



**Universidade Estadual Paulista  
“Júlio de Mesquita Filho”  
Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira  
Pós-Graduação em Agronomia  
Sistemas de Produção**

**EFEITO DA APLICAÇÃO DE FERTILIZANTE MINERAL  
VIA FOLIAR SOBRE A PRODUÇÃO E  
QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA**

**Lílian Christian Domingues de Souza  
Engenheira Agrônoma**

**Ilha Solteira – SP  
Julho de 2007**



**Universidade Estadual Paulista  
“Júlio de Mesquita Filho”  
Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira  
Pós-Graduação em Agronomia  
Sistemas de Produção**

# **EFEITO DA APLICAÇÃO DE FERTILIZANTE MINERAL VIA FOLIAR SOBRE A PRODUÇÃO E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA**

**Lílian Christian Domingues de Souza  
Engenheiro Agrônomo**

**Prof. Dr. Marco Eustáquio de Sá  
Orientador**

**Prof. Dr. Marco Antônio Camillo de Carvalho  
Co-orientador**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração- Sistemas de Produção.

**Ilha Solteira – SP  
Julho de 2007**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Técnico Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação/Serviço  
de Biblioteca e Documentação da UNESP-Ilha Solteira

S729e Souza, Lílian Christian Domingues de.  
Efeito da aplicação de fertilizante mineral via foliar sobre a produção e  
qualidade fisiológica de sementes de soja / Lílian Christian Domingues de Souza.  
Ilha Solteira : [s.n.], 2007  
51 f.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de  
Engenharia de Ilha  
Solteira. Área de Concentração: Sistemas de Produção, 2007

Orientador: Marco Eustáquio de Sá  
Co-orientador: Marco Antônio Camillo de Carvalho  
Bibliografia: p. 44 - 51

1. Soja – Semente. 2. Adubação foliar. 3. Boro. 4. Plantas – Efeito do cálcio.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Campus de Ilha Solteira

## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: Efeito da Aplicação de Fertilizante Mineral Via Foliar sobre a Produção e Qualidade Fisiológica de Sementes de Soja**

**AUTORA: LILIAN CHRISTIAN DOMINGUES DE SOUZA**

**ORIENTADOR:** Prof. Dr. Marco Eustáquio de Sá

**DATA DA REALIZAÇÃO:** 23 de julho de 2007

Aprovada com parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em AGRONOMIA pela Comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. **MARCO EUSTÁQUIO DE SÁ - Orientador**  
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

  
Prof. Dr. **MARCELO ANDREOTTI**  
Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> **CIBELE CHALITA MARTINS**  
Departamento de Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônomicas

## **DEDICO**

*A Deus pelo dom da vida...*

*A Nossa Senhora de Aparecida, pela presença e inspiração na minha vida e no trabalho, iluminando e protegendo o meu caminho...*

*Aos meus pais:*

*Jaconias de Souza e Benedicta Luzia Domingues de Souza pelo exemplo de amor, incentivo, dedicação, lição de vida honesta e muito trabalho e pelos imensuráveis esforços que me trouxeram até aqui...*

*Aos meus irmãos*

*Marcio Claudinei de Souza e Dermival Aparecido Domingues de Souza*

*Aos meus sobrinhos*

*Luiz Guilherme Fermino e Hemilly Vitória Alves de Souza pelo amor e carinho...*

*Aos verdadeiros amigos...*

## **OFEREÇO**

*Ao meu orientador Marco Eustáquio de Sá por quem tenho grande estima e admiração.*

***“Se alguém lhe bloquear a porta, não gaste sua energia com o confronto, procure as janelas. Lembre-se da sabedoria da água, ela nunca discute com seus obstáculos, ela os contorna”.***

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela vida, saúde, proteção, determinação e persistência para alcançar meus objetivos.

Aos meus pais pelo amor incondicional, pelo incentivo constante, pelo apoio nas horas difíceis e pela família maravilhosa que temos.

Ao meu estimado e dedicado professor e orientador Dr. Marco Eustáquio de Sá, pelos ensinamentos, incentivo, estímulo, confiança, pela oportunidade, amizade e confiança concedida, fundamentais à minha formação como profissional e principalmente como ser humano. Meu muito obrigado especial.

Ao professor e co-orientador Dr. Marco Antônio Camillo de Carvalho, pelo incentivo, estímulo, apoio e principalmente pela confiança e amizade.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Campus de Ilha Solteira pela oportunidade de realização deste trabalho e aos seus professores pela contribuição à minha formação profissional.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

À Selma Maria Bozzite de Moraes e Alexandre Marques da Silva pelas valiosas sugestões e contribuições neste trabalho, paciência, atenção, por toda ajuda prestada e a amizade que foi fundamental em todos os momentos.

A todos os funcionários do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-economia pelo bom convívio e pela amizade.

Aos Professores Salatiér Buzetti e Edson Lazarini pelas contribuições e sugestões ao trabalho.

Aos professores Mario Luiz Teixeira de Moraes, Orivaldo Arf, Marcelo Andreotti, Cristina Lacerda S. Petrarolha Silva, Maria Aparecida Anselmo Tarsitano, Walter Veriano Valério Filho, Evaristo Bianchini Sobrinho e Enes Furlani Junior pelo grande profissionalismo e aos ensinamentos.

A seção de Pós-Graduação pelo bom atendimento em especial a Onilda Naves de Oliveira Akasaki

Aos funcionários da biblioteca pelo atendimento e ao João Josué Barbosa pelo auxílio nas referências bibliográficas.

Aos funcionários da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão pelo apoio na realização dos trabalhos em especial Alvino da Silva

Aos meus queridos amigos Mariana Pina da Silva, Christian Luis Ferreira Berti, Natália Arruda e Odair Lemos Lacerda que me auxiliaram na realização deste trabalho pela amizade e companheirismo em todos os momentos.

A Helena Masumi Simidu, amiga pra todas as horas, meu muito obrigado especial pela amizade, atenção e dedicação.

Aos colegas de curso da Pós-Graduação em Agronomia, em especial ao Lauro Kenji Komuro pelo agradável convívio e apoio em todos os momentos.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito obrigada.

## RESUMO

### EFEITO DA APLICAÇÃO DE FERTILIZANTE MINERAL VIA FOLIAR SOBRE A PRODUÇÃO E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) tem grande importância no contexto agrícola de produção brasileiro e mundial, sendo responsável por cerca de 40% da produção nacional de grãos. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de cálcio (Ca) e boro (B), aplicados em pulverização foliar, em dois estádios fenológicos da cultura de soja (R1 e R3), sobre os componentes da produção, produtividade e na qualidade fisiológica das sementes. O trabalho foi conduzido em área experimental da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP, no município de Selvíria – MS. O solo é do tipo Latossolo Vermelho distrófico (LVd), sendo que a análise química apresentou: 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 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup>: 19,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup>: 13 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H<sup>+</sup>+Al<sup>3+</sup>: 22,4 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e saturação por bases de 57 %. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com 3 repetições, dispostos em um esquema fatorial 4X5X2, sendo 4 cultivares de soja (Conquista, BRS 245 RR, BRS MG 705S RR e BRS Favorita) sendo três cultivares transgênicas e uma tradicional, 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>) em 2 estádios fenológicos de aplicação (R1- Início da floração e R3- final da floração ). As parcelas foram constituídas por 4 linhas de 5,0 m de comprimento espaçadas de 0,45 m entre si. A adubação de Ca e B no estádio R3 proporcionou maior de produtividade em relação à aplicação no estádio R1. A cultivar BRS MG 705S RR apresentou o melhor desempenho podendo ser indicada para o cultivo na região.

**Palavras-Chave:** *Glycine max*, estádios fenológicos, cálcio, boro



**ABSTRACT**

**EFFECT OF THE APPLICATION OF MINERAL FERTILIZER THROUGH  
FOLIATING ABOUT THE YIELD AND SOYBEAN PHYSIOLOGICAL SEED  
QUALITY**

The soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) crop have a great importance in the Brazilian and world agricultural context of production, being responsible for about 40% of the national production of grains. The objective of this work was to evaluate the effect of Calcium (Ca) and Boron (B), applied in pulverization to foliate, in two stadiums phnological of the soybean development (R1 and R3), on the components of the production, productivity and in the physiological seed quality. The work was driven in experimental area of University of Engineering of Ilha Solteira - UNESP, in the municipal district of Selvíria county. The is soil of the type Red Dark Distrófic Latosol (LVd), and the chemical analysis presented: organic matter: 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<sup>2+</sup>: 19,0 mmolc dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup>: 13 mmolc dm<sup>-3</sup>; H<sup>++</sup>Al<sup>3+</sup>: 22,4 mmolc dm<sup>-3</sup> and saturation for bases of 57%. The experimental design utilized was randomized blocks with 3 repetitions, disposed in a factorial outline 4X5X2, being 4 soybens's cultivar (it Conquista, BRS 245 RR, BRS MG 705S RR and Favorita BRS) being three transgênicos and a one traditional cultivar, 5 dosis of mineral fertilizer to foliate the base of Calcium and Boron (0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 L have-1) applicated in two phonological stadiuns (R1 - Beginning of the flowering and R3 – ended flowering).. The parcels were constituted by 4 lines of 5,0 m of length spaced of 0,45 m between lines. The manuring of Ca and B in the stadium R3 provided larger of productivity in relation to the application in the stadium R1. To the BRS MG 705S RR cultivar it presented the best acting could be indicated for the cultivation in the area.

**Key words:** *Glycine max*, stadiums fenológicos, calcium, boron

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1: Médias de altura de plantas, altura da inserção da 1ª vagem, o número de vagens por planta, número de sementes por vagem, número de vagens chocha por planta, massa de 100 sementes e produtividade em função de cultivares, épocas de aplicação e doses de fertilizante mineral foliar a base de Ca e B. Selvíria-MS/2007.....30
- Tabela 2. Desdobramento da interação doses de aplicação foliar com Ca e de B e cultivares sobre a produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) de soja. Selvíria-MS/2007.....34
- Tabela 3. Teores de macronutrientes em quatro cultivares de soja submetidas a cinco doses de adubo foliar. Ilha Solteira-SP/2007.....35
- Tabela 4. Teores de micronutrientes em quatro cultivares de soja submetidas a adubação foliar com cálcio e boro. Ilha Solteira -SP/2007.....36
- Tabela 5. Efeito da época de aplicação de cálcio e boro sobre os teores de macro e micronutrientes em quatro cultivares de soja. Ilha Solteira-SP/2007.....36
- Tabela 6. Efeito da aplicação de doses de cálcio e boro sobre os teores foliares destes em quatro cultivares de soja. Ilha Solteira-SP/2007.....37
- Tabela 7. Valores médios para cultivares, época de aplicação, doses e quadrados médios para o índice de velocidade de germinação (IVG), primeira contagem (PC), germinação (G), plântulas anormais (AN), sementes não-germinadas (NG), teste frio (TF), envelhecimento acelerado (EA). Ilha Solteira-SP/ 2007.....38
- Tabela 8. Desdobramento da interação significativa cultivares x épocas de aplicação de Ca e B via foliar para o índice de velocidade de germinação de soja.....39

Tabela 9. Desdobramento da interação significativa cultivares x doses para o índice de velocidade de germinação de soja.....	40
Tabela 10. Desdobramento da interação significativa épocas x doses para o índice de velocidade de germinação de soja.....	40
Tabela 11. Desdobramento da interação significativa cultivares x épocas de aplicação de Ca e B via foliar para germinação de soja.....	41
Tabela 12. Desdobramento da interação significativa cultivares x doses para germinação de sementes de soja.....	41
Tabela 13. Desdobramento da interação significativa épocas x doses de Ca e B via foliar para germinação de sementes de soja.....	42
Tabela 14. Desdobramento da interação significativa cultivares x épocas para teste frio em sementes de soja.....	42
Tabela 15. Desdobramento da interação significativa cultivares x doses de Ca e B via foliar para o teste frio em sementes de soja.....	43
Tabela 16. Desdobramento da interação significativa épocas x doses para o teste frio.....	44
Tabela 17. Desdobramento da interação significativa cultivares x épocas de aplicação de Ca e B via foliar para envelhecimento acelerado .....	44
Tabela 18. Desdobramento da interação significativa cultivares x doses de Ca e B via foliar para envelhecimento acelerado.....	45

## SUMÁRIO

<b>1. Introdução.....</b>	<b>12</b>
<b>2. Revisão de Literatura.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1. A Cultura da Soja.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2. Adubação Foliar.....</b>	<b>15</b>
<b>2.3. Boro.....</b>	<b>16</b>
<b>2.4. Cálcio.....</b>	<b>17</b>
<b>2.5. Qualidade Fisiológica das Sementes.....</b>	<b>19</b>
<b>3. Material e Métodos .....</b>	<b>22</b>
<b>4. Resultados e Discussão .....</b>	<b>26</b>
<b>4.1. Componentes da Produção e Produtividade da Soja.....</b>	<b>26</b>
<b>4.2. Teores Foliares de Nutrientes.....</b>	<b>31</b>
<b>4.3. Qualidade Fisiológica de Sementes de Soja.....</b>	<b>34</b>
<b>5. Conclusões .....</b>	<b>43</b>
<b>6. Referências .....</b>	<b>44</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) tem grande importância no contexto agrícola de produção brasileira e mundial, representando aproximadamente 40% da produção nacional de grãos (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- CONAB, 2007). Essa produção expressiva está atrelada ao manejo adequado da cultura e ao uso cada vez maior de sementes de alta qualidade e ao tratamento químico adequado de pragas, doenças e nematóides.

O crescimento da produção e o aumento da capacidade produtiva da soja brasileira estão aliados aos avanços científicos e à disponibilização de tecnologias no setor produtivo como a utilização de fertilizantes minerais foliares, entre outras tecnologias.

A utilização de adubos foliares a base de cálcio e boro, tem papel importante, pois o cálcio afeta a fertilização de flores e formação de vagens de soja, existindo uma correlação negativa entre o teor de cálcio na planta e o número de flores e vagens abortadas (KONNO, 1967). Já o boro é importante na germinação do grão de pólen e crescimento do tubo polínico; desse modo, a deficiência desse nutriente leva a uma má formação das sementes. Segundo o mesmo autor, a presença do boro reduz a esterilidade masculina e chochamento dos grãos e, por isso, a exigência de B é maior para a produção de sementes e grãos, do que para o crescimento vegetativo das plantas (FAQUIN, 1994).

A época de aplicação exerce influência na produtividade de grãos e produção de sementes, pois a época de maior demanda de nutrientes pelas plantas de soja ocorre nos estádios R1 a R5 (ROSOLEM e BOARETTO, 1989). Assim, na medida

em que o Ca e B não são retranslocados na planta, via floema, pode-se afirmar que a aplicação destes nutrientes deve ser feita na floração ou pós-floração para que exerçam efeito sobre a produtividade e qualidade das sementes obtidas.

A escassez de pesquisas sobre o efeito de diferentes formas e fontes de micronutrientes no desenvolvimento de grandes culturas como a soja, requer que sejam realizadas pesquisas permitindo aos agricultores utilizarem produtos que proporcionem aumentos de produção e de produtividade e que recuperem as deficiências que podem ocorrer nas culturas.

A aplicação de fertilizantes foliares tem se desenvolvido nos últimos anos, não só no exterior como no Brasil, em virtude, dentre outros fatores, da necessidade de se buscar altas produtividades das culturas. Nesta perspectiva, produtos cada vez mais eficientes e econômicos têm sido desenvolvidos para satisfazer as exigências nutricionais das plantas. Atualmente, um grande número de fertilizantes foliares está disponível no mercado, como fornecedor de um ou mais elementos essenciais para o desenvolvimento das plantas.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de cálcio (Ca) e boro (B), aplicados em pulverização foliar, em dois estádios fenológicos da cultura de soja (R1 e R3), sobre os componentes da produção, produtividade e na qualidade fisiológica das sementes.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. CULTURA DA SOJA**

Segundo dados da CONAB (2007), na safra 2006/07 foram cultivados 20,5 milhões de hectares de soja com produção de 56,3 milhões toneladas. Conforme Buzetti et al. (1990), a cultura da soja se constitui no principal produto de exportação do Brasil, sendo o segundo produtor e exportador mundial responsável por grande parte do agronegócio no país e tem grande importância no desenvolvimento de nossa economia.

Atualmente, o Brasil dispõe de cultivares de soja com potenciais de produtividade de até 6.000 kg de grãos por hectare. Além de cultivares, dispõe-se de tecnologia avançada para a produção de grãos e de sementes. Entretanto, devido a uma série de fatores relacionados à planta, ao ambiente e às práticas de manejo, ainda existem áreas com produtividade abaixo da média nacional, que se encontra ao redor de 2.600 kg ha<sup>-1</sup> (HEIFFIG, 2002).

O potencial de produtividade da soja é determinado geneticamente e quanto deste potencial vai ser atingido depende do efeito de fatores limitantes que estarão atuando em algum momento durante o ciclo da cultura. O efeito dos fatores climáticos pode ser minimizado pela adoção de um conjunto de práticas de manejo que faz com que a comunidade de plantas tenha o melhor aproveitamento possível dos recursos ambientais (COSTA, 1996).

Segundo Ritchie et al. (1994) altas produtividades só são obtidas quando as condições ambientais são favoráveis em todos os estádios de crescimento da soja. Porém, para que se obtenham tais produtividades, é necessário conhecer práticas

culturais compatíveis com a produção econômica, aplicáveis para maximizar a taxa de acúmulo de matéria seca no grão. Para isto, é importante que o produtor conheça a planta e seus diferentes estádios de desenvolvimento, para que possa avaliar o desempenho da soja e adotar práticas culturais específicas nos estádios em que há maior possibilidade de resposta da planta (CÂMARA, 1998a e 1998b).

As principais práticas culturais a serem consideradas visando o melhor desenvolvimento da cultura são: a semeadura na época recomendada para a região de produção, a escolha dos cultivares mais adaptados a essa região, o uso de espaçamentos e densidades adequados a esses cultivares, uma adubação adequada, o monitoramento e o controle das plantas daninhas, pragas e doenças, além da redução ao mínimo das perdas de colheita (RITCHIE et al., 1994).

## 2.2. ADUBAÇÃO FOLIAR

Segundo Borkert (1987), a aplicação de nutrientes às folhas das plantas, com o objetivo de complementar ou suplementar as necessidades nutricionais, não é uma prática nova, sendo conhecida há mais de 100 anos, embora, recentemente, estudada mais a fundo, se comparada a outros métodos de adubação.

Apesar de todos os conhecimentos e de algumas vantagens, o uso dos principais nutrientes em pulverização foliar tem sérias restrições, devido à baixa utilização em grandes áreas. O cultivo continuado de certas áreas tornou freqüente o aparecimento de deficiências minerais que muitas vezes são corrigidas mediante pulverizações foliares, enquanto, as aplicações do elemento no solo nem sempre dão resultados satisfatórios (PERUCHI, 2006). Rosolem (1980) relata que em situações na qual a cultura encontra-se em solo com boas características físicas e químicas, pode haver aumento de produção com adubação foliar, entretanto a soja é muito sensível a toxidez de B. Em certos casos, a adubação foliar constitui-se em importante alternativa de adubação das culturas.

Existem evidências do efeito benéfico da aplicação foliar de macro e micronutrientes em certas culturas, como a soja (ROSOLEM e BOARETTO, 1989).

Fernandez et al. (1997b) verificaram que com o aumento da concentração de cálcio foliar, proporcionado pela calagem, houve aumento correspondente da espessura da casca das sementes de amendoim, o que reduziu a infecção por *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. Estes resultados comprovam as afirmações de Marschner (1995), que consideram ser o  $\text{Ca}^{2+}$  importante, quando em teores ótimos,



no melhor crescimento de plantas, com melhor arranjo estrutural das paredes celulares e conseqüentemente, da casca da semente, que impediria uma possível infecção por fungos.

A época de aplicação foliar ideal é quando a planta demonstra necessidade de nutrientes, isto é, quando a deficiência se manifesta. Essas épocas encontram-se em geral pouco antes do florescimento e o início do florescimento nas culturas anuais e no crescimento dos frutos (ROSOLEM e BOARETTO, 1989). As aspersões foliares devem ser feitas com muito zelo para evitar injúrias, e para que seja aproveitado pelas plantas. Portanto, as pulverizações devem ser uniformes, em pequenas gotículas, e de acordo com dada recomendação.

### **2.3. BORO**

Epstein e Bloom (2006) descrevem que a concentração de boro nos tecidos as plantas varia bastante, estendendo-se de cinco a 300 ppm, com base em massa seco. Valores para o conteúdo de boro são geralmente maiores em dicotiledôneas do que em monocotiledôneas e é encontrado na forma de ácido bórico não dissociado  $B(OH)_3$ , em soluções de solo com valores de pH menores que sete e dissociado em  $B(OH)_4^-$ , apenas em valores de pH mais altos. Desta maneira, o boro é o único micronutriente presente em uma ampla gama de pH como uma molécula neutra, e não como um íon.

De acordo com os mesmos autores, embora numerosas funções tenham sido atribuídas ao boro, a mais importante está relacionada com a estrutura da parede celular e com as substâncias pécticas. As paredes celulares consistem de polissacarídeos como celulose, com menores quantidades de glicoproteínas estruturais, enzimas, ésteres fenólicos e elementos minerais ligados iônica ou covalentemente (O'NEILL e YORK, 2003). A celulose segundo o mesmo autor é inserida em uma matriz de pectina e esses materiais estruturais são organizados por glicoproteínas interligadas e ricas em hidroxiprolinas que são as proteínas principais da parede celular. Durante o crescimento desta parede secundária, as paredes são reforçadas por lignina e suberina.

Acredita-se que o boro interligue duas moléculas do polissacarídeo ramnogalacturonano II (RGII), que dá resistência física à parede celular e atue em outros processos celulares como o metabolismo de ácido ribonucléico (RNA) e funções da membrana (EPSTEIN e BLOOM, 2006).

O boro é um nutriente importante na fixação biológica do nitrogênio na soja. O boro, embora não tenha ação direta sobre a fixação biológica, é um elemento que ativa a enzima fosforilase do amido, responsável pela síntese de amido, substância de reserva das sementes, raízes, tubérculos e colmos (FAVARIN e MARINI, 2007).

Segundo Cakmak e Römheld (1997), o boro está relacionado a muitos processos fisiológicos da planta que são afetados pela sua deficiência, como transporte de açúcares, síntese da parede celular, lignificação, estrutura da parede celular, metabolismo de carboidratos, metabolismo de RNA, respiração, metabolismo de AIA, metabolismo fenólico, metabolismo de ascorbato e integridade da membrana plasmática. Entre as diversas funções, duas estão muito bem definidas: síntese da parede celular e integridade da membrana plasmática.

Power e Woods (1977) relataram as seguintes informações relacionadas ao boro, com implicação prática:

(1) A absorção de potássio aumenta com o boro e quase não ocorre na sua ausência, ou seja, muitos casos de deficiência aparente de potássio podem ser, de fato, deficiência de boro;

(2) o boro tem papel importante no transporte de P através das membranas e, assim, como ocorre com o K, muitos casos de deficiência de P podem ser, na verdade, o reflexo da deficiência de B;

(3) B e Zn são essenciais para o funcionamento ótimo da ATPase e dos sistemas redox da membrana plasmática, ou seja, sem B pode haver redução da eficiência de Zn e vice-versa;

(4) a enzima urease é inibida pelo ácido bórico – um alerta ou explicação para casos de insucessos na aplicação foliar da uréia junto com ácido bórico.

Boaretto et al. (1997) alertam que muitas vezes a não correlação entre os teores de B nas folhas e a produtividade pode ser explicada pela dificuldade em se remover o boro retido na cutícula foliar ou o ligado na camada péctica da parede celular, sem concretizar sua função metabólica, superestimando, assim, o teor de B foliar.

## **2.4. CÁLCIO**

O cálcio, segundo Epstein e Bloom (2006), cumpre múltiplas funções nas plantas. Sendo o mais proeminente no apoplasto, o espaço da parede celular onde ele tem pelo menos duas funções distintas: interligar cadeias pécticas, como o boro,

contribuindo para sua estabilidade e afetar propriedades mecânicas do gel pécico. Este elemento é essencial para a integridade da membrana plasmática, das células vegetais, especificamente para a seletividade do transporte de íons que elas realizam. O cálcio é o único elemento cuja ausência do meio causa prejuízos imediatos de uma função da planta. Ele também protege a membrana plasmática dos efeitos deletérios dos íons de hidrogênio que prejudicam as funções da membrana tão rapidamente quanto íons de sódio quando cálcio ausente (EPSTEIN e BLOOM, 2006).

O cálcio é imóvel no floema e não se redistribui na planta, assim a deficiência nutricional se apresenta em órgãos mais novos. O cálcio encontra-se principalmente nas folhas das plantas e, como não se transloca é detectado em maior quantidade nas folhas velhas (MALAVOLTA, 1985). A maior parte do cálcio aparece na lamela média das paredes celulares, como sal de compostos pécticos. Surge também nos vacúolos celulares, sob a forma de cristais insolúveis (MASCARENHAS, 1977).

As necessidades das plantas não são das mais elevadas, em relação aos teores existentes no solo, principalmente porque solos com teores baixos do elemento são também ácidos. Assim, a acidez dos solos quase sempre limita muito mais o crescimento das plantas que a falta de cálcio. Isso tem dificultado o isolamento do efeito do cálcio, como nutriente, da ação de neutralização da acidez com produtos que contêm cálcio, como é o caso de calcários (RAIJ, 1991).

O cálcio é um macronutriente que faz parte da constituição da parede celular, tendo efeito sobre a sua rigidez. Em baixa concentração nas plantas, o Ca estimula a ação do difosfato de adenosina (ADP) como receptor de energia, regula a germinação do grão de pólen, diminui a toxicidade de outros íons, ativa sobre o metabolismo de ferro na planta, neutraliza alguns ácidos orgânicos e tem importante papel na atividade de algumas enzimas, como por exemplo, a actimiosina (MASCARENHAS, 1977).

O cálcio também tem importância no desenvolvimento radicular, onde influencia divisão celular; alongamento celular e o processo de desintoxicação dos íons hidrogênio, além de inibir alguns íons potássicos, regulando sua absorção ativa e podendo participar na absorção de nitrogênio (MASCARENHAS, 1977).

Outro aspecto importante, diz respeito às raízes das plantas necessitarem de cálcio no próprio ambiente de absorção de água e nutrientes, para a sua sobrevivência. Isso porque as plantas não translocam o elemento, pelo floema até

as raízes. As raízes da maioria das plantas cultivadas exigem um suprimento de cálcio nos pontos de crescimento e não podem depender de cálcio disponível em outras partes do sistema radicular, para continuar a crescer. As raízes não crescem em solo deficiente em cálcio, mesmo que ele seja poroso e tenha suprimento adequado de água. Isto pode ser constatado pela ausência de raízes nas áreas deficientes em cálcio, mesmo que haja cálcio em outros pontos do sistema radicular (RAIJ, 1997).

Bevilaqua et al. (2002) verificaram que a aplicação foliar de cálcio e boro em soja cvs. FT Cometa e BR 16 aumentaram a massa de grãos por planta, não tendo afetado a qualidade fisiológica de sementes, sendo que as maiores respostas a Ca e B nos componentes de rendimento foram observadas nas fases de floração e pós-floração.

Burton et al. (2000) verificaram que níveis reduzidos de Ca na solução nutritiva reduziram a matéria seca das folhas durante o enchimento de sementes, a produção de sementes, a concentração de Ca das sementes e a germinação e aumentaram a incidência de distúrbios nas plântulas, como podridão do hipocótilo e epicótilo.

Nesse sentido, o uso eficiente de fertilizantes, corretivos e outras práticas agronômicas capazes de possibilitar a liberação de  $\text{Ca}^{2+}$  na solução do solo, forma esta prontamente disponível às plantas, possibilitará o aumento da produção agrícola (LAZARINI, 1990).

## **2.5. QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES**

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. 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 solos originalmente sob cerrado (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 são geneticamente puras, de alto vigor, de alto poder germinativo, livres de danos mecânicos, enfermidades e contaminantes, padronizadas, adequadamente tratadas (se for o caso) e de boa aparência (SÁ, 1994).

A qualidade das sementes é avaliada através de duas características fundamentais: viabilidade e vigor. A viabilidade, avaliada principalmente pelo teste de germinação, procura determinar o máximo potencial germinativo da semente, oferecendo para isto, as condições mais favoráveis possíveis. O vigor representa atributos mais sutis da qualidade fisiológica, não reveladas pelo teste de germinação, e é determinado sob condições desfavoráveis, ou medindo-se o declínio de alguma função bioquímica ou fisiológica (MARCOS FILHO et al., 1987).

Existem diferentes conceitos de vigor de sementes, que pode ser avaliado das formas mais diversas. Carvalho e Nakagawa (2000) descrevem dois tipos de vigor, sendo o vigor genético e o fisiológico. O vigor genético é aquele observado na heterose ou nas diferenças de vigor entre duas linhagens, enquanto que o fisiológico é observado entre lotes de uma mesma linhagem genética, cultivar, ou espécie. Entretanto, deve-se lembrar que o vigor fisiológico depende não apenas do genético, mas também das condições que são submetidas às plantas e sementes que estas irão produzir.

Segundo a Association Of Official Seed Analysts - AOSA (1983), vigor de sementes são propriedades que determinam o potencial para uma rápida e uniforme emergência e o desenvolvimento de plântulas normais sob uma ampla faixa de condições ambientais. O vigor máximo é atingido quando, durante o processo de desenvolvimento, as sementes alcançam a maior massa seca, o chamado ponto de maturidade fisiológica.

De acordo com Isely (1957), os testes de vigor são classificados em métodos diretos e indiretos. Os diretos seriam aqueles que visariam simular as condições às vezes adversas que ocorrem no campo, enquanto que os indiretos visariam os atributos que indiretamente estão relacionados vigor.

A degradação das membranas celulares é um dos primeiros passos da deterioração das sementes, e isto ocorre mais rapidamente nas malformadas ou oriundas de plantas em condições de deficiência. Assim, a nutrição mineral é fator preponderante na produção de sementes de alta qualidade, pois vários nutrientes desempenham importante papel na formação das membranas (SÁ, 1994).

Lotes considerados vigorosos poderão apresentar desempenho satisfatório sob condições ambientais adequadas. Na verdade, o fato da influência do ambiente sobre o comportamento das sementes ter sido relegada a plano inferior, pode ser considerado como a principal causa determinante das falhas de interpretação sobre o significado do vigor das sementes (MARCOS FILHO, 1999).

Muitos fatores afetam a qualidade das sementes, destacando-se, dentre eles: origem da semente, adubação, condições climáticas na fase de maturação e colheita, tipo de colheita, secagem, condições de armazenamento, tratamento químico das sementes, sanidade no campo de produção, entre outros. 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 efeitos sobre o vigor e qualidade da semente (SÁ, 1994).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no ano agrícola 2006/07 em área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia, UNESP, Câmpus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria – MS. O local apresenta as seguintes coordenadas geográficas 51°22'W e 20°22'S, com altitude de 335 m. O solo da área experimental foi classificado por Demattê (1980) e reclassificado de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, muito argiloso, A moderado, hipodistrófico, álico, caulínítico, férrico, epicompactado, muito profundo e moderadamente ácido (LVd).

O clima é do tipo Aw, apresentando temperatura média anual de 23,5°C, precipitação pluvial anual média de 1.370 mm e umidade relativa do ar entre 70 e 80% (média anual).

Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo da área experimental e a análise de solo realizada de acordo com metodologia proposta por Rajj e Quaggio (1983) apresentou 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 mmol/dm<sup>3</sup>; Ca<sup>2+</sup>: 19,0 mmol/dm<sup>3</sup>; Mg<sup>2+</sup>: 13 mmol/dm<sup>3</sup>; H<sup>+</sup>+Al<sup>3+</sup>: 22,4 mmol/dm<sup>3</sup> e saturação por bases de 57 %.

O preparo de solo consistiu de uma aração e duas gradagens. A semeadura foi realizada mecanicamente em 13 de dezembro de 2006, utilizando-se o espaçamento de 0,45 m entrelinhas, densidade de 18 sementes/m para cada cultivar e profundidade de 5 cm. A adubação foi realizada juntamente com a semeadura e

constou da aplicação de 250 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 8-28-16 e os tratos culturais consistiram da aplicação de herbicida pós-emergência, complementados por capinas manuais.

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 1,00 m em ambas as extremidades de cada linha.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com 3 repetições. Os tratamentos foram dispostos em um esquema fatorial 4X5X2, sendo 4 cultivares de soja (Conquista, BRS 245 RR, BRS MG 705S RR e BRS Favorita RR), três cultivares transgênicas e uma tradicional, 5 doses de fertilizante mineral foliar a base de cálcio e boro (0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 Lha<sup>-1</sup>) em 2 estádios fenológicos (R1- Início da floração e R3- final da floração ).

A fonte de Ca e B utilizada foi um fertilizante mineral foliar com Ca (8,0%) e B (2,0%), sendo esse produto dissolvido em água e aplicados via foliar diretamente na cultura, utilizando-se pulverizador costal.

O tratamento fitossanitário constitui-se da aplicação de inseticidas para o controle de lagartas e percevejos de acordo com as recomendações para a cultura da soja na região (EMBRAPA, 2005). O fornecimento de água foi realizado através de um sistema de aspersão convencional.

A colheita foi realizada manualmente em cada parcela, quando 95% das vagens apresentavam a coloração típica de vagem madura, coletadas as cultivares BRS-245, BRS MG 705S RR e BRS Favorita e depois de uma semana foi colhida a cultivar Conquista. Depois de colhidas, foram separadas 10 plantas de cada parcela, para avaliações das características agrônômicas, componentes de produção e qualidade de sementes. O restante da área útil foi trilhada e as sementes limpas com auxílio de peneiras e acondicionadas em saco de papel, para posteriores pesagem, para determinação da produtividade de sementes (13% base úmida).

Foram realizadas as seguintes avaliações:

➤ **teores nutricionais das folhas:** procedeu-se a coleta de 10 folhas por parcela aos 63 d.a.e., no sentido de verificar o efeito dos tratamentos estudados sobre a concentração de nutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, zinco, cobre, ferro manganês). Após a coleta, as folhas foram submetidas à secagem em estufa com circulação e renovação de ar (65°C), moídas e encaminhadas ao laboratório de análise foliar e submetidas à digestão sulfúrica



(N); digestão nítrico-perclórica (P, Fe, S, Mn, Zn, Cu); fotometria de chama (K); espectrofotometria de absorção atômica (Ca, Mg); digestão por via seca (B, Mo), seguindo a metodologia relatada por Bataglia et al. (1983).

- **número de plantas por metro:** foi avaliado em campo contando-se as plantas contidas nas duas linhas centrais de 3m de cada parcela, estimando-se o resultado em número de plantas por hectare.
- **altura de planta:** foi medida a distância entre o colo e o ápice da haste principal.
- **altura de inserção da primeira vagem:** mediu-se a distância entre o colo da planta e a inserção da primeira vagem.
- **componentes de produção:** por ocasião da colheita foram coletadas 10 plantas em local pré-determinado, na área útil de cada parcela e levadas para o laboratório para determinação de:
  - **número de vagens/planta:** foram destacadas todas as vagens viáveis das plantas e feita a contagem.
  - **número de sementes/vagem:** foram destacadas as sementes das vagens e feita a contagem.
  - **número de vagens chochas:** foram separadas todas as vagens chochas das plantas e feita a contagem.
- **massa de 100 sementes:** foi avaliada através de duas amostragens de 100 grãos, da produção obtida em cada parcela, com posterior pesagem em balança de precisão.
- **produtividade de sementes:** teve como área útil 2 linhas de 3 metros, onde as plantas foram arrancadas e deixadas para secagem a pleno sol. Após a secagem, as mesmas foram submetidas a trilha mecânica, as sementes foram pesados e os dados transformados em  $\text{kg ha}^{-1}$  (13% base úmida).
- **avaliação da qualidade fisiológica das sementes:** a qualidade fisiológica das sementes foi avaliada através de testes de germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica nas sementes colhidas da área útil de cada parcela.
  - **germinação:** foi realizada com 4 sub-amostras de 50 sementes para cada tratamento, distribuídas em rolos de papel toalha 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.

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

$$IVE = N1/D1 + N2/D2 + \dots + Nn/Dn, \text{ sendo:}$$

IVE – Índice de velocidade de emergência;

N1, N2, ..., Nn – número de plântulas germinadas a 1, 2 e n dias após a montagem do teste, e

D1, D2, ..., Dn – número de dias após a instalação do teste.

- **teste de frio:** A semeadura foi realizada 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 mesmo. Cada tratamento foi composto por 4 repetições 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 emersas.

- **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 de envelhecimento, regulada a 42°C + 0,3°C, onde permaneceram por 48 horas (AOSA, 1983). Após esse período, as sementes foram colocadas para germinar a 25 °C e a contagem do número de plântulas normais foi realizada aos 5 dias após a instalação do teste.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. COMPONENTES DA PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DA SOJA**

Na Tabela 1 são apresentados as médias de altura de plantas, altura da inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, número de vagens chochas por planta, massa de 100 grãos, estande final e produtividade em quatro cultivares de soja em função das épocas e doses de Ca e B via foliar.

Em relação às diferenças entre cultivares para altura de plantas e altura de inserção da primeira vagem verifica-se que a cultivar BRS Favorita apresentou-se resultados superiores às demais cultivares.

A adubação foliar na cultivar BRS MG 705S RR, proporcionou um aumento no número de vagens por planta de 43% em comparação a cultivar BRS Favorita, a qual apresentou o menor número de vagens por planta. Estes dados corroboram em parte com dados obtidos por Bevilaqua et al. (2002), onde estudando o efeito da aplicação foliar de cálcio e boro nas cultivares de soja BR 16 e FT Cometa, observaram resultados semelhantes para os componentes de produção, exceto para maior número de vagens por planta na cv. BR 16. No entanto, esse aumento não se refletiu em maior massa de sementes por planta.

Houve diferença significativa entre produtividade para as cultivares de soja, onde BRS MG 705S RR e Conquista apresentaram-se superiores às demais cultivares, obtendo-se respectivamente uma produtividade de 6048 e 3454 kg ha<sup>-1</sup> com superioridade para BRS MG 705S RR, enquanto que as cultivares BRS 245 RR e Favorita produziram 2628 e 2308 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 1).

Rosolem et al. (1990) não detectaram resposta do feijoeiro a fontes e doses de Ca, aplicados via foliar na fase de pré-florescimento, em termos de rendimento e em seus componentes. Ben et al. (1993) não verificaram efeito benéfico dos fertilizantes foliares contendo Ca a 10%, sozinho, ou com B a 4,5%, junto com outros micronutrientes, sobre a produtividade da soja em Passo Fundo, RS, em duas épocas de semeadura.

Nogueira e Jorge (1979) relataram que experiências têm mostrado que o cálcio é um nutriente importante para a cultura da soja, pelo efeito da aplicação de cálcio (cloreto de cálcio a 1%) por via foliar, na cultivar “Santa Rosa”, quando aplicado aos 40 e aos 60 dias após a emergência, aumentou a produtividade em até 10%, comparando com a testemunha, e concluíram que o cálcio aplicado por via foliar nas fases de florescimento e estabelecimento de vagens aumentou a produtividade de grãos.

Para o número de vagens chochas por planta, a cultivar Conquista (convencional) quando comparada com as cultivares transgênicas, apresentou o maior número de vagens chochas conforme observado na Tabela 1.

Analisando o estande final de plantas/m e plantas/ha, observou-se diferença significativa apenas entre a cultivar BRS Favorita com as demais cultivares, sendo a menor média observada nessa cultivar, afetando com isso sua produtividade.

Na Tabela 1, verifica-se que não houve diferença significativa nas duas épocas de aplicação foliar de cálcio e boro para altura de plantas e altura da inserção da 1ª vagem. Entretanto, com relação ao número de vagens por planta, observa-se que houve um aumento nos valores, quando se efetuou a aplicação de Ca e B na segunda época, ou seja, no estágio fenológico R3, devido ser a época de enchimento de grãos, onde a planta necessita de uma quantidade maior de nutrientes.

No número de sementes por vagem não se constatou diferença significativa entre as épocas de aplicação foliar de cálcio e boro. Segundo Bevilaqua et al. (2002), a aplicação foliar de cálcio e boro na cultivar FT Cometa, proporcionou um aumento

no número de sementes por vagem na época da pós-floração, sem apresentar, aumento da massa de sementes por planta.

Verificou-se que para o número de vagens chochas por planta, a segunda época de aplicação resultou num maior número de vagens chochas (Tabela 1). Verificou-se, ainda, que a aplicação de Ca e B no estágio fenológico R1, proporcionou uma produtividade significativamente menor da soja ( $3355 \text{ kg ha}^{-1}$ ) em relação a aplicação no estágio fenológico R3 ( $3865 \text{ kg ha}^{-1}$ ).

Humbert (1983), citado por Rosolem (1984), relatou que com a adubação foliar estimulante, com formulações de NPK, aplicadas em pequenas doses às folhas, durante o período vegetativo proporcionaram aumento nas quantidades dos nutrientes das plantas, as quais foram superiores às quantidades aplicadas, permitindo inferir o efeito estimulante da adubação foliar na absorção radicular.

Malavolta (1974) citado por Camargo e Silva (1975), em ensaios feitos com soja, observaram boa resposta às pulverizações foliares, sendo que quando os nutrientes Ca e B foram aplicados no início do florescimento mostraram-se capazes de reduzir a queda de botões florais, e sendo realizada uma segunda aplicação 2-3 semanas depois, promoveu o desenvolvimento das sementes da vagem.

A adubação foliar tem sido proposta para aumentar ou manter a concentração de nutrientes nas folhas, no período de enchimento de grãos, porque nessa fase, a absorção de nutrientes pelas raízes é praticamente nula (GARCIA; HANWAY, 1998). Assim, pode-se através desta prática aumentar o conteúdo de nutrientes na planta e o metabolismo formador de estruturas reprodutivas promovendo assim aumento na produtividade.

De acordo com Rezende et al. (2005), a reposição dos nutrientes nas folhas, através de adubação foliar, pode manter a taxa de fotossíntese por um tempo maior, o que possivelmente pode refletir-se em maior produção de grãos de soja. No presente estudo, a massa de 100 sementes foi significativamente inferior quando a aplicação foi realizada no estágio R1, sendo que no estágio R3 obteve-se maior massa das sementes indicando que a aplicação proporcionou maior acúmulo de matéria seca.

Fernandez et al. (1997), avaliando a produtividade e qualidade de sementes de amendoim em função da calagem e do método de secagem, verificaram que, a massa de 100 sementes foi aumentada pela aplicação de calcário, em virtude do aumento do teor de Ca no solo e à boa disponibilidade de água, principalmente nos

estádios de florescimento e frutificação, o que aumenta sua disponibilidade para absorção.

Rosolem e Boaretto (1989) descreveram que embora as maiores velocidades de absorção de nutrientes ocorreram durante o florescimento e início de enchimento de grãos, para a maioria desses, as maiores quantidades foram absorvidas após o florescimento. Sendo que este fato, aliado à alta taxa de translocação que se observa na planta nesta época, gera discussão a respeito da eficiência da adubação foliar em soja, muitas vezes relegando-se a um segundo plano a capacidade do solo em fornecer nutrientes, e ainda o grande volume que o sistema radicular deve apresentar nesta época.

Tabela 1: Meias de altura de plantas, altura da inserção da 1ª vagem, o número de vagens por planta, número de sementes por vagem, número de vagens chocha por planta, massa de 100 sementes e produtividade em função de cultivares, época de aplicação e doses de fertilizante mineral foliar a base de Ca e B. Selvíria-MS/2007.

CULTIVARES	Altura de plantas (cm)	Altura de inserção da 1ª vagem (cm)	Nº vagens cheia/planta	Nº sementes/vagem	Nº vagens chochas/planta	Massa de 100 sementes (g)	Estande final		Produt. (kg ha <sup>-1</sup> )
							Plantas/m	Plantas	
							ha <sup>-1</sup>		
Conquista	0,7 b	0,2 b	47,9 b	2,2 a	7,2 a	11,5 b	12.8 a	285.96 a	3454 b
BRS 245 RR	0,6 bc	0,1 c	38,7 b	2,2 a	4,4 b	10,3 c	13.2 a	294.86 a	2628 c
BRS MG 705S RR	0,6 c	0,1 d	85,4 a	1,9 b	5,0 b	12,9 a	13.4 a	299.26 a	6048 a
BRS Favorita	0,8 a	0,2 a	37,8 b	2,0 ab	4,2 b	11,8 b	11.6 b	258.53 b	2308 c
<b>DMS</b>	0,06	0,03	10,3	0,2	1,5	0,5	0,7	16,28	700,30
<b>EPOCA</b>									
1	0,71	0,17	49,51 b	2,11	4,8 b	11,4 b	12,6 a	281.77 a	3355 b
2	0,71	0,17	55,43 a	2,06	5,6 a	11,9 a	12,9 a	287.33 a	3865 a
<b>DMS</b>	0,03	0,01	5,54	0,14	0,8	0,3	0,3	8,7	379,24
<b>DOSE</b>									
0,0	0,71	0,16	49,54	2,10	5,41	11,35	13,16	292.583	3562
0,5	0,71	0,17	53,25	2,14	4,87	11,75	12,75	283.375	3731
1,0	0,72	0,17	51,83	2,07	5,54	11,28	12,54	278.791	3481
1,5	0,69	0,16	56,04	2,03	4,91	12,24	13,12	291.625	3875
2,0	0,73	0,17	51,70	2,09	5,45	11,83	12,45	276.916	3398
<b>CV (%)</b>	13,11	22,06	29,07	18,57	42,16	7,27	8,57	8,49	32,50
<b>DMS</b>	0,06	0,02	5,54	0,14	0,80	0,30	0,73	16,28	42,44

Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Na tabela 2, em relação à produtividade de grãos em função das doses de Ca e B via foliar, observa-se interação significativa entre doses de fertilizante mineral foliar e cultivares, detectando-se que na dose de 1,5 L ha<sup>-1</sup> do fertilizante, a cultivar BRS MG 705S RR diferiu-se significativamente das demais, não somente nessa dose, mas em todas, inclusive na testemunha, vindo a seguir a cultivar Conquista que diferiu-se da cultivar Favorita, porém não diferiu da BRS 245 RR, as quais foram semelhantes entre si. De modo geral, a cultivar transgênica BRS MG 705S RR sempre se mostrou-se superior às demais. Com relação às doses do fertilizante não se observou equação de regressão que se ajustasse ao comportamento das cultivares.

Tabela 2. Desdobramento da interação doses de aplicação foliar com Ca e de B e cultivares sobre a produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) de soja. Selvíria-MS/2007.

DOSE	CONQUISTA	BRS 245 RR	BRS MG 705S RR	BRS FAVORITA
0,0	3192 b	2218 b	6458 a	2381 b
0,5	3690 b	2621 b	6100 a	2495 b
1,0	3366 b	2031 b	6506 a	2039 b
1,5	3794 b	3521 bc	6184 a	2003 c
2,0	3230 b	2768 b	4970 a	2624 b

**DMS = 1581,65**

Médias na linha seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si.

#### 4.2. TEORES FOLIARES DE NUTRIENTES

Na Tabela 3, estão apresentados os valores médios do teor foliar dos macronutrientes analisados nas quatro cultivares de soja. Observou-se que houve diferença significativa entre as cultivares em relação ao teor de nitrogênio. No presente estudo, foram obtidos valores para N-foliar de 40,86 até 45,35 g kg<sup>-1</sup>, sendo que para a cultura esses valores são satisfatórios (RAIJ et al., 1997).

Em relação ao teor de fósforo nas cultivares, constatou-se que a BRS 245 RR e a BRS MG 705S RR apresentaram valores superiores (3,05 e 3,06 g kg<sup>-1</sup>) as cultivares Conquista e BRS Favorita apresentaram valores inferiores (2,43 e 2,77 g kg<sup>-1</sup>). Bataglia e Mascarenhas (1978), estudando a curva de absorção de fósforo na cultura da soja (cultivar Santa Rosa) constataram que a velocidade de absorção desse nutriente pela planta é muito lenta até aproximadamente 30 dias, aumentando consideravelmente a partir desta época chegando ao máximo de 0,17 kg<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>,



mantendo-se nesse nível desde a fase de intenso crescimento vegetativo até o final do ciclo. Possivelmente, a resposta destes cultivares ao baixo teor de P nas cultivares, podem estar associados a este fator.

Verificou-se que não houve diferença significativa para os teores foliares de potássio.

Analisando-se o teor de Ca na planta (Tabela 3), constata-se que houve diferença significativa nos teores de Ca, com variação de  $1,98 \text{ g kg}^{-1}$  entre cultivares, sendo que a carência de cálcio pode afetar os pontos de crescimento, como o meristema apical das hastes e raízes, podendo provocar a morte do mesmo.

O magnésio é absorvido pelas plantas em menores quantidades do que o  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{K}^+$ , com sua concentração não ultrapassando 0,5% da matéria seca dos tecidos (MARSCHNER, 1986). Com relação ao teor foliar de magnésio, observou-se que houve diferença significativa entre as cultivares sendo que a BRS 245 RR e BRS MG 705S RR apresentaram maiores teores de magnésio, diferindo-se estatisticamente das demais cultivares.

O teor de enxofre nas folhas também apresentou diferença significativa, sendo que a cultivar Conquista apresentou concentrações superiores as demais variedades.

A maioria dos nutrientes apresentaram teores de macronutrientes considerados adequados segundo Ambrosano et al. (1997), apenas o potássio encontrava-se com teores abaixo dos considerados adequados.

Tabela 3. Teores de macronutrientes em quatro cultivares de soja submetidas a cinco doses de adubo foliar. Ilha Solteira- SP/2007

CULTIVARES	N	P	K	Ca	Mg	S
CONQUISTA	45,35 a	2,43 c	10,12	12,77 ab	4,27 b	2,31 a
BRS 245 RR	40,86 b	3,05 a	8,68	14,19 a	4,94 a	1,70 c
BRS MG 705S RR	43,40 ab	3,06 a	8,06	12,21 b	4,87 a	1,88 bc
FAVORITA RR	42,21 b	2,77 b	8,43	12,01 b	4,06 b	2,02 b
<b>DMS</b>	2,96	0,26	4,56	1,44	0,25	0,20

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

Analisando-se o teor de boro nas folhas de soja, verificou-se diferença significativa para as cultivares, visto que a cultivar Conquista apresentou-se superior as demais (Tabela 4). Para os teores de zinco e ferro, estes apresentaram diferença significativa entre as cultivares de soja, sendo que a BRS 245 RR e a BRS MG 705S RR diferiram-se estatisticamente das demais.

Já para os teores de manganês, a cultivar Conquista apresentou os maior resultados, diferindo-se estatisticamente das demais.

Tabela 4. Teores de micronutrientes em quatro cultivares de soja submetidas a adubação foliar com cálcio e boro. Ilha Solteira-SP/2007.

CULTIVARES	B	Zn	Cu	Fé	Mn
	(mg kg <sup>-1</sup> )				
CONQUISTA	40,4 a	44,7 ab	6,9 a	122,1 ab	235,5 a
BRS 245 RR	35,9 b	45,4 a	8,1 a	128,1 a	157,0 c
BRS MG 705S RR	28,2 c	47,0 a	5,0 a	100,6 c	192,4 b
BRS FAVORITA	30,9 bc	40,3 c	—	108, 1 bc	127,3 d
<b>DMS</b>	7,431	4,771	3,6	17,9	26,8

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem significativamente a 5% pelo teste Tukey

Na Tabela 5, pode-se verificar que não houve diferença significativa para a época de aplicação da adubação foliar de cálcio e boro, nos teores foliares de macro e micronutrientes, de forma que a aplicação foliar pode ser realizada em qualquer uma destas épocas, sem afetar os teores foliares de nutrientes em soja.

Tabela 5. Efeito da época de aplicação de cálcio e boro sobre os teores de macro e micronutrientes em quatro cultivares de soja. Ilha Solteira-SP/2007.

ÉPOCA	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Cu	Fe	Mn
	g kg <sup>-1</sup>						mg kg <sup>-1</sup>				
<b>R1</b>	42,98a	2,85a	7,80a	12,73a	4,58a	1,99a	36,56a	44,08a	5,83 <sup>a</sup>	118,63a	182,75a
<b>R3</b>	42,93a	2,81a	9,85a	12,87a	4,50a	1,97a	35,75a	44,62a	4,20 <sup>a</sup>	110,88a	173,75a
<b>DMS</b>	1,59	0,14	2,44	0,78	0,14	0,11	3,98	2,56	1,94	9,65	14,37

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente a 5% pelo teste Tukey

Analisando-se as doses de cálcio e boro em quatro cultivares de soja, não houve diferenças significativas nos teores destes elementos nas folhas de soja para todas as doses estudadas (Tabela 6).

Tabela 6. Efeito da aplicação de doses de cálcio e boro sobre os teores foliares destes em quatro cultivares de soja. Ilha Solteira-SP/2007.

<b>DOSE</b>	<b>Ca (g kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>B (mg kg<sup>-1</sup>)</b>
0,0	12,26 a	37,00 a
0,5	12,67 a	36,09 a
1,0	12,94 a	34,36 a
1,5	13,42 a	38,05 a
2,0	12,70 a	35,28 a
<b>DMS</b>	<b>1,72</b>	<b>8,84</b>

Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada fator, não diferem significativamente a 5% pelo teste Tukey

#### 4.3. QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA

Na Tabela 7 encontram-se os valores médios obtidos para cultivares, épocas de aplicação e doses de adubo mineral foliar com Ca e B, quadrados médios para índice de velocidade de germinação, primeira contagem, germinação, plântulas anormais, sementes não-germinadas, teste frio, envelhecimento acelerado. Verificou-se que para o teste de envelhecimento acelerado a época de aplicação da adubação foliar de Ca e B não afetou significativamente.

No teste de germinação, para as plântulas normais a época de aplicação não foi significativo. No entanto, para os outros fatores diferenças significativas foram observadas. Para sementes não-germinadas, não se verificaram diferenças significativas para época, não houve interação para cultivar e dose de época e dose. Sendo que para as demais variáveis analisadas os dados apresentaram diferença significativa entre os tratamentos.

Tabela 7. Valores médios para cultivares, época de aplicação, doses e quadrados médios para o índice de velocidade de germinação (IVG), primeira contagem (PC), germinação (G), plântulas anormais (AN), sementes não-germinadas (NG), teste frio (TF), envelhecimento acelerado (EA). Ilha Solteira-SP/ 2007.

CULTIVARES	IVG	PC	G	AN	NG	TF	EA
Conquista	12,7 b	38,1 a	82,4 b	10,2 a	7,2 a	29,2 c	65,6 b
BRS 245 RR	13,2 a	39,4 a	85,2 a	9,9 a	4,9 b	40,9 a	61,8 c
BRS MG 705S RR	12,8 ab	38,5 a	82,4 b	10,8 a	6,7 ab	40,1 ab	75,9 a
BRS Favorita	11,9 c	33,6 b	82,8 ab	11,3 a	5,8 ab	39,2 b	58,2 d
DMS	0,44	1,51	2,47	2,06	2,26	1,06	3,35
ÉPOCA DE APLICAÇÃO							
R1	12,8 a	40,0 a	83,1 a	10,0 a	6,8 a	36,9 b	65,4 a
R3	12,5 b	37,0 b	83,3 a	11,1 a	5,6 a	37,8 a	65,3 a
DMS	0,24	0,81	1,33	1,11	1,22	0,57	1,80
DOSES (L ha <sup>-1</sup> )							
0	12,3	36,6	80,8	10,9	8,2	35,3	62,8
0,5	12,9	38,2	85,4	9,2	5,1	37,4	67,5
1,0	12,2	36,1	80,0	12,5	7,5	38,8	64,0
1,5	12,9	38,4	84,5	11,1	4,3	40,1	66,5
2,0	12,9	37,7	85,2	9,0	5,6	35,3	66,0
QUADRADO MÉDIO							
Variedade (A)	11,77**	271,76**	71,49**	15,77 <sup>ns</sup>	41,50*	1192,35**	2348,87**
Época (B)	3,30**	41,01**	2,03 <sup>ns</sup>	44,10 <sup>ns</sup>	52,90 <sup>ns</sup>	32,40**	0,90 <sup>ns</sup>
Dose (C)	4,24**	31,35**	216,04**	65,46**	86,96**	145,80**	118,48**
A x B	13,24**	171,46**	241,23**	40,17*	104,97**	31,72**	311,37**
A x C	3,24**	34,14**	96,97**	46,91**	23,90 <sup>ns</sup>	138,01**	107,16**
B x C	2,57**	32,41**	80,71**	59,16**	25,09 <sup>ns</sup>	76,63**	34,53 <sup>ns</sup>
Bloco	0,89 <sup>ns</sup>	10,29 <sup>ns</sup>	12,36 <sup>ns</sup>	37,63*	25,77 <sup>ns</sup>	3,50 <sup>ns</sup>	3,27 <sup>ns</sup>
Resíduo	0,57	6,69	18,02	12,47	15,05	3,28	32,96
CV	5,97	6,91	5,10	33,39	62,82	4,84	8,78

\* significativo ao nível de 1% de probabilidade

\*\* significativo ao nível de 5% de probabilidade

<sup>ns</sup> 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 entre cultivares x épocas, cultivares X doses e épocas X doses, sendo os desdobramentos apresentados nas Tabelas 8, 9 e 10, respectivamente. Com relação à primeira interação cultivar x época observa-se que as sementes das cultivares Conquista e BRS Favorita apresentaram valores inferiores quando a aplicação foi realizada no estágio R1. Já no estágio R3 a cultivar Conquista e BRS 245 RR não diferiram significativamente e apresentaram valores significativamente superiores às cultivares BRS MG 705S RR e BRS Favorita. Para cultivar BRS 245 RR não se verificou diferença significativa entre as épocas de aplicação foliar. Constata-se que, quanto às épocas de aplicação de Ca e B via foliar as outras cultivares apresentaram sementes com diferentes velocidades de germinação.

A adição de Ca e B na época de floração e pós-floração segundo Bevilaqua et al. (2002) não melhorou a qualidade fisiológica das sementes produzidas, em nenhuma das fases de aplicação. Esses resultados discordam de Rosolem et al. (1990), que verificaram melhoria na qualidade fisiológica das sementes do feijoeiro em função das doses de Ca aplicado nas épocas R1 e R5.

Tabela 8. Desdobramento da interação significativa cultivares x épocas de aplicação de Ca e B via foliar para o índice de velocidade de germinação de soja.

Cultivar	Época de aplicação	
	R1	R3
Conquista	12,10 c B	13,40 a A
BRS 245 RR	13,40 a A	13,10 a A
BRS MG 705S RR	13,20 ab A	12,45 b B
BRS Favorita	12,65 bc A	11,25 c B
<b>DMS (cultivar)= 0,62</b>		
<b>DMS (época)= 0,47</b>		

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

Na Tabela 9 são apresentados os valores referentes aos desdobramentos cultivares x doses para a variável índice de velocidade de germinação. Com relação às doses, as cultivares apresentaram valores distintos, sendo que a cultivar BRS 245 RR apresentou valores superiores comparando com a cultivar BRS Favorita nas mesmas doses da adubação foliar.

Tabela 9. Desdobramento da interação significativa cultivares x doses para o índice de velocidade de germinação de soja.

Cultivar	Doses (L ha <sup>-1</sup> )					
	0	0,5	1,0	1,5	2,0	
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 705S RR	12,63 ab	13,25 ab	12,38 a	12,50 b	13,38 ab	RC <sup>(2)</sup>
BRS Favorita	12,00 bc	12,38 b	10,88 b	12,50 b	12,00 c	ns
<b>DMS</b>	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 épocas x doses 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 as doses. Para as cultivares, a época de aplicação no estádio R3 na dose 1,5 (L ha<sup>-1</sup>) apresentou valores inferiores a época anterior de aplicação (R1).

Tabela 10. Desdobramento da interação significativa épocas x doses para o índice de velocidade de germinação de soja.

Época	Doses (L ha <sup>-1</sup> )					
	0	0,5	1,0	1,5	2,0	
R1	12,38 a	12,81 a	12,25 a	13,56 a	12,88 a	ns
R3	12,31 a	13,13 a	12,25 a	12,31 b	13,06 a	RC <sup>(1)</sup>
<b>DMS</b>	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<sup>2</sup>=0,77\*)

Para os valores de germinação (Tabela 7), houve interações significativas cultivares x épocas, cultivares x doses e épocas x doses estão apresentados nas Tabelas 11, 12 e 13, respectivamente. Com relação à interação cultivares x épocas (Tabela 11), observa-se para a aplicação no estádio R1, a cultivar Conquista apresentou valores significativamente inferiores aos demais cultivares. No entanto,

no estágio R3 a cultivar Conquista e BRS 245 RR apresentaram valores superiores às demais. Verificou-se que para época de aplicação da adubação foliar a base de Ca e B, tem resposta distinta para as diferentes cultivares, sendo que cada cultivar respondeu de maneira diferente a aplicação via foliar.

Tabela 11. Desdobramento da interação significativa cultivares x épocas de aplicação de Ca e B via foliar para germinação de soja

Cultivar	Época de aplicação	
	R1	R3
Conquista	78,80 bB	86,10 aA
BRS 245 RR	85,30 aA	85,10 aA
BRS MG 705S RR	83,90 aA	80,90 bB
BRS Favorita	84,40 aA	81,20 bB
<b>DMS (cultivar)= 3,49</b>		
<b>DMS (época)= 2,47</b>		

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

Na Tabela 12 constata-se que de acordo com as doses da adubação via foliar a base de cálcio e boro as cultivares apresentaram valores distintos, ou seja, cada cultivar respondeu de maneira diferente as doses aplicadas.

Tabela 12. Desdobramento da interação significativa cultivares x doses para germinação de sementes de soja.

Cultivar	Doses (L ha <sup>-1</sup> )					
	0	0,5	1,0	1,5	2,0	
Conquista	84,75 a	81,50 b	82,50 a	83,00 b	80,50 b	ns
BRS 245 RR	76,50 b	88,75 a	82,50 a	89,75 a	88,50 a	RC <sup>(1)</sup>
BRS MG 705S RR	81,50 ab	85,75 ab	79,00 ab	80,50 b	85,25 ab	RC <sup>(2)</sup>
BRS Favorita	80,50 ab	85,75 ab	76,00 b	85,00 ab	86,75 a	RC <sup>(3)</sup>
<b>DMS</b>	5,53					

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\*)

O desdobramento referente à interação significativa entre épocas x doses para germinação de sementes de soja permite verificar que houve diferença significativa entre as duas épocas de aplicação somente na dose de 1,5 L ha<sup>-1</sup>, sendo que a época de aplicação R1 apresentou melhores resultados que a época R3.

Tabela 13. Desdobramento da interação significativa épocas x doses de Ca e B via foliar para germinação de sementes de soja.

Época	Doses (L ha <sup>-1</sup> )					
	0	0,5	1,0	1,5	2,0	
R1	80,37 a	84,25 a	79,12 a	87,25 a	84,50 a	ns
R3	81,25 a	86,62 a	80,87 a	81,87 b	86,00 a	RC <sup>(1)</sup>
<b>DMS</b>	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<sup>2</sup>=0,78\*)

Na Tabela 14 estão apresentados os valores do desdobramento da interação de cultivares x épocas de aplicação de Ca e B via foliar para o teste frio de sementes de soja. A cultivar BRS 245 RR apresentou valores superiores as demais cultivares no estágio R1 e para o estágio R3 as cultivares BRS MG 705S RR e BRS 245 RR apresentaram valores superiores a cultivar Conquista e portanto, para as cultivares Conquista e BRS MG 705S RR a melhor época de aplicação de Ca e B via foliar é no estágio R3, no entanto, as cultivares BRS 245 RR e BRS Favorita não houve diferença entre as épocas de aplicação.

Tabela 14. Desdobramento da interação significativa cultivares x épocas para teste frio em sementes de soja.

Cultivar	Época de aplicação	
	R1	R3
Conquista	28,05 cB	30,50cA
BRS 245 RR	41,60 aA	41,60 aA
BRS MG 705S RR	39,05 bB	41,25 abA
BRS Favorita	39,10 bA	39,40 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 cultivares x doses (Tabela 15) foi significativa, e o desdobramento permitiu verificar que a cultivar Conquista apresentou valores inferiores em relação às demais cultivares em comparação com as doses de Ca e B via foliar.

Nas cultivares BRS MG 705S RR e BRS Favorita conforme aumentou-se a dose de Ca e B via foliar houve um aumento na germinação para o teste frio. A cultivar Conquista atingiu seu máximo valor de germinação na dose de 1,0 L ha<sup>-1</sup> da adubação foliar a base de Ca e B, sendo que a cultivar BRS 245 RR atingiu seu ponto máximo de germinação no Teste Frio na dose de 0,5 L ha<sup>-1</sup>.

Tabela 15. Desdobramento da interação significativa cultivares x doses de Ca e B via foliar para o teste frio em sementes de soja.

Cultivar	Doses (L ha <sup>-1</sup> )					
	0	0,5	1,0	1,5	2,0	
Conquista	30,74 c	27,75 c	34,75 c	34,62 c	18,50 c	RQ <sup>(1)</sup>
BRS 245 RR	39,50 a	44,12 a	40,62 ab	43,25 a	37,12 b	RQ <sup>(2)</sup>
BRS MG 705S RR	35,50 b	38,12 b	41,50 a	42,62 a	43,00 a	RL <sup>(3)</sup>
BRS Favorita	35,50 b	39,62 b	38,50 b	40,00 b	42,62 a	RL <sup>(4)</sup>
<b>DMS</b>	2,35					

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\*)

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

A interação entre épocas x doses de aplicação de Ca e B via foliar para o Teste Frio foi significativo e o desdobramento está apresentado na Tabela 16. A segunda época de aplicação R3 apresentou valores superiores nas doses de 1,5 e 2,0 L ha<sup>-1</sup> da adubação foliar com Ca e B. Para a dose 1,0 L ha<sup>-1</sup>, na época R1 houve melhores resultados. No estágio R3 a melhor dose foi de 1,5 L ha<sup>-1</sup>.

Tabela 16. Desdobramento da interação significativa épocas x doses para o teste frio.

Época	Doses (L ha <sup>-1</sup> )					
	0	0,5	1,0	1,5	2,0	
R1	36,50 a	36,93 a	39,62 a	39,06 b	32,62 b	RQ <sup>(1)</sup>
R3	34,12 b	37,87 a	38,06 b	41,18 a	38,00 a	RQ <sup>(2)</sup>

**DMS**

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<sup>2</sup>=0,77\*)

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

Na Tabela 17 estão apresentados os valores referentes ao desdobramento a variável envelhecimento acelerado de soja, da interação entre cultivares x épocas de aplicação de Ca e B via foliar. A cultivar BRS Favorita no estádio R1 apresentou valores inferiores às demais e no estádio R3 a cultivar BRS Favorita e BRS 245 RR apresentou valores inferiores às demais. Para época de aplicação não obteve influência nas cultivares BRS Favorita e Conquista.

Tabela 17. Desdobramento da interação significativa cultivares x épocas de aplicação de Ca e B via foliar para Envelhecimento Acelerado

Cultivar	Época de aplicação	
	R1	R3
Conquista	66,50 bA	64,80 bA
BRS 245 RR	63,80 abA	59,80 cB
BRS MG 705S RR	71,90 aB	80,00 aA
BRS Favorita	59,70 cA	56,70 cA

**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 cultivares x doses de Ca e B via foliar para envelhecimento acelerado, as cultivares BRS MG 705S RR apresentou valores superiores nas distintas doses comparado com as demais cultivares, mesmo na testemunha. Somente para a cultivar BRS 245 RR houve resposta para as doses de aplicação foliar apresentando maior resposta de Plântulas Normais na dose de 1,5 L ha<sup>-1</sup>.

Tabela 18. Desdobramento da interação significativa cultivares x doses de Ca e B via foliar para envelhecimento acelerado.

Cultivar	Doses (L ha <sup>-1</sup> )					
	0	0,5	1,0	1,5	2,0	
Conquista	66,75 a	65,50 b	65,25 b	66,25 b	64,50 b	NS
BRS 245 RR	53,00 b	66,50 b	59,50 bc	68,75 ab	61,25 b	RQ <sup>(1)</sup>
BRS MG 705S RR	73,00 a	76,00 a	74,50 a	75,00 a	81,25 a	NS
BRS Favorita	58,50 b	62,25 b	57,00 c	56,00 c	57,25 b	NS
<b>DMS</b>	7,48					

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\*)

## **5. CONCLUSÕES**

A aplicação de Ca e B via foliar no estágio R3 proporcionou uma maior produtividade de sementes em relação à aplicação no estágio R1, sendo que a cultivar BRS MG 705S se apresentou como a mais adequada em termos de produtividade de sementes sendo indicada para o cultivo na região.

## 6. REFERÊNCIAS

AMBROSANO, E.J.; TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A.; RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H. Leguminosas e oleaginosas. 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: Instituto Agrônomo/Fundação, 1997. p.189-203.

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

BATAGLIA, O.C. et al. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 48p. (Boletim técnico, 78).

BATAGLIA, O.C.; MASCARENHAS, H.A.A. **Absorção de nutrientes pela soja**. Campinas: IAC, 1978. 36 p. (Boletim técnico, 41).

BEN, J.R.; POTTKER, D.; MEDEIROS, L.A. Avaliação de fertilizantes foliares para a soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 21, 1993, Santa Rosa. **Soja: Resultados de Pesquisa 1992-1993**. Santa Rosa: Cooperativa Mista Missões. 199p. (Embrapa-CNPT. Documentos, 9).

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.

BOARETTO, A.E.; TIRITAN, C.S.; MURAOKA, T. Effects of foliar applications of boron on citrus fruit and on foliage and soil boron concentration. In: BELL, R.W. ; RERKASEM, B. (Ed.). **Boron in soils and plants**. New York: Kluwer Academic Publishers, 1997. p.121-123.

BORKERT, C.M. **Soja**: adubação foliar. Londrina: EMBRAPA-CNPS, 1987. 34 p. (Documentos, 22).

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretária de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992, 365p.

BROCH, D.L.; FERNANDES, C.H. **Resposta da soja à aplicação de micronutrientes**. Maracaju: Fundação MS, 1999. 56p. (Informativo técnico 02/99).

BURTON, M.G.; LAUER, M.J.; McDONALD, M.B. **Crop Science**, Madison, v.40, p.476-482, 2000.

BUZETTI, S.; MURAOKA, T.; SÁ, M.E. Doses de boro na soja, em diferentes condições de acidez do solo. II – Níveis críticos na planta e nos grãos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, SP, 1990, p.163-166.

CAKMAK, I.; RÖMHELD, V. Boron deficiency-induced impairments of cellular functions in plants. In: DELL, B.; ROWN, P.H.; BELL, R.W. (Ed.). **Boron in soil and plants: review**. Symposium, Chiang Mai, reprinted Plant and Soil, v.193, n.1-2, p.71-83. 1997.

CÂMARA, G.M.S. **Desempenho produtivo dos cultivares de soja IAC-17, IAC-12 e IAC-19, semeados em três épocas de semeadura e em cinco densidades de**

**plantas**. 1998. 165 f. Tese (Livre-Docência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998a

CÂMARA, G.M.S. Fenologia da soja. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 82, p. 1 - 6, 1998b.

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

CHABOUSSOU, F. **A teoria da trofobiose**. 20.ed. Porto Alegre: Fundação Gaia/CAE ipê, 1987.

CAMARGO, P.N.; SILVA, O. **Manual de adubação foliar**. São Paulo: Herba, 1975.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Sexto levantamento, da safra 2006/2007**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2007. 22p. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 04 mar. 2007.

COSTA, J.A. **Cultura da soja**. Porto Alegre : I. Manica & J. A. Costa, 1996. 233p.

DEMATTÊ, J.L.I. **Levantamento detalhado de solos do Campus Experimental de Ilha Solteira**. Piracicaba: Departamento de Solos, geologia e fertilizantes, ESALQ/USP, 1980. 48p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1994. 412p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa solos, 1999. 412p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA - EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja**: região central do Brasil, 2005. Londrina: Embrapa Soja, 2003. 242p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas**: princípios e perspectivas. Londrina: Editora Planta, 2006. p.209-243.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1994. 227 p.

FAVARIN, J.L.; MARINI, J.P. Importância dos micronutrientes para a produção de grãos. In: SOCIEDADE NACIONAL DA AGRICULTURA, 2000. Disponível em: [www.sna.com.br](http://www.sna.com.br). Acesso em: 03 mar. 2007.

FERNANDEZ, E.M., ROSOLEM, C.A., NAKAGAWA, J. Produtividade e qualidade de sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) em função da calagem e do método de secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, v.19, p.34-40, 1997a.

FERNANDEZ, E.M., ROSOLEM, C.A., NAKAGAWA, J. Fungus incidence on peanut grains as affected by drying method and Ca nutrition. **Field Crops Research**, v.52, p.9-15, 1997b.

GARCIA, L.R.; HANWAY, J. J. Foliar fertilization of soybeans during the seed-filling period. **Agronomy Journal**, Madison, v.4, n.68 ,p.763-769, 1976.

HAQ, M. U.; MALLARINO, A. P. Soybean yield and nutrient composition as affected by early season foliar fertilization. **Agronomy Journal**, Madison, v. 92, n. 1, p. 16-24, 2000.

HEIFFIG, L.S. **Plasticidade da cultura da soja (*Glycine max* (L.) merrill) em diferentes arranjos espaciais**. 2002. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.



INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **Handbook of vigour test methods**. Zurich: ISTA, 1995. 1172p.

ISELY, D. Vigor test. **Proceedings Association Official Seed Analysts**, Lincoln, v.47, p.176-82, 1957.

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**, Japan, p.238-247. 1967.

LAZARINI, E. **Efeitos de doses e fontes de cálcio e enxofre na cultura do feijoeiro**. 1990. 54 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 1990.

LANTMANN, A.F. Resposta da soja a molibdênio em diferentes níveis de pH do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.13, n.1, p. 45-49, 2002.

LIMA, S.F.; ANDRADE, M.J.B.; CARVALHO, J.G. Resposta do feijoeiro à adubação foliar de boro, molibdênio e zinco. **Ciência e Agrotécnica**, Lavras, v.23, n.2, p. 462-467, 1999.

LIMA, D.M.; CUNHA, R.L.; PINHO, E.V.R.V.; GUIMARÃES, R.J. Efeito da adubação foliar no cafeeiro, em sua produção e na qualidade fisiológica de sementes. **Ciência Agrotécnica**, Lavras. Ed. Esp., p. 1499-1505, 2003.

MACEDO, F.B.; TEIXEIRA, N.T.; LIMA, A. M.; BERNARDES, C.R.; FREITAS, D.J.B.; OLIVEIRA, R.F. Boro no plantio e cálcio e boro em adubação foliar na produção da soja. **Ecosistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 27, n. 1/2, 2002. p.87-88.

MAEDA, J.A.; MASCARENHAS, H.A.A. Qualidade da semente de soja produzida em solo de cerrado virgem, cerrado recuperado. **Pesquisa 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.

MALAVOLTA, E. Nutrição de plantas. In: Ferri, M.G. (Org.). **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EDUSP, 1985. v.1, 400p.

MARCOS FILHO, J. Teste de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. Cap. 3, p.1-10.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. Cap.3, 1-24.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005.495p.

MARCOS FILHO, C.; CÉCERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade fisiológica das sementes**. Piracicaba: FEALQ. 1987. 230p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 2<sup>nd</sup> Ed., 1995. 889p.

MASCARENHAS, H.A.A. Cálcio no solo e na planta. In: MASCARENHAS, H.A.A. **Cálcio, enxofre e ferro no solo e na planta**. Campinas: Fundação Cargill, 1977. p.01-24.

MELLO, F.A.F.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C.; ARZOLLA, S. **Fertilidade do solo**. 3.ed. São Paulo : Nobel, 1985. 400p.

NOGUEIRA, S.S.S.; JORGE, J.P.N. Efeito da aplicação de cálcio, por via foliar, na produção de grãos de soja (*Glycine max*. L. Merr.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 31,1979, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: SBPC, 1979. p.11.

O'NEILL, M.A. YORK, W.S. The Composition and structure of plant primary cell walls. In: ROSE, J.K.C. (Ed). **The Plant Cell Wall**. Oxford: Blackwell, 2003. p.1-54.

PERUCHI, M. Aplicação de fertilizantes foliares em culturas anuais. 2006. 53f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. 2006.

POWER, P.P.; WOODS, W.G. The chemistry of boron and its speciation in plants. In: DELL, B.; ROWN, P.H.; BELL, R.W. (Ed.). **Boron in soil and plants: review**. Symposium, Chiang Mai, reprinted Plant and Soil, v.193, n.1-2, p.1- 13, 1997.

PRIMAVESI, O. Resultados de Nitrofoska foliar em diversas culturas no Brasil. In: SIMPÓSIO DE ADUBAÇÃO FOLIAR, 1, 1980, Botucatu. **Anais...Botucatu**: FEPAF, 1981. p.73-109.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Ceres, 1991. 343p.

RAIJ, B. van. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba: POTAFÓS, 1987.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed.rev.atual. Campinas: Instituto Agrônômico, 1996. 285p. (Boletim técnico 100.)

RAIJ, B. Van; QUAGGIO, J.A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1983. 31p. (Boletim Técnico, 81).

REZENDE, P.M.; GRIS, C.F.; CARVALHO, J.G.; GOMES, L.L.; BOTTINO, L. Adubação foliar. I. Épocas de aplicação de Fósforo na cultura da soja. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.29, n.6, p.1105-1111, 2005.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; THOMPSON, H. E.; BENSON, G. O. **How soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Thechnology, Cooperative Extension Service, 1994. 20p. (Special report, 53).

ROSOLEM, C.A. **Nutrição mineral e adubação de soja**. Piracicaba : Instituto da potassa, 1980. 80p. (Boletim técnico, 6).

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.

ROSOLEM, C.A.; MACHADO, J. R. Eficiência da cobertura nitrogenada via solo e via foliar em trigo. **Científica**, São Paulo, v.19, n.1, p. 9-14, 1991.

ROSOLEM, C.A. Adubação foliar. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1984, Brasília, DF. **Anais...** Brasília: EMBRAPA, 1984. p. 419- 449.

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

SILVA, M.M. **Fontes e modos de aplicação de manganês na nutrição, produção e qualidade da soja, cultivada em solo de cerrado**. 2000. 174 f. Tese (Doutorado)- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade Estadual Paulista.

SOUZA, G.A.; PRIMAVESI, O.; COUTINHO, E.L.M. Adubação foliar em soja. In: SIMPÓSIO DE ADUBAÇÃO FOLIAR, 1, 1980, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FEPAF, 1981. p.125.