

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS DE CURITIBANOS**

**DIONATHAN DALPIVA**

**APLICAÇÃO FOLIAR DE CÁLCIO NA CULTURA DA SOJA**

**Curitibanos, 2014**

**DIONATHAN DALPIVA**

**APLICAÇÃO FOLIAR DE CÁLCIO NA CULTURA DA SOJA**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Bacharel em Agronomia. Sob a orientação do Professor Dr. Samuel Luiz Fioreze.

**Curitibanos, 2014**



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
Coordenação do Curso de Graduação em Agronomia  
Rodovia Ulysses Gaboardi km3  
CP: 101 CEP: 89520-000 - Curitibanos - SC  
TELEFONE (048) 3721-2178 E-mail: agronomia.cbs@contato.ufsc.br.

DIONATHAN DALPIVA

## APLICAÇÃO FOLIAR DE CÁLCIO NA CULTURA DA SOJA

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Colegiado do Curso de Agronomia, do Campus Curitibanos da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

**Orientador: Samuel Luiz Fioreze**

Data da defesa: 03 de dezembro de 2014

**MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA:**

**Presidente e Orientador: Samuel Luiz Fioreze**  
**Titulação: Doutorado**  
**Área de concentração em Agricultura**  
**Universidade Federal de Santa Catarina**

**Membro Titular: Ivan Sestari**  
**Titulação: Doutorado**  
**Área de concentração em Bioquímica e Fisiologia de Plantas**  
**Instituição: Universidade Federal de Santa Catarina**

**Membro Titular: Eduardo Leonel Bottega**  
**Titulação: Doutorado**  
**Área de concentração em Agronomia**  
**Instituição: Universidade Federal de Santa Catarina**

**Local: Universidade Federal de Santa Catarina**  
**Campus de Curitibanos**

## **Agradeço...**

Primeiramente a Deus pela vida, pela oportunidade de estudar e por me guiar em todos os momentos de minha vida.

Aos meus pais Dilvo Francisco Dalpiva e Cláudia Inês Agostini Dalpiva, pelo exemplo, por todo incentivo me fazendo não desistir e a cada momento dando mais forças para continuar.

Ao meu irmão Fabiano Dalpiva, pela convivência e pelo apoio durante toda esta jornada.

Ao meu orientador e grande amigo, Samuel Luiz Fioreze, pela confiança, pelos ensinamentos e experiências compartilhadas, pela paciência, pelo incansável esforço para realização deste trabalho, pelo exemplo de pessoa e de profissional a se seguir.

Aos meus colegas de trabalho: Antonio Coelho, Cláudia Tochetto, Elaine Sartor, Heverton Melo, Luiz Michelin e Thais Turek, pela incansável ajuda na realização deste trabalho.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte de minha formação e da realização deste trabalho.

## RESUMO

A tecnologia de aplicação visa à colocação uniforme do cálcio foliar no alvo, com mínima perda por escorrimento e deriva. O presente trabalho teve como objetivo estudar métodos de aplicação de cálcio foliar em plantas de soja. A aplicação foi realizada no florescimento pleno da cultura em estágio R2 de desenvolvimento, na dose de 3,0 L ha<sup>-1</sup> de p.c. com 235,8 g ha<sup>-1</sup> de Ca. O experimento foi conduzido na área experimental UFSC Campus Curitibanos, em delineamento de blocos casualizados e esquema de parcelas subdivididas com quatro repetições. As parcelas foram formadas por duas cultivares de soja, (BMX Ativa, de crescimento determinado e BMX Alvo, de crescimento indeterminado). As subparcelas foram compostas de formas de aplicação de cálcio, utilizando quatro diferentes pontas de pulverização (jato plano, jato plano duplo, cone cheio e cone vazio), sendo uma testemunha sem aplicação. Ao final do ciclo da cultura foi determinada a produtividade, peso de mil grãos, número total de vagens, número de vagens viáveis, porcentagem de vagens viáveis, número de grãos por planta e número de grãos por vagens. Além da determinação de vagens chochas, de um grão, dois grãos e três grãos, ambos nos três terços da planta (superior, médio e inferior). Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F (p<0,05). A aplicação de cálcio não afetou os componentes da produção e tampouco a produtividade da cultura, independentemente do método de aplicação.

**Palavras chave:** Pontas de pulverização, *Glycine max* L. Merrill, Fixação de vagens, Produtividade.

## ABSTRACT

The application technology, aims to uniform placing leaf of Ca with minimal loss by runoff and drift. The goal of this research study methods for calcium foliar spray in soybean. The foliar application of fertilizer based on calcium in the growth stage R2 (start flowering) in soybean, foliar application at the rates of 3,0 L ha<sup>-1</sup> commercial product and 235,8 g ha<sup>-1</sup> of calcium. The experiment was carried, the experimental area of the Federal University of Santa Catarina, Curitibanos. The experimental design was a randomized blocks in split-spot design with four replications. The plots were consisted of two soybean cultivar (BMX Ativa, of determinate growth and BMX Alvo, of indeterminate growth). The subplots were consisted methods for calcium foliar spray, using four different spray nozzles (hollow cone nozzle, full cone nozzle, fan nozzle and double fan nozzle) and the control (non-treated plot). At the end of crop cycle the yield components, were assessed in the higher, medium and lower position of canopy. The results indicate that the yield components and productivity were not influenced by foliar application of Ca.

**Keywords:** Spray tip, *Glycine max* L. Merrill, Pod set, Yield.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Resultado da análise de solo na área da Fazenda Experimental Agropecuária da UFSC, Campus Curitibanos: .....	20
<b>Tabela 2.</b> Componentes primários da produção de duas cultivares de soja submetidas à aplicação de foliar de cálcio com diferentes tipos de ponta de pulverização. Curitibanos (SC), 2014. ....	22
<b>Tabela 3.</b> Componentes secundários da produção de duas cultivares de soja submetidas à aplicação de foliar de cálcio com diferentes tipos de ponta de pulverização. Curitibanos (SC), 2014. ....	24

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
1.1 OBJETIVOS.....	10
1.1.1 OBJETIVO GERAL.....	10
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
1.2 JUSTIFICATIVA.....	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
2.1 CULTURA DA SOJA.....	12
2.2 COMPONENTES DO RENDIMENTO E PRODUTIVIDADE DA SOJA.....	13
2.3 CÁLCIO NA PLANTA.....	14
2.4 ADUBAÇÃO FOLIAR E TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO.....	16
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	19
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	19
3.3 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO:.....	19
3.4 AVALIAÇÕES.....	21
3.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS:.....	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
6 CONCLUSÃO.....	28
7 REFERÊNCIAS.....	29

## 1 INTRODUÇÃO

A soja é considerada um dos principais cultivos agrícolas tanto no cenário nacional como internacional, com importante papel socioeconômico, pois constitui matéria-prima fundamental para vários setores da agroindústria (HOLTZ, 2013). Na safra 2013/2014, a média brasileira de produtividade de soja foi de 2.854 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2014), no entanto tal cultura possui um potencial de produção superior (SANTOS, 2013).

A produção da cultura é dependente de fatores tanto fisiológicos quanto morfológicos, durante a fase mais crítica do desenvolvimento reprodutivo o xilema é pouco desenvolvido nas flores de soja, o que dificulta o movimento de assimilados e nutrientes essenciais para o processo de fecundação e desenvolvimento inicial do embrião, resultando em um abortamento de flores e um número reduzido de grãos por vagens (FIOREZE, 2013). O avanço na produtividade da soja está ligado diretamente à tecnologia empregada na produção, dentre estas, encontra-se a aplicação de nutrientes foliares (SOUZA, 2008) como, por exemplo, o cálcio (Ca). O Ca é um elemento que atua na parte estrutural, na síntese da parede celular, na germinação do grão de pólen e crescimento do tubo polínico. Com isso é essencial tanto para fecundação das flores quanto para fixação dos botões florais e formação das vagens (FAQUIN, 2005). Portanto sua deficiência causa abortamento das flores e das vagens, afetando diretamente a produtividade.

O Ca é transportado principalmente pelo xilema, através do fluxo transpiratório, das raízes para a parte aérea. A taxa de redistribuição do Ca é muito pequena, devido sua concentração no floema ser muito baixa (FAQUIN, 2005), tornando-o um elemento de mobilidade muito baixa, apresentando deficiência principalmente nos meristemas vegetativos e florais, grãos de pólen, vagem e grãos (MALAVOLTA, 1980). Em meio a isso, a técnica de aplicação foliar de cálcio pode ser a alternativa mais viável para suprir sua deficiência, e podendo resultar em aumento de produtividade.

O objetivo da tecnologia de aplicação é colocar a quantidade certa de ingrediente ativo no alvo, tentando obter a maior eficiência de maneira mais econômica possível (MATTHEWS, 2002). Cada vez mais tem sido exigida, do produtor rural, a utilização correta e criteriosa dos produtos em pulverização, não restringindo-se apenas a produtos fitossanitários como também aos adubos foliares no caso o cálcio foliar. Entretanto, observa-

se no campo a falta de informação em torno da tecnologia de aplicação (REZENDE, 2011). Um dos fatores que afetam essa eficiência é a escolha da ponta de pulverização adequada (ROMÁN, 2009).

Com a progressão do desenvolvimento da cultura ocorre o fechamento do dossel de plantas pelo grande número de folhas, causando o efeito guarda-chuva, o que pode dificultar a penetração do produto aplicado (FIOREZE, 2013). Em função disso, o uso de pontas de pulverização adequada, pode ser a saída para solucionar este problema, fazendo com que atinja o alvo de maneira uniforme e tenha maior eficiência de aplicação.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar o efeito da utilização de diferentes pontas de pulverização na aplicação de cálcio foliar e seus efeitos sobre os componentes de produção da cultura da soja.

### **1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar qual ponta de pulverização deve ser empregada para aplicação de cálcio foliar;
- Avaliar o efeito da aplicação de cálcio foliar sobre os componentes de rendimento da cultura da soja em função do hábito de crescimento.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Devido a grande importância da cultura da soja no cenário nacional, se faz necessário o aprimoramento de técnicas empregadas na produção, fazendo com que se aumente a produção de forma mais econômica possível e sem prejudicar o meio ambiente.

Tendo em vista que o cálcio é um elemento de baixa mobilidade na planta, e extremamente importante, principalmente na fecundação e fixação das vagens, é essencial que o mesmo seja aplicado de maneira que as plantas sejam nutridas de forma que a absorção ocorra diretamente pelo tecido alvo.

Desta forma, a definição das pontas de pulverização mais eficientes para a aplicação de Ca foliar em plantas de soja é de grande importância, para que o potencial produtivo da planta seja expresso em termos de produtividade.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 CULTURA DA SOJA

A soja é uma planta pertencente à família Fabaceae (*Leguminosae*), subfamília Faboideae (*Papilionoideae*), gênero *Glycine*, espécie *Glycine max*. É uma planta anual, herbácea, ereta, autógama, que apresenta variabilidade quanto suas características morfológicas, que podem ser influenciadas pelo ambiente, como a altura e número de ramificações. Quanto ao ciclo, este pode variar de 75 dias até 200 dias. O fruto é do tipo vagem e pode chegar a 400g por planta, com a maioria das cultivares apresentando vagens com dois ou três grãos, o que pode variar de um a cinco grãos. Suas sementes possuem variações quanto à forma, tamanho e cor (SEDIYAMA, 2009). O grão é componente essencial na fabricação de rações animais, além de seu uso na alimentação humana, que encontra-se em franco crescimento. Recentemente, vem crescendo também o uso da soja como fonte alternativa de biocombustível (FREITAS, 2011).

A soja que é cultivada nos dias atuais é muito diferente de seus ancestrais, que por sua vez eram plantas rasteiras que se desenvolviam na costa leste da Ásia principalmente ao longo do Rio Amarelo na China. Com os cruzamentos naturais, surgiram novas plantas que foram melhoradas por cientistas da antiga China (EMBRAPA, 2004). A soja apresenta como centro de origem e domesticação o nordeste da Ásia e a sua disseminação do Oriente para o Ocidente ocorreu através de navegações (FREITAS, 2011). Foi introduzida no Brasil a partir dos Estados Unidos da América, por Gustavo Dutra, na época professor da Escola de Agronomia da Bahia, que por sua vez realizou os primeiros estudos de avaliação de cultivares. Em 1900 e 1901, teve os primeiros registros do cultivo de soja no Rio Grande do Sul (RS), onde a cultura encontrou efetivas condições para se desenvolver e expandir (EMBRAPA, 2004) principalmente em relação ao fotoperíodo (BONETTI, 1981).

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja atrás apenas dos EUA (EMBRAPA, 2011). Na safra 2013/2014, a soja atingiu produção de 86,0 milhões de toneladas, representando um incremento de 5,7% em relação à safra anterior, com área plantada de 30,0 milhões de ha, obtendo uma produtividade média da soja brasileira de 2.854 kg ha<sup>-1</sup>. Com isso, a soja consolidou sua posição de maior cultura explorada no Brasil, e

passou a apresentar expressiva importância econômica (CONAB, 2014). De acordo com FREITAS (2011), este incremento tanto em área plantada como em produtividade, ocorreu devido às mudanças significativas no modo de cultivo da soja, possibilitando seu plantio em diferentes áreas no Brasil.

## 2.2 COMPONENTES DO RENDIMENTO E PRODUTIVIDADE DA SOJA

Entre os componentes de produção da cultura da soja destacam-se o número de vagens por planta, o número de sementes por vagem e a massa ou peso de 100 ou 1000 sementes (SANTOS, 2013). O número de vagens é determinado pelo balanço entre a produção de flores por planta e a proporção destas que se desenvolvem em vagens. O número de flores por planta, por sua vez, é determinado pelo número de flores por nó e pelo número de nós por planta (JIANG e EGLI, 1993).

O número de vagens por planta é o caráter que mais contribui para o rendimento de grãos em leguminosas, uma vez que apresenta as maiores correlações com a produção (CARPENTIERI-PÍPOLO *et al*, 2005). Porém, os componentes da produção não afetam a produtividade de uma cultura de maneira isolada, mas sim, de maneira conjunta (FAGERIA *et al*, 2006). Como, por exemplo, a produção total de grãos em uma planta, depende de um conjunto de características, com destaque para o tamanho e o peso de sementes, os quais, por sua vez, dependem do maior vigor da planta e de um período de frutificação mais longo (ROCHA, 2009). O peso médio de 100 grãos é uma característica geneticamente determinada, porém, é influenciada pelo ambiente (NAVARRO *et al*, 2002). Nos casos em que ocorre abortamento de vagens, o número de grãos por vagem compensa parte desse prejuízo (SANTOS, 2013). A compensação é parcial, porque esse componente possui limite máximo determinado geneticamente (FARIAS *et al*, 2007).

Apesar de a soja apresentar um elevado potencial de rendimento de grãos, parte deste potencial é perdido em função do abortamento de estruturas reprodutivas, como reflexo da interação com o ambiente e da competição entre os órgãos por assimilados durante o ciclo de desenvolvimento (NAVARRO *et al*, 2002). No entanto, a produtividade é resultante da interação de todos os seus componentes (FIOREZE, 2013). Em muitos casos, o aumento em

um dos componentes resulta na diminuição de outro, implicando em dificuldades no aumento da produtividade (FAGERIA *et al*, 2006).

Conhecer os componentes da produção das culturas é de fundamental importância no manejo destas, pois permite o conhecimento fisiológico das bases da produção, sendo assim utilizadas na seleção de materiais genéticos superiores e no desenvolvimento de práticas de cultivo (FAGERIA *et al*, 2006).

### 2.3 CÁLCIO NA PLANTA

O Ca é um nutriente exigido em quantidades muito variadas em diferentes culturas, variando de cerca de 10 até 200 kg ha<sup>-1</sup> de Ca, sendo mais exigido pelas dicotiledôneas do que pelas monocotiledôneas. Os teores de Ca nos tecidos foliares também variam amplamente entre diferentes espécies, desde menos de 0,4 até cerca de 4%, para as culturas (FAQUIN, 2005). De acordo com Embrapa (2008), o Ca é o quarto nutriente mais extraído seguindo uma ordem de extração de N > K > S > Ca > Mg = P, no entanto apenas 22% é exportado pelos grãos, com ordem de exportação de N > K > S > P > Ca > Mg.

Depois de absorvido, o cálcio é translocado basicamente pelo xilema, via corrente transpiratória, das raízes para a parte aérea. Portanto, a taxa de redistribuição do Ca é muito pequena, devido sua concentração ser muito baixa no floema. A baixa solubilidade dos compostos de Ca da planta e a baixa concentração no floema explicam, em parte, a pequena redistribuição do elemento em condições de carência, o que provoca o aparecimento dos sintomas em órgãos e partes mais novas, como gemas e pontas das raízes (FAQUIN, 2005).

O Ca é absorvido pelas raízes como Ca<sup>2+</sup>, e sua concentração na solução do solo pode ser dez vezes maior que a concentração de potássio, porém no interior das plantas não se verifica o mesmo, pelo fato de sua absorção diminuir competitivamente pela presença de outros cátions tais como K<sup>+</sup> e NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, que são absorvidos rapidamente pelas raízes. O principal mecanismo envolvido na absorção desse nutriente é o fluxo de massa. (MENGEL; KIRKBY, 2001).

O Ca um elemento estrutural das plantas, importante na síntese da parede celular, germinação do grão de pólen e crescimento do tubo polínico. Sendo assim, é um nutriente

imprescindível para a fecundação das flores, fixação dos botões florais e formação de vagens (FAQUIN, 2005). Há evidências de que o cálcio age como um mensageiro em muitos processos metabólicos relacionados com o crescimento e desenvolvimento de plantas, como a divisão, diferenciação, polaridade e alongamento celular, defesa e resposta da planta a estresses bióticos e abióticos (REDDY, 2001). Na parede celular o cálcio tem pelo menos duas funções distintas: interligar cadeias pecticas, como o boro, contribuindo para sua estabilidade e afetar propriedades mecânicas do gel pectico (EPSTEIN; BLOOM, 2006). O processo de alongamento do tubo polínico é regulado pelo influxo de vários íons, principalmente, cálcio e prótons (H<sup>+</sup>), sendo que o cálcio é o mais conhecido por sua necessidade, sendo componente essencial para a formação do tubo polínico (KRICHEVSKY *et al.*, 2007).

Muitos estudos sobre a aplicação foliar de cálcio no período de florescimento têm sido realizados, com o intuito de obter maiores quantidades de vagens fixadas e menor número de flores abortadas. Contudo, até o momento não existem comprovações de que a abscisão de flores e vagens esteja associada à baixa disponibilidade de cálcio (FIOREZE, 2013).

Santos (2013) estudou a influência da aplicação foliar de cálcio e boro em pré e pós-floração, utilizou cinco doses de produto comercial com 8,0% de Ca em um litro (0; 1,0; 2,0; 3,0 ; 4,0 L ha<sup>-1</sup>), e dois estágios fenológicos de aplicação (R1- Início da floração e R3- Final da floração). Com relação aos componentes de produção, número de vagens por planta e número de sementes por vagem, não notou diferença significativa para doses e épocas. No entanto, verificou que quanto à produtividade não houve diferença significativa entre as doses aplicadas e a dose zero, houve diferença significativa quanto ao estágio fenológico, onde o rendimento de grãos foi maior quando o fertilizante foliar á base de cálcio e boro foi aplicado no estágio R3 (final da floração e início da formação de vagens) com uma média de 2646,82 kg ha<sup>-1</sup>. Média esta inferior a média nacional de produção de soja que fica em 2854 kg ha<sup>-1</sup>.

Musskopf e Bier (2010) verificaram que a aplicação de cálcio e boro na concentração de 1 kg ha<sup>-1</sup>, via foliar na cultura da soja nos estádios R1 e R3, apresentou resultados significativos quanto ao aumento do número de vagens por planta. Já quanto ao aumento no número de vagens não houve resultado significativo. Quanto a produtividade média da cultura, não foi descrita pelos autores. De acordo com Fioreze (2013), a inconsistência nos resultados observados sugere que respostas à aplicação foliar de cálcio podem ocorrer em

ambientes de cultivos específicos, aumentando assim a necessidade de novos trabalhos sobre a utilização da aplicação foliar de cálcio.

#### 2.4 ADUBAÇÃO FOLIAR E TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO

A necessidade de aumentar a produção da soja tem levado o produtor a buscar inúmeras alternativas, sendo uma delas o uso da adubação foliar. Para a realização da adubação foliar existem hoje no mercado inúmeros produtos comerciais contendo macro e micronutrientes, e a sua utilização tem aumentado nos últimos anos (STAUT, 2007). Adubação foliar é considerada uma das principais inovações no que diz respeito a nutrição mineral de plantas, pois a mesma tem a capacidade de fornecer macro e micronutrientes às plantas, com formulas de alta solubilidade. Com isso, fornece as plantas em quantidades e nas épocas certas em que os mesmos são mais exigidos pela cultura, de forma a evitar e corrigir as deficiências dos nutrientes utilizados via solo (MUSSKOPF; BIER, 2010).

Na cultura da soja a produtividade, eficiência e a lucratividade são aspectos da maior relevância, além do que deve-se sempre procurar a sustentabilidade dos processos produtivos (STAUT, 2007). Como a parte aérea das plantas também possuem a capacidade de absorver água e nutrientes, diversos estudos tem contribuído para que a prática da adubação foliar possa ser mais intensivamente utilizada (MALAVOLTA, 2006). Os fundamentos que dão suporte a adubação foliar baseiam-se no fato de que após o início do florescimento, a atividade radicular e conseqüente absorção de nutrientes diminuem, e aumenta a translocação dos nutrientes dentro da planta. Devido o cálcio ser um elemento pouco móvel, sua deficiência é bastante visível, resultando em uma perda significativa de produtividade. Assim a adubação foliar é a alternativa de suprir a planta com o nutriente no momento adequado (REZENDE, 2005).

Tecnologia consiste na aplicação dos conhecimentos científicos a um determinado processo produtivo. Portanto, entende-se por tecnologia de aplicação de produtos o emprego de todos os conhecimentos científicos que proporcionem a correta colocação do produto no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica (MATUO, 1990). Com isso a maneira de se maximizar a eficiência na aplicação é utilizar de tecnologia de aplicação adequada a cada tipo de situação, com base na interação de fatores climáticos, biológicos e financeiros

(REZENDE, 2011). Fatores como o alvo a ser atingido, características do produto utilizado, máquina, momento da aplicação e as condições ambientais, interferem na qualidade da aplicação, onde a interação destes fatores é responsável pela eficiência ou ineficiência de aplicação (RAMOS, 2000).

Há no mercado vários tipos de pulverizadores, variando dos costais até os autopropelidos. Nestes equipamentos as pontas de pulverização são peças fundamentais na eficiência de aplicação, pois atuam diretamente na qualidade e segurança de aplicação (CHRISTOFOLETTI, 1999). Além de conhecer o produto a ser aplicado, também é necessário dominar a forma adequada de aplicação, de modo a garantir que o produto alcance o alvo de forma eficiente, minimizando-se as perdas (CUNHA, 2005).

Habitualmente o termo “bico de pulverização” é utilizado como sinônimo de “ponta de pulverização”, porém, são estruturas diferentes. Onde o chamado bico de pulverização corresponde a um conjunto de estruturas fixadas a barra (corpo, peneira, ponta e capa). E a ponta de pulverização refere-se apenas um componente do bico, que por sua vez é responsável pela formação das gotas (ANDEF, 2004). A ponta de pulverização é responsável pela vazão, tamanho de gotas e pela distribuição na forma do jato emitido, sendo assim considerada o componente mais importante do equipamento pulverizador (HOLTZ, 2013). A seleção das pontas de pulverização serve para adequar o pulverizador ao tipo de aplicação que será realizada, buscando sempre aperfeiçoar o resultado biológico e a capacidade da máquina (BOLLER, 2006).

Atualmente há no mercado pontas de pulverização de vários tipos para usos diferentes e para específicas condições técnicas específicas. As pontas de jato plano e jato plano duplo são bastante utilizadas na aplicação de herbicidas por trabalhar com pressões menores e gerarem gotas maiores. No entanto, estas pontas proporcionam pior deposição do alvo e menos penetração do jato pulverizado no dossel de plantas. As pontas de jato cônico cheio e jato cônico vazio por sua vez, são mais sujeitas a deriva do que as pontas de jato plano, independente da pressão. Com isso, para o uso destas pontas deve-se evitar condições climáticas adversas. Isso porque geram gotas de menor tamanho podendo ser perdida por deriva ou evaporação. Conhecendo-se as pontas de pulverização pode-se obter uma melhor relação espaçamento, altura mínima em relação ao alvo que, dependendo da pressão de trabalho, deposite a calda de maneira mais uniforme (CUNHA, 2006).

Viana *et al*, (2008), ao estudarem a deposição de gotas no dossel da soja por diferentes pontas de pulverização hidráulica e pressões de trabalho, concluíram que todas as pontas promoveram deposição de gotas nas três posições de amostragem da planta e que a ponta do tipo duplo leque deve ser indicada, quando o alvo se encontra no terço inferior da planta. Román *et al*, (2009), analisaram cobertura da cultura da soja pela calda fungicida em função de pontas de pulverização e volumes de aplicação. Utilizaram ponta de pulverização dos tipos ponta de jato cônico (80-02) e jato plano duplo (110-01), aplicação foi realizada no estagio R2 de desenvolvimento da cultura. Observaram de maneira geral pouca cobertura no terço inferior (10%), enquanto que no terço médio e superior alguns pontos chegaram a 48% de cobertura.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

A presente pesquisa foi realizada na safra 2013/2014, na área da Fazenda Experimental Agropecuária da UFSC, Campus Curitibanos. A área está situada na latitude 27°16'26.55" Sul e longitude de 50°30'14.41" Oeste, com altitude de 988 metros. O clima da região é classificado como Cfb temperado com temperatura média entre 15°C e 25°C, com uma precipitação media anual de 1500 mm. O solo da área experimental é classificado como Cambissolo Háplico de textura argilosa com 550 g kg<sup>-1</sup> de argila.

#### 3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 5 com quatro repetições. Os fatores foram formados por duas cultivares de soja, sendo a BMX Ativa, de crescimento determinado e a BMX Alvo, de crescimento indeterminado. O segundo fator foi composto de formas de aplicação de cálcio, sendo uma testemunha sem aplicação, aplicação com ponta do tipo jato plano (110-02), jato plano duplo (110-02), cone vazio (80-02) e cone cheio (80-02). Cada parcela experimental foi formada por cinco linhas de semeadura com 5 metros de comprimento e 0,40 m entre linhas. A parcela útil foi formada pelas três linhas centrais da parcela, descartando-se um metro de cada extremidade.

#### 3.3 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO:

O experimento foi conduzido em sistema de semeadura direta sobre palhada de aveia. A semeadura foi realizada no dia 11 de novembro, de forma mecanizada. A adubação foi realizada conforme análise de solo (Tabela 1) e exigências da cultura. O nitrogênio (N) é o nutriente requerido em maior quantidade pela cultura da soja, sendo a fixação biológica do nitrogênio (FBN) a principal fonte de N para a cultura da soja, não havendo necessidade de se

utilizar este nutriente na adubação (EMBRAPA 2008). Quanto às quantidades de fertilizantes contendo P e K, a aplicar, variam em função dos teores destes nutrientes no solo e da classe textural do solo. Baseado nestes parâmetros foi utilizado 500 kg ha<sup>-1</sup> do formulado NPK, 00-20-20.

**Tabela 1.** Resultado da análise de solo na área da Fazenda Experimental Agropecuária da UFSC, Campus Curitibanos:

pH	Ca	Mg	Al		H+Al	K	SB		
-----cmolc/dm <sup>3</sup> -----									
6,3	8,35	4,11	0		3,18	0,1	12,56		
Sat. Al	V	SMP	MO	P	Cu	Fe	Zn	Mn	
-----%-----		-----	g/dm <sup>3</sup>		-----mg/dm <sup>3</sup> -----				
0	79,8	6,6	2,8	10,7	3,29	29,62	1,97	70,57	

Antes da sementeira as sementes de soja foram tratadas com inseticida Imidacloprido + Tiodicarbe (0,5 L de p.c. 100 kg<sup>-1</sup> de sementes) e fungicida Carbendazim + Tiram (0,2 L de p.c. 100 kg<sup>-1</sup> de sementes) e em seguida inoculadas com bactérias do gênero *Rhizobium*, para efeito de fornecimento de nitrogênio às plantas. A sementeira foi realizada de forma mecanizada a uma profundidade de 3 cm.

Aos 20 dias após a emergência (DAE) da cultura foi realizado o controle de plantas daninhas, com a aplicação sequencial de Glifosato (1,5 L ha<sup>-1</sup> de p.c.) combinado com Bentazona (1,2 L ha<sup>-1</sup> de p.c.) com intervalo de dez dias. O controle de pragas foi realizado com a aplicação de inseticida Tiametoxam (200 ml ha<sup>-1</sup> de p.c.). Aos 45 DAE foi realizada uma aplicação de fungicida Azoxistrobina + Ciproconazol (300 ml ha<sup>-1</sup> de p.c) para o controle preventivo da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*).

A aplicação dos tratamentos foi realizada no estágio R2 do desenvolvimento da cultura (FEHR; CAVINNES, 1977), caracterizado pelo florescimento pleno da cultura, que ocorreu aos 65 DAE. A aplicação foi realizada no início da manhã com pulverizador de barras com pressão de CO<sub>2</sub> calibrado para aplicação de um volume de calda de 150 L ha<sup>-1</sup>. Foi utilizado produto comercial Stoller Cálcio<sup>®</sup>, que contém em sua formulação 78,6 g L<sup>-1</sup> de Ca<sup>2+</sup>. Foi utilizado dose de 3,0 L ha<sup>-1</sup> de p.c. totalizando 235,8 g ha<sup>-1</sup> de Ca<sup>2+</sup>.

### 3.4 AVALIAÇÕES

Ao final do ciclo da cultura (120 DAE), foram coletadas 15 plantas uniformes por parcela para determinação dos componentes da produção, sendo que o restante da parcela foi colhida para determinação da produtividade da cultura e do peso de mil grãos, ajustados para 13% de umidade. Os componentes da produção primários foram divididos em: massa de grãos por planta, massa de mil grãos, número total de vagens, número de vagens viáveis, porcentagem de vagens viáveis, número de grãos por planta e número de grãos por vagens. Os componentes secundários foram divididos em vagens chochas, de um grão, de dois grãos e de três grãos nos três terços da planta (superior, médio e inferior).

### 3.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS:

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ( $p < 0,05$ ) e as médias foram contrastadas pelo teste t de Student ( $p < 0,05$ ). Utilizou-se o programa estatístico Sisvar para realização das análises.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados observados para os componentes de produção principais em função dos tratamentos com diferentes pontas de pulverização, usadas na aplicação foliar de cálcio, apresentaram diferenças significativas apenas para o fator cultivar (Tabela 2.). Sendo assim, o efeito das formas de aplicação de cálcio foliar não foi significativo para nenhuma das características avaliadas. Não houve interação entre os fatores de estudo para as características avaliadas.

**Tabela 2.** Componentes primários da produção de duas cultivares de soja submetidas à aplicação de foliar de cálcio com diferentes tipos de ponta de pulverização. Curitiba (SC), 2014.

TRATAMENTO	PROD	PMG	NTV	NVV	%VV	NGP	NGV
Testemunha	3309,7	157,6	50,4	46,5	92,4	109,0	2,4
Cone cheio	3543,0	159,3	49,9	45,9	92,1	106,8	2,3
Cone vazio	3371,1	156,6	54,2	49,8	92,0	117,3	2,4
Jato plano	3410,5	160,2	50,3	46,9	93,2	111,9	2,4
Jato plano duplo	3303,5	162,8	52,3	47,8	91,4	111,3	2,3
Pr>Fc	0,74	0,59	0,61	0,76	0,81	0,75	0,72
Cultivar	PROD	PMG	NTV	NVV	%VV	NGP	NGV
BMX Ativa	3549,4 a	157,3	52,2	48,1	92,2	110,8	2,30 b
BMX Alvo	3225,7 b	161,4	50,6	46,6	92,3	111,7	2,40 a
Pr>Fc	0,02	0,11	0,41	0,47	0,91	0,86	0,00
CV (%)	11,63	5,04	12,31	13,29	3,04	14,93	3,86

CV: Coeficiente de variação; PROD: produtividade de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ); PMG: peso de mil grãos (g); NTV: número total de vagens; NVV: número de vagens viáveis; %VV: porcentagem de vagens viáveis; NGP: número de grãos por planta; NGV: número de grãos por vagens. Letras diferentes na mesma coluna indicam haver diferença significativa entre os fatores avaliados, sendo “a” e “b” considerados maior e menor respectivamente.

Como demonstram os dados da CONAB (2014), na safra 2013/2014, a média brasileira de produtividade de soja foi de  $2.854 \text{ kg ha}^{-1}$ , e a produtividade média do estado de Santa Catarina de  $3.030 \text{ kg ha}^{-1}$ . Assim, as médias de produção obtidas no experimento são superiores as médias nacionais e estaduais de produção de soja, onde a cultivar BMX Ativa produziu  $3.549,4 \text{ kg ha}^{-1}$  e a cultivar BMX Alvo  $3.225,4 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Quando realizada a comparação entre fatores, para os componentes secundários da produção (Tabela 3.), observou-se diferença significativa apenas para o fator cultivar, nos parâmetros de vagens com um e dois grãos, ambos nos terços médio e inferior das plantas de soja.

**Tabela 3.** Componentes secundários da produção de duas cultivares de soja submetidas à aplicação de foliar de cálcio com diferentes tipos de ponta de pulverização. Curitibaanos (SC), 2014.

TRATAMENTO	INFCH	MEDCH	SUPCH	INFUM	MEDUM	SUPUM
Testemunha	0,9	1,7	1,9	1,6	2,9	3,1
Cone cheio	0,9	1,6	1,4	1,5	2,8	3,0
Cone vazio	0,7	1,5	1,9	1,5	3,0	3,0
Jato plano	1,0	1,7	1,9	1,5	3,0	2,9
Jato plano duplo	0,7	1,5	1,2	1,3	2,4	2,9
Pr>Fc	0,48	0,90	0,67	0,78	0,48	0,99
Cultivar	INFCH	MEDCH	SUPCH	INFUM	MEDUM	SUPUM
BMX Ativa	0,9	1,6	1,7	1,9 a	3,1 a	2,9
BMX Alvo	0,8	1,5	1,6	1,1 b	2,5 b	3,0
Pr>Fc	0,60	0,64	0,85	0,00	0,02	0,59
CV (%)	41,97	34,61	74,97	27,12	25,73	28,86
TRATAMENTO	INFDO	MEDDO	SUPDO	INFTR	MEDTR	SUPTR
Testemunha	3,5	8,1	5,6	3,8	12,0	8,7
Cone cheio	3,3	7,3	5,9	3,5	10,9	8,0
Cone vazio	3,4	7,2	5,7	3,5	11,2	7,1
Jato plano	3,6	7,3	6,7	4,5	10,4	7,4
Jato plano duplo	3,3	6,9	5,7	3,5	11,5	8,8
Pr>Fc	0,96	0,79	0,51	0,74	0,83	0,57
Cultivar	INFDO	MEDDO	SUPDO	INFTR	MEDTR	SUPTR
BMX Ativa	4,2 a	8,1 a	5,6	4,1	10,6	7,2
BMX Alvo	2,6 b	6,6 b	6,3	3,4	11,7	8,8
Pr>Fc	0,00	0,02	0,10	0,21	0,23	0,06
CV (%)	29,23	25,48	22,86	44,52	25,09	30,63

CV: Coeficiente de variação; INFCH: vagens chochas terço inferior; MEDCH: vagens chochas terço médio; SUPCH: vagens chochas terço superior; INFUM: vagens com um grão no terço inferior; MEDUM: vagens com um grão no terço médio; SUPUM: vagens com um grão no terço superior; INFDO: vagens com dois grãos no terço inferior; MEDDO: vagens com dois grãos no terço médio; SUPDO: vagens com dois grãos no terço superior; INFTR: vagens com três grãos no terço inferior; MEDTR: vagens com três grãos no terço médio; SUPTR: vagens com três grãos no terço superior. Letras diferentes na mesma coluna indicam haver diferença significativa entre os fatores avaliados, sendo “a” e “b” considerados maior e menor respectivamente.

As diferenças significativas observadas para as cultivares de soja, com os componentes de produção primários e secundários, são explicadas pelas diferenças dos genótipos utilizados. Demonstrando assim, que não houve influência da ponta de pulverização e da aplicação de cálcio foliar, no aumento de rendimento na cultura da soja.

Bevilaqua *et al* (2002), onde estudaram a aplicação foliar de cálcio e boro, componentes de rendimento e qualidade de sementes de soja, usando duas cultivares (BR 16 e FT Cometa) e quatro épocas de aplicação: 10 dias antes da floração (botões florais fechados), floração plena (80% das flores abertas), 15 dias após a floração (vagens com 3 a 5mm) e 30 dias após a floração (vagens com 15mm), mais uma testemunha, sem aplicação. Os autores concluíram que a aplicação foliar de Ca e B aumentou o número de vagens por planta e de grãos por vagem e o peso de sementes por planta, quando aplicados na fase de floração, na cv. BR 16. Na cultivar FT Cometa, houve aumento no número de grãos por vagem na época de pós-floração, sem apresentar, no entanto, aumento do peso de sementes por planta. A cv. BR 16 apresentou maior produtividade em relação à FT- Cometa, fato este relacionado ao ciclo da cultura, já que as precoces (FT Cometa) geralmente são menos produtivas que cultivares de ciclo médio e tardio (BR 16).

Silva *et al* (2006), ao avaliar a aplicação foliar de boro e cálcio no feijoeiro, em duas aplicações, uma no florescimento pleno da cultura e outra após sete dias, concluíram que a aplicação de boro e cálcio via foliar não afetou os componentes da produção nem a produtividade do feijoeiro. Musskopf e Bier (2010) testaram a eficiência da aplicação foliar de cálcio com diferentes doses (0,0; 0,5; 1,0; 2,0 kg ha<sup>-1</sup>) do produto comercial que continha em sua formulação 13% de Ca, e estágios de aplicação (R1- Início da floração e R3- Final da floração). Os autores verificaram que apenas com a dose de 1,0 kg ha<sup>-1</sup> nos estádios R1 e R3 houve incremento na quantidade de vagens. Já quanto ao aumento no número de grãos por vagem não houve resultado significativo.

Santos (2013) estudou a influência da aplicação foliar de cálcio e boro em pré e pós-floração, utilizou cinco doses de produto comercial (0; 1,0; 2,0; 3,0 ; 4,0 L ha<sup>-1</sup>) com concentração de 8,0% de Ca e dois estágios fenológicos de aplicação (R1 e R3 ). Com relação ao componente de produção, número de vagens por planta e número de sementes por vagem, não houve efeito significativo dos tratamentos para doses e épocas. Notou também que houve diferença significativa para a produtividade apenas quanto ao fator época de aplicação.

A falta de resultados significativos consistentes para o aumento na fixação de vagens e na produtividade da soja em função da aplicação de cálcio permite alguns aspectos sejam levantados a respeito desta técnica para a cultura da soja. Considerando-se que a calda aplicada atinja as flores das plantas, é provável que a suplementação com cálcio não seja um fator determinante para a produtividade da cultura. Por outro lado, é possível que a calda aplicada atinja apenas as folhas, onde o nutriente tende a ficar devido à sua baixa mobilidade.

A ineficiência do cálcio foliar pode ser explicada pelo efeito guarda-chuva causado pelo grande número de folhas, o que dificulta a penetração do produto no dossel das plantas (FIOREZE *et al*, 2013). Viana *et al*, (2008), ao testar deposição de gotas no dossel de plantas de soja por diferentes pontas de pulverização e pressões de trabalho, observaram uma maior deposição de gotas no terço superior da planta para as pontas de jato plano (XR11002 e TT11002) e cone vazio (TXA-8002), possivelmente, devido a influência do efeito da massa foliar do terço superior. No entanto, a ponta de jato plano duplo (TJ60-8002) proporcionou uma cobertura homogênea nos três terços de amostragem. Cunha *et al*, (2005), utilizaram dois tipos de pontas de pulverização, jato plano (API 110-02 e API 110-04) e jato cônico vazio (ATR Brown e ATR Red), e volumes diferentes de calda, para testar a deposição de fungicida no dossel de plantas de feijão. Os autores não encontraram diferença significativa entre as médias do volume de calda retido nas folhas, com as pontas de jato plano e de jato cônico vazio, independentemente da posição no dossel, concluindo que não houve diferenças entre as duas pontas quanto à deposição.

Estudos realizados por Cunha *et al*, (2006), concluíram que na parte superior do dossel de plantas de soja, não houve diferença significativa entre a deposição de calda retida na folhagem com as diferentes pontas testadas (Jato plano de indução de ar, Jato plano duplo de indução de ar, Jato plano de pré-orifício e Jato plano). Contudo, na parte inferior das plantas, as pontas de jato plano (API 110-015 e API 110-02) promoveram maior cobertura das folhas. Isto devido suas gotas serem de menor tamanho em relação às outras pontas. Boschini *et al*, (2008), avaliaram a deposição de calda em função da vazão e de diferentes pontas de pulverização na cultura da soja. Utilizaram as pontas do tipo leque (DG 11002), duplo leque (TJ 60 – 11002), duplo leque com indução Ar (AI 11002) e Cone Vazio (TX - VK8). Identificaram com este experimento que a ponta de pulverização que apresentou maiores deposições, no terço superior das plantas, foi a ponta de jato plano duplo, já para os terços médio e inferior, a ponta com jato cone vazio. As deposições ocorridas nos terços médio e

inferior das plantas de soja foram significativamente inferiores às obtidas no terço superior, independentemente da ponta utilizada.

Tendo em vista que alguns autores obtiveram resultados significativos quanto à cobertura do alvo nos terços médio e inferior da planta, utilizando as mesmas pontas de pulverização usadas no presente experimento, pode-se inferir que a calda com Ca pode ter atingido os terços médio e inferior da planta, porém não significa que o mesmo atingiu as flores, não havendo uma nutrição direta as mesmas. De acordo com Rosolem (2002), o cálcio é um nutriente absorvido rapidamente pelas folhas, porém a velocidade de absorção não tem relação com a taxa de translocação, já que o mesmo é classificado como imóvel quanto à mobilidade na planta. Explicando em partes a ineficiência do cálcio no aumento da produtividade e de vagens fixadas. Indicando assim, que devem ser realizados novos estudos para melhorar a forma de aplicação de cálcio foliar e analisar se o mesmo aplicado via foliar é um fator limitante na fixação de vagens.

De acordo com os resultados obtidos e comparando com diferentes trabalhos tanto sobre cálcio foliar quanto métodos de aplicação, nota-se a necessidade de novos trabalhos relacionados. Um fator importante em outros trabalhos seria a utilização de corantes, com o intuito de identificar se o cálcio realmente atingiu o alvo (flores) nas partes média e inferior das plantas. Outro estudo de suma importância que deve ser realizado seria a aplicação localizada de cálcio nas flores, com isso notaria se realmente as flores tem capacidade de absorver este cálcio e converter em aumento nos componentes de produção, que o mesmo está relacionado. A partir disso é possível notar que o cálcio talvez não seja o fator limitante no aumento da produtividade, ficando evidente a necessidade de novos estudos, já que há varias diferenças de resultados entre trabalhos realizados com a aplicação foliar do mesmo.

## **6 CONCLUSÃO**

A aplicação foliar de cálcio, no período reprodutivo, não afeta a produtividade da soja, independentemente da ponta de pulverização utilizada e do hábito de crescimento da cultivar.

## 7 REFERÊNCIAS

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**, v. 32, n. 1, p. 31-34, 2002.

BOLLER, W. **Parâmetros técnicos para seleção de pontas. Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas**. Passo Fundo: Plantio Direto Eventos p.43, 2006.

BONETTI, L. P. Distribuição da soja no mundo: origem, história e distribuição. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (Ed.). **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, p. 1-6, 1981.

BOSCHINI, L.; CONTIERO, R. L.; MACEDO Júnior, E. K.; GUIMARÃES, V. F. Avaliação da deposição da calda de pulverização em função da vazão e do tipo de bico hidráulico na cultura da soja. **Acta Scientiarum. Agronomy**. v. 30, n. 2, p. 171-175, Maringá, 2008.

CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; GASTALDI, L. F.; PÍPOLO, A. E. Correlações fenotípicas entre caracteres quantitativos em soja. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 1, p. 11-16, jan./mar. 2005.

Companhia Nacional de Abastecimento-CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v. 1 - Safra 2013/14, n. 12 - Décimo Segundo Levantamento, set. 2014.

CUNHA, J. P. A. R. da.; REIS, E. F. dos.; SANTOS, R. de O. Controle químico da ferrugem asiática da soja em função de ponta de pulverização e de volume de calda. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.5, p.1360-1366, set-out, 2006.

CUNHA, J. P. A. R. da; TEIXEIRA, M. M.; VIEIRA, R. F.; FERNANDES, H. C. Deposição e deriva de calda fungicida aplicada em feijoeiro, em função do bico de pulverização e de volume de calda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.1, p.133-138, 2005

CUNHA, J.P.A. R. da.; SILVA, R.A.M.; OLIVET, J.J. Avaliação de pontas e volumes de pulverização na aplicação de fungicida na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Revista de la Facultad de Agronomía**. 344-359. 2011.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária EMBRAPA – Soja: **Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil**. Londrina, PR 2004.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária EMBRAPA – Soja. SFREDO, G. J. **Soja no Brasil: calagem, adubação e nutrição mineral**. Londrina, PR. 2008.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária EMBRAPA – Soja. **Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil 2012 e 2013**. Londrina, PR 2011.

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

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; CLARK, R. B. **Physiology of Crop Production**. New York: The Haworth Press. 345p. 2006.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão – FAEPE. Universidade Federal de Lavras – UFLA. Lavras, 2005.

FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 9 p.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11p. (Special report, 80).

FIGUEIREDO, S. L. **Cálcio, citocinina, déficit hídrico e sombreamento na fixação de estruturas reprodutivas de soja**. Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”, Faculdade De Ciências Agrônômicas, Campus de Botucatu. Botucatu – SP, 2013.

FREITAS, M. de C. M. de. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, vol.7, N.12; Goiânia 2011.

HOLTZ, V. **Características de produção e deposição de calda de pulverização em diferentes arranjos espaciais na cultura da soja**. Universidade Estadual de Goiás. Mestrado em Engenharia Agrícola, Anápolis 2013.

JIANG, H.; EGLI, D. B. Shade induced changes in flower and pod number and flower and fruit abscission in soybean. **Agronomy Journal**, Madison, v.85, p.221-225, 1993.

KRICHEVSKY, A.; KOZLOVSKY, S. V.; TIAN, G.; CHEN, M.; ZALTSMAN, A.; CITOVSKY, V. **How pollen tubes grow**. *Developmental Biology*, Kansas, v.303, p.405–420, 2007.

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

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

MATTHEWS, G. A. **Pesticide application methods**. London: Blackwell, 2000. 448 p.

MATUO, T. **Fundamentos da Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos**. In: GUEDES, J. V. C.; DORNELLES S.H. B. **Tecnologia e Segurança na Aplicação de Agrotóxicos: Novas Tecnologias**. Santa Maria. UFSM. 1998. p 95-104.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. Dordrechth: Kluwer Academic Publishers, 2001. 849p.

MUSSKOPF, C.; BIER, V. A. Efeito da aplicação de fertilizante mineral cálcio e boro via foliar na cultura da soja (*Glycine max*). **Cultivando o Saber**. Cascavel, v.3, n.4, 2010.

NAVARRO Jr, H. M.; COSTA, J. A. Expressão do potencial de rendimento de cultivares de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p. 275-279, Brasília 2002.

RAMOS, H. H. T.; MAZIERO, J. V. G.; CORRÊA, I.M. Desenvolvimento de pulverizador para culturas encanteiradas com vistas à redução da exposição do aplicador. **Revista Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, 2000.

REDDY, A. S. N. Calcium: silver bullet in signaling. **Plant Science**, Davis, v.160, p. 381-404, 2001.

REZENDE, D. T. **Análise comparativa de métodos para quantificação dos depósitos da pulverização em diferentes alvos**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”, Botucatu- SP, 2011.

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**, v.29, n.6, p.1105-1111, nov./dez., Lavras, 2005.

ROCHA, R.S. **Avaliação de variedades e linhagens de soja em condições de baixa latitude**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2009.

ROMÁN, R. A. A.; CORTEZ, J. W.; FERREIRA, M. da C.; OLIVEIRA, J. R. G. di. Cobertura da cultura da soja pela calda fungicida em função de pontas de pulverização e volumes de aplicação. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.10, n.3, maio/junho 2009.

ROSOLEM, C. A. **Recomendação e aplicação de nutrientes via foliar**. Universidade Federal De Lavras – UFLA, Fundação De Apoio Ao Ensino, Pesquisa E Extensão. lavras-MG, 2002.

SANTOS, E. A. D. **Influência da aplicação foliar de cálcio e boro em pré e pós- floração sobre os componentes de produção e na produtividade da soja**. 78 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Do Piauí, Teresina, 2013.

SCHMIDT, M. A. H. **Deposição da calda de pulverização na cultura da soja em função do tipo de ponta e do volume aplicado**. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Centro de Ciências Agrárias. Marechal Cândido Rondon, 2006.

SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos da soja**. 1ª ed. v. 1. 314 p. Londrina, PR: Mecenias, 2009.

SILVA, T. R. B. da.; SORATTO, R. P.; BÍSCARO, T.; LEMOS, L. B. Aplicação foliar de boro e cálcio no feijoeiro. **Científica, Jaboticabal**, v.34, n.1, p. 46 - 52, 2006.

SOUZA, L. C. D. de; SÁ, M. E. de; CARVALHO, M. A. C. de; SIMIDU, H. M. Produtividade de quatro cultivares de soja em função da aplicação de fertilizante mineral foliar a base de cálcio e boro. **Revista De Biologia E Ciências Da Terra**. Selvíria – MS, 2008.

STAUT, L.A. **Adubação foliar com nutrientes na cultura da soja**. 2007. Artigo em Hypertexto. Disponível em:

<<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/47969/1/09.htm>. Acesso em 23 de novembro de 2014.

VIANA, R. G.; FERREIRA, L. R.; TEIXEIRA, M. M.; CECON, P. R.; SOUZA, G. V. R. de. Deposição de gotas no dossel da soja por diferentes pontas de pulverização hidráulica e pressões de trabalho. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v.16, n.4, 428-428 435 Out./Dez., 2008.