



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SEMENTES**

Dissertação

**APLICAÇÃO DE CÁLCIO, MAGNÉSIO E SILÍCIO NAS SEMENTES DE SOJA**

**Cassyo de Araújo Rufino**

Pelotas, RS

2010

**Cassy de Araújo Rufino**

**APLICAÇÃO DE CÁLCIO, MAGNÉSIO E SILÍCIO NAS SEMENTES DE SOJA**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ciências (área do conhecimento: Ciência e Tecnologia de Sementes).

Orientador: Dr. Antonio Carlos Souza Albuquerque Barros – FAEM/UFPel

Pelotas, 2010

Dados de catalogação na fonte:  
( Marlene Cravo Castillo – CRB-10/744)

R926ad Rufino, Cassyo de Araújo  
Aplicação de cálcio/magnésio e silício nas sementes  
de soja / Cassyo de Araújo Rufino; orientador  
Antonio Carlos Souza Albuquerque Barros. -  
Pelotas,2010.-56f. .- Dissertação (Mestrado ) –  
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia  
de Sementes. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel .  
Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2010.

1.Glycine max 2.Qualidade de sementes  
3.Micronutrientes I. Barros, Antonio Carlos Souza  
Albuquerque (orientador) II .Título.

CDD 633.34

## **APLICAÇÃO DE CÁLCIO, MAGNÉSIO E SILÍCIO NAS SEMENTES DE SOJA**

**Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Pelotas  
como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em  
Ciência e Tecnologia de Sementes,  
para obtenção do título de “Mestre”**

**APROVADA em 29 de Novembro de 2010**

### **BANCA EXAMINADORA:**

Prof. Dr. Antonio Carlos Souza Albuquerque Barros – UFPel (Presidente)

---

Prof. Dr. Francisco Marinaldo Fernandes Corlett – IFSul Campus  
Pelotas/CAVG

---

Prof. PhD. Leopoldo Mário Baudet Labbé – UFPel

---

Prof. Dr. Jorge Luiz Martins - UFPel

---

## **Dedicatória**

**A minha mãe pelo grande amor,  
carinho dedicação e compreensão  
nas horas que precisei**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida;

Ao Professor Dr. Antonio Carlos Souza Albuquerque Barros pela orientação, confiança e amizade prestados durante o mestrado;

Ao Professor Dr. Francisco Marinaldo Fernandes Corlett, pela grande amizade, dedicação e orientação;

Aos meus irmãos Cayo e Naná, pelo apoio e incentivo;

Às minhas tias, especialmente à Tia Verônica e Tia Ritinha, pelo amor, dedicação e apoio em todas as horas que precisei;

Aos colegas Lizandro Ciciliano Tavares, José Matheus Betemps Vaz da Silva, Rogério Seus, Suemar Alexandre Avelar, Leandro van Hausen, Marcio Blanco Neves, Zarela Zanatta, Vanessa Soares, Helen Rodrigues e Marília Mércia pelo apoio e amizade.

À Jucilayne Fernandes Vieira por todo apoio e compreensão que me dedicou durante todo este tempo.

Aos estagiários Caio Sippel Dörr, Ciro Guidotte Pinto e Ricardo Dutra;

Aos Professores do Programa de Ciência e Tecnologia de Sementes pelos ensinamentos transmitidos;

Aos funcionários do Laboratório Didático de Análise de Sementes, pelo auxílio técnico, em especial a Ireni, Verônica Brasil e Alessandra;

Ao secretário executivo do PPG C&TS Eng. Agr. Dr. Géri Eduardo Meneghello pelo apoio cedido nos trabalhos;

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes pela oportunidade de realização do curso;

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos durante o período de estudos;

A todos os colegas do curso pela amizade e troca de experiências;

E também a todos aqueles que contribuíram de alguma forma, direta ou indiretamente para realização deste trabalho;

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	
RESUMO GERAL.....	
ABSTRACT.....	
1. INTRODUÇÃO.....	1
<b>2. CAPÍTULO I - CRESCIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE SOJA INFLUENCIADOS PELO TRATAMENTO DE SEMENTES COM CÁLCIO E MAGNÉSIO + SILÍCIO</b>	<b>4</b>
2. 1 Resumo.....	5
2. 2 Abstract.....	6
2. 3 Introdução.....	7
2. 4 Material e Métodos.....	9
2. 5 Resultados e Discussão.....	12
2. 6 Conclusão.....	56
<b>3. CAPÍTULO II - RECOBRIMENTO DE SEMENTES DE SOJA COM CÁLCIO/MAGNÉSIO E SILÍCIO: COMPONENTES DE RENDIMENTO E QUALIDADE FISIOLÓGICA</b>	<b>28</b>
3. 1 Resumo.....	29
3. 2 Abstract.....	30
3. 3 Introdução.....	31
3. 4 Material e Métodos.....	35
3. 5 Resultados e Discussão.....	39
3. 6 Conclusão.....	48
<b>4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>49</b>

## LISTA DE TABELAS

### **CAPÍTULO I - CRESCIMENTO INICIAL EM PLANTAS DE SOJA, INFLUENCIADAS PELO RECOBRIMENTO DE SEMENTES COM CÁLCIO/MAGNÉSIO E SILÍCIO**

- Tabela 1. Produção de matéria seca ( $\text{g pl}^{-1}$ ) de cultivares de soja, submetidas ao recobrimento de sementes com cálcio/magnésio e silício, conduzidas em casa-de-vegetação, avaliadas aos 10, 20 e 30 dias após a emergência (DAE). Capão do Leão-RS, 2010..... 17
- Tabela 2. Área foliar ( $\text{cm}^{-2}$ ) de cultivares de soja, submetidas ao recobrimento de sementes com cálcio/magnésio e silício, conduzidas em casa-de-vegetação, avaliadas aos 10, 20 e 30 DAE. Capão do Leão-RS, 2010..... 19
- Tabela 3. Altura de planta (cm) de cultivares de soja, submetidas ao recobrimento de sementes com cálcio e silício, conduzidas em casa-de-vegetação, avaliadas aos 10, 20 e 30 DAE. Capão do Leão-RS, 2010..... 21
- Tabela 4. Taxa de Crescimento da Cultura (TCC -  $\text{mg.pl}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ), Taxa de Crescimento Relativo (TCR -  $\text{mg.g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ) e Taxa Assimilatória Líquida (TAL -  $\text{mg.cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ) de plantas de soja conduzidas em casa-de-vegetação, submetidas ao recobrimento de sementes com cálcio/magnésio e silício, avaliadas aos 10, 20 E 30 DAE. Capão do Leão, RS. 2010..... 26

### **CAPÍTULO II - RECOBRIMENTO DE SEMENTES DE SOJA COM CÁLCIO/MAGNÉSIO E SILÍCIO: COMPONENTES DE RENDIMENTO E QUALIDADE FISIOLÓGICA**

- Tabela 1. Componentes do rendimento - Número de legumes por planta (NLP), Número de sementes por planta (NSP) e Peso da Massa de Sementes (PMS), das sementes produzidas de cultivares de soja, submetidas ao recobrimento de sementes com cálcio/magnésio e silício, conduzidas em casa de vegetação. Capão do Leão-RS, 2010..... 40
- Tabela 2. Altura da Inserção do 1ª Legume, em duas cultivares de soja, submetidas ao recobrimento de sementes com cálcio/magnésio e silício, conduzidas em casa de vegetação. Capão do Leão-RS, 2010..... 41
- Tabela 3. Altura de planta em duas cultivares de soja, submetidas ao recobrimento de sementes com cálcio/magnésio e silício, conduzidas em casa de vegetação. Capão do Leão-RS, 2010..... 42

Tabela 4.	Rendimento Biológico aparente em duas cultivares de soja, submetidas ao recobrimento de sementes com cálcio/magnésio e silício, conduzidas em casa de vegetação. Capão do Leão-RS, 2010.....	42
Tabela 5.	Índice de colheita em duas cultivares de soja, submetidas ao recobrimento de sementes com cálcio/magnésio e silício, conduzidas em casa de vegetação. Capão do Leão-RS, 2010.	43
Tabela 6.	Qualidade fisiológica - Primeira Contagem de Germinação (PCG), Germinação (G), Envelhecimento Acelerado (EA) e Massa de 1000 de Sementes (M1000S) das sementes colhidas de cultivares de soja, submetidas ao recobrimento de sementes com cálcio/magnésio e silício, conduzidas em casa de vegetação. Capão do Leão-RS, 2010.....	45
Tabela 7.	Comprimento total de plântulas (cm) das sementes colhidas de duas cultivares de soja, submetidas ao recobrimento de sementes com cálcio/magnésio e silício, conduzidas em casa de vegetação. Capão do Leão-RS.....	46
Tabela 8.	Comprimento da parte aérea (cm) das sementes colhidas de duas cultivares de soja, submetidas ao recobrimento de sementes com cálcio/magnésio e silício, conduzidas em casa de vegetação. Capão do Leão-RS, 2010.....	43
Tabela 9.	Comprimento de raiz (cm) das sementes colhidas de duas cultivares de soja, submetidas ao recobrimento de sementes com cálcio/magnésio e silício, conduzidas em casa de vegetação. Capão do Leão-RS, 2010.....	43

## RESUMO GERAL

### APLICAÇÃO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO + SILÍCIO NAS SEMENTES DE SOJA

**Autor:** RUFINO, Cassyo de Araújo

**Orientador:** Dr. Antonio Carlos Souza Albuquerque Barros

RESUMO - O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito do recobrimento de sementes de soja, com cálcio/magnésio e silício, verificados por meio da qualidade fisiológica, componentes do rendimento e análise de crescimento. Foram utilizados dois micronutrientes, cálcio e silício (calcário dolomítico e caulim), ambos na dose de  $50 \text{ g/kg}^{-1}$  de sementes. Os tratamentos consistiram da combinação do recobrimento das sementes e cultivares: BMX Potência RR - T1 (Ca e Mg + Si), T2 (Ca e Mg), T3 (Si) e T4 (Sem nutrientes), CD 226 RR – T1 (Ca e Mg + Si), T2 (Ca e Mg), T3 (Si) e T4 (Sem nutrientes). Para a análise de crescimento foram analisadas às seguintes variáveis : área foliar, altura de planta, matéria seca da parte aérea, taxa de crescimento da cultura (TCC), taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa de assimilação líquida (TAL). Para a qualidade fisiológica e componentes do rendimento, foram realizados os seguintes testes : teste de germinação, primeira contagem da germinação, envelhecimento acelerado, massa de mil sementes, massa de sementes por planta, altura de planta, diâmetro de colmo, número de legumes e sementes por planta, índice de colheita, rendimento biológico, comprimento de plântula total, parte aérea e raiz. Para todas variáveis analisadas foram utilizados um delineamento experimental de blocos inteiramente casualizados, em esquema fatorial 2X4 (2 cultivares e 4 combinações do recobrimento de sementes com Ca e Mg + Si). Com base nas condições que foi desenvolvida a presente pesquisa, pode-se concluir: O tratamento de sementes de soja com Cálcio e Magnésio + Silício pode ser uma alternativa viável para o tratamento das sementes, pois promove maior área foliar e produção de matéria seca. O crescimento inicial em plantas de soja é influenciado pelo tratamento de sementes com cálcio, magnésio e silício. Sementes de soja recobertas com cálcio, magnésio e silício melhoraram o desempenho fisiológico das sementes colhidas e o rendimento de sementes de soja. As cultivares BMX Potência RR e CD 226 RR apresentaram comportamentos distintos quando submetidas ao recobrimento das sementes com Ca e Mg + Si.

Palavras chave: *Glycine max* (L.) Merrill, qualidade de sementes, micronutrientes.

## APPLICATION OF CALCIUM AND MAGNESIUM + SILICON IN SOYBEAN SEEDS

**Student:** RUFINO, Cassyo de Araújo

**Adviser:** Dr. Antonio Carlos Souza Albuquerque Barros

**ABSTRACT** - The aim of this study was to evaluate the effect of coating of soybean seeds with calcium / magnesium and silicon verified through the physiological quality, yield components and plant growth. We used two micronutrients, calcium and silicon (limestone and kaolin), both at a dose of 50 g/kg-1 seed. The treatments were a combination of coating seeds and cultivars: RR Power BMX - T1 (Ca / Mg Si), T2 (Ca / Mg), T3 (Si) and T4 (No micronutrients), CD 226 RR - T1 (Ca / Mg Si), T2 (Ca / Mg), T3 (Si) and T4 (No micronutrients). For the growth analysis were analyzed the following variables: leaf area, plant height, shoot dry matter, crop growth rate (CBT), relative growth rate (RGR) and net assimilation rate (NAR). For the physiology and yield components, were performed the following tests: germination, first count germination, accelerated aging, weight of thousand seeds, seed mass per plant, plant height, stem diameter, number of pods and seeds per plant, harvest index, biological yield, total seedling length, shoot and root. For all variables analyzed were used an experimental design of randomized blocks in factorial 2x4 (two cultivars and four combinations of seed coating with Ca and Mg + Si). The coating of soybean seeds can be an alternative to seed treatment because it promotes greater leaf area and dry matter production. The plants originated from the seed coating with calcium and magnesium + silicon produced good results for the growth rate, relative growth rate and net assimilation rate of the culture. Seed coating with calcium and silicon at a dose of 50 g/100 kg presented effectiveness in the physiological performance of evaluated soybean after harvest. Cultivars BMX Power and RR 226 CD RR showed different behavior when subjected to the coating of seeds with Ca, Mg and Si.

**Keywords:** *Glycine max* (L.) Merrill, seed quality, micronutrients.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A soja (*Glycine max* (L). Merrill), espécie de origem asiática, é a oleaginosa mais cultivada no mundo e representa um dos principais itens de exportação do agronegócio brasileiro. Ao longo do histórico de manejo e produção da soja, pode-se notar que houve melhorias no manejo da cultura bem como aumentos significativos na produtividade, tudo isso devido ao uso adequado de técnicas de manejo, como adubação, irrigação, controle de pragas e doenças, tratamento de sementes, uso de micronutrientes e etc.

Com a expansão da cultura em área e produtividade nos últimos anos, há um conseqüente aumento na demanda por sementes de alta qualidade, por isso a qualidade fisiológica das sementes e uso de técnicas para manter a qualidade no campo devem estimular cada vez mais o avanço da soja no Brasil.

Segundo Popinigis (1985) a qualidade de sementes é o somatório dos atributos da qualidade genética, física, fisiológica (poder germinativo, vigor e viabilidade) e sanitária que afetam a capacidade dessas de originar plantas altamente produtivas.

Em associação ao tratamento químico, o recobrimento de sementes tem sido estudado visando, principalmente, melhorar o comportamento dessas, tanto do ponto de vista fisiológico, como econômico (SAMPAIO e SAMPAIO, 1994).

Para alcançar altas produtividades com a cultura da soja, é necessário que o agricultor adote práticas adequadas de manejo, diminuindo os riscos que as plantas estão expostas no campo, como por exemplo, o uso de cultivares adaptados e semeadura em época adequada, manejo adequado do solo, controle de pragas e doenças e principalmente o uso de sementes de boa qualidade (FRANÇA NETO, 1984). Isso aumenta as chances de uma lavoura com estande adequado e evita possíveis replantios que podem repercutir em mais gastos para o produtor e queda no rendimento.

Sementes de soja com alta qualidade fisiológica irão proporcionar plantas com maiores taxas de crescimento inicial e eficiência metabólica, além de maior área foliar, maior produção de matéria seca e maiores rendimento (KOLCHISNKI, SCHUCH; PESKE, 2005; 2006), aumentando as chances de sucesso da lavoura.

Pesquisas têm demonstrado que o recobrimento de sementes associado com o uso de micronutrientes nas sementes apresenta-se com uma alternativa viável para manter a qualidade fisiológica das sementes, assim como aumentos na produtividade.

Os nutrientes podem ser classificados em essenciais e benéficos. De acordo com Malavolta (2008), atualmente 19 elementos estão classificados como essenciais para as plantas, que satisfazem os seguintes critérios de essencialidade. O elemento faz parte de um composto ou de uma reação crucial do metabolismo, na ausência do elemento a planta morre antes de concluir o seu ciclo e o elemento não pode ser substituído por nenhum outro. Assim os nutrientes podem se classificar em Macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) exigidos em maior quantidade. Os benéficos, são aqueles minerais que compensam ou eliminam os efeitos tóxicos de outros, substituem um elemento essencial em alguma de suas funções menos específicas e são exigidos por alguns grupos de plantas ou ainda por plantas em circunstâncias peculiares, como o Sódio (Na), Silício (Si) e Cobalto (Co) (SANTOS, 2004).

As culturas apresentam quantidades diferentes em relação à absorção de cálcio e magnésio (NOVAIS et al., 2007). Desta forma, as deficiências de cálcio nos tecidos das plantas causam aspecto gelatinoso nas pontas das folhas e nos pontos de crescimento, o que se deve à necessidade de pectato de cálcio para a formação da parede celular. Segundo Malavolta (2006) são sintomas de deficiência de cálcio visíveis: amarelecimento da região limitada da margem das folhas mais novas, crescimento não uniforme da folha, do qual resultam formas tortas, às vezes com gancho na ponta; murchamento e morte das gemas terminais; gemas laterais dormentes, manchas necróticas internevais, murchamento das folhas e colapso do pecíolo, raízes mostram a deficiência precocemente, aparência gelatinosa das pontas, pêlos inchados, cessação do crescimento apical, pequena frutificação ou produção de frutos anormais; produção pequena ou nula de sementes, mesmo com flores normais.

Quando o cálcio é deficiente, pode haver colapso do pecíolo, murchamento das folhas mais novas e amarelecimento de suas margens (MALAVOLTA et al., 2002).

O magnésio é absorvido pela planta na forma iônica da solução do solo e acessado pelas raízes principalmente pelos mecanismos de interceptação radicular e fluxo de massa. A absorção de magnésio está associada, também, às suas relações de equilíbrio com cálcio e potássio na solução do solo (NOVAIS et al., 2007). Os sintomas de deficiências de magnésio geralmente aparecem primeiro nas folhas mais velhas. Isso acontece porque o magnésio é redistribuído na planta. A deficiência aparece com cor amarelada, bronzeada ou avermelhada, enquanto as nervuras das folhas permanecem

verdes. O desequilíbrio entre cálcio e magnésio no solo pode acentuar a deficiência de magnésio. Quando a relação cálcio magnésio torna-se muito alta, a planta pode absorver menos magnésio (FERNANDES, 2006). O magnésio ocupa posição central na molécula da clorofila e funciona como ativador de muitas enzimas. Serve como ponte entre o ATP e compostos orgânicos, como açúcares, que serão transformados por enzimas. Quando ocorre deficiência de magnésio, as folhas mais velhas ficam amarelas entre as nervuras e caem prematuramente, e a formação das sementes é prejudicada (MALAVOLTA et al., 2002).

A ciência já demonstrou o envolvimento do silício (Si) em vários aspectos estruturais, fisiológicos e bioquímicos na vida das plantas, com papéis bastante diversos. O uso deste micronutriente possui relatos de mais de 2000 anos atrás, os chineses já utilizavam cinzas de palha de arroz, ou cevada, misturadas com esterco para fertilizar o solo. Virgílio (70 - 19 a.C.), na época do Império Romano, também sugeria o uso de cinza vegetal para aumentar a fertilidade dos solos já degradados. As cinzas vegetais podem ser consideradas como o primeiro fertilizante mineral complexo, e as cinzas de arroz e outros cereais, que acumulam quantidades significativas de silício, como o primeiro fertilizante silicatado utilizado pelo homem. Um famoso agrônomo e químico alemão, Justus von Liebig (1803-1873), foi a primeira pessoa a sugerir o uso do silício como fertilizante em 1840, e o primeiro cientista a conduzir um experimento com silício em casa-de-vegetação. O primeiro experimento de campo com fertilizante silicatado, no mundo, ocorreu em 1859 na Estação Experimental de Rothamsted, na Inglaterra, famosa por seus ensaios seculares. Aliás, os experimentos com adubação silicatada continuam até hoje. Estes são alguns exemplos que mostram que o uso do silício na agricultura não é recente. Desde então, a pesquisa científica tem demonstrado, e a prática tem comprovado, os inúmeros benefícios da adubação silicatada, cujo interesse no Brasil tem aumentado bastante. Isto se explica pelo fato de já haver disponibilidade de fontes comerciais de silício, o que não ocorria há apenas alguns anos atrás (LIMA FILHO, 2010).

Desta forma, foi testado à aplicação de cálcio/magnésio e silício nas sementes de soja como uma nova alternativa para o tratamento de sementes.

## **2. CAPÍTULO I**

### **CRESCIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE SOJA INFLUENCIADOS PELO TRATAMENTO DE SEMENTES COM CÁLCIO E MAGNÉSIO + SILÍCIO**

## 2.1 RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito do recobrimento de sementes com cálcio e magnésio + silício em duas cultivares de soja. Foram utilizados a combinação de três nutrientes, cálcio e magnésio + silício. As fontes de nutrientes utilizados foram calcário dolomítico e caulim, ambos aplicados na dose de  $5 \text{ g.Kg}^{-1}$  de sementes. Os tratamentos para as duas cultivares (BMX Potência RR e CD 226 RR) foram: T1(Ca e Mg + Si), T2 (Ca e Mg), T3 (Si) e T4 (Sem os nutrientes). Analisou-se as seguintes variáveis: área foliar, altura de planta, matéria seca da parte aérea, taxa de crescimento da cultura, taxa de crescimento relativo e taxa de assimilação líquida. O recobrimento de sementes de soja pode ser uma alternativa para o tratamento das sementes, pois promove maior área foliar e produção de matéria seca. Plantas originadas do recobrimento com cálcio e magnésio + Silício proporcionaram bons resultados para a taxa de crescimento, taxa de crescimento relativo e taxa de assimilação líquida da cultura.

**Palavras-chave:** *Glycine max* (L.) Merrill, tratamento de sementes, micronutrientes, área foliar, taxa de crescimento.

## 2.2 ABSTRACT

### INITIAL GROWTH OF PLANTS INFLUENCED BY SOYBEAN SEED TREATMENT WITH CALCIUM AND MAGNESIUM + SILICON

The objective of this study was to evaluate the effect of seed coating with calcium and silicon in two soybean cultivars. A combination of three nutrients, calcium and magnesium + silicon was used. The nutrient sources used were lime and kaolin, both applied at a dose of 5 g.Kg<sup>-1</sup> seeds. The treatments for both cultivars (BMX Power and RR 226 CD RR) were: T1 (Ca and Mg + Si), T2 (Ca and Mg), T3 (Si) and T4 (no nutrients). The following variables were analyzed: leaf area, plant height, shoot dry matter, crop growth rate, relative growth rate and net assimilation rate. The coating of soybean seeds can be an alternative to seed treatment because it promotes greater leaf area and dry matter production. The plants originated from the seed coating with calcium and magnesium + silicon produced good results for the growth rate, relative growth rate and net assimilation rate of the culture.

**Key words** - *Glycine max* (L) Merrill, seed coating, micronutrients, leaf area, growth rate.

## 2.3 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é amplamente cultivada pelos agricultores do estado do Rio Grande do Sul em suas lavouras. Neste estado, a cultura ocupa uma área cultivada de aproximadamente de 4.010.000 milhões de ha, com produtividade de 2.100 Kg/ha e produção de 8.422,3 milhões de toneladas, representado cerca de 45,4% da área cultivada no estado Rio Grande do Sul (CONAB, 2009). A análise de crescimento apresenta-se como uma poderosa ferramenta para descrever as mudanças na produção vegetal em função do tempo, o que não é possível com o simples registro do rendimento (URCHEI et al., 2000). Seu uso permite estabelecer uma ligação entre o simples registro do rendimento das culturas e a análise desta por meio de métodos fisiológicos, requerendo informações que podem ser obtidas sem a necessidade de equipamentos sofisticados (AGUILERA et al., 2004).

Vários estudos ao longo dos anos, também demonstram o envolvimento do silício (Si) em vários aspectos estruturais, fisiológicos e bioquímicos da vida das plantas, com papéis bastante diversos. O silício tem um papel importante nas relações solo-planta-ambiente. Presente no solo e na planta fornece à cultura melhores condições para suportar adversidades climáticas, edafoclimáticas e biológicas, tendo como resultado final um aumento e maior qualidade na produção dos grãos. Estresses causados por temperaturas extremas, veranicos, metais pesados ou tóxicos, por exemplo, podem ter seus efeitos reduzidos com o uso do silício aplicado no sulco ou via foliar (FILHO, 2010). Os nutrientes que têm merecido atenção especial no ramo da ciência e tecnologia de sementes são o cálcio e o magnésio, visto que afetam a produção e a qualidade de sementes de soja (MASCARENHAS et al., 1982). Os materiais corretivos de acidez do solo mais usados na agricultura são rochas calcárias moídas, constituídas por misturas de minerais como a calcita e a dolomita, os quais possuem, em sua composição, carbonatos de cálcio e/ou magnésio. Por isso, tem-se optado por utilizar o calcário como fonte de cálcio e magnésio por ser uma das práticas menos dispendiosas e vastas reservas de calcário distribuídas no Brasil (FAGERIA, 2002).

Nesse contexto, é essencial que mais pesquisas sejam realizadas visando relacionar a eficiência da aplicação de elementos essenciais e não essenciais na qualidade fisiológica das sementes, uma vez que a agricultura de alta qualidade começa com a utilização de sementes de alta qualidade refletindo, assim, em maiores rendimentos e produtividades.

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito do recobrimento de sementes com cálcio e magnésio + silício no crescimento inicial de duas cultivares de soja.

## 2.4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório Didático de Análise de Sementes LDAS e em casa-de-vegetação, na Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” (FAEM), Universidade Federal de Pelotas, no período de 2009/2010.

Foram utilizadas sementes de dois cultivares de soja, BMX Potência RR (ciclo 140 dias e hábito de crescimento indeterminado) e CD 226 RR (ciclo 130 dias e hábito de crescimento determinado) comercializadas pela empresa Sementes E.Orlando Roos & Cia. Ltda. – RS. No momento de instalação do estudo ambas as cultivares apresentaram pelo teste de germinação acima de 85%.

Antes da semeadura as sementes foram submetidas ao recobrimento com os seguintes produtos: fungicida marca comercial Maxim-XL<sup>®</sup> (fludioxonil + metalaxyl - M), na dosagem de 100 mL.100 Kg<sup>-1</sup> de sementes, polímero da marca comercial Sepiret<sup>®</sup> (Incorpora as características do Corasem, Seed Gloss e Policlaro) na dosagem de 300 mL.100 Kg<sup>-1</sup> de sementes e inoculante marca comercial Gelfix 5<sup>®</sup>, dosagem de 200 mL.100 Kg<sup>-1</sup> de sementes. Foram utilizados três tratamentos a base de cálcio, magnésio (Ca e Mg) e silício (Si). Como fontes dos nutrientes foram utilizados calcário dolomítico e silicato de alumínio, ambos aplicados na dose de 5 g.Kg<sup>-1</sup> de sementes. A forma do silício utilizada foi o silicato de alumínio, que é uma argila que passa por uma série de classificações de tamanho e processos de refinamento para remover metais pesados, impurezas e melhorar sua branquura, resultando em um pó esbranquiçado, rocha moída, não tóxico, que contém 77,9% de SiO<sub>2</sub> e pH 5,5. A fonte de cálcio e magnésio utilizada para o experimento foi o calcário dolomítico, que é um produto obtido pela moagem da rocha calcária. Seu principal constituinte é o carbonato de cálcio - CaCO<sub>3</sub>, que contém 32% de CaO (Óxido de Cálcio) e 16% MgO (Óxido de Magnésio) reatividade de 73% e PRNT de 70%. Nas duas fontes utilizadas no experimento foram calculadas separadamente as quantidades presentes dos nutrientes e expressos em gramas, as quais possuíam no calcário 1,6 e 0,8 gramas de cálcio e magnésio, já o silicato de alumínio possui 3,9 gramas de silício.

Para o recobrimento das sementes utilizou-se a metodologia descrita por Nunes (2005), sendo utilizado o método manual usando-se sacos de polietileno. Para isso, adotou-se a seguinte ordem de aplicação dos produtos: fungicida, cálcio e magnésio + silício, sepiet e inoculante, os quais foram colocados diretamente no fundo do saco plástico, até uma altura de aproximadamente de 0,15 metros. Logo após foram colocadas 0,200 kg de sementes no interior do saco plástico, sendo o mesmo agitado, por 3 minutos. Na seqüência, as sementes foram colocadas para secar em temperatura ambiente durante 24 horas.

Os tratamentos consistiram do tratamento das sementes com nutrientes e duas cultivares, sendo eles: T1(Ca e Mg + Si), T2 (Ca e Mg), T3 (Si) e T4 (Sem aplicação dos nutrientes).

A semeadura foi realizada em vasos com capacidade para 15 litros, preenchidos com aproximadamente 13 Kg de substrato (solo coletado do horizonte A<sub>1</sub> de um planossolo háplico Eutrófico solódico, (EMBRAPA, 2006) pertencente à unidade de mapeamento de Pelotas-RS. As adubações foram realizadas de acordo com CFQS RS/SC (Comissão de Fertilidade e Química do Solo – RS/SC, 2004), os quais foram incorporados ao solo no momento da semeadura. A irrigação foi realizada diariamente conforme a necessidade diária de irrigação das plantas da soja. A unidade experimental foi representada por um balde contendo 3 plantas, totalizando 32 unidades experimentais. Foram utilizadas 12 sementes por balde, permanecendo três plantas por balde (as mais vigorosas que apresentaram maior tamanho inicial), sendo avaliada uma planta aos 10, 20 e 30 dias após a emergência (DAE).

As observações relativas ao crescimento inicial foram por meio das seguintes variáveis: Área foliar (AF): realizadas utilizando o método de determinação fotoelétrico (Área Meter, modelo LI – 3100 LI, da LI-Cor. LTDA), que fornece leitura direta em centímetros quadrados (cm<sup>2</sup>). Matéria seca de parte aérea (MSPA): as partes aéreas das plantas foram cortadas na altura do solo e em seguida, colocadas em estufa a 60 °C, até peso constante, para determinação da biomassa seca e pesadas em balança analítica de precisão. Altura de planta (AP): determinada a partir da superfície do solo, sendo medida por uma régua milimetrada e o resultado, expresso em centímetros (cm).

Com os resultados da área foliar e matéria seca da parte aérea das plantas foram determinados :os seguintes parâmetros: taxa de crescimento da cultura – TCC (mg.pl<sup>-1</sup>dia<sup>-1</sup>); taxa de crescimento relativo – TCR (mg.g<sup>-1</sup>dia<sup>-1</sup>); taxa de assimilação líquida – TAL (mg.cm<sup>2</sup> dia<sup>-1</sup>). Esses parâmetros foram calculados baseado na metodologia descrita em Gardner et al. (1985), em que:  $TCC = (MS_2 - MS_1)/(T_2 - T_1)$ ;  $TCR = (\ln MS_2 - \ln MS_1) /$

$(T_2 - T_1)$ ;  $TAL = (MS_2 - MS_1)/(T_2 - T_1) * (\ln AF_2 - \ln AF_1)/(AF_2 - AF_1)$ ; onde: MS: matéria seca, T: tempo, AF: área foliar.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, num esquema fatorial 2X4 com 4 repetições (duas cultivares e quatro combinações do recobrimento das sementes com Ca e Mg e Si). Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância e avaliados por comparações de médias, pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. Na execução das análises estatísticas foi utilizado o Sistema de Análise Estatística para Windows – WinStat – Versão 1.0 (MACHADO e CONCEIÇÃO, 2003).

## 2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferenças entre as cultivares para produção de matéria seca aos 10 DAE em nenhuma combinação dos tratamentos com nutrientes utilizados (Tabela 2). No entanto, os tratamentos com Si e sem recobrimento com nutrientes apresentaram os maiores valores de matéria seca ( $\text{g.pl}^{-1}$ ) para a cultivar BMX Potência RR. Resultados obtidos por Oliveira (2009) demonstram que plantas de soja, quando submetidas à aplicação de silício em solução nutritiva não apresentam efeito significativo de produção de matéria seca. Já a cultivar CD 226 RR não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 2).

**TABELA 1** - Resumo da análise de variância das variáveis do crescimento inicial das plantas de soja submetidas ao recobrimento de sementes com cálcio, magnésio e silício.

QUADRADO MÉDIO				
F.V.	Matéria Seca de Parte Aérea (g)			
	G.L.	10 DAE	20 DAE	30 DAE
Cultivar	3	0.016858	1.676154	9.949543
Combinação dos nutrientes	3	0.004169	0.433741	2.788656
Bloco	3	0.00238	0.080112	0.534142
Cultivar * Combinação dos nutrientes	9	0.017487*	0.888116*	3.177445*
Resíduo	45	0.001581	0.079147	0.472247
F.V.	Área foliar (cm)			
	G.L.	10 DAE	20 DAE	30 DAE
Cultivar	3	2747.513	57101.55	23195.72
Combinação dos nutrientes	3	611.6576	26695.23	125699.3
Bloco	3	157.8169	338.5171	1804.775
Cultivar * Combinação dos nutrientes	9	1085.279*	15134.78*	56205.93*
Resíduo	45	89.0234	1706.669	1669.398
F.V.	Altura de planta (cm)			
	G.L.	10 DAE	20 DAE	30 DAE
Cultivar	3	29.25182	101.096	126.604
Combinação dos nutrientes	3	14.18641	22.06687	117.4077
Bloco	3	3.138073	3.141042	4.944375
Cultivar * Combinação dos nutrientes	9	7.290156*	30.76507*	57.3266*
Resíduo	45	1.611628	4.108153	6.059042

F.V. – Fontes de variação. \* - Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

**TABELA 2** - Matéria seca (g.pl<sup>-1</sup>) de cultivares de soja, submetidas ao tratamento de sementes com cálcio, magnésio e silício, conduzidas em casa-de-vegetação, avaliadas aos 10, 20 e 30 dias após a emergência (DAE). Capão do Leão-RS, 2010.

Combinação dos nutrientes	10 DAE		20 DAE		30 DAE	
	BMX	CD 226	BMX	CD 226	BMX	CD 226
	Potência RR	RR	Potência RR	RR	Potência RR	RR
Ca e Mg +Si	0.26 bA	0.31 aA	2.47 aA	2.62 aA	5.86 aA	4.24 bB
Ca e Mg	0.27 bA	0.32 aA	2.56 aA	2.03 bB	5.86 aA	5.08 bB
Si	0.32 aA	0.35 aA	2.29 aA	1.63 cB	5.72 aA	4.92 bB
Sem os nutrientes	0.25 aA	0.24 aA	1.59 bA	2.23 bA	4.61 bB	6.61 aA
CV (%)	14.8		14.7		14.4	

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e pela letra maiúscula na coluna, em cada período de avaliação (10, 20 e 30 DAE) não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

No caso da soja, a influência do silício no seu desenvolvimento é pouco conhecida até o presente momento, diferentemente do que ocorre com as poáceas, pois, de acordo com Raij e Camargo (1979), resultados positivos com a aplicação desses elementos são comumente observados em plantas acumuladoras de Si, como ocorre com a maioria das poáceas (arroz, cana-de-açúcar, sorgo, milheto, milho, entre outros). Aos 20 DAE (Tabela 2) a cultivar BMX Potência RR apresentou desempenho superior ao da cultivar CD 226 RR nos tratamento Ca e Mg + Si. Resultados evidenciando que baixos teores de magnésio levam a menor produção de matéria seca (TAN e KELJENS, 1995) e a deficiência de cálcio limita o crescimento do sistema radicular (SMYTH e CRAVO, 1992; VALE et al, 1996). Sementes tratadas com Ca e Mg + Si, Ca e Mg e Si (Tabela 3) corresponderam aos melhores resultados de matéria seca em comparação ao tratamento sem aplicação dos nutrientes, na cultivar BMX Potência RR. Em relação a cultivar CD 226 RR, o tratamento Ca e Mg + Si, apresentou o melhor resultado de matéria seca, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos, não diferindo, no entanto, do tratamento sem aplicação dos nutrientes. Em plantas de arroz foi provado a eficiência da adubação com silício, devido ao acúmulo intenso e crescente de silício até os 20 dias após emergência (DAE), mantendo ainda tendência crescente até os 75 DAE, momento a partir do qual o acúmulo se estabiliza (MAUAD, 2003). Na avaliação realizada aos 30 DAE (Tabela 2), observa-se que a cultivar BMX Potência RR, quando submetida ao recobrimento das

sementes com Ca e Mg + Si, apresenta-se superior ao da cultivar CD 226 RR. No entanto, outros trabalhos como o de Tucci et al. (2009) verificaram respostas positivas a doses crescentes de calcário como fonte de cálcio e magnésio e outros macronutrientes, sobre todas as características de crescimento na fase de produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King) em condições de casa de vegetação. A cultivar CD 226 RR sem aplicação dos nutrientes foi, estatisticamente, superior a cultivar BMX Potência. Pôde-se observar que os resultados de matéria seca aos 30 DAE correspondentes a cultivar BMX Potência RR com os tratamentos Ca e Mg + Si, Ca e Mg e Si apresentou-se estatisticamente superior ao tratamento sem aplicação dos nutrientes (Tabela 2). A cultivar CD 226 RR aos 30 DAE, foi afetada negativamente pelos tratamentos com as combinações de aplicações de nutrientes, podendo-se observar que o tratamento sem aplicação dos nutrientes apresenta-se, estatisticamente, superior aos demais tratamentos.

**TABELA 3** - Área foliar ( $\text{cm}^{-2}$ ) de cultivares de soja, submetidas ao recobrimento de sementes com cálcio, magnésio e silício, conduzidas em casa-de-vegetação, avaliadas aos 10, 20 e 30 DAE. Capão do Leão-RS, 2010.

Combinação dos nutrientes	10 DAE		20 DAE		30 DAE	
	BMX Potência RR	CD 226 RR	BMX Potência RR	CD 226 RR	BMX Potência RR	CD 226 RR
Ca e Mg +Si	76.363 bB	114.323 aA	341.950 aB	540.294 aA	658.128 bB	878.255 aA
Ca e Mg	110.004 aA	109.495 aA	388.257 aB	452.422 bA	669.144 bB	819.377 bA
Si	108.982 aA	112.722 aA	364.743 aA	370.605 cA	769.124 aA	752.33 cA
Sem os nutrientes	104.324 aB	123.425 aA	279.128 aB	416.534 b A	551.897 cA	557.062 dB
CV (%)	9.2		10.6		5.8	

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e pela mesma letra maiúscula na coluna, em cada período de avaliação (10, 20 e 30 DAE) não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

No que diz respeito à área foliar aos 10 DAE (Tabela 3), pode-se observar que sementes tratadas com Ca e Mg + Si na cultivar BMX Potência apresenta menor capacidade de ganho de área foliar em comparação aos demais tratamentos. Desta forma, pode-se perceber a importância do cálcio e magnésio + silício, no aumento de área foliar. Resultados positivos sobre aplicação de cálcio, magnésio e silício foram evidenciados por pesquisas (GONG et al. 2003). Com isso, é interessante destacar a concordância dos resultados obtidos, com aqueles conseguidos pelos autores citados,

mostrando efeito significativo do cálcio e magnésio + silício na produção de massa da parte aérea, bem como no aumento da área foliar.

A cultivar BMX Potência RR apresenta-se, estatisticamente, inferior nos tratamentos Ca e Mg + Si, Ca e Mg e sem nutriente, comparando-se ao tratamento com recobrimento de sementes apenas com Si. Entretanto, o tratamento com Si não proporcionou diferenças significativas entre as cultivares. Na cultivar BMX Potência, aos 20 DAE, pode-se observar que os tratamentos com Ca e Mg e Si foram estatisticamente superiores ao tratamento sem aplicação dos nutrientes. Para a cultivar CD 226 RR aos 20 DAE, verifica-se que o tratamento com os nutrientes Ca e Mg + Si, combinados, foi superior aos demais tratamentos. É interessante destacar o efeito do cálcio na produção de massa da parte aérea, bem como no aumento da área foliar, que foram constatados por Rodrigues (1993). Aos 30 DAE, o tratamento com a aplicação de Si nas sementes, na cultivar BMX Potência RR apresentou os melhores resultados de área foliar em comparação aos demais tratamentos. Para as plantas de arroz, que são poáceas e respondem ao silício, o suprimento deste proporciona maior eficiência na fotossíntese e maior translocação de carbono para as partes jovens (KORNDÖRFER et al., 1999). Observou-se que aos 30 DAE a cultivar CD 226 RR com a aplicação do Ca e Mg + Si, apresentou-se superior, estatisticamente, aos demais tratamentos.

**TABELA 4** - Altura de planta (cm) de cultivares de soja, submetidas ao recobrimento de sementes com cálcio, magnésio e silício, conduzidas em casa-de-vegetação, avaliadas aos 10, 20 e 30 DAE. Capão do Leão-RS, 2010.

Combinação dos nutrientes	10 DAE		20 DAE		30 DAE	
	BMX Potência RR	CD 226 RR	BMX Potência RR	CD 226 RR	BMX Potência RR	CD 226 RR
Ca e Mg +Si	16.5 aA	16.6 aA	30.4 bB	29.8 bB	48.4 bB	42.1 bB
Ca e Mg	14.6 aA	15.1 aA	31.4 bA	28.3 bB	48.0 bB	44.6 bAB
Si	15.4 aA	14.8 aA	32.5 aA	30.9 aA	52.6 aA	48.5 aB
Sem os nutrientes	13.9 bA	14.9 aA	34.5 aA	32.5 aA	43.0 cA	43.5 bA
CV (%)	8.9		6.9		5.5	

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e pela mesma letra maiúscula na coluna, em cada período de avaliação (10, 20 e 30 DAE) não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Aos 10 DAE para a cultivar BMX Potência RR (Tabela 3), as sementes recobertas com Ca e Mg + Si apresentou desempenho superior para a variável altura de planta em relação ao tratamento sem aplicação dos nutrientes. Já a cultivar CD 226 RR, não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos para altura de planta. Aos 20 DAE as duas cultivares estudadas, o tratamento sem aplicação dos nutrientes nas sementes apresentou resultados superiores aos tratamentos com Ca e Mg e Ca e Mg + Si na cultivar BMX Potência RR.

Aos 30 DAE, as cultivares BMX Potência RR e CD 226 RR, verificou-se resultados superiores na variável altura de planta no tratamento com aplicação do Si, com 52,6 cm e 48,5 cm, respectivamente (Tabela 3). O mesmo não foi observado por Assis et al. (2000) que, trabalhando com limitações nutricionais para cultura do arroz em solos orgânicos sob inundação, não verificaram diferença no crescimento das plantas de arroz quando acrescentaram silício à adubação.

**TABELA 5** - Resumo da análise de variância das variáveis referentes às taxas de crescimento das plantas de soja submetidas ao recobrimento de sementes com cálcio, magnésio e silício.

QUADRADO MÉDIO				
F.V.	TCC			
	G.L.	10 DAE	20 DAE	30 DAE
Cultivar	3	168.576	6210.501	16633.4
Combinação dos nutrientes	3	41.68932	2205.166	5860.35
Bloco	3	23.80307	479.3977	2832.942
Cultivar * Combinação dos nutrientes	9	174.8667*	3911.839*	14913.21*
Resíduo	45	15.80985	336.3723	2269.805
TCR				
F.V.	TCR			
	G.L.	10 DAE	20 DAE	30 DAE
Cultivar	3	-	0.000797	0.000404
Combinação dos nutrientes	3	-	0.003568	0.000946
Bloco	3	-	0.000981	0.000404
Cultivar * Combinação dos nutrientes	9	-	0.005565451*	0.003222222*
Resíduo	45	-	0.000402	0.00049
TAL				
F.V.	TAL			
	G.L.	10 DAE	20 DAE	30 DAE
Cultivar	3	-	0.38136	16633.4
Combinação dos nutrientes	3	-	0.050718	5860.35
Bloco	3	-	0.018777	2832.942
Cultivar * Combinação dos nutrientes	9	-	0.1639849*	14913.21*
Resíduo	45	-	0.015625	2269.805

F.V. – Fontes de variação. \* - Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

**TABELA 6.** Taxa de Crescimento da Cultura (TCC -  $\text{mg.pl}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ), Taxa de Crescimento Relativo (TCR -  $\text{mg.pl}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ) e Taxa Assimilat3ria L3quida (TAL -  $\text{mg.cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ) de plantas de soja conduzidas em casa-de-vegeta33o, submetidas ao recobrimento de sementes com c3lcio, magn3sio e sil3cio, avaliadas aos 10, 20 E 30 DAE. Cap3o do Le3o, RS. 2010.

Combina33o dos nutrientes	Vari3vel	10 DAE		20 DAE		30 DAE	
		BMX Pot3ncia RR	CD 226 RR	BMX Pot3ncia RR	CD 226 RR	BMX Pot3ncia RR	CD 226 RR
Ca e Mg +Si		26.57 bB	31.00 aA	146.95 aA	154.01 aA	226.01 aA	108.46 bC
Ca e Mg	<b>TCC</b> <b>mg.pl<sup>-1</sup>.</b> <b>dia</b>	27.05 bB	32.17 aA	153.08 aA	114.53 bB	219.76 aA	202.95 aB
Si		32.67 aA	35.25 aA	131.31 aA	85.31 bC	228.30 aA	219.83 aB
Sem os nutrientes		25.75 aB	24.95 aB	89.26 bB	132.30 aB	200.98 bA	292.25 aA
CV (%)		14.8		16.7		25.2	
Ca e Mg +Si		-	-	0.22 aA	0.21 aA	0.08 aA	0.04 bB
Ca e Mg	<b>TCR</b> <b>mg. pl<sup>-1</sup>.</b> <b>Dia</b>	-	-	0.22 aA	0.18 bA	0.08 aA	0.08 aB
Si		-	-	0.19 aB	0.15 bB	0.09 aA	0.11 aA
Sem os nutrientes		-	-	0.18 bB	0.22 aA	0.10 aA	0.10 aA
CV (%)		-		10.1		24.2	
Ca e Mg +Si		-	-	1.24 aA	0.84 bA	0.70 aA	0.23 bB
Ca e Mg	<b>TAL</b> <b>mg.cm<sup>2</sup>.</b> <b>dia<sup>-1</sup></b>	-	-	1.03 aB	0.71 bA	0.63 aA	0.48 bB
Si		-	-	0.93 aB	0.58 bB	0.63 aA	0.61 aB
Sem os nutrientes		-	-	0.76 aC	0.82 aA	0.76 bA	0.90 aA
CV (%)		-		16.0		24.0	

\*M3dias seguidas pela mesma letra min3scula na linha e pela mesma letra mai3scula na coluna, em cada per3odo de avalia33o (10, 20 e 30 DAE) n3o diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

A Taxa de Crescimento Relativo (TCR) representa o ac3mulo de mat3ria seca por plantas por unidade de tempo, em rela33o ao peso inicial e est3 expresso em  $\text{mg.g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ . Os resultados da TCR (Tabela 6) mostram que houve diferen3as significativas entre as cultivares aos 20 DAE. Entretanto, quando as sementes da cultivar BMX Pot3ncia RR foram tratadas com Ca e Mg e Si, ocorreram as maiores TCR em compara33o com a cultivar CD 226 RR. As sementes da cultivar CD 226 RR, quando n3o foram tratadas com os nutrientes, mostraram-se estatisticamente superiores a cultivar BMX Pot3ncia RR. Aos 20 DAE, pode-se notar que os tratamentos com Ca e Mg + Si e Ca e Mg apresentaram as maiores TCR na cultivar BMX Pot3ncia RR. J3 o tratamento sem a aplica33o de nutrientes na cultivar CD 226 apresentou os melhores resultados em rela33o aos demais tratamentos. H3 diversos trabalhos informando a import3ncia do Ca e Mg para as

plantas, MARTINS et al. (1981), destaca que as plantas mais eficientes no uso de Ca e Mg foram mais produtivas em híbridos de sorgo.

Os resultados observados aos 30 DAE indicaram que a cultivar BMX Potência RR apresentou-se superior, estatisticamente, em relação a cultivar CD 226 RR quando as sementes foram tratadas com Ca e Mg + Si (Tabela 6). Já em relação aos demais tratamentos não foram encontrados diferenças significativas entre as cultivares. Entre os tratamentos com nutrientes aplicados as sementes, observa-se que a cultivar BMX Potência RR, não apresentou diferenças significativas. Na cultivar CD 226 RR o tratamento Ca e Mg + Si foi inferior, estatisticamente, aos demais tratamentos.

A Taxa de Assimilação Líquida (TAL), aos 20 e 30 dias após a emergência (DAE), representa a taxa fotossintética líquida por unidade de área foliar presente na planta e está expressa em  $\text{mg.cm}^2.\text{dia}^{-1}$ . As plantas da cultivar BMX Potência RR aos 20 DAE, quando originadas do tratamento de sementes Ca e Mg + Si, Ca e Mg e Si, apresentam maior capacidade de converter radiação solar em matéria seca, em comparação com a cultivar CD 226 RR (Tabela 6). Não houve diferenças estatísticas entre as duas cultivares no tratamento sem aplicação de nutrientes nas sementes. A cultivar BMX Potência apresentou aos 20 DAE os melhores resultados no tratamento de sementes com a aplicação de Ca e Mg + Si. Já os tratamentos Ca e Mg + Si e sem aplicação dos nutrientes nas sementes para a cultivar CD 226 RR foram superiores ao dos tratamentos com à aplicação de Si . Aos 30 DAE foi verificado que a cultivar BMX Potência RR, não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos estudados. Entretanto, a cultivar CD 226 RR mostrou redução na taxa de assimilação líquida aos 30 DAE com a aplicação dos nutrientes Ca e Mg + Si, com reduções ainda maiores quando as sementes foram tratadas com Ca e Mg + Si. Para Malavolta (2006), o silício também pode alterar o pH da rizosfera das plantas, influenciando, dessa forma, a absorção de nutrientes essenciais para ativar mecanismos de defesa e barreiras estruturais. Além de proporcionar ação antifúngica (MARSCHNER, 2005), os nutrientes podem atuar como co-fatores na síntese de enzimas, inclusive naquelas ligadas a patogênese, tornando-se mais uma evidência da atuação dos nutrientes no processo de defesa da planta (POZZA, 2004). Em ação com o silício, as plantas, possivelmente, apresentarão maior área foliar, favorecendo as taxas de crescimento.

O tratamento de sementes com cálcio, magnésio e silício, pode ter causado proteção nas folhas das plantas de soja e pode ter agido na redução ao ataque de doenças e pragas. A presença de nutrientes como Ca e Mg + Si, na forma de pectatos de cálcio, confere resistência à penetração de patógenos, por ser constituinte da lamela

média e parede celular, além de atuar como mensageiro secundário importante na transdução de sinais para resposta de defesa das plantas contra patógenos (AGRIOS, 2005).

## **2.6 CONCLUSÃO**

Sob as condições aos qual esta pesquisa foi desenvolvida, os dados obtidos permitiram as seguintes conclusões:

- O tratamento de sementes de soja com Cálcio/Magnésio e Silício pode ser uma alternativa viável para o tratamento das sementes, pois promove maior área foliar e produção de matéria seca.
- O crescimento inicial em plantas de soja é influenciado pelo tratamento de sementes com cálcio, magnésio e silício.

### **3. CAPÍTULO II**

## **RECOBRIMENTO DE SEMENTES COM CÁLCIO, MAGNÉSIO E SILÍCIO EM PLANTAS DE SOJA: COMPONENTES DE RENDIMENTO E QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES**

### 3.1 RESUMO

O objetivo do trabalho foi verificar a influência do recobrimento de sementes com cálcio, magnésio e silício no rendimento e qualidade fisiologia de plantas de soja. Foram utilizados três nutrientes, cálcio, magnésio e silício. Como fontes dos nutrientes foram utilizados calcário dolomítico e caulim, ambos aplicados na dose de  $50 \text{ g.kg}^{-1}$  de sementes. Os tratamentos consistiram da combinação do recobrimento das sementes: BMX Potência RR - T1 (Ca e Mg + Si), T2 (Ca e Mg), T3 (Si) e T4 (Sem os nutrientes), CD 226 RR - T5 (Ca e Mg + Si), T6 (Ca e Mg), T7 (Si) e T8 (Sem os nutrientes). Foram avaliados os parâmetros: altura de planta, diâmetro do colmo, número de legumes por planta, número de sementes por planta, rendimento de sementes por planta, índice de colheita, rendimento biológico da cultura, germinação, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado, massa de 1000 sementes, comprimento de plântula, comprimento da parte aérea e comprimento de raiz. O recobrimento de sementes com cálcio, magnésio e silício na dosagem de  $50 \text{ g.100 Kg}^{-1}$  mostrou-se eficaz no desempenho fisiológico de sementes de soja avaliadas após a colheita e no acréscimo no rendimento de sementes. As cultivares BMX Potência RR e CD 226 RR apresentam comportamentos distintos, quando submetidas ao recobrimento das sementes com Ca e Mg e Si.

Termos para indexação: *Glycine max*, nutrientes, rendimento e qualidade fisiológica.

### 3.2 ABSTRACT

#### **SOYBEAN SEED COATING WITH CALCIUM, MAGNESIUM AND SILICON: COMPONENTS, YIELD AND PHYSIOLOGICAL SEED QUALITY**

The objective of this work was to evaluate the influence of seed coating with calcium/magnesium and silicon on yield and seed physiological quality of soybean. tree micronutrients, calcium, magnesium and silicon was used, both at a dose of 50g 100 kg<sup>1</sup> of seeds. The treatments were a combination of coating seeds and cultivars: RR Power BMX - T1 (Ca e Mg + Si), T2 (Ca e Mg), T3 (Si) and T4 (no micronutrient), CD 226 RR – T5 (Ca e Mg + Si) T6 (Ca e Mg), T7 (Si) and T8 (no micronutrients). The following yield components were evaluated: plant height, stem diameter, number of pods per plant, number of seeds per plant, weight of 1000 seeds, harvest index and biological yield of the crop. For quality, the following tests were evaluated: germination, first count of germination, accelerated aging, weight of seeds per plant, seedling length, shoot length and root length. Seed coating with calcium and silicon at a dose of 50 g/100 kg presented effectiveness in the physiological performance of evaluated soybean after harvest. Cultivars BMX Power and RR 226 CD RR showed different behavior when subjected to the coating of seeds with Ca, Mg and Si.

Index terms: *Glycine max*, nutrients, yield, physiological quality

### 3.3 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L. Merrill), espécie de origem asiática, é a oleaginosa mais cultivada no mundo e representa um dos principais itens de exportação do agronegócio brasileiro. No Brasil, segundo maior produtor desta Fabacea, o cultivo da soja teve grande expansão na década 90, quando a produção nacional passou de 23 para 65 milhões de toneladas na safra 2009/2010 (CONAB, 2009). Entre os vários fatores de produção, cada vez mais ocupa um lugar de destaque a necessidade do uso de uma adubação equilibrada, que deve incluir não apenas os macronutrientes primários e secundários, mas também os micronutrientes, os quais ainda não são considerados na rotina das adubações pela maioria dos agricultores (Nava, 2008). Os micronutrientes podem ser fornecidos à soja pela aplicação via solo, via foliar, ou pela aplicação via semente (Vitti e Trevisan, 2000).

O silício (Si) não é considerado elemento essencial às plantas (Malavolta et al., 1997; Mengel e Kirkby, 2001) porque não atende aos critérios diretos e indiretos de essencialidade. Mesmo não sendo essencial, a absorção e o acúmulo de Si pelas plantas trazem inúmeros benefícios (Marschner, 1995). Os efeitos benéficos relatados do silício foram observados em plantas de abóbora, pepino (Heckman, 2003) algodão (Gama et al., 2004; Leme et al., 2004), café (Pozza et al., 2004; Santos et al., 2005) e a várias olerícolas, como o tomate (Lana et al., 2002), a cenoura (Juliatti, et al., 2003), a alface (Sobrinho et al., 2004) e as ornamentais, como a rosa (Voogt e Sonneveld, 2001), apresentaram resposta à adição do Si. Entre os nutrientes, o cálcio tem participação na divisão e na alongação celular, com função cimentante, ligando uma célula à outra, na forma de pectato de cálcio e melhora a qualidade dos frutos e o pegamento das floradas, atuando na germinação do grão de pólen e

no crescimento do tubo polínico. Outro benefício causado pelo cálcio atrasa o amadurecimento dos frutos, a senescência e abscisão, entre outras funções (Malavolta et al., 1997). Embora os micronutrientes tenham a mesma importância que os macronutrientes para o desenvolvimento e crescimento das plantas, a quantidade requerida para que possam completar o seu ciclo e desenvolver corretamente é muito pequena. Além disso, a distribuição ótima dos micronutrientes mobilizados torna-se crítica em solos onde ocorra condições adversas para a solubilização dos nutrientes e para o crescimento vigoroso das raízes (Kirby e Romheld, 2007). Assim, sua aplicação via semente, pode se constituir na forma mais prática, barata e eficaz de adubação. O magnésio é absorvido pelas plantas como cátion bivalente ( $Mg^{2+}$ ). É o elemento central da molécula de clorofila e ativador enzimático. É móvel quanto à redistribuição na planta. Atua ainda no controle do pH nas células e no balanço de cargas, além de ser um constituinte de ribossomos e cromossomos (Cammarano et al., 1972). Tudo isso demonstra a importância do Mg no metabolismo celular e, por extensão, no crescimento e na produtividade das culturas. Altas concentrações de Mg no solo e nas plantas podem causar danos em razão do distúrbio causado pelo desbalanço entre cálcio e magnésio.

O objetivo do trabalho foi verificar a influência do recobrimento de sementes com cálcio, magnésio e silício no rendimento das plantas e na qualidade fisiologia de sementes de soja.

### 3.4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório Didático de Análise de Sementes LDAS e em casa-de-vegetação, na Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” (FAEM), Universidade Federal de Pelotas, no período de 2009/2010.

Foram utilizadas sementes de dois cultivares de soja, BMX Potência RR (ciclo 140 dias e hábito de crescimento indeterminado), CD 226 RR (ciclo 130 dias e hábito de crescimento determinado) comercializadas pela empresa Sementes E.Orlando Roos & Cia. Ltda. – RS. No momento de instalação do estudo, ambas as cultivares apresentaram germinação acima de 85%.

Antes da semeadura as sementes foram submetidas ao recobrimento das sementes com os seguintes produtos: fungicida marca comercial Maxin-XL<sup>®</sup> (fludioxonil + metalaxyl - M), na dosagem de 100 mL.100 kg<sup>-1</sup> de sementes, polímero marca comercial Sepiret<sup>®</sup> (Incorpora as características do Corasem, Seed Gloss e Policlaro) na dosagem de 300 mL.100 kg<sup>-1</sup> de sementes e inoculante marca comercial Gelfix 5<sup>®</sup>, dosagem de 200 mL.100 kg<sup>-1</sup> de sementes.

Foram utilizados as combinações de três nutrientes, cálcio, magnésio (Ca e Mg) e silício (Si). Como fontes dos nutrientes foram utilizados calcário dolomítico e caulim, ambos aplicados na dose de 50 g.kg<sup>-1</sup> de sementes. A forma do silício utilizada foi o silicato de alumínio, que é uma argila que passa por uma série de classificações de tamanho e processos de refinamento para remover metais pesados, impurezas e melhorar sua branquura, resultando em um pó esbranquiçado, rocha moída, não tóxico, que contém 77,9% de SiO<sub>2</sub> e pH 5,5. A fonte de cálcio e magnésio utilizada para o experimento foi o calcário dolomítico, que é um produto obtido pela moagem da rocha calcária. Seu principal constituinte é o carbonato de cálcio - CaCO<sub>3</sub>, que contém 32 % de

CaO (Óxido de Cálcio) e 16 % MgO (Óxido de Magnésio) reatividade de 73 % e PRNT de 70 %.

O recobrimento foi realizado conforme a metodologia descrita por Nunes (2005), sendo o método, manual, usando-se sacos de polietileno. Para isso, adotou-se a seguinte ordem de aplicação dos produtos: fungicida, cálcio, magnésio e silício, sepiet e inoculante, colocados, diretamente no fundo do saco plástico, até uma altura de aproximadamente de 0,15 metros. Logo após foram colocadas 0,200 kg de sementes no interior do saco plástico, sendo o mesmo agitado, por 3 minutos. Na seqüência, as sementes foram colocadas para secar em temperatura ambiente, durante 24 horas.

Os tratamentos consistiram da combinação do recobrimento das sementes e cultivares, totalizando 8 combinações: BMX Potência RR - T1(Ca e Mg + Si), T2 (Ca e Mg), T3 (Si) e T4 (Sem os nutrientes), CD 226 RR – T5(Ca e Mg + Si), T6 (Ca e Mg), T7 (Si) e T8 (Sem os nutrientes).

A semeadura foi realizada em vasos com capacidade para 15 litros, preenchidos com solo coletado do horizonte A<sub>1</sub> de um planossolo háplico Eutrófico solódico, (EMBRAPA, 2006) pertencente à unidade de mapeamento de Pelotas-RS. As adubações foram realizadas de acordo com CFQS RS/SC (Comissão de Fertilidade e Química do Solo – RS/SC,2004), incorporados ao solo no momento da semeadura.

A unidade experimental foi representada por um vaso contendo uma planta, totalizando 32 unidades experimentais. Foram utilizadas quatro sementes por balde. Foi realizado o desbaste e logo após , foi selecionada a planta com a aparência mais vigorosa, permanecendo uma planta por balde, até a colheita.

Foram realizadas determinações de características agronômicas das plantas, componentes do rendimento e rendimento de sementes. Altura de Planta (AP): foi determinada por ocasião da colheita, sendo medida da altura do solo até a extremidade da planta, por meio de uma régua milimetrada e expresso em centímetros. Diâmetro do Caule (DC): foi medido entre o segundo e terceiro nós acima do nível do solo, com o auxílio do paquímetro. Número de Legumes por Planta (NLP) e Número de Sementes por Planta (NSP): foram realizados por meio da contagem dos legumes por planta e pela contagem total de sementes por planta. Altura da inserção do primeiro legume (AIPL) - foi

determinada, com o auxílio de uma régua graduada, tomando-se a medida da distância entre a superfície do solo e a inserção do primeiro legume. Rendimento de sementes por planta (RSP): foi determinado pela pesagem do número de sementes resultantes por planta e corrigido para 13 % de umidade. Índice de Colheita aparente (ICa): expressa a eficiência de translocação dos produtos da fotossíntese para as partes economicamente importantes da planta, foi calculado com o Rendimento de Sementes/Rendimento Biológico. Rendimento biológico aparente (RBa): representa a quantidade de massa seca acumulada pela parte aérea da planta sem incluir as folhas, foi medido pela soma dos seguintes atributos da planta (peso seco de ramos + peso da haste + peso de legumes com grãos).

Testes para a qualidade fisiológica das sementes colhidas: Germinação (G) - realizada com quatro repetições de 50 sementes para cada amostra, colocadas em substrato de papel de germinação ("germitest"), previamente umedecido em água utilizando-se 2,5 vezes a massa do papel seco, e mantido à temperatura de 25 °C. As avaliações foram efetuadas conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009) e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais. Primeira Contagem da Germinação (PCG) - constou da determinação da porcentagem de plântulas normais aos cinco dias após a semeadura por ocasião da realização do teste de germinação. Envelhecimento Acelerado (EA) - foi utilizado caixa gerbox com tela metálica horizontal fixada na posição mediana. Foram adicionados 40 mL de água destilada ao fundo de cada caixa gerbox, e sobre a tela foram distribuídas as sementes de cada tratamento a fim de cobrir a superfície da tela, constituindo uma única camada. Em seguida, as caixas contendo as sementes foram tampadas e acondicionadas em incubadora do tipo BOD, a 41 °C, onde permaneceram por 48 horas (DELOUCHE, 1965; MARCOS FILHO, 1999). Após esse período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrito anteriormente. Massa de 1000 Sementes (M1000S): determinado pela contagem ao acaso, de oito subamostras de 100 sementes, as quais foram pesadas e expresso em gramas, com uma casa decimal, conforme Brasil (2009). Comprimento de plântula, Parte Aérea e Raiz (CPT, CR e CP) - quatro amostras de 20 sementes de cada tratamento foram distribuídas em rolos de papel-toalha umedecidos com água destilada utilizando-se 2,5 vezes a massa do papel seco, e mantido em germinador a 25 °C, por cinco dias (NAKAGAWA, 1999). Sobre o papel-toalha umedecido foi traçada uma linha no terço superior, na direção longitudinal, onde as sementes foram colocadas direcionando-se a micrópila para baixo. O comprimento total de

plântula, parte aérea e raiz primária consideradas normais (BRASIL, 2009) foi determinado ao final do quinto dia, com o auxílio de régua milimetrada.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, num esquema fatorial 2X4 com 4 repetições (2 cultivares e 4 combinações do recobrimento de sementes com Ca e Mg e Si). Os dados foram submetidos à análise da variância e a comparação de médias foi realizada através do teste de Duncan a 5% de probabilidade. Na presença de interação significativa foram realizados os desdobramentos. Na execução das análises estatísticas foi utilizado o Sistema de Análise Estatística para Windows – WinStat – Versão 1.0 (MACHADO e CONCEIÇÃO, 2003).

### 3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da variância mostrou que houve interação significativa cultivar X combinação dos nutrientes nas variáveis: número de legumes por planta, número de sementes por planta e rendimento de sementes por planta, demonstrando que as cultivares responderam, de forma diferente, a variações nos tratamentos com nutrientes.

A cultivar BMX Potência RR produziu mais legumes por planta com recobrimento com Ca e Mg isolado e sem aplicação dos nutrientes. Já na cultivar CD 226 RR, verifica-se o maior número de legumes por planta no recobrimento de sementes com Ca e Mg + Si combinado e Si isolado (Tabela 1).

No tocante ao número de sementes por planta (Tabela 1), verifica-se que a cultivar BMX Potência RR foi afetada pelo recobrimento de sementes com os nutrientes estudados, sendo que o tratamento sem aplicação dos nutrientes nas sementes apresentou com os melhores resultados. O oposto foi observado na cultivar CD 226 RR, apresentando os melhores resultados com o recobrimento de sementes com as combinações dos nutrientes. O número de sementes por planta está associado provavelmente ao número de legumes por planta, uma vez que o número de sementes por vagem, de acordo com Portes (1996), é uma característica agrônômica relacionada ao aspecto varietal, sendo pouco afetado por alterações do ambiente. Marschner (1995) relatou que a ausência de cálcio e boro pode interferir na germinação do grão de pólen e no crescimento do tubo polínico, tendo como consequência, a redução do número de sementes por vagem.

Com relação ao rendimento de sementes por planta, pode-se observar que, em geral, não houve diferenças significativas entre as cultivares nos tratamentos com cálcio, magnésio e silício, porém para o tratamento sem micronutriente foi possível destacar diferença significativa entre as cultivares com a cultivar BMX Potência RR, apresentando maior rendimento que a cultivar CD 226 RR. A cultivar BMX Potência RR, apresentou menor

rendimento de sementes por planta no recobrimento de sementes com Ca e Mg isolado em comparação com as demais combinações de tratamentos. Na cultivar CD 226 RR, pode-se observar, que as combinações do recobrimento de sementes com Ca e Mg isolado e o tratamento sem aplicação dos nutrientes apresentaram rendimentos inferiores às demais combinações. As combinações do recobrimento de sementes com Ca e Mg + Si combinados e Ca e Mg isolado, apresentaram resultados superiores nas duas cultivares para o rendimento de sementes por planta.

**Tabela 1.** Componentes do rendimento - Número de legumes por planta (NLP), Número de sementes por planta (NSP) e rendimento de sementes por planta (RSP), das sementes produzidas de cultivares de soja, submetidas ao recobrimento de sementes com cálcio/magnésio e silício, em plantas de soja conduzidas em casa de vegetação.

Combinações dos nutrientes	NLP		NSP		RSP (g)	
	BMX	CD	BMX	CD	BMX	CD
	Potência RR	226 RR	Potência RR	226 RR	Potência RR	226 RR
Ca e Mg +Si	171 aB	223 aA	171 bC	225 aA	92 aAB	95 aA
Ca e Mg	219 aA	170 bB	175 aC	147 bB	89 aB	86 aB
Si	179 bB	225 aA	193 bB	234 aA	94 aAB	94 aA
Sem os nutrientes	235 aA	132 bC	233 aA	146 bB	96 aA	70 bC
CV (%)	9,1		6,0		20,0	

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e pela mesma letra maiúscula na coluna, em cada variável resposta não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

A análise da variância indicou interação significativa entre cultivares x combinações do recobrimento de sementes com Ca, Mg e Si para as variáveis germinação, primeira contagem da germinação, envelhecimento acelerado e massa de 1000 sementes. Assim, para os resultados verificados de qualidade fisiológica das sementes colhidas, as variáveis germinação e primeira contagem da germinação (Tabela2), foram verificadas diferenças significativas entre as cultivares BMX Potência RR e CD 226 RR, apenas no tratamento com aplicação de Si isolado. Na cultivar BMX Potência foi observado que a combinação do recobrimento de sementes com Si isolado mostrou-se superior, seguida do recobrimento com Ca e Mg isolado e Ca e Mg + Si combinado, quando avaliados os resultados da germinação, com valores de 85%, 81% e

77%, respectivamente. A cultivar CD 226 RR demonstrou a maior germinação no tratamento apenas com Ca e Mg isolados (Tabela 2). Estudos com recobrimento de sementes envolvendo nutrientes têm demonstrado variabilidade nos resultados. Funguetto (2010), avaliando sementes de arroz, não observou efeito significativo da aplicação de Zn nas sementes. Respostas semelhantes foram obtidas por Vieira e Moreira (2005) e Ohse et al. (2000).

No envelhecimento acelerado as cultivares apresentaram diferenças de comportamento entre si, apenas no tratamento sem aplicação dos nutrientes, tendo BMX Potência RR apresentado comportamento superior. De modo geral, para a cultivar BMX Potência RR, as sementes recobertas com Ca e Mg + Si combinado, Si isolado e tratamento sem aplicação dos nutrientes apresentaram as maiores porcentagens de germinação no teste de envelhecimento acelerado. Contudo, para a cultivar CD 226 RR, o recobrimento de sementes com Ca e Mg + Si combinado e Si isolado, apresentou os maiores resultados no teste de envelhecimento acelerado (Tabela 2). Analisando os dados da variável massa de 1000 sementes (Tabela 2), verifica-se que a cultivar BMX Potência RR, apresenta valores superiores a cultivar CD 226 RR, sendo esse efeito devido a característica genética das cultivares. Verifica-se que a cultivar BMX Potência RR apresenta para o recobrimento de sementes com Si isolado valor superior na massa de mil sementes 185 g por mil sementes. Já para a cultivar CD 226 RR, o recobrimento de sementes com Ca e Mg isolado e sem aplicação dos nutrientes, destaca-se sendo superior aos demais tratamentos com 161 g e 162 gramas.

**Tabela 2.** Qualidade fisiológica - Primeira Contagem de Germinação (PCG), Germinação (G), Envelhecimento Acelerado (EA) e Massa de 1000 de Sementes (M1000S) das sementes colhidas de cultivares de soja, submetidas ao recobrimento de sementes com cálcio/magnésio e silício, com as sementes colhidas conduzidas em casa de vegetação.

Combinação dos nutrientes	Germinação %		PCG %		EA %		M1000S (g)	
	BMX Potência RR	CD 226 RR						
Ca e Mg +Si	77 aB	76 aB	71 aC	71 aB	92 aA	95 aA	179 aB	155 bB
Ca e Mg	81 aB	88 aA	79 aB	81 aA	89 aB	86 aB	178 aB	161 bA
Si	85 aA	75 bB	84 aA	71 bB	94 aA	94 aA	185 aA	145 bC
Sem os nutrientes	74 aB	77 aB	74 aB	70 aB	96 aA	70 bC	179 aB	162 bA
CV (%)	5,4		7,4		6,0		1,7	

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e pela mesma letra maiúscula na coluna, em cada variável resposta não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

As variáveis, altura de inserção do primeiro legume, altura de plantas e índice de colheita não apresentaram interação significativa entre cultivares e combinações dos nutrientes, na análise da variância. Porém, para o rendimento biológico, a interação foi significativa. A altura de inserção do primeiro legume não se diferenciou entre as cultivares, porém foi afetada pelos tratamentos de recobrimento com nutrientes (Tabela 3). Resultados similares podem ser encontrados por Trentini. et al. (2005), que não encontrou diferenças significativas para o recobrimento de sementes em soja, quando avaliou a altura da inserção da primeira vagem. Por outro lado, existem relatos da não influência do recobrimento de sementes no estabelecimento de plântulas em campo, como Rivas et al. (1998), em sementes de milho recobertas apenas por polímeros e os de Williams et al. (1998) em sementes de algodão recobertas com polímeros. Pode-se ressaltar que, a resposta desses materiais de recobrimento depende muito, das características de cada espécie, como também dos materiais utilizados para o recobrimento.

A altura de plantas não foi afetada pelos tratamentos com recobrimento com nutrientes, tendo porém a cultivar BMX Potência RR apresentado altura superior a cultivar CD 233RR em todos os recobrimentos testados (Tabela 3). Este fato pode ter ocorrido pela própria característica genética da cultivar, por

apresentar porte superior. Resultados semelhantes foram obtidos por Boaro et al. (1996) em plantas de feijão cultivadas com doses de Mg que variaram de 2,3 a 97,2 mg.L<sup>-1</sup>, observando-se que a altura das plantas aos 25 dias após o início dos tratamentos não apresentou incrementos significativos entre as doses de Mg estudadas. Da mesma forma, Oliveira et al. (2000) também não verificaram aumento na altura de plantas de feijão que receberam diferentes doses de Mg até 15 dias após sua aplicação.

Para rendimento biológico (Tabela 3), a cultivar BMX Potência RR apresentou valores maiores que a cultivar CD 226 RR. Como esta variável a produção total de matéria seca das plantas, provavelmente os maiores valores observados para BMX Potência RR esteja relacionado com a maior estatura apresentada por essa cultivar. No entanto, dentro da cultivar BMX Potência as combinações do recobrimento de sementes com Ca e Mg + Si combinado, Si isolado e tratamento sem aplicação dos nutrientes nas sementes, foram superiores ao recobrimento de sementes com Ca e Mg isolado.

Em relação aos resultados do índice de colheita (Tabela 3), não foram observados diferenças entre as cultivares e entre as combinações do recobrimento de sementes com Ca e Mg e Si, indicando que o recobrimento das sementes não afetou as plantas de soja.

**Tabela 3.** Altura da inserção do primeiro legume (cm), altura de planta (cm), rendimento biológico, índice de colheita em duas cultivares de soja, submetidas ao recobrimento de sementes com cálcio/magnésio e silício, conduzidas em casa de vegetação.

Variável	Combinações dos nutrientes	Cultivares		Média
		BMX Potência RR	CD 226 RR	
AIPL (cm)	Ca e Mg+Si	16.7	18.5	17.6 <sup>ns**</sup>
	Ca e Mg	13.3	17.2	15.3
	Si	17.1	16.3	16.7
	Sem os nutrientes	16.3	15.7	16.0
	Média	15,9 <sup>ns</sup>	16,9	
	CV (%)	13.41		
AP (cm)	Ca e Mg+Si	126.9	130.1	128.5 <sup>ns</sup>
	Ca e Mg	178.9	122.2	150.6
	Si	161.5	127.3	144.4
	Sem os nutrientes	130.1	126.4	128.3

	<b>Média</b>	149.4 A	126.5 B	
	<b>CV (%)</b>	17.5		
<b>Rba</b>	<b>Ca e Mg+Si</b>	87.68 aA	99.02 bC	93.4
	<b>Ca e Mg</b>	88.27 aB	110.65 bC	99.5
	<b>Si</b>	118.03 aA	122.59 bB	120.3
	<b>Sem os nutrientes</b>	121.79 aA	130.64 bC	126.2
	<b>Média</b>	103.9	115.7	
	<b>CV (%)</b>	33.9		
<b>Ica</b>	<b>Ca e Mg+Si</b>	0.53	0.58	0.56 <sup>ns</sup>
	<b>Ca e Mg</b>	0.60	0.55	0.58
	<b>Si</b>	0.57	0.59	0.58
	<b>Sem os nutrientes</b>	0.60	0.60	0.60
	<b>Média</b>	0.58 <sup>ns</sup>	0.58	
	<b>CV (%)</b>	16.3		

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e pela mesma letra maiúscula na coluna, em cada variável resposta não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. \*\* ns = não significativo pelo teste F em nível de 5% de probabilidade.

Para as variáveis comprimento total de plântulas, comprimento de parte aérea e comprimento de raiz, não foi observado efeito significativo da interação cultivar x combinações do recobrimento com nutrientes. Para o comprimento total de plântulas (Tabela 4), constatou-se apenas diferenças entre cultivares tendo a cultivar BMX Potência RR apresentado comprimento superior a cultivar CD 226 RR. Em pesquisa semelhante, Bays (2007), não observou diferença significativa no comprimento de plântulas com polímero e micronutrientes, estudando a variação de doses no recobrimento de sementes.

Foi possível constatar para o comprimento da parte aérea efeito significativo dos efeitos principais, cultivar e combinações do recobrimento das sementes com nutrientes (Tabela 4). Pode-se observar que a cultivar BMX Potência RR apresentou comprimento superior em comparação com a CD 226 RR. Os tratamentos de recobrimento de sementes com Ca e Mg + Si combinados e silício isolado, com valores de 14,4 cm e 14,0 cm, apresentas-se superiores às demais combinações do recobrimento de sementes, seguidas pelas combinações de recobrimento com Ca e Mg isolados e o tratamento sem aplicação dos nutrientes, com valores de 13,9 cm e 13,5 cm, respectivamente.

A variável comprimento de raiz não foi afetada pelos tratamentos de recobrimento das sementes com nutrientes e também não diferiu entre as duas cultivares BMX Potência RR e CD 226 RR (Tabela 4).

**Tabela 4.** Com comprimento total de plântulas (CPT), comprimento de parte aérea (CPA) e comprimento de raiz (CR) em centímetros em duas cultivares de soja, submetidas ao recobrimento de sementes com cálcio/magnésio e silício.

Variável	Combinações dos nutrientes	Cultivares		Média
		BMX Potência RR	CD 226 RR	
Comprimento total de plântulas (cm)	Ca e Mg+Si	30.0	30.8	30.4 <sup>ns</sup>
	Ca e Mg	29.4	24.1	26.8
	Si	29.7	25.5	27.6
	Sem os nutrientes	28.1	24.5	26.3
	Média	29.3 a	26.2 b	
	CV (%)	14.1		
Comprimento de parte aérea (cm)	Ca e Mg+Si	15.0	13.8	14.4 A
	Ca e Mg	14.5	13.3	13.9 B
	Si	14.2	13.8	14.0 A
	Sem os nutrientes	13.6	13.3	13.5 B
	Média	14.3 a	13.6 b	
	CV (%)	4.3		
Comprimento de raiz (cm)	Ca e Mg+Si	14.5	16.9	15.7 <sup>ns</sup>
	Ca e Mg	14.9	10.7	12.8
	Si	15.5	11.6	13.6
	Sem os nutrientes	14.4	11.2	12.8
	Média	14.8 <sup>ns</sup>	12.6	
	CV (%)	5.8		

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e pela mesma letra maiúscula na coluna, em cada variável resposta não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. \*\* ns = não significativo pelo teste F em nível de 5% de probabilidade.

### **3.6 CONCLUSÃO**

- Sementes de soja recobertas com cálcio, magnésio e silício melhorou desempenho fisiológico das sementes colhidas e o rendimento de sementes de soja.
- As cultivares BMX Potência RR e CD 226 RR apresentaram comportamentos distintos quando submetidas ao recobrimento das sementes com Ca/Mg e Si.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5. ed. San. Diego: Academic Press, 2005. 922p.
- AGUILERA, D.B.; FERREIRA, F.A.; CECON, P.R. Crescimento de *Siegesbeckia orientalis* sob diferentes condições de luminosidade. **Planta daninha**, 22: 35-42. 2004
- ASSIS, M. P.; CARVALHO, J. G.; CURTI, N.; BERTONI, J. C.; ANDRADE, W. E. B. Limitações nutricionais para cultura do arroz em solos orgânicos sob inundação. I. Crescimento. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 87-95, jan/mar, 2000.
- BAYS, R.; BAUDET, L. HENNING, A. A.; FILHO, O. L. Recobrimento de sementes de soja com fungicida, micronutrientes e polímero. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 29, nº 2, p.60-67, 2007.
- BOARO, C. S. F; RODRIGUES, J. D; PEDRAS J. F; RODRIGUES, S. D; DELACHIAVE, M. E; MISCHAN, M. M. Níveis de magnésio em solução nutritiva e o desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Carioca): Avaliação de parâmetros biométricos. **Scientia Agrícola**, 53: 2-3. 1996.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC **Manual de Adubação e de Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10º ed. Porto Alegre: NRS/SBCS, 2004. 400p.
- CAMMARANO, P; FELSANI, A; GENTILE, M; GUALERZI, C; ROMEO, C; WOLF, G. Formation of active hybrid 80-S particles from subunits of pea seedlings and mammalian liver ribosomes. **Biochemistry Biophysics Acta**, 281: 625-642, 1972.
- Companhia Nacional do Abastecimento (CONAB). **Indicadores da Agropecuária**. Ano XVIII. nº 12, Dezembro. 2009.

DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDÖRFER, G. H. (Ed.). **Silicon in agriculture**. Amsterdam: Elsevier Science B. V., 2001. p. 115-131.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

FAGERIA N.K. Efeito da calagem na produção de arroz, feijão, milho e soja em solo de cerrado. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 36, n. 11, p. 1419-1424, nov. 2001.

FERNANDES, M. S. Nutrição Mineral de Plantas. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa – MG, 2006, 305 p.

FILHO, O. F. L. **Silício e a resistência das plantas ao ataque de fungos patogênicos**. Dourados: EMBRAPA – AGROPECUÁRIA OESTE, 2010. (EMBRAPA – Circular Técnico, 1/6).

FRANÇA NETO, J. B. Qualidade fisiológica da semente. In: FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. **Qualidades fisiológica e sanitária de sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1984. p 5-24. (EMBRAPA-CNPSO. Circular Técnica, 9).

FUNGUETTO, C. I.; PINTO, J. F.; BAUDET, L.; PESKE, S. T. Desempenho de sementes de arroz irrigado recobertas com zinco. **Revista Brasileira de Sementes**. Vol. 32, n. 2. p. 117-115. 2010.

GONG, H.; CHEN, K.; CHEN, G.; WANG, S.; ZHANG, C. Effects of silicon on growth of wheat under drought. **Journal of Plant Nutrition**, v. 26, p. 1055-1063, 2003.

GAMA, A, J. M., KORNDORFER, G. H.; JULIATTI, F. C.; NOLLA, A.; BUCK, G. B.; ARAÚJO, L. S. Controle de doenças fúngicas na cultura do algodão com adubação de silício via solo e foliar. In: FERTBIO, 2004, Lages-SC. **Resumos...** 2004. CD-ROM.

HECKMAN, J. R.; JOHNSTON, S.; COWGILL, W. Pumpkin yield and disease response to amending soil with silicon. **Hort Science**, Alexandria, v. 38, n.4, p.552-554, July 2003.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. Vigor de sementes e competição intra-específica em soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n.6, p.1248-1256, nov-dez, 2005.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. Crescimento inicial de soja em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 2, p. 163-166, abr-jun, 2006

KORNDÖRFER, G.H.; ARANTES, V.A.; CORREA, G.F.; SNYDER, G.H. Efeito da aplicação do silicato de cálcio no teor de silício e produção de grãos no arroz de sequeiro. **Revista Brasileira Ciência e Solo**, Viçosa, v. 23, p. 35-41, 1999.

JULIATTI, F. C.; RAMOS, H. F.; KORNDÖRFER, G. H.; OLIVEIRA, R. G.; AMADO, D. F.; CARNEIRO, L. M.; S.; LUZ, J. M. Q. Controle da queima das folhas de cenoura pelo uso do silício. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 36., 2003, Uberlândia. **Resumos...** Uberlândia, 2003. 1CDROM

LANA, R. M. Q.; CÉSAR, E. U. R.; KORNDÖRFER, G. H.; ZANÃO JÚNIOR, L. A. Efeito do silicato de cálcio sobre a produtividade e acumulação de silício no tomateiro, **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 708, jun. 2002. Suplemento 2.

LEME, E.; GAMA, A. J. M.; KORNDORFER, G. H.; NOLLA, A.; BITTENCOURT, M. F.; PACHECO, L. P. Eficiência do silício ( $\text{NaSiO}_3$ ) aplicação via foliar na nutrição de plantas de algodão. In: FERTIBIO, 2004. Lages-SC, **Resumos...** CD-ROM.

LIMA FILHO, O. F. Silício: produtividade com qualidade na lavoura. EMBRAPA AGROPECUÁRIA: Agropecuária Oeste. Disponível em: <<http://www.cpa0.embrapa.br/portal/artigos/artigos/artigo1.html>. Acesado em 10 de junho de 2010.

MACHADO, A. A.; CONCEIÇÃO, A. R. **Sistema de análise estatística para Windows. WinStat. Versão 2.0.** UFPel, 2003.

MALAVOLTA, J. F., VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. Ed. Piracicaba: **POTAFOS**, 1997. 319p.

MALAVOLTA, E. O Futuro da Nutrição de Plantas Tendo em Vista Aspectos Agrônômicos, Econômicos e Ambientais. **Informações Agrônômicas**, Piracicaba, n. 121, 2008.

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

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas** . 1ª edição. São Paulo: Agronômica Ceres. 2006. 638p.

MARTINS, C.E.; AMARAL, F.A.L.; MONNERAT, P.H.; CONDÉ, A.R. & FONTES, L.A.N. Eficiência de utilização de potássio, cálcio e magnésio de 16 híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **R. Ceres**, 28:323-332, 1981.

MASCARENHAS, H.A.A. *et al.* Calagem e adubação da soja. In: A soja no Brasil Central. 2 (ed.) rev. ampl. Campinas: **Fundação Cargil**, 1982. p. 137-211.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. London: Academic Press, 1995. 889 p.

MAUAD, M.; GRASSI FILHO, H.; CRUSCIOL, C.A.C.; CORRÊA, J.C. Teores de silício no solo e na planta de arroz de terras altas com diferentes doses de adubação silicatada e nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.5, p.867-873, 2003.

MENGEL K., KIRKBY, E. A. Principles of plant nutrition. 5 ed. Dordrecht: **Kluwer Academic Publishers**, 2001. 849 p.

NAVA, I. A. Produtividade da soja em função da aplicação de fertilizantes comerciais formulados com diferentes fontes de zinco e fitodisponibilidade dos metais pesados tóxicos cádmio, chumbo e cromo. Marechal Candido Randon, 2008 – 56 f. Dissertação (Mestrado). **Programa de Pós-Graduação em Agronomia**.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H. V.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. Fertilidade do solo. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa 2007, 1ª ed. 741p.

NUNES, J. C. Tratamento de semente - qualidade e fatores que podem afetar a sua performance em laboratório. **Syngenta Proteção de Cultivos Ltda**. 2005. 16p.

OHSE, S.; MARODIM, V.; SANTOS, O.S.; LOPES, S.J.; MANFRON, P.A. Germinação e vigor de sementes de arroz irrigado tratadas com zinco, boro e cobre. **Revista Faculdade Zootecnia Veterinária e Agronomia**, v.7, n.1, p.73-79, 2000.

OLIVEIRA, I. P; ASHER, C. J; EDWARDS, D. G; SASANTOS, R. S. M. Sulfato de magnésio e o desenvolvimento do feijoeiro comum cultivado em um Ultissolo do Nordeste da Austrália. **Scientia Agrícola**, 57: 223-228. 2000.

OLVEIRA, A. L. Silício em plantas de feijão e arroz: absorção, transporte, redistribuição e tolerância ao Cadmo. Tese de Doutorado ESALQ. **Programa de Pós - graduação em Energia Nuclear na Agricultura**. 2009.

POPINIGIS, F. **Fisiologia de sementes**. Brasília: AGIPLAN, p.289, 1985.

POZZA, A. A. A.; POZZA, E. A.; BOTELHO, D. M. S. O silício no controle de doenças de plantas. **Revisão anual de patologia de plantas**, Passo Fundo, v. 12, p. 373- 402, 2004.

POZZA, A. A. A. ALVES, E.; POZZA, E. A.; CARVALHO, J. G. de.; MONTANARI, M.; GUIMARÃES, T. G.; SANTOS. D. M. Efeito do silício no controle da cercosporiose em três variedades da cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n.2, p. 185-188, mar./abr. 2004.

PORTES, T. A. Ecofisiologia. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p.101-131.

KIRKBY , E. A.; RÖMHELD, V. Micronutrientes na fisiologia de plantas: Funções, absorção e mobilidade. **Encarte técnico**, informações agrônômica nº 118 International Plant Nutrition Institute. Junho, 2007.

RAIJ, B.V. CAMARGO, O. A. Sílica solúvel em solos. **Bragantia**. V. 32, n. 11. P. 223-236, 1973.

RIVAS, B. A.; McGEE, D. C.; BURRIS, J. S. Tratamiento de semillas de maiz com polímeros para el controle de *Pythium* spp. **Fitopatologia Venezolana**, Caracas, v. 11, n. 1, p. 10-15, 1998.

RODRIGUES, J.D; RODRIGUES, S.D; PEDRAS, J.F; DELACHIAVE, M.E.A; BOARO, C.S.F; ONO, E.O. Diferentes níveis de cálcio e o desenvolvimento de plantas de estilosantes (*Stylosanthes guyanensis* (AUBL.) SW. CV "COOK"). **Scient agrícola**, Piracicaba, 50(2), 166-175, jun/set, 1993.

SAMPAIO, T. G.; SAMPAIO, N. V. Recobrimento de sementes. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.4, n.3, p.20-52, 1994.

SANTOS, D. M. M. **Nutrição Mineral**. Apostila de Fisiologia Vegetal. UNESP. Jaboticabal, 13p. 2004.

SANTOS, D. M.; POZZA, E. A.; POZZA, A. A. A.; CARVALHO, J. G.; BOTELHO, C. E.; SOUZA, P. E. Intensidade da cercosporiose em mudas de cafeeiro em função de fontes e doses de silício. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 6, p. 582-588, nov./dez. 2005.

SMYTH, T.J.; CRAVO, M.S. Aluminum and calcium constraints to continuous crop production in a Brazilian amazon Oxisol. **Agronomy Journal**, Madison, v.84, n.5, p.843-850, sep./oct. 1992.

SOBRINHO, R. R. L.; ARAÚJO, J. L.; RODRIGUES, T. M.; TREVISAN, D.; RODRIGUES, C. R.; FAQUIN, V. Crescimento da alface americana em solução nutritiva sob diferentes concentrações e formas de aplicação de silício. In: FERTBIO, 2004, Lages-SC, **Resumos...** Lages-SC, 2004. 1CD-ROM.

TAN, K.; KELTJENS, W.G. Analysis of acid-soil stress in sorghum genotypes with emphasis on aluminium and magnesium interactions. **Plant and Soil**, The Hague, v.171, n.1, p.147-150, apr. 1995.

TRENTINI, P. VIEIRA, M. G. G. C.; CARVALHO, M. L. M.; OLIVEIRAS, J. A. MACHADOS, J. C. Peliculização: Desempenho de sementes de soja no estabelecimento da cultura em campo na região de Alto Garças, MT. **Ciência Agrotecnica**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 84-92, jan./fev. 2005.

TUCCI, C. A. F.; LIMA, H. N.; LESSA, J. F. Adubação nitrogenada na produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Revista Acta Amazônica**, 39: 289-294, 2009.

URCHEI, M.A.; RODRIGUES, J.D.; STONE, L.F.. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 35: 497-506. 2000.

VALE, F.R.; FURTINI NETO, A.E.; RENÓ, N.B.; FERNANDES, L.A.; RESENDE, A.V. Crescimento radicular de espécies florestais em solo ácido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.9, p.609-616, set. 1996.

VIEIRA, E.H.N.; MOREIRA, G.A. Peletização de sementes de arroz. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005, 2p. (**Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado Técnico, 111**).

VOOGT, W.; SONNEVELD, C. Silicon in horticultural crops grown in soilless culture. In: WILLIAMS, K. D. et al. Effects of polymer film coatings of cotton seed on dusting-off, imbibition, and germination. In: BELTWIDE COTTON

CONFERENCES, 1998, San Diego, California. **Proceedings...** San Diego:  
[s.n.], 1998. v. 2, p. 1380-1382.