



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ**  
**CAMPUS LUIZ MENEGHEL**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**CARLOS EDUARDO PINTO LIMA GRAZIANO**

**QUALIDADE DE APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS COM DUAS  
CLASSES DE GOTAS EM TRÊS PERÍODOS DO DIA**

**BANDEIRANTES, PR - BRASIL**

**2016**

**CARLOS EDUARDO PINTO LIMA GRAZIANO**

**QUALIDADE DE APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS COM DUAS  
CLASSES DE GOTAS EM TRÊS PERÍODOS DO DIA**

Trabalho de Dissertação apresentado ao  
Programa de Pós Graduação em Agronomia  
para obtenção do título de Mestre na  
Universidade Estadual do Norte do Paraná,  
Campus Luiz Meneghel.

Orientador: Dr. Marco Antonio Gandolfo

**BANDEIRANTES, PR - BRASIL**

2016

**Graziano, Carlos Eduardo Pinto Lima.**

Qualidade de aplicação de produtos fitossanitários com duas classes de gotas em três períodos do dia / Carlos Eduardo Pinto Lima Graziano. - Bandeirantes, 2016.  
46 f. : il.

Orientador: Marco Antonio Gandolfo.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Norte do Paraná,  
Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2016.

Inclui bibliografia.

1. Tecnologia de Aplicação - Tese. 2. Deposição - Tese. 3. Coertura - Tese. 4. Deriva -  
Tese. I. Gandolfo, Marco Antonio. II. Universidade Estadual do  
Norte do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

GRAZIANO, Carlos Eduardo Pinto Lima. **Qualidade de aplicação de produtos fitossanitários com duas classes de gotas em três períodos do dia.** 2016. 47 f. (Dissertação) Mestrado em Agronomia - Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus Luiz Meneghel*, Bandeirantes, 2016.

## RESUMO

As condições ambientais no momento da aplicação e as pontas de pulverização usadas podem alterar a deposição e cobertura do alvo em aplicação de agrotóxicos. Portanto, o objetivo desta pesquisa foi analisar a cobertura e o depósito nos estratos superior, médio e inferior do dossel da cultura da soja e as perdas para o solo em diferentes períodos do dia em aplicações com diferentes classes de gotas. O delineamento foi em blocos casualizados, fatorial 3 x 2, três momentos de aplicação (9, 14 e 18 horas) e duas pontas de pulverização (AXI 110015 e AVI 110 015), totalizando seis tratamentos, com três repetições. Foi avaliada a deposição e cobertura em três estratos da cultura da soja (superior, médio e inferior) e as perdas para o solo. O depósito e a cobertura pela aplicação nos estratos superior, médio e inferior são decrescentes, o que dificulta o controle de agentes de danos localizados nas partes inferiores da cultura. O horário do dia em que se realiza a aplicação pode ser usado como estratégia técnica para elevar a eficiência do controle dos agentes de danos em culturas com elevado índice de área foliar. A cobertura e o depósito nos diferentes estratos da planta são influenciados pela seleção da ponta de pulverização e pela classe de gotas por ela produzida.

**Palavras-chave:** Tecnologia de aplicação, deriva, deposição, cobertura, soja.

GRAZIANO, Carlos Eduardo Pinto Lima. **Pesticide application quality with two classes of drops in three periods of the day**. 2016. 47 f. (Dissertation) Master's degree in Agronomy - Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel, Bandeirantes, 2016

### **ABSTRACT**

Environmental conditions at application moment and spray nozzles used can modify the pesticide application deposition and coverage target. Therefore, the objective of this research was to analyze the coverage and the deposit in the upper, middle and lower soybean canopy strata and losses to the soil at different moments of day in applications with different classes of drops. The design was a randomized block, 3 x 2 factorial, three application times (9, 14 and 18 hours) and two spray nozzles (AXI 110015 and AVI 110,015), totaling six treatments with three replications. It was evaluated the deposition and coverage in three soybean strata (upper, middle and lower) and losses to the soil. The deposit and coverage at the upper, middle and lower strata are decreasing, what makes difficult to control damage agents located in the lower parts of the culture. The time of application through the day can be used as a technical strategy to increase control efficiency of damage agents in cultures with high leaf area index. The selection of the spray tip and drops class it produces influences the coverage and deposit at the different strata of the plant.

**Key words:** Application technology, drift, deposition, coverage, soybean.

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 3. 1 Posicionamento das placas de vidro na entrelinha da cultura da soja para avaliação de perdas para o solo durante a aplicação de produto fitossanitário.....   | 20 |
| Figura 3. 2 Aplicação na cultura da soja para avaliação da cobertura e depósito nos estratos inferior médio e superior. ....  | 21 |
| Figura 3. 3 Coleta e acondicionamento das amostras de folhas e placas de vidro para mensuração de depósito (esquerda) e cobertura (direita).....  | 23 |
| Figura 3. 4 Imagem das folhas para posterior cálculo da área foliar e determinação do depósito. ....  | 24 |
| Figura 4. 1 Percentagem relativa de depósito e cobertura nos estratos superior médio e inferior do dossel da cultura da soja (R3) pulverizada com pontas AXI e AVI, em três momentos ao longo do dia, às 9, 14 e 18 horas. .... | 28 |
| Figura 4. 2 Depósito e cobertura nos estratos superior médio e inferior do dossel da cultura da soja (R3) pulverizada com pontas AXI e AVI, em três momentos ao longo do dia, às 9, 14 e 18 horas. ....                         | 29 |
| Figura 4. 3 Vista superior da cultura da soja (R3) às 9:00(a), 14:00 (b) e 18:00 (c) horas (da esquerda para a direita). ....   | 31 |
| Figura 4. 4 Endodeviva em função momento o longo do dia (às 9, 14 e 18 horas) e da ponta de pulverização ( AVI 110 015 e AXI 110 015) usada na aplicação de produtos fitossanitários na cultura da soja (R 5.3). ....           | 32 |

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 3. 1 Modelo e características das pontas de pulverização utilizadas do ensaio. ....  | 22 |
| Tabela 3. 2 Temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento e iluminância durante as aplicações nos períodos do dia. ....  | 22 |
| Tabela 4. 1 Análise de variância do momento de aplicação, ponta de pulverização e estrato de deposição da cultura da soja sobre as variáveis depósito (em soja e no solo) e cobertura (em soja). .... | 26 |

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO .....  | 5  |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA.....                                | 7  |
| 2.1 Cultura da Soja.....                                    | 7  |
| 2.2 Tecnologia de Aplicação de produto fitossanitário ..... | 10 |
| 2.2.1 Alvo biológico .....                                  | 11 |
| 2.2.2 Condições ambientais.....                             | 12 |
| 2.2.3 Ponta de pulverização.....                            | 14 |
| 2.2.4 Depósito e cobertura.....                             | 16 |
| 2.2.5 Perdas na pulverização .....                          | 17 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS.....                                   | 19 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....                               | 26 |
| 5 CONCLUSÃO .....   | 34 |
| REFERÊNCIAS .....   | 35 |



## 1 INTRODUÇÃO

A agricultura é uma prática desenvolvida pelo homem há milhares de anos que vem se modificando ao longo do tempo buscando sempre manter o equilíbrio entre os fatores econômico, ambiental e social, tornando-se indispensável à sobrevivência dos seres humanos.

A ocorrência de pragas, doenças e plantas daninhas em cultivos pode reduzir a produtividade e qualidade da produção, resultando em prejuízo econômico. Dentre os métodos de controle desses agentes de danos às culturas, o controle químico é atualmente o mais utilizado.

A partir desta perspectiva, a tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários tem papel fundamental na atividade agrícola, pois busca reduzir as perdas ocasionadas pelos agentes de danos por meio do controle químico, sem desconsiderar os riscos que representa para a saúde humana, animal e ao meio ambiente, buscando sempre reduzir a contaminação e perdas por deriva, aumentando a eficiência das aplicações. Conhecimentos aprofundados nesta área geram informações importantes para as recomendação de aplicações de forma consciente e responsável.

Porém, nem sempre é fácil definir a técnica mais adequada à aplicação de produtos fitossanitários, devido ao grande número de variáveis que interferem no resultado final. Para fazer uma recomendação com assertividade é necessário levar em consideração o ciclo da cultura (perene ou anual), seu estágio de desenvolvimento, índice de área foliar, arquitetura e distribuição das folhas no dossel da cultura e ainda o posicionamento do agente de dano na planta.

Na cultura da soja, a maioria das técnicas de aplicação usadas atualmente apresentam níveis decrescentes de cobertura e deposição dos estratos superior ao inferior da planta, devido principalmente, ao elevado índice de área foliar, que dificulta a penetração das gotas de pulverização no dossel da cultura. Essa distribuição irregular da pulverização no dossel da cultura pode dificultar o controle de agentes de danos, principalmente aqueles posicionados no baixeiro das plantas, onde a deposição e cobertura, em geral, são menores.

Devido à grande variedade de culturas, cada qual com características distintas de arquitetura estrutural de galhos, ramificações e folhas, há necessidade de tecnologias específicas para maximizar o depósito nos diferentes estratos de cada uma delas. Além disso, plantas de uma determinada variedade ou cultivar de uma espécie pode apresentar alterações em sua arquitetura ao longo do dia alterando o posicionamento de suas

folhas e galhos. Isto também pode influenciar o resultado da pulverização, podendo ocasionar maior ou menor depósito nos estratos da planta.

Além disso, é preciso atentar-se as condições ambientais no momento da aplicação, temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento e iluminância, que interferem nas perdas por deriva reduzindo a eficiência da aplicação, e ainda, dificultar ou mesmo inviabilizar a aplicação em alguns períodos do dia. Uma das alternativas para aumentar o período viável da aplicação, comprometendo o mínimo possível a qualidade e minimizando os riscos de deriva, é alterar o espectro de gotas da pulverização.

O objetivo desta pesquisa foi analisar a cobertura e o depósito nos estratos superior, médio e inferior do dossel da cultura da soja e as perdas para o solo em diferentes períodos do dia em aplicações com diferentes classes de gotas.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Cultura da Soja

O agronegócio é um dos motores da economia brasileira com importantes avanços quantitativos e qualitativos, sendo um setor de grande capacidade empregadora e de geração de renda. Seu desempenho tem superado o movimento do setor industrial, ocupando, assim, posição de destaque no âmbito global, o que lhe dá importância crescente no processo de desenvolvimento econômico por ser um setor dinâmico da economia e pela sua capacidade de impulsionar os demais setores (COSTA, 2007).

Para Gasques et al. (2004) o agronegócio se destaca na economia brasileira, sendo um dos grandes responsáveis pelo desenvolvimento do país, tanto por meio do incremento de produção quanto da geração de saldos comerciais positivos com o exterior. Para melhorar os resultados obtidos e manter a competitividade no cenário internacional é fundamental investir em novas tecnologias para o setor.

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) representa um dos principais cultivos da agricultura mundial e brasileira, devido ao seu potencial produtivo, sua composição química e seu valor nutritivo com alto teor de proteína dos grãos (cerca de 40%), que lhe confere variedade de aplicações na alimentação humana e animal, na composição de vários produtos embutidos, em chocolates, temperos para saladas, entre outros produtos (HUNGRIA et al., 1994; MAUAD et al. 2011).

A soja cultivada atualmente é bem distinta de seus ancestrais selvagens de porte rasteiro que se desenvolviam na costa leste da Ásia, principalmente ao longo do rio Yangtse, na China. Seu caminho evolutivo começou com o aparecimento de plantas oriundas de cruzamentos naturais entre duas espécies de soja selvagem, que foram domesticadas e melhoradas na antiga China (BONATO, BONATO, 1987).

Cultivada pelo menos há cinco mil anos distribuiu-se pelo mundo principalmente através dos viajantes ingleses e por imigrantes japoneses e chineses. Os primeiros registros do cultivo da soja no Brasil ocorreram no início do século XX, mas seu impulso aconteceu em meados dos anos 1970, devido à grande quebra de safra na produção da Rússia, e a incapacidade dos Estados Unidos suprirem a demanda mundial. Neste período o Brasil superou a produção da China, que era a segunda maior produtora mundial de soja

com 8.500.000 toneladas, sendo os Estados Unidos o maior produtor mundial até os dias de hoje (MISSÃO, 2006).

Os primeiros cultivos brasileiros aconteceram na Bahia em 1882 (BLACK, 2000). Posteriormente, foi levada por imigrantes japoneses para São Paulo, em 1914, e introduzida no estado do Rio Grande do Sul, sendo este o local onde as variedades trazidas dos Estados Unidos, melhor se adaptaram às condições edafoclimáticas, principalmente em relação ao foto período, mostrando eventuais potencialidades de produção da cultura (BONETTI, 1981). Em 2015, o Brasil se destaca na produção mundial com mais de 31,51 milhões de hectares de área plantada, produção 95,63 milhões de toneladas, e uma produtividade média de 2,882 t ha<sup>-1</sup> (EMBRAPA, 2015).

Para Molinari (2013) com avanço da pesquisa, tecnologia, infraestrutura e da própria cadeia produtiva, a produção de soja consolidou-se agricultura brasileira, sendo uma das principais responsáveis pela difusão do conceito de agronegócio brasileiro. Porém, grande parte desses avanços estão atrelados à modernização ocorrida a partir dos anos 1950 e 1960 e aprofundada nos anos 1990, quando a cultura da soja passa por uma reestruturação ao longo da sua cadeia, o que aumentou sua participação na cadeia agroindustrial do Brasil, tornou-a essencial para o crescimento da renda, emprego e de divisas, pela exportação.

Há possibilidade de grande aumento da produção brasileira, seja pela maior área destinada para seu cultivo, como pelas grandes conquistas tecnológicas para o aumento da produtividade. Nos próximos anos, a produção nacional deve ultrapassar a barreira dos 100 milhões de toneladas, podendo se tornar a maior produção mundial (VENCATO et al., 2005).

### **2.1.1 Agentes de danos na cultura**

Durante todo o seu ciclo, a cultura da soja está sujeita ao ataque de pragas. Estes insetos, principalmente em seu estágio larval, podem atacar as plântulas e posteriormente atacar a planta durante a fase vegetativa e em alguns casos, até o estágio da floração. Com o início da fase reprodutiva da soja, outros insetos surgem e podem causar danos desde a formação das vagens até o final do desenvolvimento dos grãos. Assim, os insetos representam um importante fator que afeta a planta e a semente, podendo reduzir substancialmente a qualidade de ambas, caso não seja efetuado nenhum tratamento para o seu controle, que poderá tornar-se excessiva e causar perdas significativas no rendimento da cultura (TURNIPSEED & KOGAN, 1987). Dentre as principais pragas desfolhadoras na

cultura da soja temos a lagarta-da-soja, *Anticarsia gemmatalis* e a lagarta falsa medideira, *Crysoideixis includens*.

Resultados do trabalho de CONTE (2015) apontaram que a lagarta-da-soja, na safra 2014/2015 no Paraná, foi a que predominou nos primeiros dois meses da cultura enquanto que a lagarta falsa medideira aumentou sua densidade gradativamente ao longo do desenvolvimento das plantas, sendo a espécie predominante no final do ciclo da cultura. Santos (2007) relata que de um modo geral, as lagartas falsa medideira estão mais presentes nos terços médio e inferior das plantas. O desfolhamento provocado por altas infestações poderão causar prejuízos à produção.

Dentre os diversos fatores de produção da soja, destaca-se o controle químico de plantas daninhas, seja nas aplicações em pré ou em pós-emergência. O controle de plantas daninhas com herbicidas de aplicação em pós-emergência vem se destacando nas propriedades rurais devido à sua flexibilidade de uso e eficácia. Esse aspecto ganha mais evidência com o aumento das áreas de plantio direto, onde os herbicidas em pré-plantio-incorporado e geralmente em pré-emergência não são recomendáveis (PEIXOTO, 2015).

Silva (2008) afirma que a presença de plantas daninhas em lavouras de soja pode afetar o desenvolvimento da cultura, por promover competição pelos recursos do meio, como água, luz e nutrientes, reduzindo a disponibilidade desses recursos para a cultura e causando redução na produtividade de grãos, devido aos efeitos da interferência sobre as variáveis que definem a produtividade da cultura

Nos resultados encontrados por Butnariu (2013), a a competição entre as plantas daninhas e a cultura foi responsável por 85% das variações de produtividade de soja observadas em seu trabalho.

A ferrugem asiática da soja, causada por *Phakopsora pachyrhizi* Sydow, possui alto potencial de dano à cultura pois pode causar rápido amarelecimento e queda prematura de folhas, prejudicando a plena formação dos grãos. Desde o ano de 2001, epidemias da doença têm sido constatadas em algumas regiões do Brasil. Na safra 2001/2002, as lavouras mais atingidas apresentaram queda na produtividade de até 70% (REUNIÃO, 2002)

Segundo Pimenta (2011), o controle da ferrugem asiática da soja exige a combinação de várias táticas, a fim de evitar perdas de produtividade. Recomendam-se algumas estratégias como utilização de cultivares precoces, plantio no início da época recomendada, evitar o prolongamento do período de semeadura, monitoramento da lavoura desde o início da safra, além do controle químico.

No momento em que as plantas atingem o grau máximo de desenvolvimento vegetativo, com total fechamento e grande área foliar, as aplicações necessitam da máxima capacidade de penetração na massa de folhas e cobertura das mesmas, mesmo para a aplicação de fungicidas com características de ação sistêmica (ANTUNIASSI et al., 2004).

De maneira geral, a deposição é menor nas partes mais baixas e internas do dossel das culturas. No caso de fungicidas, este comportamento pode proporcionar baixa eficácia no controle das doenças, pois requerem cobertura uniforme de toda a planta (MOREIRA 2010).

## **2.2 Tecnologia de Aplicação de produto fitossanitário**

A tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários consiste na utilização de todos os princípios científicos que proporcionem a correta colocação dos produtos fitossanitários biologicamente ativos no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica, e com o mínimo de contaminação ambiental (MATUO, 1990). No entanto, esta prática é uma das atividades de menor eficiência na agricultura do ponto de vista da energia quanto aos produtos químicos. Isso devido à dificuldade de depositar os produtos somente no alvo desejado (MATTHEWS, 1979).

A pulverização é uma metodologia mecânica de geração de gotas, a partir de uma calda para um tratamento fitossanitário. Já, aplicação é o processo de colocar um produto fitossanitário no alvo biológico, depositando no local exato onde se necessita (CHRISTOFOLETTI, 1999; ANDEF, 2013). Fatores, como tipo de ponta de pulverização, espaçamento entre bicos, altura da barra, vazão das pontas e taxa de aplicação, influenciam diretamente, os resultados de uma aplicação (ANDEF, 2013).

Para a definição da técnica a ser utilizada, o momento da aplicação, condições climáticas, características dos produtos fitossanitários, o alvo que se quer atingir e as condições operacionais (ponta de pulverização, pressão de trabalho, tipo de máquina) tem relevante importância, pois interferem na eficiência da aplicação e nunca agem de forma isolada, sendo as suas interações responsáveis pela eficiência ou ineficiência do controle (ANTUNIASSI, 2012; RAMOS, 2000).

### 2.2.1 Alvo biológico

O alvo biológico da aplicação é um organismo que se objetiva controlar utilizando um determinado produto fitossanitário, seja ele um inseto, uma planta daninha, fungo ou bactéria (MATUO, 1998). Este conceito não limita-se em estabelecer um objetivo no qual se deseja atingir com o produto, mas também em conhecimentos técnicos do alvo, com posição e seus hábitos, fisiologia, ciclo, enfim momento de maior vulnerabilidade para ser atingido pelo produto (MADALOSSO, 2007). Saber se o alvo da aplicação é uma planta daninha, praga ou doença e sua localização é imprescindível na aplicação de produto fitossanitário para a escolha técnica mais adequada para a pulverização do produto fitossanitário (ANTUNIASSI et al, 2008).

A cultura da soja é acometida por pragas como lagartas, percevejos e patógenos, como bactérias e fungos. Dentre as doenças causadas por fungos, a ferrugem asiática da soja é considerada a mais importante, ela é causada pelo fungo biotrófico *Phakopsora pachyrhizi* (Sydow e Sydow), causando perdas estimadas em 737,4 milhões de dólares ao Brasil por ano. Seus sintomas iniciam-se nas folhas inferiores da planta (CARNEIRO, 2007), favorecidos pelo fechamento rápido das entrelinhas da cultura da soja, estratégia usada principalmente para proporcionar o controle cultural de plantas daninhas, proporcionam ocorrência de condições ideais para o desenvolvimento da ferrugem asiática da soja e dificulta a penetração das gotas no terço inferior da cultura, exigindo conhecimentos sobre tecnologia de aplicação para o controle desta doença (CUNHA et al., 2011).

Para realizar o controle da ferrugem asiática deve se usar métodos integrados de controle. Dentre estes métodos inclui o monitoramento da doença na área, o momento mais adequado da aplicação, a utilização de fungicidas com alto período residual e boa cobertura do alvo (BUTZEN et al., 2005). Entretanto a utilização de fungicidas tem sido a principal forma de controle desta doença (SOARES et al., 2004). Segundo Butzen et al., (2005a), a ferrugem asiática pode ser controlada por quatro grupos de fungicidas, triazóis, estrobilurinas, cloronitrilos e carboxamidas.

Gassen (2014) relata que os fungicidas podem ser usados em soja com a ressalva de evitar a aplicação em momentos de temperatura acima de 35°C, de maior radiação solar e plantas estressadas por estiagem. Também relata que a fito toxicidade ocorre apenas na parte superior da planta, nas áreas cobertas com maior volume de produto na pulverização, percebe-se maior fito toxicidade nas áreas de sobreposição de barra do pulverizador e de manobra para retorno.

No entanto, algumas das aplicações de fungicida ocorrem em momentos que a cultura atinge seu máximo de desenvolvimento vegetativo, com grande índice de área foliar, e nesse momento as aplicações carecem maior capacidade de penetração das gotas do dossel da cultura a fim de obter melhores níveis de deposição e cobertura das mesmas, mesmo em aplicações de fungicidas sistêmicos (ANTUNIASSI et al., 2004). O transporte do ingrediente ativo para o interior do dossel da planta é condição básica para o controle eficaz de várias pragas e doenças (RODRIGUES, 2005). Segundo Walklate et al. (2000), a estrutura do alvo é um dos fatores mais importantes a serem considerados. Qualquer quantidade do produto aplicado que não atinja esse alvo representa perdas.

A pulverização de gotas finas pode melhorar a penetração no dossel da cultura, no entanto, esse tamanho de gotas tem maior potencial de deriva. Enquanto as gotas grossas, apresentam menor potencial mas podem comprometer a cobertura das plantas, em razão de as gotas serem de maior tamanho (Da Cunha 2006; FERREIRA & OLIVEIRA, 2008).

Nos casos em que o alvo é a própria planta, deve-se atentar para o seu estágio de desenvolvimento, pilosidade, cutícula, rugosidade das folhas e arquitetura da planta, são características fundamentais na escolha do produto a ser utilizado, pois, dependendo do objetivo da aplicação, é necessário garantir parâmetros mínimos de qualidade da aplicação. Por esse motivo, devem-se respeitar as características morfológicas e físicas do alvo e do produto fitossanitário a ser utilizado para obtenção dos resultados desejados (ANTUNIASSI, 2009).

Em geral produtos com maior ação sistêmica, quando direcionados as folhas ou solo, podem ser aplicados com gotas grossas, reduzindo riscos de deriva e contaminação ambiental. Gotas maiores, quando empregadas de maneira correta possibilitam boa deposição, no entanto tem a tendência de reduzir os níveis de cobertura. Analisando produtos de contato com menor ação sistêmica, temos com alternativa aumentar a taxa de aplicação e/ou reduzir o tamanho das gotas atendendo a maior cobertura exigida pelo produto (ANTUNIASSI, 2012).

### **2.2.2 Condições ambientais**

A temperatura, a umidade relativa do ar, a velocidade do vento, a presença de orvalho e a ocorrência de chuvas logo após as aplicações são as principais variáveis climáticas a serem observadas nas aplicações de produtos fitossanitários (BOLLER et al.,



2011), pois são fatores determinantes para a eficiência do produto fitossanitário aplicado (MATTEWS, 2000).

A alta temperatura e baixa umidade relativa do ar aceleram a evaporação das gotas do produto aplicado. Temperaturas do ar acima de 30°C e umidade relativa abaixo de 55% favorecem a evaporação das gotas (RAMOS & PIO, 2003). Portanto, é recomendável que as pulverizações sejam realizadas pela manhã e ao final da tarde, a fim de evitar os momentos do dia em que a evaporação do produto aplicado é mais rápida (MATUO, 1990). Segundo Bonini (2003) o horário de aplicação é um item fundamental para se obter eficiência na aplicação.

A temperatura e a umidade relativa do ar exercem grande influência sobre a duração das gotas, estando diretamente relacionada à sua evaporação (DA COSTA 2009). Quando se utilizam baixas taxas de aplicação deve-se dar grande importância à evaporação das gotas. Nestas ocasiões, a adição de óleo ou de outros aditivos antievaporantes à calda pode ser uma alternativa importante para prolongar a duração das gotas e reduzir os riscos de deriva por evaporação (BOLLER 2007).

Além disso, a ocorrência de vento com velocidade acima dos limites recomendáveis podem causar deriva, e abaixo do mínimo, não permite uma adequada redistribuição das gotas da calda sobre a folhagem e pode ocasionar perdas por inversão térmica. Desta forma o vento pode ser um aliado ou inimigo de uma pulverização (BOLLER, 2007).

As diferentes condições atmosféricas no decorrer do dia influenciam a eficiência dos tratamentos fitossanitários, sendo que as técnicas de pulverizações devem ser ajustadas em função das condições climáticas (ANTUNIASSI et al., 2005). A definição do momento apropriado para a realização da aplicação é indispensável (SANTOS, 2013), pois o ingrediente ativo pode se perder devido às condições do ambiente e horário de aplicação inadequado (MATUO, 1990).

Mudanças rápidas das condições ambientais podem comprometer o sucesso das aplicações, no entanto, é difícil realizá-las somente quando todas as variáveis meteorológicas estiverem em valores aceitáveis devido ao curto período de tempo em que as condições ambientais são adequadas à realização de aplicação de produto fitossanitários (RUEDELL, 2002; PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2002).

Matuo (1990) e Balan et al (2008) recomendam que as pulverizações de produtos fitossanitários sejam realizadas pela manhã ou ao final da tarde, a fim de evitar altas

temperaturas e baixa umidade relativa do ar, e conseqüentemente a evaporação rápida do produto aplicado e perdas por deriva.

### **2.2.3 Ponta de pulverização**

Ponta de pulverização é um dos componentes do pulverizador que é responsável por fragmentar a solução de pulverização em pequenas gotas (MATUO et al., 2005). Leite e Serra (2013) afirmam que a seleção das pontas de pulverização está diretamente ligada ao alvo e o tipo de produto utilizado, ao critério econômico e ambiental.

Gotas de menor tamanho tem maior facilidade para depósito, cobertura e penetração na parte mais basal da planta em relação a gotas de maior tamanho, porém são mais propensas à ocorrência de deriva (ANTUNIASSI, 2004). Em condições climáticas desfavoráveis a aplicação, as gotas grossas podem ser usada como opção para a redução da deriva (FAGGION; ANTUNIASSI, 2010).

A deposição da calda nos dosséis inferior e superior e a produtividade não foram afetadas pela utilização de diferentes pontas de pulverização, foi constatado também um acúmulo de calda de fungicida na parte superior do dossel da cultura, evidenciando uma distribuição irregular da calda no dossel da cultura (CUNHA, 2010).

O estudo de deposição de agroquímicos tem sido feito por vários pesquisadores empregando diferentes metodologias (HEWITT, 2010). Uma das formas é a utilização de traçadores e o primeiro passo importante refere-se a sua escolha. Ela deve levar em conta a estabilidade a luz solar, temperatura, armazenamento e pH, o nível de detecção, a toxicidade, a persistência e a solubilidade (PALLADINI et al., 2005). Em geral, são detectados por colorímetros, espectrofotômetros ou fluorímetros.

Objetivando uma deposição satisfatória sobre o alvo deve-se realizar uma adequada escolha de pontas de pulverização e também da taxa de aplicação. Rotineiramente se prioriza a escolha do fungicida deixando em segundo plano a tecnologia de aplicação (GULER et al., 2007).

Gandolfo (2002) em trabalhos envolvendo a inspeção periódica de pulverizadores concluem que 80% dos pulverizadores inspecionados apresentaram pontas desgastadas ou sem condições de uso, afetando, de forma direta, os resultados das aplicações.

A ponta AVI possui injeção de ar (sistema venturi), gerando gotas grandes com bolhas de ar em seu interior, o que minimiza a deriva, ela é projetada para uso em uma ampla escala de pressão, de 207 a 724 kPa. Já ponta AXI jato plano (leque) não apresenta

indução de ar, sendo recomendado seu uso em intervalos de pressão de 207 kPa à 276 kPa (Jacto S.A., 2016).

Jesus (2014) afirma que durante a pulverização, se produz diversos tamanhos de gotas, independentemente do tipo de ponta utilizada. Para a caracterização do espectro das gotas toma-se como parâmetro a porcentagem de volume das gotas menores que 100  $\mu\text{m}$ . Podem-se utilizar dois fatores, como o diâmetro mediano volumétrico (DMV) e a amplitude relativa. Antuniassi e Baio (2008) utilizaram o DMV como diâmetro de gotas que divide o volume pulverizado em duas partes, sendo que a soma do volume das gotas de diâmetro menor deve ser igual à soma do volume de gotas maiores.

Porcentagem de gotas menores que 100  $\mu\text{m}$  possibilita encontrar o potencial de deriva da aplicação, pois, quanto menor essa porcentagem, menor o risco de deriva (CUNHA 2006).

Debortoli et al. (2012) destacam que o espectro de gotas finas ou muito finas resulta em maior cobertura do produto sobre o alvo desejado, quando ele for comparado com espectros de gotas médias a grossas, utilizando-se a mesma taxa de aplicação.

Carvalho (2013) relatou a eficiência das aplicações de produtos fitossanitários utilizando gotas finas para controle de doenças como a ferrugem da soja, com resultados significativos tanto nas aplicações aéreas como nas terrestres, com destaque para a ocorrência de boa cobertura e penetração sobre o alvo.

As médias de DMV inferior a 250  $\mu\text{m}$  ocasionam perdas por deriva, já as médias de DMV que atingem 500  $\mu\text{m}$  ou mais provocam escorrimento da calda, afetando também a eficiência da aplicação (TEIXEIRA 1997).

O tamanho das gotas pulverizadas é um dos mais importantes parâmetros que influencia o controle de doenças em plantas. As gotas devem ser suficientemente grandes para que possam depositar-se sobre o alvo após terem sofrido evaporação durante o percurso e, suficientemente pequenas para fornecerem cobertura suficiente do alvo pelo fungicida (REICHARD et al, 1992).

Ao se utilizar gotas grandes pode-se reduzir o risco de deriva, entretanto, pode também reduzir a eficiência dos produtos (WILSON et al., 1963; SMITH et al., 1975), além de prejudicar a distribuição da calda no interior do dossel da cultura (MAYBANK, 1984).

#### 2.2.4 Depósito e cobertura

Conceitualmente existem dois tipos de avaliações de aplicação: a deposição, avaliação quantitativa, na qual se verifica a quantidade de produto depositado no alvo; e a cobertura, avaliação qualitativa, na qual se observa a porcentagem do alvo que foi coberta pela aplicação (Nascimento, 2011).

Palladini (2000) relata que, as avaliações com a técnica de visualização do depósito nas folhas foram utilizadas pela primeira vez por Staniland, em 1959, com o uso de pigmentos fluorescentes. Ele o descreveu como um método importante, principalmente, pela possibilidade de localizar com precisão onde o produto se depositou, e como um valioso instrumento para demonstrar a distribuição e intensidade da cobertura obtida, bem como avaliar os efeitos da umidade, tenacidade, tipos de bicos, variações do volume de aplicação, pressão, velocidade e outras causas que afetam as operações de pulverização em diferentes culturas.

Os parâmetros de deposição e cobertura são os dois mais importantes componentes do desempenho de uma aplicação e é de extrema importância que sejam quantificados a fim de se avaliar a eficiência de uma pulverização no campo (YU et al 2009).

A avaliação de pulverizações agrícolas Matthews (1982) pode ser feita por diversas opções de metodologias. A determinação da distribuição das gotas e a cobertura do alvo pode ser realizada mediante a utilização de alvos artificiais, tais como as fitas de papel que são colocadas próximas aos alvos (folha da planta, solo, etc.). Há ainda os papéis sensíveis que representam as gotas em função da sensibilidade à umidade.

Tanto a deposição quanto a perda de produtos são influenciadas por diversos fatores dentre eles estão presentes a arquitetura de plantas e condições meteorológicas. (Souza et al., 2003).

A eficácia do tratamento depende não apenas da quantidade de material depositado sobre a vegetação, mas também, da uniformidade de cobertura do alvo (McNICHOL et al., 1997). Estudos sobre padrões de deposição de pulverizações indicam grande variabilidade de deposição dos produtos fitossanitários ao longo das faixas de aplicação, o que diminui a eficácia dos tratamentos (GUPTA & DUC, 1996 e PERGHER et al., 1997).

Para Moreira (2010) a deposição é menor nas partes mais baixas e internas do dossel das culturas. No caso de fungicidas, esta variação proporciona baixa eficácia no

controle das doenças, principalmente no caso de fungicidas de contato, que requerem cobertura uniforme de toda a planta.

A penetração de gotas no dossel de uma cultura é fator fundamental para o controle químico de doenças, especialmente das que iniciam o processo infeccioso nas folhas baixas, como é o caso da ferrugem-asiática-da-soja (RAETANO, 2007).

### **2.2.5 Perdas na pulverização**

A deriva é considerada um dos maiores problemas da agricultura (SUMNER; SUMNER, 1999). O desvio da trajetória que impede que as gotas produzidas atinjam o alvo está relacionado, principalmente, ao tamanho de gotas e à velocidade do vento (SILVA, 1999).

Antuniassi (2012) cita que o termo deriva foi dividido em dois tipos, a exoderiva e a endoderiva, sendo a perda na área aplicada, como exemplo, na forma de escorrimento, caracterizando-se endoderiva, e perdas em locais fora da área aplicada, como exemplo, gotas levadas pelo vento. Quanto maior o percentual de gotas finas que fazem parte do espectro produzido, maior o risco de deriva (FAGGION; ANTUNIASSI 2010)

Gotas de tamanho pequeno, ou gotas finas (menores que 100  $\mu\text{m}$ ), embora permitam boa cobertura do alvo, levam a problemas com exoderiva e evaporação, conseqüentemente com risco de contaminação ambiental. Isso não acontece quando se utiliza de gotas grossas (maiores que 450  $\mu\text{m}$ ), que apesar de gerarem baixa cobertura superficial e propensas ao escorrimento, são menos predispostas ao deslocamento pelo vento (CUNHA et al., 2004; GULER et al., 2007; NUYTTENS et al., 2011; HILTZ; VERMEER, 2013). Por outro lado, não se recomenda gotas maiores que 800  $\mu\text{m}$ , devido à facilidade de perdas por endoderiva, ou seja, perdas dentro da área de aplicação principalmente por escorrimento (LEFEBVRE, 1993).

Guler et al. (2007) afirmaram que a deriva de produtos fitossanitários de uma aplicação não somente causa o uso com baixa eficiência dos produtos, mas também causa danos a culturas em áreas adjacentes e aumenta o potencial de contaminação do ar, solo e água.

Muitos fatores afetam a deriva, entre elas as condições climáticas (velocidade e direção do vento, alta temperatura, umidade relativa e estabilidade atmosférica), técnicas de aplicação (tipo de spray, tipo de ponta, a pressão sobre a ponta, o tempo de

aplicação, velocidade de condução e espaçamento entre bicos) e formulações (adjuvantes) (CARLSEN et al, 2006; HILZA, VERMEER, 2013).

Perdas de deriva por evaporação pode ocorrer durante ou após a aplicação, sendo principalmente dependente da pressão de vapor e das características da formulação do produto (COSTA et al., 2007; CARLSEN et al., 2006).

Cálculos mostram que quase 10% do que se aplica nas culturas anuais é perdido para áreas vizinhas, contaminando águas subterrâneas e superficiais, solo e a atmosfera (JONG et al., 2008), podendo chegar até a 80% (MASKI, DURAIRAJ, 2010).

Para um crescente desenvolvimento na área da tecnologia de aplicação, deve-se estimular e orientar sua correta aplicação pelos agricultores porque inspeções dos pulverizadores e assistência técnica trazem ganhos significativos tanto na redução da contaminação ambiental, como na elevação da eficiência operacional (GANDOLFO et al., 2013).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Fazenda Escola da Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel, em Bandeirantes, PR, sendo as análises realizadas no Núcleo de Investigação em Tecnologia de Aplicação de Agroquímicos e Máquinas Agrícolas – NITEC da mesma Universidade.

A pesquisa constituiu na avaliação da qualidade da aplicação (deposição e cobertura dos estratos da cultura da soja) e perdas para o solo em pulverizações realizadas em diferentes períodos do dia.

Cada unidade experimental possuía 3,5 x 20 m, com bordadura de 0,5 m, totalizando 47,5 m<sup>2</sup> de área útil (2,5 x 19 m). A soja da cultivar RR BMX Potência RR foi semeada em 14 de novembro de 2014, com espaçamento de 0,45 m entre linhas e densidade de 15 sementes por metro. A emergência das plantas ocorreu 5 dias após a semeadura, resultando em stand final de 12 plantas por metro linear e população de 266.666 plantas ha<sup>-1</sup>.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, fatorial 3 x 2, sendo três momentos de aplicação (às 9, 14 e 18 horas) e duas pontas de pulverização (AXI 110015 e AVI 110 015), totalizando seis tratamentos, com três repetições. Em cada parcela, para cada um dos três estratos foram coletadas nove folhas para análise de depósito e quinze folhas para análise de cobertura, obtidas de três pontos amostrais diferentes de cada parcela. Estas coletas totalizaram vinte e sete amostras de depósito e quarenta e cinco amostras de cobertura para cada tratamento.

Também foi avaliado o depósito na entrelinha da cultura para estimar as perdas de pulverização no solo. Esta avaliação foi realizada colocando três placas de vidro com dimensões de 10 x 20 cm no centro da entrelinha, antes da aplicação, nos locais coincidentes com os pontos amostrais para retirada das folhas. Estas placas foram colocadas sobre folhas de papel para que não fossem contaminadas com solo ou matéria orgânica do local. (Figura 3.1).

Figura 3. 1 Posicionamento das placas de vidro na entrelinha da cultura da soja para avaliação de perdas para o solo durante a aplicação de produto fitossanitário.



Foto: GRAZIANO, 2015.

No momento da aplicação a cultura da soja se encontrava em estágio R3, de acordo com a escala fenológica proposta por Costa & Marchezan (1982), com altura média de 0,95 m. A altura foi determinada pela medição de dez plantas aleatoriamente em cada parcela. A calda foi preparada imediatamente antes da aplicação e constituiu-se de água e marcador corante Azul Brilhante FD&C (0,9 %, v v<sup>-1</sup>) para análise de depósito e Fluorescente LRM 100 (0,6 %, v v<sup>-1</sup>) para análise da cobertura.

Para a homogeneização do corante Fluorescente LRM 100 (0,6 %, v v<sup>-1</sup>) em água, ele foi colocado em um recipiente plástico e adicionou-se água aos poucos e com uma espátula misturando até formar uma pasta, em seguida, adicionou-se dois litros de água misturou até homogeneizar, e só então a mistura foi vertida no tanque de pulverização.

As pulverizações foram realizadas usando um pulverizador equipado com uma bomba de pulverização acoplada diretamente à TDP de um trator Agrale 4100 de 10,7 kW. A bomba operou a 540 rpm. A barra de pulverização era de 3,5 m de comprimento, com sete bicos espaçados a 0,5 m entre si, operando a uma altura de 0,5 m em relação a parte mais



alta da cultura. A velocidade de deslocamento foi de  $1,8 \text{ m s}^{-1}$ , medida pela divisão do espaço percorrido pelo tempo gasto pelo trator para percorrer o espaço (marcha 3ª L), e a pressão do circuito hidráulico de 250 kPa (mensurado em manômetro analógico Wika com escala de 0 a 690 kPa), resultando em taxa de aplicação de  $100 \text{ L ha}^{-1}$  (Figura 3.2).

Figura 3. 2 Aplicação na cultura da soja para avaliação da cobertura e depósito nos estratos inferior médio e superior.



Foto: GRAZIANO, 2015

A pontas de pulverização utilizadas para o trabalho foram do tipo jato plano de uso ampliado modelo AXI 110015, que produziram gotas finas e jato plano com indução de ar modelo AVI 110015 que produziram gotas grossas. Os parâmetros de pressão das pontas estão identificados na Tabela 3.1.

Tabela 3. 1 Modelo e características das pontas de pulverização utilizadas do ensaio.

| Modelo da Ponta | Pressão (lbf/pol <sup>2</sup> ) | Vazão (L min <sup>-1</sup> ) | Tamanho de Gota | Cor da ponta |
|-----------------|---------------------------------|------------------------------|-----------------|--------------|
| AXI 110 015     | 20                              | 0,42                         | Fina            | Verde        |
|                 | 30                              | 0,49                         | Fina            |              |
|                 | 45                              | 0,60                         | Fina            |              |
|                 | 60                              | 0,69                         | Fina            |              |
| AVI 110 015     | 45                              | 0,60                         | Muito grossa    | Verde        |
|                 | 60                              | 0,69                         | Grossa          |              |
|                 | 75                              | 0,77                         | Grossa          |              |
|                 | 90                              | 0,85                         | Grossa          |              |
|                 | 105                             | 0,92                         | Grossa          |              |

Fonte: Catálogo do fabricante, Jacto S.A; 2015.

Em cada pulverização, a temperatura e umidade relativa do ar foram mensuradas usando um termo higrômetro marca ICEL, modelo HT-208, e a velocidade do vento com um anemômetro Minipa MDA-11 e a iluminância solar com um luxímetro digital marca Minipa, modelo MLM-1011, Tabela 3.2.

Tabela 3. 2 Temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento e iluminância durante as aplicações nos períodos do dia.

| Horário  | Temperatura (°C) | Umidade relativa (%) | Velocidade do vento (m s <sup>-1</sup> ) | Iluminância (lm m <sup>-2</sup> ) |
|----------|------------------|----------------------|--|-----------------------------------|
| 9 à 10   | 29,9             | 68                   | 0,27                                     | 944                               |
| 14 às 15 | 36,8             | 51                   | 1,27                                     | 927                               |
| 18 às 19 | 33,9             | 53                   | 0,34                                     | 89                                |

As pulverizações foram realizadas mesmo com temperaturas acima do recomendado, (Tabela 3.2), pois esta é uma situação ocorrente na agricultura, que visa aumentar o tempo hábil a pulverização.

As folhas coletadas para análise de depósito foram acondicionadas em sacos plástico de 25 x 15 cm. As folhas coletadas para avaliação de cobertura foram acondicionadas

em saco de papel de 30 x 20 cm. As placas de vidro para avaliação da deposição de marcador na entrelinha foram acondicionadas em recipiente plástico rígido, Figura 3.4.

Figura 3. 3 Coleta e acondicionamento das amostras de folhas e placas de vidro para mensuração de depósito (esquerda) e cobertura (direita).



Foto: GRAZIANO, 2015.

Na avaliação de depósito as folhas foram lavadas com 25 mL de água destilada (mensurada com um pipetador automático marca Eppendorff Varispenser Plus), agitando dez vezes manualmente em movimento uniforme alternand entre o sentido vertical e horizontal. As placas de vidro foram lavadas com 40 mL de água por agitação do recipiente de plástico rígido tampado, para extração do marcador. O líquido da lavagem das folhas, bem como das placas de vidro foram vertidos em recipientes com capacidade para 100 mL e feita a leitura da absorbância utilizando o espectrofotômetro Fento 600 S (630 nm).

Depois de lavadas as folhas foram fotografadas sobre uma mesa (vista superior) com câmera digital Canon semiprofissional, originando imagens com 4320 x 3240 pixels, tipo jpg, Figura 3.5. A área da folha mensurada usando o programa ÁreaMed<sup>®</sup> 1.1, calibrado com uma escala graduada em milímetros contida na própria foto, delimitando os bordo externo das folhas, e em seguida a área interna delimitada. Foi feita a curva padrão da calda e os dados de absorbância convertidos em massa de marcador por área (depósito).

Figura 3. 4 Imagem das folhas para posterior cálculo da área foliar e determinação do depósito.



Foto: GRAZIANO, 2015.

A curva padrão foi feita pela diluição sequencial da amostra em volumes de 25 mL, em seguida foi mensurada a absorvância das amostras em espectrofotômetro (630 nm) e determinado o coeficiente angular da curva de regressão. Os valores de absorvância das amostras oriundas da lavagem das folhas e placas de vidro foram então convertidos em  $\text{mg L}^{-1}$  de acordo com coeficiente angular da curva padrão.

As concentrações iniciais depositadas em cada folha foram obtidas pela equação (3.1).

$$C_i \cdot V_i = C_f \cdot V_f \quad (\text{Equação 3.1})$$

Onde:

$C_i$  = Concentração inicial da calda de aplicação ( $\text{mg L}^{-1}$ )

$V_i$  = Volume inicial em ml que depositou nos diferentes alvos (mL)

$C_f$  = Leitura da concentração final da amostra ( $\text{mg L}^{-1}$ ).

$V_f$  = Volume final de água em ml utilizado na lavagem de cada alvo (mL).

O resultado desta expressão matemática foi multiplicado por 1000, para obter o volume em  $\mu\text{L}$  por planta, e dividido pela área foliar para obter os resultados em  $\mu\text{L cm}^2$ .

Na avaliação de cobertura, foi determinada a percentagem de cobertura das gotas sobre as folhas, em análise visual, pela visualização do marcador Fluorescente LRM 100 em ambiente escuro com luz ultravioleta (BL 15 BLB), com quatro lâmpadas de 20 W cada uma montadas em uma calha de iluminação, que permitiu a comparação das folhas individualmente com uma escala diagramática pré-estabelecida. Para determinação da escala de cobertura usada na avaliação foram coletadas 50 folhas pulverizadas separadamente nas mesmas condições usadas no ensaio, das quais foram selecionadas 10 folhas com níveis de cobertura ascendentes entre a mínima e a máxima cobertura obtida com a tecnologia de pulverização adotada. A escala final apresentava notas entre 0 e 100% com intervalos de 10%. Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F e as médias comparadas por intervalo de confiança (IC<sub>95%</sub>).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O período do dia em que se realizou a aplicação do produto fitossanitário, assim com a ponta de pulverização utilizada interferiram no depósito e cobertura dos estratos superior, médio e inferior na cultura da soja (Tabela 4.1). As perdas por gotas que não interceptaram a planta e que poderiam se depositar no solo foram afetadas também pelo período do dia em que se fez a aplicação.

Tabela 4. 1 Análise de variância do momento de aplicação, ponta de pulverização e estrato de deposição da cultura da soja sobre as variáveis depósito (em soja e no solo) e cobertura (em soja).

| Fatores                          | GL       | SQ             | QM            | F             | p-valor       |
|----------------------------------|----------|----------------|---------------|---------------|---------------|
| Depósito na cultura da soja      |          |                |               |               |               |
| Momento                          | 2        | 0,58           | 0,29          | 24,39*        | 0,0000        |
| Ponta                            | 1        | 0,04           | 0,04          | 3,48          | 0,0703        |
| Estrato                          | 2        | 30,26          | 15,13         | 12,80*        | 0,0000        |
| Momento x Ponta                  | 2        | 0,01           | 0,01          | 0,43          | 0,6557        |
| Momento x Estrato                | 4        | 2,37           | 0,59          | 50,19*        | 0,0000        |
| Ponta x Estrato                  | 2        | 0,09           | 0,04          | 3,75*         | 0,0332        |
| <b>Momento x Ponta x Estrato</b> | <b>4</b> | <b>0,15</b>    | <b>0,04</b>   | <b>3,20*</b>  | <b>0,0240</b> |
| Erro                             | 36       | 0,43           | 0,01          |               |               |
| CV (%)                           |          |                | 12,25         |               |               |
| Cobertura da cultura da soja     |          |                |               |               |               |
| Momento                          | 2        | 72,74          | 36,37         | 1,82          | 0,1766        |
| <b>Ponta</b>                     | <b>1</b> | <b>293,95</b>  | <b>293,95</b> | <b>14,71*</b> | <b>0,0005</b> |
| Estrato                          | 2        | 38662,50       | 19331,25      | 967,57*       | 0,0000        |
| Momento x Ponta                  | 2        | 37,19          | 185,95        | 0,93          | 0,4036        |
| <b>Momento x Estrato</b>         | <b>4</b> | <b>2811,70</b> | <b>702,93</b> | <b>35,18*</b> | <b>0,0000</b> |
| Ponta x Estrato                  | 2        | 122,20         | 61,10         | 3,06          | 0,0593        |
| Momento x Ponta x Estrato        | 4        | 130,42         | 32,60         | 1,63          | 0,1874        |
| Erro                             | 36       | 719,25         | 19,98         |               |               |
| CV (%)                           |          |                | 13,38         |               |               |
| Depósito no solo                 |          |                |               |               |               |
| <b>Momento</b>                   | <b>2</b> | <b>0,05</b>    | <b>0,02</b>   | <b>7,04*</b>  | <b>0,0267</b> |
| Ponta                            | 1        | 0,00           | 0,00          | 0,08          | 0,7841        |
| Momento x Ponta                  | 2        | 0,01           | 0,00          | 1,32          | 0,3353        |
| Erro                             | 12       | 0,02           | 0,00          |               |               |
| CV (%)                           |          |                | 31,38         |               |               |

GL: graus de liberdade. SQ: soma dos quadrados. QM: quadrado médio. \*significativo pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

CV: coeficiente de variação.

A análise estratificada da deposição e cobertura do dossel da cultura, foi decrescente nos estratos superior, médio e inferior da cultura da soja. A deposição se comportou da seguinte maneira,  $1,93 \mu\text{L cm}^{-2}$  estrato superior,  $0,47 \mu\text{L cm}^{-2}$  no médio e apenas  $0,24 \mu\text{L cm}^{-2}$  no inferior (Figura 4.1). A má distribuição do depósito no dossel da cultura pode ocasionar diferenças de dose de produto fitossanitário na planta e reduzir a eficiência no tratamento fitossanitário quando o alvo está localizado, principalmente, no estrato inferior da planta.

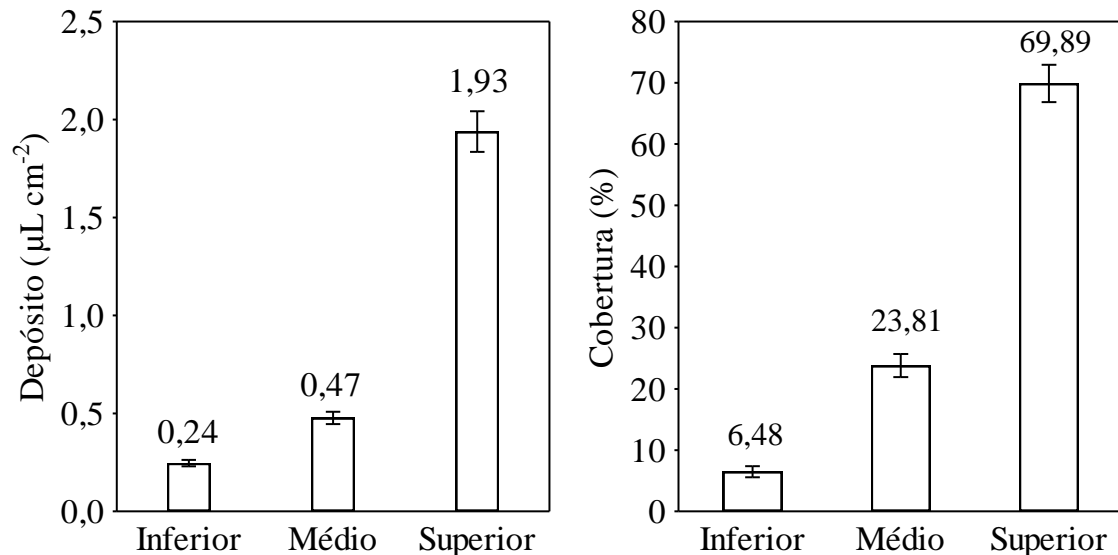
Moreira (2010) observa que de maneira geral, a deposição é menor nas partes mais baixas e internas do dossel das culturas. No caso de fungicidas, por exemplo, esta baixa uniformidade pode reduzir o controle das doenças. A dificuldade do produto aplicado atingir a parte mais baixa do dossel da cultura pode dificultar o controle de doenças nesta parte da planta e favorecer a senescência prematura de folhas nesta parte da planta, podendo causar redução na produtividade da cultura (FIALLOS et al, 2011). A cultura da soja tem maior índice de área foliar no estrato superior seguido pelo inferior e ficando com o menor valor o médio (FIALLOS et al, 2011). Evidenciando uma distribuição irregular da área de folha no dossel da cultura em relação a seus estratos.

Em virtude da dificuldade da chegada de produto nos estratos médios e inferiores, a cobertura do alvo também fica comprometida. Enquanto no estrato superior a cobertura foi de 70% no estrato médio foi de 24% e no inferior de 6%.

Ao supor a necessidade de que a dose do produto fitossanitário fosse homogênea no dossel da cultura para a maximização do controle do agente de dano, poderia se atribuir menor eficiência de controle nas partes mais baixas da soja devido às restrições de acesso do produto naquele local. Já para a atribuição de fito toxicidade em caso de sobre dose, o estrato superior seria o mais comprometido, devido a tais diferenças.

Considerando o estudo de Chistofolletti, (1999), detecta-se a possibilidade de que a fito toxicidade seja ocasionada por sobre dose. No caso de fungicidas, os efeitos de fito toxicidade notados nas áreas de sobreposição de barra e de manobra sempre localizada no terço superior, devido esta região do dossel ser coberta por maior volume de produto na pulverização (GASSEN, 2015).

Figura 4. 1 Percentagem relativa de depósito e cobertura nos estratos superior médio e inferior do dossel da cultura da soja (R3) pulverizada com pontas AXI e AVI, em três momentos ao longo do dia, às 9, 14 e 18 horas.

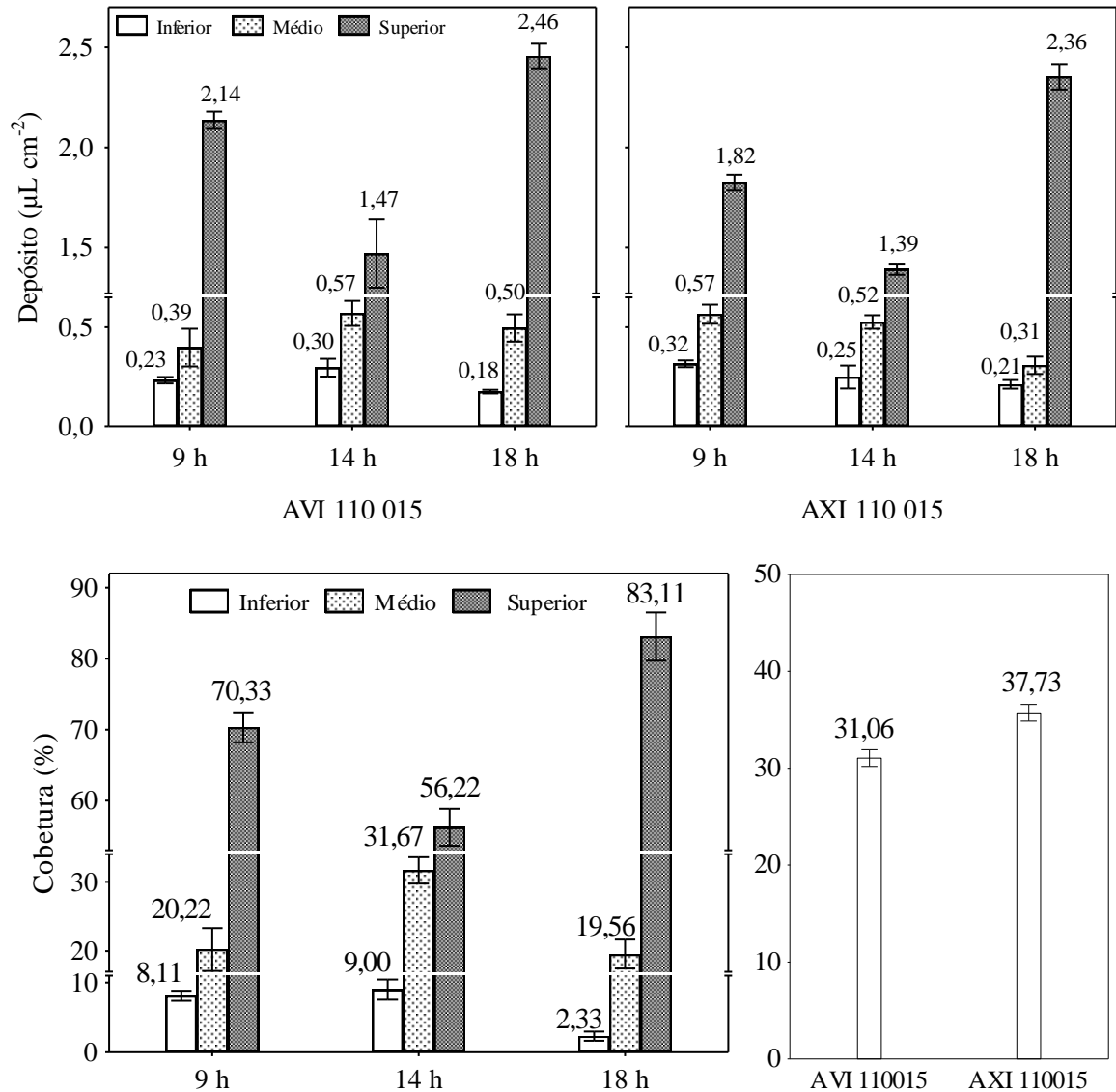


Barras verticais: diferença mínima significativa por intervalo de confiança (IC<sub>95%</sub>).

A pulverização na cultura da soja às 18 horas aumentou a deposição e cobertura no estrato superior da cultura (Figura 4.2), porém, reduziu a cobertura das plantas de soja e a deposição nos estratos inferior e médio em aplicações com a ponta AVI e no estrato inferior com a ponta AXI. Nascimento (2013) testando várias pontas e horários de aplicação no controle da ferrugem asiática, constatou diferença nos valores de cobertura e depósito no dossel da cultura, enquanto no estrato superior houve deposição de 400 gotas cm<sup>-2</sup>, no estrato inferior esse valor foi de 54, já a cobertura caiu de 33 para 2%, porém não houve alteração na produtividade da cultura.



Figura 4. 2 Depósito e cobertura nos estratos superior médio e inferior do dossel da cultura da soja (R3) pulverizada com pontas AXI e AVI, em três momentos ao longo do dia, às 9, 14 e 18 horas.



Barras verticais: diferença mínima significativa por intervalo de confiança (IC<sub>95%</sub>).

Em aplicações realizadas às 9 horas da manhã, o uso da ponta AXI reduziu a deposição no estrato superior da cultura da soja mas aumentou a deposição nos estratos inferior e médio em comparação com a ponta AVI. Carvalho (2013) relatou a ocorrência de boa cobertura e penetração sobre o alvo com o uso de gotas mais finas. Da mesma forma, Matthews (2000) e Antuniassi e Baio (2009) também afirmam que gotas finas tem maior capacidade de penetração no dossel da cultura quando comparado com gotas grossas.

Este aspecto deve ser levado em consideração na escolha da ponta de pulverização, principalmente atentando-se à localização do alvo, pois em casos em que é necessário atingir o baixeiro da planta, o uso de gotas menores favoreceu a penetração das gotas no dossel da cultura. Além de aumentar a deposição nos estratos inferiores da cultura em alguns momentos do dia, o uso da ponta AXI aumentou a cobertura em 12% quando comparada à ponta AVI (Figura 4.3). Estes resultados são coerentes com os de Halley et al. (2008) que afirmaram que a cobertura medida com marcador apresentou maior deposição quando gotas finas foram utilizadas em comparação com as gotas grossas.

Não foi possível estabelecer uma correlação clara entre a temperatura, umidade relativa, velocidade do vento, ou iluminância (Tabela 3.1), nos diferentes momentos da aplicação e o depósito, porém é possível verificar claramente a redução do depósito e cobertura nos estratos inferior e médio ao final da tarde, podendo ser explicada pelas alterações da angulação das folhas relatado por Boller (2011) e Favera (2012).

Para Favera (2012) os valores de iluminância não estão diretamente relacionados com a deposição e cobertura da gota sobre o alvo, mas ela pode influenciar no posicionamento das folhas de soja ao longo do dia, favorecendo ou não a penetração das gotas no dossel da cultura e influenciar indiretamente no depósito. Esta hipótese poderia justificar as diferenças obtidas neste trabalho, oferecendo possibilidade de maior homogeneidade na distribuição de produto nos estratos da planta em momentos de maior iluminância.

Sendo assim, as variações na cobertura e depósito nas plantas de soja ao longo do dia podem ser ocasionadas não apenas por oscilações na temperatura e umidade relativa do ar, que elevariam as perdas por evaporação e deriva, mas também pela alteração na arquitetura das folhas das plantas de soja, permitindo diferenças na distribuição do produto.

Tal como constatado por Boller (2011), nas primeiras horas do dia a posição das folhas tende a horizontal com as extremidades voltadas para baixo. Ao longo do dia, este posicionamento se altera para tendência vertical com as extremidades voltadas para cima, retornando a posição inicial ao fim da tarde (Figura 4.3). Esta mudança pode favorecer a penetração das gotas no dossel da cultura em alguns momentos ao longo do dia.

Figura 4. 3 Vista superior da cultura da soja (R3) às 9:00(a), 14:00 (b) e 18:00 (c) horas (da esquerda para a direita).

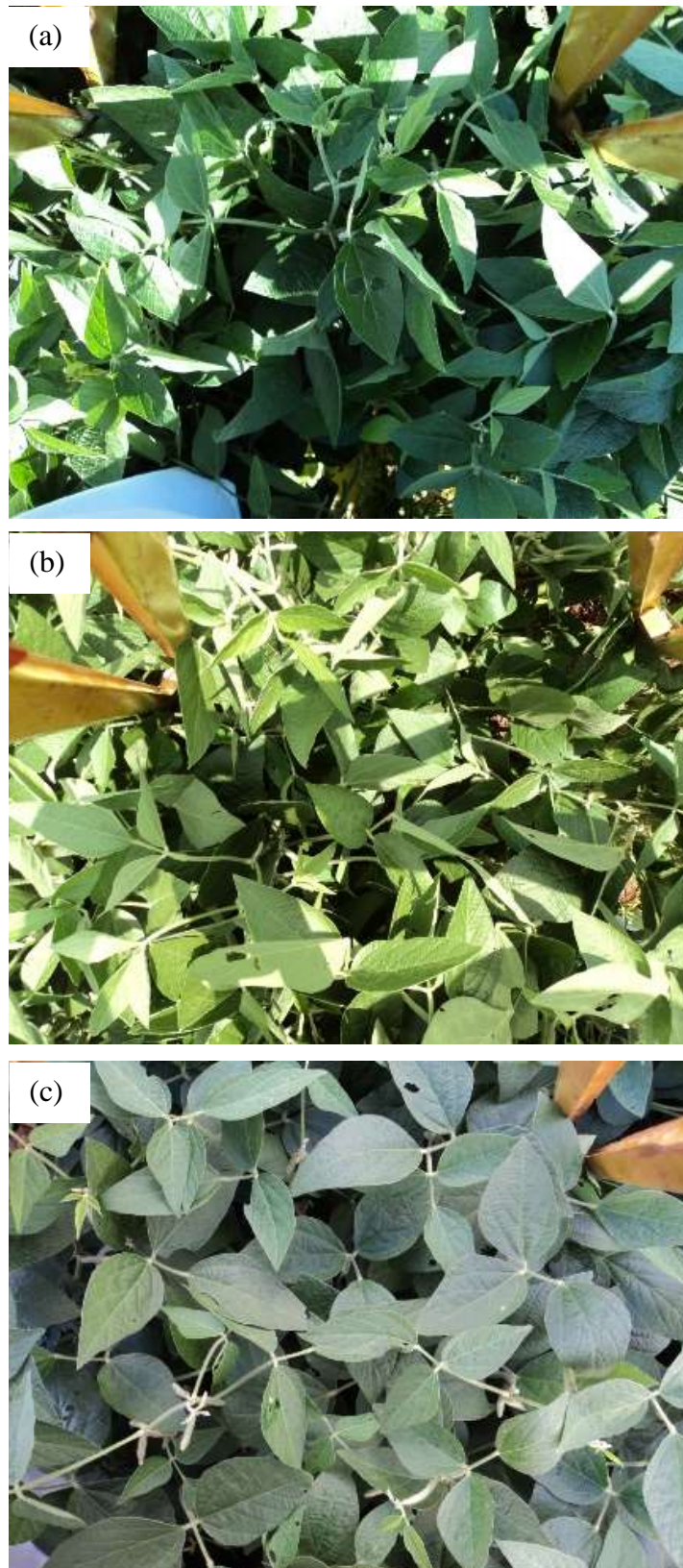
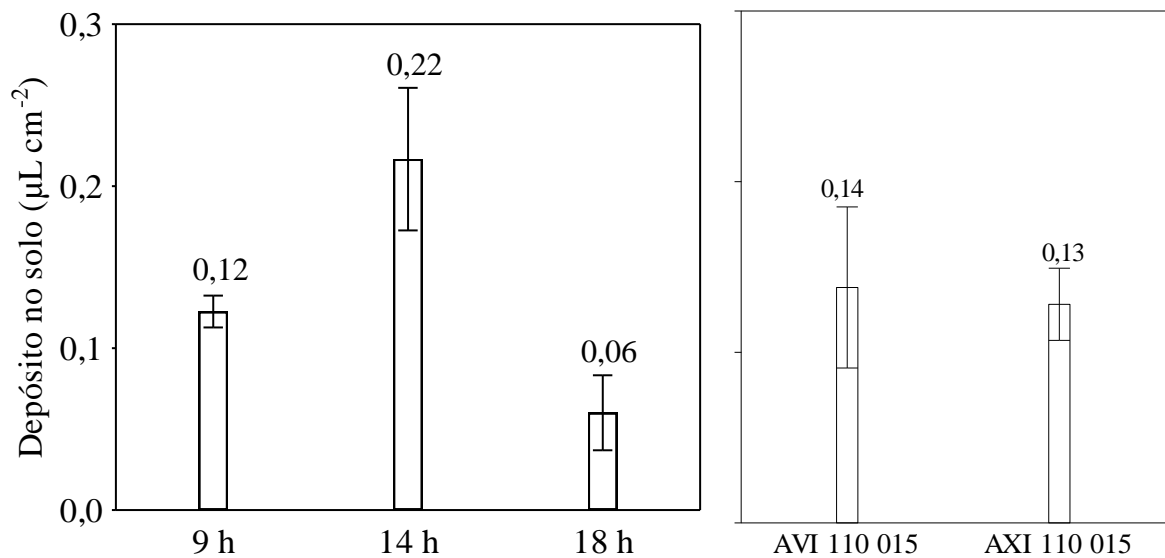


Foto: GRAZIANO, 2015.

Essas mudanças no posicionamento das folhas de soja ao longo do dia ajudam a compreender a maior facilidade de penetração das gotas no dossel da cultura às 14 horas em comparação aos demais horários de aplicação, mostrando que a redução no depósito no estrato superior às 14 horas não foi somente provocada por aumento da evaporação, mas também provocada pela maior penetração das gotas no dossel da cultura.

Figura 4. 4 Endodeviva em função momento o longo do dia (às 9, 14 e 18 horas) e da ponta de pulverização ( AVI 110 015 e AXI 110 015) usada na aplicação de produtos fitossanitários na cultura da soja (R 5.3).



Barras verticais: diferença mínima significativa por intervalo de confiança (IC 95%).

Algumas pesquisas recomendam que as pulverizações de produtos fitossanitários sejam realizadas pela manhã ou ao final da tarde, a fim de evitar altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar, e conseqüentemente a evaporação rápida do produto aplicado e perdas por deriva (MATUO, 1990; COSTA et al., 2008). No entanto, recomendar aplicações baseadas apenas em horários ao longo do dia pode não ser o fator de maior assertividade para a maximização da eficiência das aplicações, pois as condições de temperatura e umidade variam muito de um dia para outro e outras variáveis ambientais podem interferir no resultado.

Pode-se indicar a possibilidade de se fazer aplicações em horários mais quentes e com maior iluminância, utilizando tecnologias para controlar as perdas, focando elevar o depósito e a cobertura nas partes mais baixas da cultura, pois, embora estas condições sejam menos favoráveis às pulverizações pelo maior risco de perdas por evaporação e deriva,

podem, por outro lado, favorecer a penetração das gotas no dossel da cultura quando associadas a tecnologias de baixo potencial de perdas, favorecendo o controle do agente de dano com a segurança necessária.

## **5 CONCLUSÃO**

O depósito e a cobertura pela aplicação nos estratos superior, médio e inferior são decrescentes, o que dificulta o controle de agentes de danos localizados nas partes inferiores da cultura.

O horário do dia em que se realiza a aplicação deve ser usado como estratégia técnica para elevar a eficiência do controle dos agentes de danos em culturas de elevado índice de área foliar.

A cobertura e o depósito nos diferentes estratos da planta são influenciados pela seleção da ponta de pulverização e da classe de gotas por ela produzida.

## REFERÊNCIAS

ANDEF-Associação Nacional de Defesas Vegetal. **Manual de tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários**. São Paulo, 2013, 7p.

ANTUNIASSI, U. R. Conceitos básicos da tecnologia de aplicação de defensivos para a cultura da soja. **Boletim de pesquisa de Soja**. Rondonópolis: Fundação MT, v. 13, p. 299-317, 2009.

ANTUNIASSI, U. R. et al. Avaliação da cobertura de folhas de soja em aplicações terrestres com diferentes tipos de pontas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 3, Botucatu, SP. **Anais**. Botucatu: FEPAF, 2004. p.48-51.

ANTUNIASSI, U. R. et al. Tecnologia de aplicação de defensivos. In: VARGAS, L. **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. p. 174-175.

ANTUNIASSI, U. R. Tecnologia de aplicação: Conceitos básicos, inovações e tendências. In: TOMQUELSKI, G V. et al. (Eds.). **Publicações Fundação Chapadão: Soja e Milho 20011/2012**. 5 ed. Chapadão do Sul: Fundação Chapadão. 2012. p. 113-139.

ANTUNIASSI, U. R.; BAILO, F. H. R.; BIZARI, I. R. Sistema de suporte a decisão para seleção de pontas de pulverização em sistemas de aplicação de defensivos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROINFORMÁTICA, 5, Londrina-PR. **Anais**. Londrina: SBI-Agro, 2005.

BALAN, M. G. et al. Deposição da calda pulverizada por três pontas de pulverização sob diferentes condições meteorológicas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 2, p. 293-298, 2008.

BLACK, R. J. Complexo soja: fundamentos, situação atual e perspectivas. **Soja: tecnologia de produção II. Piracicaba: ESALQ**, p. 1-18, 2000.

BOLLER, W.; FERREIRA, M. C.; COSTA, D. I. da. Condições do ar e angulação das folhas influenciam a qualidade das pulverizações na cultura da soja. **Revista Plantio Direto**, v. 121, p. 33-37, 2011.

BOLLER, W.; MACHRY, M. Efeito da pressão de trabalho e de modelos de pontas de pulverização sobre a eficiência de herbicida de contato em soja. **Engenharia Agrícola**, v. 27, n. 3, p. 722-727, 2007.

BONATO, Emidio Rizzo; BONATO, Ana Lidia Variani. A soja no Brasil: história e estatística. **EMBRAPA-CNPSO. Documentos**, 1987.

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.

BONINI, J. V. **Tecnologia de aplicação de fungicidas na cultura da soja**, Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS, 2003.

BUTNARIU, M. C. Variabilidade da produtividade de soja em um latossolo vermelho amarelo relativa a fertilidade química e parâmetros fito técnicos. Dissertação (Mestre em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba – PR. 2013.

BUTZEN, S.; BEUDOT, F.; MCINNES, B. Asian soybean rust: fungicides. **Crop insights**, v. 15, n. 2, p. 5, 2005.

CARLSEN, S. C. K.; SPLIID, N. H.; SVENSMARK, B. Drift of 10 herbicides after tractor spray application. 2. Primary drift (droplet drift). **Chemosphere**, v. 64, n. 5, p. 778-786, 2006.

CARNEIRO, L. C. **Caracterização epidemiológica da resistência parcial e análise da tolerância de genótipos de soja à ferrugem asiática**. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, São Paulo - SP, 2007.

CARVALHO, B. O. **Fungicida e ativador de defesa no controle da ferrugem asiática, na produção e na qualidade das sementes de soja**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG, 2012.

CHRISTOFOLETTI, J. C. Pulverização ou aplicação. **Boletim Técnico BT 01/99**. São Paulo: Teejet South América, p. 2-5, 1999.

CONTE, O. et al. Resultados do manejo integrado de pragas da soja na safra 2014/15 no Paraná. **Embrapa Soja-Documentos (INFOTECA-E)**, 2015.



COSTA, A. G. F. et al. Efeito da intensidade do vento, da pressão e de pontas de pulverização na deriva de aplicações de herbicidas em pré-emergência. **Planta Daninha**, p. 203-210, 2007.

COSTA, D. I. da. **Eficiência e qualidade das aplicações de fungicidas, por vias terrestre e aérea, no controle de doenças foliares e no rendimento de grãos de soja e milho**. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, 2009.

COSTA, José Antonio; MARCHEZAN, Enio. **Características dos estádios de desenvolvimento da soja**. Fundação Cargill, 1982.

CUNHA, J. P. A. R. da et al. Aplicação aérea e terrestre de fungicida para o controle de doenças do milho. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n.3, p. 366-372, 2010.

CUNHA, J. P. A. R. da et al. Deposição de calda pulverizada na cultura da soja promovida pela aplicação aérea e terrestre. **Engenharia Agrícola**, v. 31, n. 2, p. 343-351, 2011.

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**, v. 36, n. 5, p. 1360-1366, 2006.

DE JONG, F. M.; DE SNOO, G. R.; VAN DE ZANDE, J. C. Estimated nationwide effects of pesticide spray drift on terrestrial habitats in the Netherlands. **Journal of environmental management**, v. 86, n. 4, p. 721-730, 2008.

DEBORTOLI, M. P. et al. Espectro de gotas de pulverização e controle da ferrugem-asiática-da-soja em cultivares com diferentes arquiteturas de planta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 7, p. 920-927, 2012.

EMBRAPA. Soja em números (safra 2015/2016), 2015.

FAGGION, F.; ANTUNIASSI, U. R. Desempenho de pontas de pulverização quanto a indução de ar nas gotas. **Energia na Agricultura**, v. 25, n. 4, p. 72-82, 2010.

FAVERA, D. D. **Pontas de pulverização e taxas de aplicação sobre o controle de ferrugem em diferentes cultivares de soja**. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS, 2012.

FERREIRA, M. C.; OLIVEIRA, J. R. G. Aplicação de fungicidas na cultura da soja com pulverizador costal pressurizado e manual elétrico com bico rotativo para volume baixo. Parte 1: Cobertura. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 4, 2008, Ribeirão Preto, SP. **Anais...** Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2008. 1 CD ROM.

FIALLOS, Felipe Rafael Garcés; FORCELINI, Carlos Alberto. Progreso temporal da ferrugem e redução sobre a área foliar e os componentes do rendimento de grãos em soja. **Acta Agronômica**, v. 60, n. 2, p. 147, 2011.

GANDOLFO, M. A. et al. Influência de pontas de pulverização e adjuvantes na deriva em caldas com glyphosate. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 3, p. 474-480, 2013.

GANDOLFO, M. A. Inspeção periódica de pulverizadores agrícolas. **Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)** – Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, Botucatu – SP. 2002.

GASQUES, J. G. et al. Desempenho e crescimento do agronegócio no Brasil. **IPEA**, 2004.

GASSEN, D. N. Cooperativa dos agricultores de plantio direto. Folha carijó e a fito toxicidade de fungicidas em soja. **Informativo 095**. p. 1-2, 2014. Disponível em: [www.setapulverizacao.com.br/artigos/](http://www.setapulverizacao.com.br/artigos/). Acesso em: Maio de 2015.

GULER, H. et al. Spray characteristics and drift reduction potential with air induction and conventional flat-fan nozzles. **Transactions of the ASAE**. v. 50, n. 3, p. 745-754, 2007.

GUPTA, C.P.; DUC, T.X. Deposition studies of a hand-held air-assisted electrostatic sprayer. **Transactions of the ASAE**. v. 39, n. 5, p. 1633-1639, 1996.

HALLEY, S. Fungicide deposition measurement by spray volume, drop size, and sprayer system in cereal grains. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 24, n.1, p. 15 – 21, 2008.

HEWITT, A. J. Tracer and collector systems for field deposition research. **Aspects of Applied Biology**, v. 99, n. 1, p. 283-289, 2010.

HILZ, E.; VERMEER, A. W. P. Spray drift review: the extent to which a formulation can contribute to spray drift reduction. **Crop Protection**, v. 44, p. 75-83, 2013.

HILZ, E; VERMEER, A. W. P. Spray drift review: the extent to which a formulation can contribute to spray drift reduction. **Crop Protection**, v. 44, p. 75-83, 2013.

HUNGRIA, M. et al. Fixação biológica de nitrogênio em soja. In: ARAÚJO, R. S.; HUNGRIA, M. (Ed.). **Microrganismos de importância agrícola**. Brasília: Embrapa-SPI, 1994. p. 9-89.

Jacto, 2015. Catálogo Geral de Bicos e Acessórios. Disponível em:

<http://www.jacto.com.br/pt/download/Q0FUwUxPR08gR0VSQUwgX0RPV05MT0FEfEFycXVpdm8vcHJvZHV0by81NTE0LnBkZg>. Acessado em: 20 de jun de 2016.

JESUS, M. G. de. **Caracterização da pulverização de mistura de tanque com diferentes pontas de jato plano**. Dissertação (Mestre em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas UNESP, Botucatu – SP, 2014.

LEFEBVRE, A. H. Droplet Production. In: MATTHEWS G.A, London: **Application Technology for Crop Protection**, 1993. p.35-54.

LEFEBVRE, A.H. Atomization and sprays. International Series: Combustion. New York: **Hemisphere Publishing Corporation**, p 421. 1989.

LEITE M. F.; SERRA J. C. V. Avaliação dos impactos ambientais na aplicação dos agrotóxicos. **Ambiência**, v. 9, n. 3, p. 675-682, 2013.

MACNICHOL, A. Z.; TESKE, M. E.; BARRY, J. W. A technique to characterize spray deposit in orchard and tree canopies. **Transactions of the ASAE**, v. 40, n. 6, p. 1529-1536, 1997.

MADALOSSO, M. G. Espaçamento entre linhas e pontas de pulverização no controle de *Phakopsora pachyrhizi* Sidow. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria- Santa Maria. 2007.

MASKI, D; DURAIRAJ, D. Effects of charging voltage, application speed, target height, and orientation upon charged spray deposition on leaf abaxial and adaxial surfaces. **Crop Protection**, v. 29, n. 2, p. 134-141, 2010.

MATTHEWS, G. A. **Pesticide application methods**. Ed. Longman, London. 1979. 334 p.

MATTHEWS, G. A. **Pesticides application methods**. London: Longman, 1982. 114p.

MATTHEWS, G. A. **pesticides application methods**. Malden: Blackwell Sciences, 2000. 432p.

MATUO, T. et al. Tecnologia de aplicação e equipamentos. **ABEAS-Curso de proteção de plantas. Módulo**, v. 2, 2001.

MATUO, T. K. Fundamentos da Tecnologia da Aplicação de Agrotóxicos. In: GUED S, J. V. C.; DORNELLES S. H. B. **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias**. Santa Maria: UFSM, 1998. p. 95-107.

MATUO, T. **Técnicas de aplicação de produtos fitossanitários**. Jaboticabal: Funep, 1990. 139 p.

MAUAD, Munir et al. Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. **Agrarian**, v. 3, n. 9, p. 175-181, 2011.

MAYBANK, J. review of the factors affecting pesticide spray drift. 1984.

MISSÃO, M. R. Soja: origem, classificação, utilização e uma visão abrangente do mercado. Maringá Management: **Revista de Ciências Empresariais**, v. 3, n. 1, p.7-15, 2006.

MOLINARI, J. **A relação do mercado da soja com as vendas de colheitadeiras: a realidade da John Deere no Rio Grande do Sul**. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) – Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Santa Rosa, - RS, 2013.

MOREIRA, M. T. **Relação entre pontas de aplicação, horário de aplicação e cultivares no controle de *phakopsora pachyrhizi* em soja**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria - UFSM. Santa Maria – RS. 2010.

NASCIMENTO, J. M. et al. Pontas de pulverização e horários de aplicação no controle químico de ferrugem asiática da soja. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 5, p. 2037-2048, 2013.

NASCIMENTO, A. B. **Determinação do tamanho da amostra de papéis hidrossensíveis em experimentos ligados à tecnologia de aplicação.** Dissertação - Universidade Estadual de Londrina, Londrina - PR, 2011.

NUYTTENS, D. et al. Drift from field crop sprayers using an integrated approach: results of a five-year study. **Transactions of the ASABE**, v. 54, n. 2, p. 403-408, 2011.

PALLADINI, L. A. **Metodologia para avaliação da deposição em pulverizações.** Tese (Doutorado em Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

PALLADINI, L. A.; RAETANO, C. G.; VELINI, E. D. Choice of tracers for the evaluation of spray deposits. **Scientia Agrícola**, v. 62, n. 05, p. 440-445, 2005.

PEIXOTO, M. F. Resíduos de sorgo e doses de imazamox no controle de plantas daninhas na soja sob plantio direto. Dissertação (Mestre em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, UFV, Lavras – MG, 2015.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. Agrometeorologia fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.

PERGHER, G.; GUBIANI, R.; TONETTO, G. Foliar deposition and pesticide losses from three air-assisted sprayers in a hedgerow vineyard. **Crop Protection**, v. 16, n. 1, p. 25-33, 1997.

PIMENTA, C. B.; JULIATTI, F. C.; JUNIOR, J. N. Efeito do tratamento de semente com fungicidas associado à pulverização foliar no controle da ferrugem asiática da soja. **Summa Phytopathologica**, v.37, n.4, 2011.

RAETANO, C. G. Assistência de ar e outros métodos de aplicação a baixo volume em culturas de baixo fuste: a soja como modelo. **Summa Phytopathologica**, v. 33, n. supl., 2007.

RAMOS, H. et al. Manual de tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários. **São Paulo: ANDEF**, 2006.

RAMOS, H. H. et al. Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários. ZAMBOLIM, L.; CONCEIÇÃO, MZ; SANTIAGO, T. **O que engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários.** Viçosa: UFV, p. 133-200, 2003.

RAMOS, H. H. **Tecnologia de aplicação de agrotóxicos**. Fitopatologia Brasileira, v. 25, p. 275-283, 2000.

REICHARD, D. L. et al. Computer simulation of variables that influence spray drift. **Transactions of the ASAE**, v. 35, n. 5, p. 1401-1407, 1992.

REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 30. Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2002/2003. Cruz Alta : FUNDACEP/ FECOTRIGO, 2002. 140p.

RODRIGUES, G. J. **Crêterios rastreáveis na aplicação de inseticida no controle do bicho mineiro do cafeeiro**. Tese (Doutorado em Mecanização Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2005.

RUEDELL, J. Tecnologia de aplicação de defensivos. **Plantio Direto**, v. 19, n. 6, p. 9-11, 2002.

SANTOS, R. B. et al. Planejamento da pulverização de fungicidas em função das variáveis meteorológicas na região de Sinop-MT. **Global Science and Technology**, v. 6, n. 1, 2013.

SANTOS, W. J dos. Manejo das pragas do algodão com destaque para o cerrado brasileiro. **Algodão no cerrado do Brasil. Brasília: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão**, p. 403-478, 2007.

SILVA, A. F. et al. Densidades de plantas daninhas e épocas de controle sobre os componentes de produção da soja. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 65-71, 2008.

SILVA, O. C. et al. Tecnologia de aplicação de fungicidas. **Principais doenças fúngicas do feijoeiro. Ponta Grossa: UEPG**, p. 127-137, 1999.

SMITH D. B.; BURT, E. C.; LLOYD. E. P. Selection of optimum spray droplet sizes for oll weevil and drift control. **Journal Economic Entomology**. v. 68, n. 3, p. 415-417, 1975.

SOARES, R. M. et al. Fungicidas no controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e produtividade da soja. **Ciência rural**, v. 34, n. 4, p. 1245-1247, 2004.

SOUZA, R.T. et al. Pulverização eletrostática. **Cultivar**, n. 21, p.1-10, 2003.

SUMNER, P. E.; SUMNER, S. A. Comparison of new drift reduction nozzles. **Comparison of new drift reduction nozzles**, 1999.

TEIXEIRA, M. M. **Influencia del volumen de caldo y de la uniformidad de distribución transversal sobre la eficacia de la pulverización hidráulica**. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado) - Universidad Politécnica de Madrid, Madrid. 1997.

TEIXEIRA, M. M. Influência do volume de pulverização e do espectro de gotas na eficácia de tratamentos herbicidas. **Revista Ciências Técnicas Agropecuárias**, v.11, n.1, p. 102 – 108, 2002.

TURNIPSEED, S. G.; KOGAN, M. Integrated control of insect pests. **Agronomy (USA)**, 1987.

VENCATO, A. **Anuário brasileiro da soja 2005**. Ed. Gazeta Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, Brasil, 2005.

WALKLATE, P. J. et al. Relationship between orchard tree crop structure and performance characteristics of an axial fan sprayer. **Aspects of Applied Biology**, n. 57, p. 285-292, 2000.

WILSON, J. D.; HEDDEN, O. K.; SLEESMAN, J. P. Spray droplet size as related to disease and insect control on row crops. Wooster: Ohio Agricultural Experiment Station. 1963. (Research Bulletin 945)

YU, Y. et al. Evaporation and coverage area of pesticide droplets on hairy and waxy leaves. **Biosystems Engineering**, v. 104, n. 3, p. 324-334, 2009.