	12,00 c	ns
DMS	0,99					

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

(1)  $y = 0,1979x^3 - 1,9429x^2 + 6,1101x + 7,3750$  (R<sup>2</sup>=0,77\*)

(2)  $y = 0,1875x^3 - 1,5804x^2 + 3,8571x + 10,2000$  (R<sup>2</sup>=0,87\*)



Verificou-se no desdobramento da interação época x doses (B x C) para índice de velocidade de germinação que os dados se ajustaram a uma regressão cúbica na época de aplicação foliar no estádio R3, no entanto, para R1 não houve diferença em relação às doses. Adams et al. (1993) observaram que há correlações entre o nível de cálcio na semente e a germinação, fato também verificado por Keiser & Mullen (1993), sugerindo que para a produção de sementes há necessidade do solo em possuir um nível elevado de cálcio disponível, do que aqueles usados para a

produção de grãos.

Kappes et al. (2008), verificou-se que a qualidade fisiológica das sementes de soja variedade M-SOY 8411 não apresentou efeito significativo com relação à adubação foliar com B, sendo explicado pelo alto coeficiente de variação constatado para os referidos testes.

Na Tabela 4 observou-se que houve interação para época x doses quando a aplicação do adubo foliar foi realizada em R3, porém os dados ajustaram-se a uma equação cúbica.

**Tabela 4.** Desdobramento da interação significativa época x doses (B x C) para o índice de velocidade de germinação (IVG). Ilha Solteira-SP/ 2007

Época	Doses ( $\Sigma$ ha <sup>-1</sup> )					
	0	0,5	1,0	1,5	2,0	
R1	12,3 a	12,8 a	12,2 a	13,5 a	12,8 a	ns
R3	12,3 a	13,1 a	12,2 a	12,3 a	13,0 a	RC <sup>(1)</sup>
DMS	0,53					

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. (1)  $y = 0,1458x^3 - 1,2321x^2 + 3,0595x + 10,3625$  ( $R^2=0,77^*$ )

Para os valores de germinação, verificou-se interações significativas Cultivar x Época (A x B), cultivar x dose (A x C) e época x dose (B x C) (Tabelas 5, 6 e 7, respectivamente). Com relação à interação cultivar x época (A x B) (Tabela 5), observa-se que a época de aplicação no estádio R1, a cultivar BR MG46 Conquista apresentou valores significativamente inferiores aos demais cultivares. No entanto, no estádio R3 a cultivar BR MG46 Conquista e BRS 245 RR apresentaram valores superiores às demais. Verificou-se que a época de aplicação da adubação foliar a base de Ca e B tem resposta distinta para as diferentes cultivares. Maeda &

Mascarenhas (1984), trabalhando com soja, encontraram valores de germinação e vigor superiores nas sementes oriundas de plantas desenvolvidas em solos férteis, quando comparadas com plantas cultivadas naqueles originalmente sob cerrados.

Ambrosano et al. (1999) avaliando o efeito da adubação com micronutrientes na qualidade de sementes do feijoeiro, observaram que os tratamentos não influenciaram a porcentagem de germinação e de plântulas normais, não tendo estes alterado a qualidade das sementes determinada pelo teste de germinação.



**Tabela 5.** Desdobramento da interação significativa cultivar x época (A x B) para germinação (GERM). Ilha Solteira-SP/ 2007

Cultivar	Época de aplicação	
	R1	R3
BR MG 46 Conquista	78,8 bB	86,1 aA
BRS 245 RR	85,3 aA	85,1 aA
BRS MG68 VENCEDORA	83,9 aA	80,9 bB
BRS Favorita RR	84,4 aA	81,2 bB
DMS (cultivar)= 3,49		
DMS (época)= 2,47		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Na Tabela 6 observa-se que de acordo com as doses da adubação foliar a base de cálcio e boro as cultivares apresentaram valores distintos, ou seja, cada cultivar responde de maneira diferente as doses aplicadas. Rosolem et al. (1990) citam que para a cultura do feijoeiro, a aplicação de diferentes doses de cálcio, via foliar na forma quelatizada ou cloreto de cálcio, três dias antes do florescimento da cultura, utilizando doses de 0; 0,8; 1,6; 3,2 e 6,4 kg de cálcio por hectare,

não influencia a produtividade e seus componentes, mas interfere na germinação, após quatro meses de armazenamento em função das doses aplicadas.

Embora tenha sido constatado interação entre cultivar X doses para as cultivares BRS 245 RR, BRS MG68 Vencedora e BRS Favorita RR, observou-se que os dados ajustaram-se a uma equação cúbica, conforme equação apresentada na Tabela 6.

**Tabela 6.** Desdobramento da interação significativa cultivar x doses (A x C) para Germinação (GERM). Ilha Solteira-SP/ 2007

Cultivar	Doses (L ha <sup>-1</sup> )					
	0	0,5	1,0	1,5	2,0	
BR MG46 Conquista	84,7 a	81,5 b	82,5 a	83,0 b	80,5 b	ns
BRS 245 RR	76,5 b	88,7 a	82,5 a	89,7 a	88,5 a	RC <sup>(1)</sup>
BRS MG68 VENCEDORA	81,5 ab	85,7 ab	79,0 ab	80,5 b	85,2 ab	RC <sup>(2)</sup>
BRS Favorita RR	80,5 ab	85,7 ab	76,0 b	85,0 ab	86,7 a	RC <sup>(3)</sup>
DMS						

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

(1)  $y = 0,8333x^3 - 8,4643x^2 + 27,9524x + 56,9500$  (R<sup>2</sup>=0,67\*)

(2)  $y = 1,1875x^3 - 10,0268x^2 + 24,2857x + 66,4000$  (R<sup>2</sup>= 0,76\*)

(3)  $y = 0,646458x^3 - 4,9732x^2 + 11,3810x + 74,3000$  (R<sup>2</sup>= 0,37\*)



Os dados do desdobramento referente à interação significativa entre época x dose (B x C) para germinação estão apresentados na Tabela 7. Observa-se que houve diferença significativa entre as duas épocas de aplicação somente na dose de 1,5 L ha<sup>-1</sup> da adubação foliar a base de Ca e B, sendo que ação R1

superou R3.

Na Tabela 7 estão apresentados os desdobramentos para época x doses e para a aplicação realizada em R3 observou-se que embora tenha sido verificada interação, os dados ajustaram-se a uma equação cúbica.

**Tabela 7.** Desdobramento da interação significativa Época x Doses (B x C) para Germinação (GERM). Ilha Solteira-SP/ 2007

Época	Doses (L ha <sup>-1</sup> )					
	0	0,5	1,0	1,5	2,0	
R1	80,3 a	84,2 a	79,1 a	87,2 a	84,5 a	ns
R3	81,2 a	86,6 a	80,8 a	81,8 a	86,0 a	RC
DMS	2,97					

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.  
(1)  $y = 1,1875x^3 - 10,3839x^2 + 26,6785x + 64,0750$  ( $R^2=0,78^*$ )

A Tabela 8 traz os valores do desdobramento da interação de cultivar x época (A X B) para o teste de frio. A cultivar BRS 245 RR apresentou valores superiores as demais no estádio R1 e para o estádio R3 as cultivares BRS MG 68 Vencedora e BRS 245 apresentaram valores superiores a cultivar BR MG46 Conquista. Para as cultivares BR MG46

Conquista e BRS MG 68 Vencedora a melhor época de aplicação é no estádio R3, no entanto, a cultivar BRS Favorita RR não houve diferença entre as épocas de aplicação. Este resultado pode estar ligado ao fato das características que cada cultivar apresenta, adaptação as condições climáticas da região.

**Tabela 8.** Desdobramento da interação significativa cultivar x época (A x B) para teste frio (TF). Ilha Solteira-SP/ 2007

Cultivar	Época de aplicação	
	R1	R3
BR MG46 Conquista	28,0 cB	30,5 cA
BRS 245 RR	41,6 aA	41,6 aB
BRS MG68 VENCEDORA	39,0 bB	41,2 abA
BRS Favorita RR	39,1 bA	39,4 bA
DMS (cultivar) = 1,49		
DMS (época) = 1,13		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.



Verificou-se que a interação cultivar x doses (A X C) foi significativa e no desdobramento referente, pode-se observar que a cultivar Conquista apresentou valores inferiores em relação às demais cultivares em comparação com as doses (Tabela 9).

Para as cultivares BRS MG 68 Vencedora e BRS Favorita RR com as doses de adubo houve um acréscimo na porcentagem do teste frio. A cultivar BR MG46 Conquista atingiu seu máximo valor no teste de frio na dose de 1,0 L ha<sup>-1</sup> da adubação foliar a base de Ca e B, sendo de 0,5 L ha<sup>-1</sup> para a cultivar BRS 245 RR. Rosolem et al. (1990), verificou melhoria na qualidade fisiológica de sementes do feijoeiro em função das doses de

Ca e B aplicadas.

No desdobramento da interação cultivar x doses observou-se que para a cultivar BR MG 46 Conquista a maior porcentagem de germinação foi obtida na dose de 2,6 L ha<sup>-1</sup> do adubo foliar, já para a cultivar BRS 245 RR a maior porcentagem é observada na dose de 2,7 de 2,6 L ha<sup>-1</sup> do adubo foliar (Tabela 9).

No entanto para as cultivares BRS MG68 Vencedora e BRS Favorita RR o efeito das doses foi linear crescente, ou seja, com o aumento das doses ocorreu acréscimo na porcentagem de germinação no teste de frio, sendo a maior porcentagem encontrada na dose máxima (2,0 L ha<sup>-1</sup>) (Tabela 9).

**Tabela 9.** Desdobramento da interação significativa cultivar x doses (A x C) para a porcentagem de plântulas germinadas no teste de frio (TF). Ilha Solteira-SP/ 2007

Cultivar	Doses (L ha <sup>-1</sup> )					
	0	0,5	1,0	1,5	2,0	
BR MG46 Conquista	30,7 c	27,7 c	34,7 c	34,6 c	18,5 c	RQ <sup>(1)</sup>
BRS 245 RR	39,5 a	44,1 a	40,6 ab	43,2 a	37,1 b	RQ <sup>(2)</sup>
BRS MG68 VENCEDORA	35,5 b	38,1 b	41,5 a	42,6 a	43,0 a	RL <sup>(3)</sup>
BRS Favorita RR	35,5 b	39,6 b	38,5 b	40,0 b	42,6 a	RL <sup>(4)</sup>
DMS	2,3					

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

(1)  $y = - 2,3839x^2 + 12,5410x + 17,8750$  (R<sup>2</sup>=0,61\*)

(2)  $y = - 1,0982x^2 + 6,0267x + 34,9250$  (R<sup>2</sup>= 0,62\*)

(3)  $y = + 4,8428x + 30,9250$  (R<sup>2</sup>= 0,98\*)

(3)  $y = 1,4625x + 34,8625$  (R<sup>2</sup>= 0,80\*)

A interação entre época x dose (B X C) para a porcentagem de plântulas normais no teste de frio foi significativa e os dados estão apresentados na Tabela 10. A segunda época de aplicação, quando as plantas se encontravam em R3 apresentou valores superiores nas doses de 1,5 e 2,0 L ha<sup>-1</sup> da adubação foliar. Para a dose 1,0 L ha<sup>-1</sup>, os melhores resultados foram em R1. No estágio R3, a melhor dose foi de 1,5 L ha<sup>-1</sup>.

No desdobramento da interação

significativa época x doses observou-se que tanto para a aplicação realizada em R1 como em R3 o efeito das doses sobre a porcentagem de plântulas normais germinadas no teste de frio foi quadrática, sendo que em R1 a maior porcentagem é obtida na dose de 2,8 L ha<sup>-1</sup> e em R3 na dose de 3,7 L ha<sup>-1</sup>, conforme equações apresentadas na Tabela 10.

**Tabela 10.** Desdobramento da interação significativa época x doses (B x C) para a porcentagem de plântulas germinadas no teste de frio (TF). Ilha Solteira-SP/ 2007

Época	Doses (L ha <sup>-1</sup> )					
	0	0,5	1,0	1,5	2,0	
R1	36,5 a	36,9 a	39,6 a	39,0 b	32,6 b	RQ <sup>(1)</sup>
R3	34,1 b	37,8 a	38,0 b	41,1 a	38,0 a	RQ <sup>(2)</sup>
DMS	1,26					

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

(1)  $y = -1,2142x^2 + 6,7232x + 30,1375$  ( $R^2=0,77^*$ )

(2)  $y = -0,7812x^2 + 5,7937x + 29,0625$  ( $R^2=0,82^*$ )

Na Tabela 11, estão apresentados os valores referente a porcentagem de plântulas normais no envelhecimento acelerado obtido no desdobramento da interação entre cultivar x época (A X B). A cultivar BRS Favorita no estádio R1 apresentou valores inferiores às

demais e no estádio R3, as cultivares BRS Favorita RR e BRS 245 RR apresentaram valores superiores às demais. Para época de aplicação não obteve influência dos tratamentos nas cultivares BRS Favorita e BRS MG46 Conquista.

**Tabela 11.** Desdobramento da interação significativa Cultivar x Época (A x B) para Envelhecimento Acelerado germinadas. Ilha Solteira-SP/ 2007

Cultivar	Época de aplicação	
	R1	R3
BR MG46 Conquista	66,5 A	64,8 A
BRS 245 RR	63,8 A	59,8 B
BRS MG68 VENCEDORA	71,9 B	80,0 A
BRS Favorita RR	59,7 A	56,7 A
DMS (cultivar) = 4,73		
DMS (época) = 3,59		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.



Com relação ao desdobramento da interação para cultivar x doses (A x C) para envelhecimento acelerado, a cultivar BRS MG 68 Vencedora apresentou valores superiores nas distintas doses quando comparada as demais cultivares. No desdobramento da interação cultivar x doses observou-se que as doses

influenciaram apenas a porcentagem de germinação no teste de envelhecimento acelerado das sementes da cultivar BRS 245 RR, sendo que os dados ajustaram-se a uma equação quadrática, onde a maior porcentagem é obtida na dose de 3,5 L ha<sup>-1</sup> do adubo foliar.

**Tabela 12.** Desdobramento da interação significativa cultivar x doses (A x C) para envelhecimento acelerado plântulas normais (EAPN). Ilha Solteira-SP/ 2007

Cultivar	Doses (L ha <sup>-1</sup> )					
	0	0,5	1,0	1,5	2,0	
BR MG46 Conquista	66,7 a	65,5 b	65,2 b	66,2 b	64,5 b	NS
BRS 245 RR	53,0 b	66,5 b	59,5 bc	68,7 ab	61,2 b	RQ <sup>(1)</sup>
BRS MG68 VENCEDORA	73,0 a	76,0 a	74,5 a	75,0 a	81,2 a	NS
BRS Favorita RR	58,5 b	62,2 b	57,0 c	56,0 c	57,2 b	NS
DMS	7,4					

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.  
(1)  $y = - 1,8393x^2 + 12,9107x + 43,3000$  (R<sup>2</sup>=053\*)

## CONCLUSÃO

A aplicação via foliar de cálcio e boro em plantas de soja não afeta a qualidade fisiológica de sementes produzidas, indicando um efeito constante, ocorrendo variações de acordo com a cultivar, dose e época de aplicação.

## REFERÊNCIAS

ADAMS, J.F.; HARTZOG, D.L.; NELSON, D.B. Supplemental calcium application on yield, grade, and seed quality of runner peanut. *Agronomy-journal*, Stanford, v.85, n.1, p. 86-93, 1993.

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, n. 2,

p. 393-399, 1999.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. Seed vigor testing committee. Seed vigor testing handbook. East Lansing: AOSA, (Contribution, 32). 88p. 1983.

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, n.1, p.32-34, 2002.

BRACCINI, A. L. REIS, M.S.; MOREIRA, M.A.; SCAPIM, C.A. Efeito do condicionamento osmótico na germinação e no vigor de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 19, n. 1, p. 71-79, 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília: SNAD; DNDV; CLAV, 365p. 1992.

- BROWN, P.H.; SHELP, B.J. Boron mobility in plants. In: DELL, B.; BROWN, P.H. & BELL, R.W. eds. Boron in Soils and Plants. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 1997, p.85-101.
- DECHEN, A.R.; HAAG, H.P.; CARMELLO, Q.A.C. Função dos micronutrientes nas plantas. Organizado por FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. Micronutrientes na agricultura. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato e CNPq, 1991. p.66-78.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA (EMBRAPA). Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: EMBRAPA PRODUÇÃO DE INFORMAÇÕES; Rio de Janeiro, EMBRAPA SOLOS, 412 p. 1999.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA (EMBRAPA). Tecnologias de Produção de soja: região central do Brasil, 2005. Londrina: Embrapa soja, 2003. 242p.
- FAQUIN, V. Nutrição mineral de plantas. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 183p.
- HERNANDEZ, F.B.T.; LEMOS FILHO, M.A.; BUZZETTI, S. Software Hidrisa e o balanço hídrico de Ilha Solteira. Ilha Solteira: UNESP/FEIS/DCSER, 1995. p.34-45. (Série Irrigação, 1).
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. Handbook of vigour test methods. Zurich, 1172p. 1995.
- KAPPES, C.; GOLO, A.L. CARVALHO, M.A.C. de. Doses e épocas de aplicação foliar de Boro as características agronômicas e na qualidade de sementes de soja. Scientia Agraria, Curitiba, v.9, n.3, p.291-297, 2008.
- KONNO, S. Physiological study on the mechanisms of seed production of soybean plant. I. Influence on the chemical composition and seed production of the nutrient element deficiency at the flowering stage. Proc. Crop. Sci. Soc, 1967. p.238-247.
- KEISER, J.R.; MULLEN, R.E. Calcium and relative humidity effects on soybean seed nutrition and seed quality. Crop Science, v.33, n.6, p.1345-1349, 1993.
- MAEDA, J.A.; MASCARENHAS, H.A.A. Qualidade da semente de soja produzida em solo de cerrado virgem, cerrado recuperado. Revista Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 11, n. 19, p. 1359-1364, 1984.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. Crop Science, Madison, v: 2, n. 2, p.176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba. Fealq, p.495. 2005.
- MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1980. 251p.
- MEDEIROS, A. C. de S. Efeitos de doses de calcário e da adubação NPK sobre a produção e qualidade física e fisiológica de sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.) no Distrito Federal. 1985.158 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1985.
- MUSSKOPF, C., BIER, V. A. Efeito da aplicação de fertilizante mineral cálcio e boro via foliar na cultura da soja (*Glycine Max*). Cascavel, V.3, n.4, p.83-91, 2010.
- POSSAN, A. Avaliação na aplicação de cálcio e boro, no estágio de floração na cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill) nas regiões do oeste catarinense. Monografia. Universidade Comunitária da Região de Chapecó. UNOCHAPECÓ. 2010. 46p.
- RAIJ, B.V.; QUAGGIO, J.A. Métodos de análises de solo para fins de fertilidade. Campinas: Instituto Agronômico, 1983. 31p.



(Boletim Técnico, 81).

ROSOLEM, C.A.; BOARETTO, A.E. A adubação foliar em soja. In: BOARETTO, A.E.; ROSOLEM, C.A. Adubação foliar. Campinas: Fundação Cargill, 1989. 500p.

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.

SÁ, M.E. Importância da adubação na qualidade de sementes. In: SÁ, M.E. e BUZETTI, S. (Coords). Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas. São Paulo: Ícone, 1994, 65p.

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. Testes de vigor em sementes. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164p.

