

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**GUILHERME PARZIANELLO**

**QUALIDADE DE APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS EM FUNÇÃO DE  
DIFERENTES PONTAS DE PULVERIZAÇÃO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PATO BRANCO**

**2018**

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**GUILHERME PARZIANELLO**

**QUALIDADE DE APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS EM FUNÇÃO DE  
DIFERENTES PONTAS DE PULVERIZAÇÃO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PATO BRANCO**

**2018**

GUILHERME PARZIANELLO

**QUALIDADE DE APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS EM FUNÇÃO DE  
DIFERENTES PONTAS DE PULVERIZAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Alcir José Modolo

PATO BRANCO

2018

**Parzianello, Guilherme**

**Qualidade de aplicação de fungicida em função de diferentes pontas de pulverização / Guilherme Parzianello**

**Pato Branco. UTFPR, 2018**

**44 f. : il. ; 30 cm**

**Orientador: Prof. Dr. Alcir José Modolo**

**Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. Pato Branco, 2018.**

**Bibliografia: f. 39 – 42**

**1. Agronomia. 2. Tecnologia de aplicação. 3. Pontas de pulverização. I. Modolo, Alcir José orient. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. IV. Título.**

**CDD: 630**



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Câmpus Pato Branco  
Departamento Acadêmico de Ciências Agrárias  
**Curso de Agronomia**



**TERMO DE APROVAÇÃO**  
**Trabalho de Conclusão de Curso - TCC**

**QUALIDADE DE APLICAÇÃO DE FUNGICIDA EM FUNÇÃO DE DIFERENTES  
PONTAS DE PULVERIZAÇÃO**

por

**GUILHERME PARZIANELLO**

Monografia apresentada às 15 horas 50 min. do dia 21 de novembro de 2018 como requisito parcial para obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÔNOMO, Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo-assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca examinadora:

**Prof. Dr. Gilberto Santos Andrade**  
UTFPR Câmpus Pato Branco

**Prof. Dr. Michelangelo Müzell Trezzi**  
UTFPR Câmpus Pato Branco

**Prof. Dr. José Ricardo Rocha Campos**  
UTFPR Câmpus Pato Branco  
Orientador

**Prof. Dr. Jorge Jamhour**  
Coordenador do TCC

A "Ata de Defesa" e o decorrente "Termo de Aprovação" encontram-se assinados e devidamente depositados na Coordenação do Curso de Agronomia da UTFPR Câmpus Pato Branco-PR, conforme Norma aprovada pelo Colegiado de Curso.

Dedico esse trabalho principalmente a minha família, que sempre esteve ao meu lado na graduação, incentivando e ajudando no que era possível. Em especial minha mãe Cleonice de Oliveira, meu pai Altemir Maximino Parzianello e meu irmão Eduardo Parzianello.

Aos meus amigos, que conheci na instituição de ensino UTFPR - Campus Pato Branco, que quando tive dificuldades me auxiliaram.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecer primeiramente a Deus, que foi ele quem me proporcionou força e perseverança, sem ele nada disso seria possível.

À minha família, que sempre proporcionou condições para que eu seguisse em frente a graduação, não medindo esforços para alavanca meu objetivo.

Aos professores da instituição UTFPR - CAMPUS PATO BRANCO, em especial ao meu professor orientador Dr. Alcir José Modolo e Juan Xavier de Freitas e aos demais que me auxiliaram e não mediram esforços para passar seus conhecimentos.

Sou grato aos meus amigos, em especial Oelyton Nunes de Oliveira, Anderson Camargo de Lima, Carlos Eric Brondani de Oliveira e Bruno Alcides Schmalz, que conheci na graduação, e levarei para minha vida toda.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”. (Marthin Luther King)



## RESUMO

PARZIANELLO, Guilherme. QUALIDADE DE APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS EM FUNÇÃO DE DIFERENTES PONTAS DE PULVERIZAÇÃO. 41 f. TCC (Curso de Agronomia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2018.

A correta utilização de pontas de pulverização de qualidade proporciona uma aplicação com espectro de gotas mais uniforme e conseqüentemente com maior eficiência e menores riscos de degradação ambiental. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade de aplicação de fungicida na cultura da soja em função de diferentes pontas de pulverização e épocas de aplicação. O Experimento foi realizado a campo, na comunidade de Bom Retiro, na cidade de Pato Branco, sudoeste do Paraná, com a cultivar de soja BMX Raio. Os tratamentos envolvem a aplicação de fungicida para o controle da ferrugem asiática da cultura soja, com três diferentes tipos de pontas de pulverização, sendo elas: AD/D 02 duplo leque, AD 015 tipo leque simples, e JA-2 RG 00026 de jato cone vazio. As aplicações foram realizadas em duas épocas, sendo primeira no estágio de desenvolvimento fenológico de V6 e a segunda em R5. Para quantificar a uniformidade e a quantidade de produto que foi depositado nos terços superior, médio e inferior da planta, para cada uma das pontas utilizadas, foi utilizado papéis hidrossensíveis. A ponta de jato cônico vazio (JA-2 RG 00026), apresentou menor tamanho de gota, maior densidade, cobertura e volume aplicado no estágio de V6 da soja. A ponta de leque simples (AD 015) proporcionou gotas de diâmetro médio, e foi superior às demais pontas no estágio R5 da soja, em que a penetração de gotas é essencial para uma boa aplicação, ou seja, foi a ponta que apresentou melhor desempenho no experimento. De modo geral a ponta de jato duplo leque (AD/D 02) apresentou espectro de gotas médio e não proporcionou boa cobertura no terço inferior das plantas na segunda época, e teve desempenho abaixo do jato cônico vazio e do leque simples na primeira época de aplicação.

**Palavras-chave:** Ponta de pulverização. Qualidade de aplicação. Diâmetro de gotas.

## ABSTRACT

PARZIANELLO, Guilherme. QUALITY OF APPLICATION OF FUNGICIDES IN THE FUNCTION OF DIFFERENT SPRAYING POINTS. 41f. TCC (Course of Agronomy) - Federal University of Technology - Paraná. Pato Branco, 2018.

The correct use of quality spray tips provides an application with a more uniform drop spectrum and consequently with greater efficiency and lower risks of environmental degradation. Thus, the objective of this work was to evaluate the quality of fungicide application in the soybean crop as a function of different spray tips and times of application. The experiment was carried out in the field, in the community of Bom Retiro, in the city of Pato Branco, southwest of Paraná, with soybean cultivar BMX Raio. The treatments involved the application of fungicide for the control of Asian soybean rust, with three different types of spray tips: AD / D 02 double fan, AD 015 single fan type, and JA-2 RG 00026 jet empty cone. To quantify the uniformity and quantity of product that will be deposited in the upper, middle and lower thirds of the plant, for each of the tips used, was used hydrosensible papers. The empty conical jet tip (JA-2 RG 00026) showed lower droplet size, higher density, coverage, and volume applied at soybean V6 stage. The single fan tip (AD 015) provided droplets of average diameter and was higher than the other tips in the soybean R5 stage, where the penetration of droplets is essential for a good application, ie it was the tip that presented better performance in the experiment. In general, the double fan jet (AD / D 02) had a medium droplet spectrum and did not provide good coverage in the lower third of the plants in the second season and performed below the empty conical jet and the single fan in the first season of application.

**Keywords:** Spray tip. Quality of application. Diameter of drops.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Vista geral dos papéis hidrossensíveis, fixados em papel cartolina, antes da aplicação dos tratamentos.....26
- Figura 2 – Disposição dos papéis hidrossensíveis fixados em diferentes partes das plantas de soja.....27
- Figura 3 – Vista geral dos papéis hidrossensíveis coletados no terço superior da planta, após aplicação do fungicida. UTFPR, Campus Pato Branco-PR, 2018.....29
- Figura 4 – Vista geral dos papéis hidrossensíveis coletados no terço inferior das plantas de soja após aplicação do fungicida no estágio fenológico V6, para as diferentes pontas de pulverização. UTFPR, Campus Pato Branco-PR, .....30
- Figura 5 – Vista geral dos papéis hidrossensíveis coletados no terço médio das plantas de soja após aplicação do fungicida no estágio fenológico V6, para as diferentes pontas de pulverização. UTFPR, Campus Pato Branco-PR, 2018.....32
- Figura 6 – Vista geral dos papéis hidrossensíveis coletados no terço inferior após aplicação do fungicida no estágio fenológico R5. para as diferentes pontas de pulverização UTFPR, Campus Pato Branco-PR, 2018.....34
- Figura 7 – Vista geral dos papéis hidrossensíveis coletados no terço médio após aplicação do fungicida no estágio fenológico R5. para as diferentes pontas de pulverização UTFPR, Campus Pato Branco-PR, 2018.....35

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Características das três pontas de pulverização utilizadas no experimento. UTFPR, Campus Pato Branco. 2018.....25
- Tabela 2 – Valores médios do volume de calda ( $L ha^{-1}$ ), densidade de cobertura (gotas  $cm^{-2}$ ), percentagem de cobertura do alvo (%) e diâmetro médio de gotas ( $\mu m$ ) na aplicação de fungicida na cultura da soja, no estágio fenológico V6, para as diferentes pontas de pulverização. UTFPR, Campus Pato Branco, 2018.....30
- Tabela 3 – Valores médios do volume de calda ( $L ha^{-1}$ ), densidade de cobertura (gotas  $cm^{-2}$ ), percentagem de cobertura do alvo (%) e diâmetro médio de gotas ( $\mu m$ ) na aplicação de fungicida na cultura da soja no estágio fenológico V6, para as diferentes pontas de pulverização. UTFPR, Campus Pato Branco, 2018.....32
- Tabela 4 – Valores médios do volume de calda ( $L ha^{-1}$ ), densidade de cobertura (gotas  $cm^{-2}$ ), percentagem de cobertura do alvo (%) e diâmetro médio de gotas ( $\mu m$ ) na aplicação de fungicida na cultura da soja, no estágio fenológico R5, para as diferentes pontas de pulverização. UTFPR, Campus Pato Branco, 2018.....33
- Tabela 5 – Valores médios do volume de calda ( $L ha^{-1}$ ), densidade de cobertura (gotas  $cm^{-2}$ ), percentagem de cobertura do alvo (%) e diâmetro médio de gotas ( $\mu m$ ) na aplicação de fungicida na cultura da soja no estágio fenológico R5, para as diferentes pontas de pulverização. UTFPR, Campus Pato Branco, 2018.....34

## LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GOTAS	Programa de Calibração de Pulverização
JACTO	Máquinas Agrícolas Jacto S.A.
PR	Unidade da Federação – Paraná
R	É uma linguagem e ambiente de desenvolvimento integrado para cálculos estatísticos e gráficos
TUKEY	É uma técnica que utiliza o teste da razão de verossimilhança para agrupar n tratamentos em k grupos

## LISTA DE ABREVIATURAS

m	Metros
$\mu\text{m}$	Micrômetro
$\text{cm}^2$	Centímetro Quadrado
DBA	Delineamento Blocos ao Acaso
DMV	Diâmetro Médio Volumétrico
DPI	Pontos por Polegada
$\text{km h}^{-1}$	Kilometro por Hora
$\text{L ha}^{-1}$	Litro por Hectare
psi	libras por polegada quadrada absoluta
lbf	Libras
$\text{m}^2$	Metro Quadrado
PPI	Pixels por Polegada
R5	Reprodutivo 5
V6	Vegetativo 6

## LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
°	Graus



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>18</b>
2.1 GERAL.....	18
2.2 ESPECÍFICOS.....	18
<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>19</b>
3.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA CULTURA DA SOJA.....	19
3.2 DOENÇAS FÚNGICAS da soja E SEU CONTROLE.....	19
3.3 TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS.....	20
3.4 TIPOS DE PONTAS DE PULVERIZAÇÃO.....	22
3.5 TAMANHO DE GOTAS E COBERTURA DOS ALVOS.....	23
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>25</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>28</b>
5.1 ASPECTOS DA CULTURA.....	28
5.2. PRIMEIRA ÉPOCA DE APLICAÇÃO (V6).....	29
5.2.3 SEGUNDA ÉPOCA DE APLICAÇÃO.....	32
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>37</b>
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>38</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>39</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os agrotóxicos, embora desempenhem papel de fundamental importância dentro do sistema de produção agrícola vigente, tem sido alvo de crescente preocupação por parte dos diversos segmentos da sociedade, em virtude de seu potencial de risco ambiental. Porém, seu uso contribui para aumento considerável da produção, diminui a mão de obra empregada e melhora a qualidade dos produtos, ou seja, baixando os custos e aumentando a lucratividade. O seu uso deve ser racionalizado, evitando-se assim a contaminação do ambiente, animais e humanos, e evitando que plantas e pragas se tornem resistentes a alguns produtos.

Os produtos fitossanitários precisam alcançar o alvo específico, como pragas, doenças ou plantas daninhas. A parte do agroquímico que é arrastada para fora desses alvos gera contaminação e tem gerado críticas severas quanto a seu uso (FERREIRA, 2003).

Várias pulverizações de agrotóxicos são necessárias durante todo o ciclo das culturas para controlar os diversos problemas fitossanitários e conseqüentemente alcançar um alto teto produtivo, e a aplicação desses produtos vêm aumentando rapidamente a nível mundial, desde o início de sua utilização. A utilização de agroquímicos apresenta dois pontos negativos para o ambiente, quando mal manejados, são produtos biocidas e alguns podem ser muito persistentes, e são facilmente transportados para longas distâncias por água e vento, por exemplo, e também pode se acumular em cadeias alimentares.

Existem vários tipos de pulverizadores hidráulicos, desde os mais simples, como o costal, até equipamentos para a pulverização mais sofisticados, como auto propélidos. Nesses equipamentos, as pontas de pulverização são de fundamental importância, pois influenciam diretamente na qualidade e segurança da aplicação (FERNANDES, 2007).

O tamanho de gotas que são formados pelas pontas de pulverização, é determinado por fatores como modelo da ponta utilizada, tamanho do orifício da ponta, pressão utilizada e formulação do agroquímico a ser aplicado. Esses fatores estão altamente relacionados com a cobertura do alvo pela calda de pulverização (COURSHEE, 1967).

Uma forma viável economicamente de aumentar a viscosidade do líquido e sua eficiência de pulverização é a utilização de óleos vegetais as caldas de

fungicidas, inseticidas e herbicidas. As técnicas de pulverização precisam oferecer gotas com boa capacidade de penetração e cobertura da massa foliar, mesmo para a aplicação de fungicidas sistêmicos. Já é conhecido que, quanto menor a gota na pulverização, maior o risco de deriva, e se a gota for muito grande, a planta pode ter dificuldade em relação à retenção e absorção (CUNHA et al., 2006).

Para se obter uma boa deposição da pulverização sobre o alvo biológico a escolha de uma ponta de pulverização adequada é essencial (SCUDELER et al., 2004). Existem vários tipos de pontas disponíveis no mercado, cada uma delas com características diferentes, seja ela de proporcionar maior ou menor tamanho e gotas, trabalhar com pressão alta ou baixa, o tipo de distribuição da gota (leque, duplo leque, cone vazio, cone cheio, etc.) e o material que a compõe (que também determina sua durabilidade).

Pontas de pulverização com gotas mais finas são comumente usadas para a aplicação de fungicidas e inseticidas, pois oferecem maior cobertura do alvo, e conseqüentemente aumentam sua eficiência. Outro fator que faz com que inseticidas e fungicidas sejam utilizados com pontas de gota fina é que são produtos que não prejudicam plantações vizinhas, e mesmo havendo deriva do produto, não irá causar transtornos aos arredores da lavoura, porém na aplicação inadequada de inseticidas pode prejudicar outras espécies de insetos benéficos, como as abelhas por exemplo. Por outro lado, herbicidas devem ser usados com pontas que ofereçam um diâmetro de gota maior, e por conta disso muitas vezes se faz necessário aumentar o volume de calda, para obter uma aplicação mais homogênea, e outro motivo por se usar esse tipo de ponta, é que a deriva tem menor efeito sobre a gota mais grossa, evitando que o herbicida seja transportado para lavouras vizinhas, e evitando danos aos arredores.

Apesar de inúmeros trabalhos publicados nessa área do conhecimento, muitos desses parâmetros de aplicação são pouco conhecidos pelos agricultores da região e, isso tem grande importância para a correta funcionalidade dos fungicidas aplicados em culturas comerciais.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 GERAL

Avaliar a qualidade de aplicação de fungicida na cultura da soja em função de diferentes pontas de pulverização e épocas de aplicação

### 2.2 ESPECÍFICOS

Avaliar quantidade de produto aplicado nos terços superior, médio e inferior para cada tipo de ponta nas diferentes épocas de aplicação.

Avaliar diâmetro médio de gotas (D50), volume aplicado, densidade de gotas e cobertura que cada ponta proporciona.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA CULTURA DA SOJA

A soja é uma planta da família Fabaceae, gênero *Glycine*. A espécie cultivada no Brasil é a *Glycine max* (L.) Merrill. Antes de se tornar uma cultura de grande importância econômica, a soja era utilizada para alimentação em países da Ásia. A partir dos anos 1900, a soja começou a ganhar espaço na Europa, América e África, assim a cultura assumiu grande importância econômica (CATELLI, 2009).

A soja teve seu cultivo iniciado no Brasil a partir dos anos 1940, mas foi em 1960 que se estabeleceu como cultura economicamente importante para o país (EMBRAPA, 2003).

Hoje o maior produtor de soja do mundo é o Estados unidos, o Brasil ocupa a segunda posição com produção de aproximadamente 120 milhões de toneladas de soja na safra 2017/2018. A maioria desse volume é produzido pelos estados do sul e centro-oeste, porém, a expansão do cultivo para os estados do norte e nordeste vem sendo cada vez maiores, isso graças a tecnologia e o desenvolvimento genético dos cultivares, que possibilita o estabelecimento da cultura em áreas que antes era inimaginável (EMBRAPA, 2017).

A indústria brasileira transforma, por ano, cerca de 30,7 milhões de toneladas de soja em 5,8 milhões de toneladas em óleo, e 23,5 milhões de toneladas de farelo proteico, o qual tem grande importância na formulação de rações para animais de corte, ovos e leite. Além disso, o grão e o farelo de soja produzidos no Brasil tem alto teor de proteína, sendo considerado com padrão de qualidade Premium, sendo assim, muito bem-aceitos em mercados exigentes, como a União Europeia e o Japão. O grão de soja também possibilita a produção de biodiesel, combustível que diminui aproximadamente 78% da emissão de gases causadores do efeito estufa (MAPA, 2014).

#### 3.2 DOENÇAS FÚNGICAS DA SOJA E SEU CONTROLE

A ferrugem asiática apresenta sintomas particularmente evidentes nas folhas, evoluindo desde urédias isoladas a áreas com pronunciada coalescência,

quando provoca amarelecimento e prematura abscisão foliar. São agrupamentos de lesões de coloração bronzeada com duas a cinco úredias, com esporulação abundante, ou podendo formar lesões pardo avermelhadas, com menor número de úredias e menor esporulação (NAVARINI, 2007).

O controle da doença pode ser feito por vários métodos diferentes, como a utilização de variedades mais precoces, semeadas no início do período recomendado para a região, monitoramento das lavouras, e medidas para diminuir sua proliferação, controle químico e biológico, dentre outros.

O controle químico da ferrugem da soja se dá por basicamente três tipos de modos de ação diferentes, as estrobilurinas e triazóis, que podem ser usados sozinhos ou em mistura, e as carboxamidas, que é o modo de ação mais recente encontrado (EMBRAPA SOJA, 2016).

O sucesso do controle químico sobre a ferrugem asiática, depende da quantidade de ingrediente ativo que atinge o alvo biológico, o que depende de uma adequada tecnologia de aplicação. Os fungicidas requerem uma série de fatores para uma melhor cobertura de pulverização, que seria próximo de 60 gotas cm<sup>-2</sup> de área foliar, tamanho de gota ideal, definição correta de volume de calda, porte da planta, espaçamento entre linhas, tipo de ponta de pulverização, a pressão de trabalho, qualidade da água, e também respeitar as condições climáticas favoráveis para a aplicação (BEDIN, 2007).

### 3.3 TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS

A tecnologia de aplicação de agrotóxicos é um dos métodos que mais exige conhecimento dentro dos campos da agricultura, pois engloba o controle de várias injúrias sofridas pela planta, como ataque por ácaros e insetos, competição por plantas daninhas, e ataques de agentes patogênicos, que junta os aspectos da química, biologia, engenharia, ecologia, da sociologia e da economia (FERREIRA, 2006).

Uma aplicação de qualidade depende de vários fatores, como a seleção correta de pontas de pulverização, ajuste do volume de calda, parâmetros operacionais, condições de clima favorável, momento correto da aplicação sobre o

alvo e seguir as recomendações agronômicas do agroquímico (ANTUNIASSI; BAILO 2008).

A escolha da ponta de pulverização é um dos fatores importantes para obter uma aplicação mais eficiente. Estas são responsáveis pela qualidade da pulverização, e que irá interferir na vazão, cobertura do alvo e uniformidade da distribuição da calda (BAUER; RAETANO, 2004; FERNANDES et al., 2007).

Apesar de toda a tecnologia disponibilizada atualmente na agricultura, as perdas de calda na pulverização ainda são enormes. Uma pulverização feita em condições adversas, faz com que uma grande parte do produto utilizado seja perdido. Para Chechetto et al. (2013) quando se seleciona pontas de pulverização para realizar uma determinada aplicação, o tamanho de gotas tem grande importância, uma vez que existe variação do alvo a ser controlado e das condições climáticas. Porém, a maioria dos agricultores não leva esses fatores em consideração, e acaba por realizar aplicações de baixa qualidade, alto potencial de deriva e conseqüentemente, com muito desperdício.

A perdas que ocorrem durante as aplicações de agrotóxicos são originadas por um conjunto de causas. Com o uso de grandes volumes de caldas nas pulverizações, muitas gotas caem sobre as folhas, principalmente nos espaços entre linhas e acabam, por fim, atingindo o solo. Quando várias gotas atingem uma mesma folha, faz com que as mesmas coalesçam, formando gotas maiores que não conseguem ficar retidas e acabam escorrendo das folhas em direção ao solo. Como as perdas por esse tipo de aplicação são grandes, deve-se aumentar a concentração do produto para tornar a pulverização mais eficiente, porém, aumentando os custos (CHAIM, 1999).

De acordo com Chaim (1999) a perda de produto aplicado na cultura do feijão ficou aproximadamente em 77%, e o fator que mais contribuiu para essa perda foi a deriva, representando cerca de 59% do total aplicado. A velocidade do vento, associada com a densidade foliar e outros fatores menos significantes completaram os níveis de desperdício de calda. Apesar de novas tecnologias, produtos que auxiliam na pulverização de agroquímicos e variedades de plantas com menor densidade foliar, o desperdício continua sendo um grande problema quando se fala em tecnologia de aplicação de agrotóxicos, o que contribui para as contaminações ambientais.

### 3.4 TIPOS DE PONTAS DE PULVERIZAÇÃO

A ponta de pulverização é responsável pela produção e emissão das gotas, sendo considerada o componente mais importante do pulverizador, e determina diversos fatores para obter uma boa aplicação, entre eles a vazão e uniformidade de distribuição da calda de aplicação, e devem apresentar o mínimo de variação possível ao longo da barra (BAUER, 2004).

Independentemente do tipo de pulverizador, antigo ou moderno, simples ou sofisticados, movidos por tratores ou aplicações por avião, a parte mais importante de uma aplicação são as pontas de pulverização (SANTOS, 2006). Ou seja, apesar de serem componentes muito pequenos, as pontas têm grande importância na aplicação de defensivos. Uma aplicação mal feita pode-se tornar onerosa, precisando de uma reaplicação e também diminuindo a produção.

O tamanho da gota formado pelas pontas de pulverização, é determinado pelo modelo da ponta, tamanho do orifício da ponta, pressão de trabalho utilizada e pelo produto fitossanitário que será usado. Todos esses fatores estão relacionados com a cobertura do alvo e a uniformidade da pulverização (COURSHEE, 1967).

MATTHEWS (2000) afirma que cada ponta de pulverização tem uma curva de distribuição volumétrica própria, e que essa curva tem grande influência sobre a determinação da distância entre bicos em relação ao alvo e a distância entre bicos na barra, devendo haver sobreposição do jato de um bico com os seus adjacentes, resultando em uma distribuição mais uniforme da calda.

Para a aplicação de fungicidas na cultura da soja, as pontas de pulverização mais utilizadas são as que produzem gotas com menor diâmetro, como as de jato plano padrão (leque simples). Porém, em virtude de seu espectro de gota ser mais propício a deriva, tem se tentado utilizar pontas que produzem um diâmetro de gotas maiores, como as de jato plano de indução de ar e jato duplo de indução de ar, onde a ponta produz uma gota de maior tamanho com presença de ar no seu interior. No entanto, por apresentarem gotas mais grossas, comprometem a cobertura do alvo, e poderá haver menor controle da doença. De modo geral, gotas pequenas são mais facilmente transportadas pelo vento, e proporcionam melhor cobertura do alvo (CUNHA, 2006).



Ao estudar a deposição de gotas no dossel da soja e controle químico da ferrugem asiática da soja, TORMEM et al. (2012) observou que as pontas de pulverização que foram estudadas apresentaram desempenho diferente em relação ao tamanho de gotas e na deposição nos três terços do dossel da soja.

### 3.5 TAMANHO DE GOTAS E COBERTURA DOS ALVOS

Galli et al. (1983) consideram as pontas a parte mais vital da pulverização, no entanto, deve-se ter um conhecimento básico de suas características, sendo elas: tamanho das gotas, vazão, ângulo de abertura do jato e padrão de distribuição.

Cunha et al. (2006) avaliando o controle químico da ferrugem asiática da soja em função de ponta de pulverização e de volume de calda, observou que independente da ponta e tamanho de gota, o terço inferior sempre tem uma menor cobertura em relação ao superior. Os usos de adjuvantes aumentaram a densidade de gotas nos terços superior e médio, porém não apresentou diferença na deposição de gotas no terço próximo ao solo. Em casos em que doenças ou pragas se desenvolvam no baixeiro das plantas, esse tipo de aplicação pode não apresentar a eficiência desejada.

Com o desenvolvimento fenológico da cultura, aumentam as dificuldades de controle do terço inferior da planta, devido ao seu aumento de porte e número de folhas. De acordo com Gazziero et al. (2006) ao comparar estádios de desenvolvimento da cultura da soja, relataram um decréscimo na cobertura do alvo pela pulverização, evidenciando que o efeito de redução da deposição está associado ao acúmulo de folhas, devido à sobreposição dos trifólios.

Como foi observado por Tormen (2012), variedades de soja com menor porte e volume de folhas apresentou maior deposição de gotas no terço inferior, e obteve um melhor controle da ferrugem asiática. Analisando a deposição de glifosato na soja, Gazziero et al. (2006) também observaram menor deposição do produto em plantas mais desenvolvidas e com maior quantidade de folhas.

Para se conseguir melhor eficiência de deposição de gotas no terço inferior das plantas, o aumento do volume da calda tem sido muito usado, porém isso implica em aumento do escorrimento da calda sobre a folha da planta, e

consequente perda de parte do defensivo utilizado, diminuindo sua eficiência. Menor volume de calda diminui a deposição de gotas do terço inferior, mas eleva a absorção do produto pelas folhas atingidas pela pulverização. Chaim (1999) afirma que quando se usa um maior volume de calda, e inicia-se o escorrimento da pulverização sobre as folhas, a retenção de produtos químicos na folhagem é menor que se a aplicação fosse interrompida exatamente antes do início do escorrimento. No entanto, esse ponto é muito difícil de ser alcançado.

A utilização de gotas menores apresenta maior eficácia no combate de pragas e doenças, porém, pouco seguras sob o ponto de vista ambiental. No entanto, com o uso adequado de pontas de pulverização, pode-se atingir o terço inferior da planta com um menor volume de calda. Foi observado por CUNHA (2001) que a medida que se deseja trabalhar com menores volumes de calda, maior será a exigência de qualidade das pontas a serem utilizados, principalmente da homogeneidade do espectro de gotas.

Cunha et al. (2008) fala que o volume de calda tende a reduzir com a utilização de novas tecnologias de aplicações. Quando se utiliza menor volume de água para realizar a pulverização, o ingrediente ativo fica mais concentrado, e aumenta a capacidade operacional dos pulverizadores, diminuindo os custos de aplicação, porém, é necessário um aprimoramento da tecnologia de aplicação para se obter uma boa cobertura do alvo em questão.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em lavoura comercial, no município de Pato Branco, região sudoeste do Paraná, durante a safra agrícola 2017/2018. Foi utilizado o sistema de semeadura direta em sucessão à cultura da aveia, com espaçamento entre linhas de 0,45 m e densidade de 340.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Utilizou-se a cultivar de soja BMX Raio, semeada em 04/10/2017, com a adubação de 370 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 08-20-15.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, composto por três tratamentos (pontas de pulverização) e quatro repetições, totalizando 12 unidades experimentais, cada uma com área de 11,25 m<sup>2</sup> (2,25 x 5,0 m).

Para as aplicações de fungicida foram usadas três diferentes pontas de pulverização com a pressão indicada em catálogo (Tabela 1), em dois estádios fenológicos da cultura, V6 e R5, respectivamente.

**Tabela 1** – Características das três pontas de pulverização utilizadas no experimento. UTFPR, Campus Pato Branco. 2018.

Pontas de pulverização	Vasão (L ha <sup>-1</sup> )	Tipo de Gota	Pressão (psi)
JA-2 RG 00026 (Cone Vazio)	154	Fina	60
AD 015 (Leque simples)	168	Média	60
AD/D 02 (Duplo leque)	168	Média	60

Fonte: Catálogo Magno Jet.

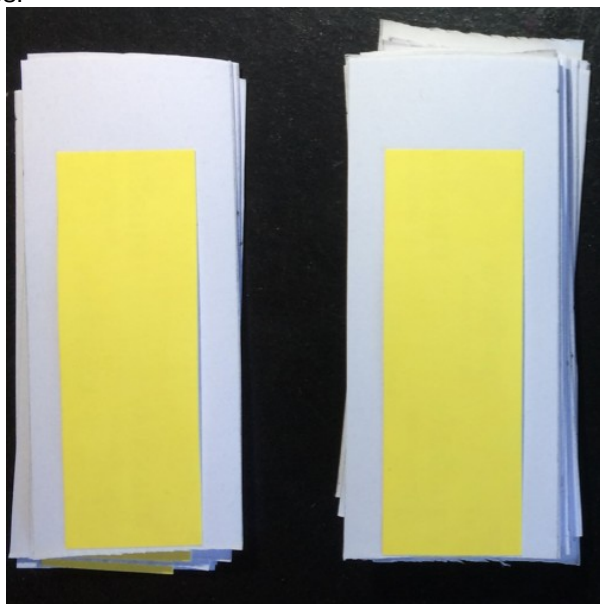
Todas as pontas de pulverização utilizaram o volume de calda de 150 L ha<sup>-1</sup>, e as aplicações foram feitas com pulverizador pressurizado a CO<sub>2</sub>. Foi utilizado na aplicação o fungicida Arouch Prima e o adjuvante Acquamax Top, com as doses de 300 ml e 60 ml por hectare, respectivamente.

A primeira aplicação foi realizada no dia 25 de novembro de 2017, quando as plantas se encontravam no estágio de V6 (aproximadamente com 30 a 35 cm de altura), antes do fechamento das linhas de semeadura. A aplicação ocorreu na parte da manhã, horário próximo das 11:00 horas, sem a presença de fortes ventos, com sol ameno. A segunda aplicação aconteceu no dia 06 de janeiro de 2018, com a soja no estágio de R5 (aproximadamente um metro de altura), com as linhas totalmente fechadas. A aplicação ocorreu no horário da tarde, aproximadamente 16:00 horas, com pouco vento, porém com a presença de sol forte.

A quantidade e qualidade de aplicação foi analisada através de papéis hidrossensíveis (papel sensível a água), que foram posicionados nos terços superior, médio e inferior das plantas. Para a fixação dos papéis sensível a água nas folhas, foram recortadas folhas de cartolina com bordas um pouco maior que o tamanho do papel, onde essa sobre de cartolina foi utilizada para grampear os papéis sobre as folhas da soja (Figura 1).

Depois do término da aplicação dos tratamentos, foi aguardado cerca de 1 minuto até que as gotas secassem sobre os papéis hidrossensíveis, após os papéis foram coletados em ordem e armazenados em local seco. Em seguida, os papéis foram digitalizados em impressora HP laserjet pro M125a, com resolução óptica de 600 ppi (pontos por polegada), e as imagens das amostras foram salvas no formato “bmp”, e posteriormente foram analisadas com o uso do software GOTAS, o qual fornece dados para quantificação de Diâmetro Médio Volumétrico (DMV), Diâmetro Médio Numérico (DMN), densidade e uniformidade de gotas e volume de calda aplicada.

**Figura 1** – Vista geral dos papéis hidrossensíveis, fixados em papel cartolina, antes da aplicação dos tratamentos.



Fonte: Igor Frizon (2018)

A avaliação dos parâmetros de gotas foi realizada em 3 alturas na planta, foi coletado um papel hidrossensível na altura do dossel, outro na altura de terço médio e a outra foi coletada na altura das últimas folhas da parte de baixo da planta (Figura 2).

**Figura 2** – Disposição dos papéis hidrossensíveis fixados em diferentes partes das plantas de soja.



Fonte: Autoria própria.

As alturas de plantas nos estádios V6 e R5 foram realizadas com o auxílio de régua graduada em centímetros, medindo-se a distância da superfície do solo até a parte mais alta da planta.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância através do software R e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 ASPECTOS DA CULTURA

As plantas da soja apresentavam alturas distintas entre os dois estágios em que foi realizada as aplicações. Em estágio fenológico V6, as plantas apresentavam altura de aproximadamente 31 centímetros e em estágio de R5 as plantas estavam com uma altura média de 97 centímetros. A diferença de altura entre os estádios sugere que em V6 a aplicação seja mais eficiente, por haver menor área foliar e maior facilidade de penetração de gotas nos terços inferiores das plantas, do que em R5, estágio no qual há maior massa foliar e altura bem superior.

Segundo Cunha et al. (2014), deve-se levar em consideração na recomendação de pontas de pulverização o porte e massa foliar da cultura a ser pulverizada. A baixa deposição de gotas na parte inferior em plantas com muita massa foliar, mostra que a pulverização hidráulica convencional, independente da ponta, não consegue promover uma cobertura adequada. Recomenda-se iniciar as aplicações quando a cultura tiver um menor índice de área foliar.

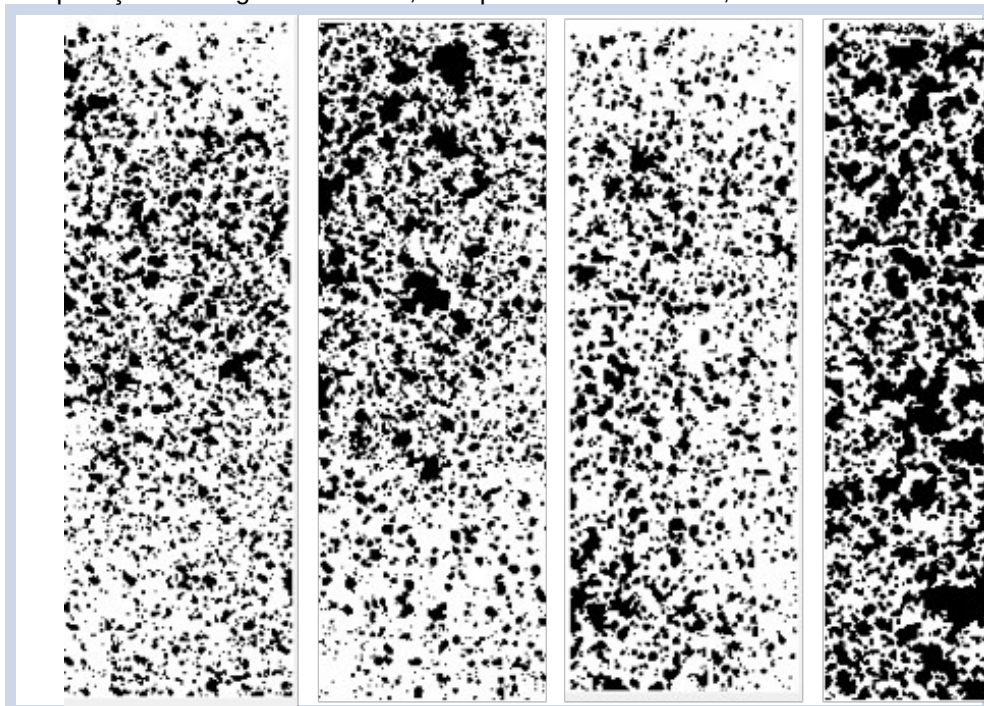
Não foi possível avaliar os parâmetros para o terço superior das plantas de soja, pois houve presença muito grande de sobreposição de gotas sobre os papéis, se tornando inviável a leitura dos mesmos (Figura 3). Frizon (2018) ao avaliar a aplicação com pulverizador com e sem auxílio de ar nas barras, também descartou as amostras do terço superior, por apresentar alta taxa de sobreposição de gotas sobre as amostras.

Segundo informações do manual do software GOTAS, para obter resultados mais confiáveis, é necessário uma menor densidade de gotas sobre a amostra, para não haver grandes quantidades de sobreposição de gotas, alterando os resultados de volume de calda e tamanho de gotas, sendo assim o único parâmetro que se torna confiável é somente o de percentagem de cobertura.

Baesso et al. (2009) ao avaliarem a densidade e a cobertura de gotas na cultura do feijão, em estágio fenológico de R6 e utilizando volumes de calda de 200 L ha<sup>-1</sup> e 400 L ha<sup>-1</sup>, também não puderam avaliar o número de gotas nas amostras do terço superior, pelo mesmo motivo de ter uma grande taxa de sobreposição de gotas, formando grandes manchas formadas por várias gotas.



**Figura 3** – Vista geral dos papéis hidrossensíveis coletados no terço superior da planta, após aplicação do fungicida. UTFPR, Campus Pato Branco-PR, 2018.



Fonte: Autoria própria

## 5.2. PRIMEIRA ÉPOCA DE APLICAÇÃO (V6)

Na Tabela 2, apresentam-se as médias da densidade, D50 (diâmetro de 50% das gotas coletadas no papel hidrossensível), volume e cobertura de gotas depositadas na parte inferior do dossel da cultura da soja em estágio V6, e com altura de aproximadamente 31 cm. A ponta de jato cônico vazio proporcionou maior deposição de gotas em relação as pontas de jato duplo leque e leque simples. Resultado semelhante foi encontrado por Cunha et al. (2008) em aplicações com diferentes pontas de pulverização em estágio V7 da soja, em que a ponta de jato cônico vazio proporcionou melhor cobertura e densidade de gotas que as demais pontas utilizadas.

As imagens dos papéis hidrossensíveis coletados no terço inferior das plantas de soja em V6 após a aplicação do fungicida, são apresentados na Figura 4, onde observa-se que a ponta tipo cone vazio apresenta gotas de menor tamanho, porém também apresenta grande quantidade de sobreposição de gotas, que por esse motivo criou dificuldades para a leitura correta pelo software GOTAS, que não

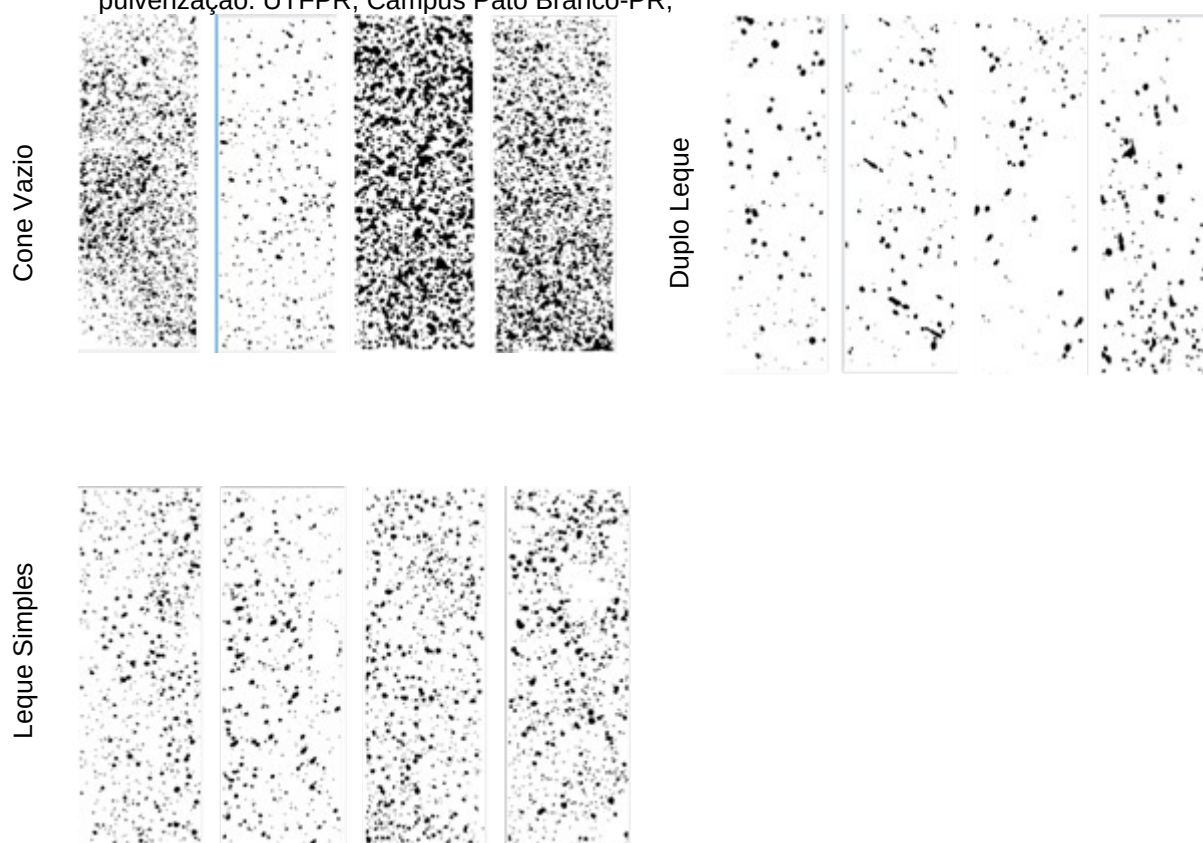
acusou diferença significativas no tamanho de gotas entre as três pontas de pulverização utilizadas.

**Tabela 2** – Valores médios do volume de calda ( $L\ ha^{-1}$ ), densidade de cobertura (gotas  $cm^{-2}$ ), percentagem de cobertura do alvo (%) e diâmetro médio de gotas ( $\mu m$ ) na aplicação de fungicida na cultura da soja, no estágio fenológico V6, para as diferentes pontas de pulverização. UTFPR, Campus Pato Branco, 2018.

Tratamentos	Terço Inferior			
	Volume ( $L\ ha^{-1}$ )	Densidade (gotas $cm^{-2}$ )	Cobertura %	D50 $\mu m$
Cone vazio (JA-2 RG 00026)	135,24 a	134,81 a	24,55 a	304,85 a
Duplo Leque (AD/D 02)	20,26 b	30,82 c	3,26 b	343,09 a
Leque Simples (AD 015)	37,38 b	62,67 b	7,04 b	338,84 a
CV (%)	34,08	15,24	34,86	9,96

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo Teste de tukey, a 5% probabilidade de erro.

**Figura 4** – Vista geral dos papéis hidrossensíveis coletados no terço inferior das plantas de soja após aplicação do fungicida no estágio fenológico V6, para as diferentes pontas de pulverização. UTFPR, Campus Pato Branco-PR,



Fonte: Autoria própria.

Com relação ao Diâmetro Médio Volumétrico – DMV (D50), não houve diferenças significativas entre as pontas de pulverização, com DMV médio próximo de 300  $\mu m$ . A descrição fornecida pelo fabricante era de que a ponta de cone vazio



apresentava espectro de gotas entre 150 a 250  $\mu\text{m}$ . Essa diferença de DMV entre o observado e o fornecido pelo fabricante pode estar relacionado a junção de gotas menores, resultando em valores mais altos de DMV (gotas médias) (VIANA et al., 2008).

Cunha et al. (2008) afirmam que a ponta de jato cônico vazio gera gotas de menor diâmetro, e com o movimento rotacional do jato, penetram mais facilmente no dossel da planta, apresentando melhor deposição sobre o alvo. Entretanto, esse tipo de ponta tem maiores risco de perdas por deriva.

Na Tabela 3 apresentam-se as médias de volume de calda ( $\text{L ha}^{-1}$ ), densidade de cobertura (gotas  $\text{cm}^{-2}$ ), percentagem de cobertura do alvo (%) e diâmetro médio de gotas ( $\mu\text{m}$ ) no terço médio da cultura da soja, em estágio de V6. As imagens dos papéis hidrossensíveis coletados no terço inferior das plantas de soja em V6 após a aplicação do fungicida, são apresentados na Figura 5.

A ponta de jato cônico vazio apresentou maior densidade de gotas, cobertura do alvo e volume de pulverização, isso tudo aliado a um menor tamanho de gota. Em comparação com o terço inferior da planta, a ponta de jato leque simples apresentou melhora na densidade de gotas, volume aplicado e cobertura do alvo quando comparado a ponta de jato cônico vazio. A ponta de jato duplo leque apresentou a menor cobertura entre as três pontas utilizadas, mesmo com o volume aplicado não tendo diferença significativas com a ponta de jato leque simples.

As imagens dos papéis hidrossensíveis coletados no terço médio das plantas de soja em V6, após a aplicação do fungicida, são apresentados na Figura 5, onde é possível verificar que a sobreposição de gotas na ponta leque simples fez com que ocorresse a junção de várias gotas finas e médias, formando gotas muito grossas e dificultando leitura pelo software GOTAS, por isso não mostrando diferença significativas entre o tamanho de gota quando comparada a ponta de duplo leque, que apresentou gotas maiores com uma menor cobertura do alvo, e volume aplicado igual a ponta de jato leque simples.

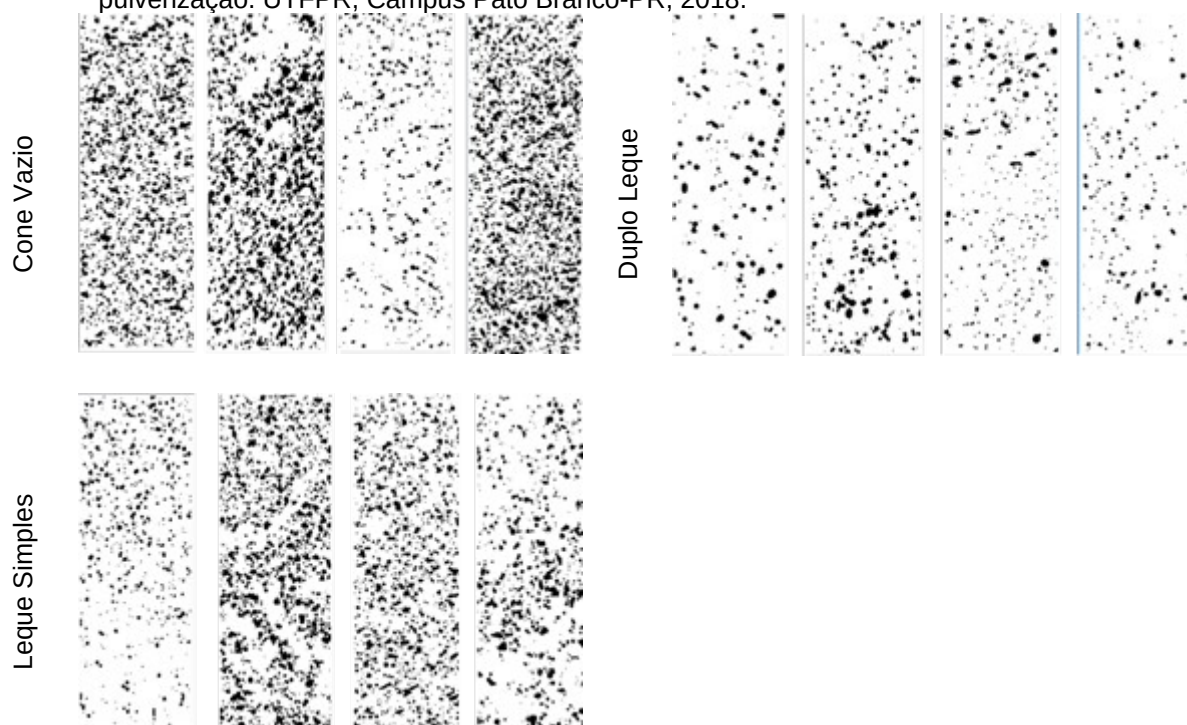
Não ocorreram condições de ventos para as aplicações na primeira época, portanto não havendo condições de deriva, o que auxiliou nos resultados encontrados. Possivelmente, em condições de ventos fortes, as gotas de menor tamanho seriam facilmente carregadas, e as aplicações teriam maior perda por deriva, e conseqüentemente menor deposição de gotas sobre o alvo.

**Tabela 3** – Valores médios do volume de calda (L ha<sup>-1</sup>), densidade de cobertura (gotas cm<sup>-2</sup>), percentagem de cobertura do alvo (%) e diâmetro médio de gotas (µm) na aplicação de fungicida na cultura da soja no estágio fenológico V6, para as diferentes pontas de pulverização. UTFPR, Campus Pato Branco, 2018.

Tratamentos	Terço Médio			
	Volume (L ha <sup>-1</sup> )	Densidade (gotas cm <sup>-2</sup> )	Cobertura %	D50 µm
Cone vazio (JA-2 RG 00026)	91,39 a	71,64 a	26,27 a	305,92 b
Duplo Leque (AD/D 02)	45,81 b	22,29 c	10,2 b	434,28 a
Leque Simples (AD 015)	68,13 b	37,06 b	21,38 a	434,15 a
CV (%)	32,31	23,37,	36,93	5,89

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo Teste de tukey, a 5% probabilidade de erro.

**Figura 5** – Vista geral dos papéis hidrossensíveis coletados no terço médio das plantas de soja após aplicação do fungicida no estágio fenológico V6, para as diferentes pontas de pulverização. UTFPR, Campus Pato Branco-PR, 2018.



Fonte: Autoria própria.

### 5.2.3 SEGUNDA ÉPOCA DE APLICAÇÃO

As plantas estavam no estágio de R5, com altura de 97 centímetros. Os terços inferior e médio apresentaram diferenças evidentes de deposição de gotas com relação a primeira época de aplicação, devido a maior percentagem de massa foliar e altura da planta de soja obtidas em R5, conforme mostra na Tabela 4. As

imagens dos papéis hidrossensíveis coletados no terço inferior das plantas de soja após a aplicação do fungicida, são apresentados na Figura 6.

No terço inferior da planta, a ponta de jato leque simples apresentou maior densidade de gotas, volume aplicado, percentagem de cobertura e diâmetro de gotas. A ponta de cone vazio proporcionou menor tamanho de gotas, mas isso não se refletiu em melhorias na penetração de gotas no terço inferior da planta.

Gonçalves et al. (2008), ao conduzirem experimento de aplicação com uso de diferentes pontas de pulverização, sob várias condições climáticas, observaram que as pontas de jato cônico vazio, que produzem gotas finas a muito finas, diminuem a deposição de gotas conforme a temperatura do ambiente aumenta e a umidade relativa do ar diminui. E que em casos de necessidade de utilização de gotas muito finas, deve-se observar qual o horário e quais condições ideais para a aplicação, até à interrompendo em caso de grandes adversidades. No caso do presente experimento, as condições de aplicação foram com a presença de sol e vento, o que pode ter dificultado a correta pulverização da ponta de jato cone vazio.

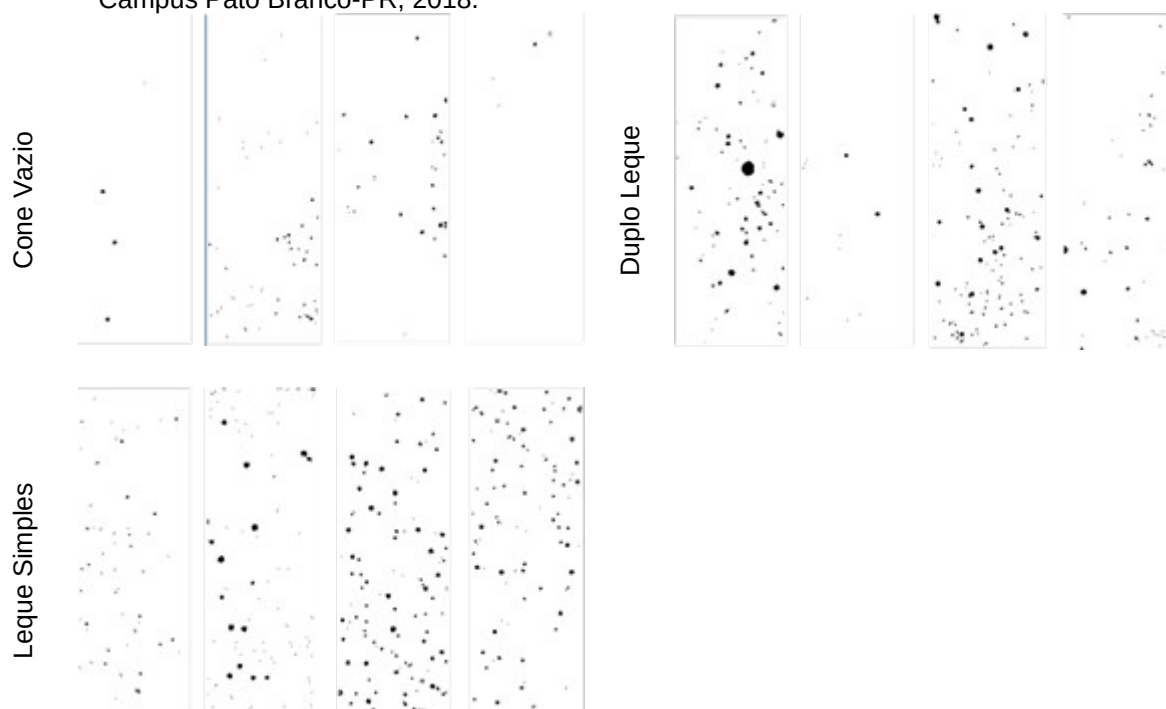
**Tabela 4** – Valores médios do volume de calda ( $L\ ha^{-1}$ ), densidade de cobertura (gotas  $cm^{-2}$ ), percentagem de cobertura do alvo (%) e diâmetro médio de gotas ( $\mu m$ ) na aplicação de fungicida na cultura da soja, no estágio fenológico R5, para as diferentes pontas de pulverização. UTFPR, Campus Pato Branco, 2018

Tratamentos	Terço Inferior			
	Volume ( $L\ ha^{-1}$ )	Densidade (gotas $cm^{-2}$ )	Cobertura %	D50 $\mu m$
Cone vazio (JA-2 RG 00026)	1,25 b	3,27 b	0,26 b	300,82 b
Duplo Leque (AD/D 02)	8,42 b	5,94 b	1,04 b	434,25 a
Leque Simples (AD 015)	49,92 a	22,77 a	6,21 a	441,85 a
CV (%)	54,69	52,28	49,45	23,2

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo Teste de tukey, a 5% probabilidade de erro.

Em trabalho realizado por Cunha et al. (2014) onde foi avaliada a tecnologia de aplicação para o controle da ferrugem asiática na soja por um período de oito anos, observou-se que as pontas que apresentavam gotas médias parecem ser mais indicadas ao controle da ferrugem asiática na cultura da soja, pois apresentaram os melhores resultados de deposição e controle da ferrugem. Isso é explicado porque as gotas médias sofrem menos intensamente o fenômeno da deriva e da evaporação, possibilitando um tempo maior de vida quando comparado com gotas finas, e possuem uma capacidade de cobertura melhor que as gotas grossas.

**Figura 6** – Vista geral dos papéis hidrossensíveis coletados no terço inferior após aplicação do fungicida no estágio fenológico R5, para as diferentes pontas de pulverização UTFPR, Campus Pato Branco-PR, 2018.



Fonte: Autoria própria.

Resultado semelhante foi obtido no trabalho de OZKAN et al. (2006), ao avaliarem diferentes pontas de pulverização para controle da ferrugem asiática na cultura da soja, onde as pontas de jato plano com tamanho médio de gotas, mostraram-se superiores às pontas de jato cônico vazio, com espectro de gotas fino.

**Tabela 5** – Valores médios do volume de calda ( $L ha^{-1}$ ), densidade de cobertura (gotas  $cm^{-2}$ ), percentagem de cobertura do alvo (%) e diâmetro médio de gotas ( $\mu m$ ) na aplicação de fungicida na cultura da soja no estágio fenológico R5, para as diferentes pontas de pulverização. UTFPR, Campus Pato Branco, 2018.

Tratamentos	Terço Médio			
	Volume ( $L ha^{-1}$ )	Densidade (gotas $cm^{-2}$ )	Cobertura %	D50 $\mu m$
Cone vazio (JA-2 RG 00026)	5,54 b	7,42	1,57 b	267,22 b
Duplo Leque (AD/D 02)	26,46 a	9,49	3,68 a	435,81 a
Leque Simples (AD 015)	21,99 a	9,82	3,50 a	478,01 a
CV (%)	48,15	50,71	32,28	7,58

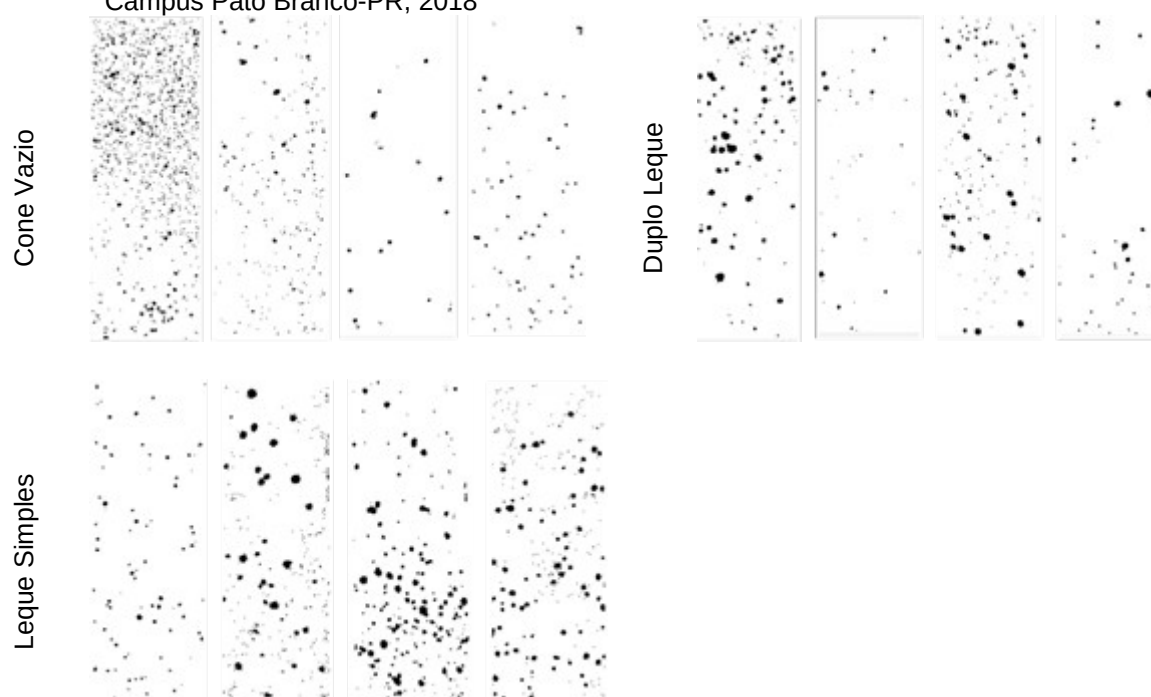
Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo Teste de tukey, a 5% probabilidade de erro.

Apesar da ponta de jato cônico vazio ter tido maior eficiência na primeira época de aplicação, a ponta de jato leque simples foi mais eficaz na penetração de gotas no terço inferior da cultura da soja em R5, que é o local crítico

para o controle da ferrugem asiática da soja. O jato de duplo leque proporcionou espectro de gotas semelhante à ponta de leque simples.

Gotas de maior diâmetro sofrem menos ação do ambiente, e em condições desfavoráveis de aplicação se sobressaem sobre pontas que proporcionam gotas finas.

**Figura 7** – Vista geral dos papéis hidrossensíveis coletados no terço médio após aplicação do fungicida no estágio fenológico R5. para as diferentes pontas de pulverização UTFPR, Campus Pato Branco-PR, 2018



Fonte: Autoria Própria

Cunha et al. (2005) avaliando a deposição e deriva de calda fungicida aplicada em feijoeiro, com diferentes tipos de pontas de pulverização e de volume de calda, notaram que as pontas de jato cônico vazio proporcionaram maior deposição de gotas fora da área-alvo, comparando com pontas de jato plano. As pontas de jato cônico vazio produziram grande quantidade de gotas extremamente finas, com diâmetro menor a 100  $\mu\text{m}$ , que são gotas que sofrem muito o fenômeno da deriva. A turbulência que esse tipo de ponta gera, ora auxilia na penetração de gotas no dossel da planta, ora pode fazer com que ocorra o efeito contrário, quando a quantidade de folhas é muito densa e impede a entrada das gotas, o movimento do ar provoca a suspensão dessas gotas, deixando-as mais sujeitas aos fenômenos climáticos.

No terço superior da soja, todas as pontas utilizadas tiveram resultados satisfatórios de cobertura do alvo, apresentando excesso de sobreposição de gotas, o que impossibilitou a leitura dos papéis hidrossensíveis pelo software GOTAS. Já nos terços médio e inferior, houve diferenças entre as pontas, porém, todas elas apresentaram, significativamente, menor cobertura e volume de gotas depositadas no alvo do que no terço superior.

Villalba et al. (2009), avaliando a deposição de calda em cultivares de soja no estágio de R1, encontraram um volume aplicado na região apical da planta quase três vezes maior que na região basal. Resultados semelhantes foram encontrados por Boschini et al. (2008), onde também se confirmou que as deposições de gotas na parte inferior da planta foram muito inferiores às do terço superior, independente da ponta de pulverização utilizada.

Cunha et al. (2011), ao estudarem a deposição de calda na cultura da soja por aplicação área e terrestre, usando diferentes pontas de pulverização e volume aplicado, perceberam que houve maior deposição da calda no terço superior quando comparado com o terço inferior das plantas, cerca de 3,9 vezes mais deposição de gotas. Os mesmos dizem, que para tentar contornar essa situação, deve-se diminuir a população das plantas por área, e a utilização da assistência de ar nas barras, energização das gotas, utilização de adjuvantes e outros métodos que podem reduzir esse problema.

## 6 CONCLUSÕES

A ponta de jato cônico vazio (JA-2 RG 00026), apresentou menor tamanho de gota, maior densidade, cobertura e volume aplicado no estádio de V6 da soja.

A ponta de leque simples (AD 015) proporcionou gotas de diâmetro médio, e foi superior que as demais pontas no estádio R5 da soja, onde a penetração de gotas é essencial para uma boa aplicação, ou seja, foi a ponta que apresentou melhor desempenho no experimento.

De modo geral a ponta de jato duplo leque (AD/D 02) apresentou espectro de gotas média, e não proporcionou boa cobertura no terço inferior das plantas na segunda época, e teve desempenho abaixo do jato cônico vazio e do leque simples na primeira época de aplicação.

## **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com o crescente problema com a ferrugem asiática na soja, a qualidade de aplicação se torna cada vez mais importante. A utilização de pontas de pulverização correta para cada tipo de aplicação, é tão importante quanto a qualidade do agroquímico a ser aplicado. De nada adianta ter um produto fitossanitário de alta qualidade, se o mesmo não está sendo depositado no alvo.

Com a pulverização feita com as pontas adequadas, certamente trará benefícios para o agricultor, entre eles a economia de aplicações, e conseqüentemente maiores lucros.



## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA VEGETAL. **Manual de tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários**. São Paulo: ANDEF, 2010.

BAESSO, M. M.; TEIXEIRA, M. M.; VIEIRA, R. F.; PAULA JUNIOR, T. J. de; CECON, P. R. Deposição de Gotas de um Pulverizador Hidráulico com Assistência de Ar na Barra de Pulverização na Cultura do Feijão. **Engenharia na Agricultura**, v. 17, n. 6, p. 1–10, 2009.

BAUER, F. C.; RAETANO, C. G. Distribuição volumétrica de calda produzidas pelas pontas pulverização XR, TP e TJ sob diferentes condições operacionais. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 275–284, 2004. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-83582004000200015&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582004000200015&lng=pt&tlng=pt)>.

BEDIN, C.; MENDES, L. B.; TRECENDE, V. C.; LOPES, R. L. B.; BOSQUÊ, G. G. Técnicas Disponíveis para o Controle da Ferrugem-asiática na Cultura da Soja. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. VII, n. 12, 2007.

BITTECOURT, A. M.; BORIN, L. **Controle preventivo e curativo da ferrugem asiática da soja - Safra 2014/2015 - Dourados-MS**. 2016. Monografia de TCC (Curso de Agronomia) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2016.

BOSCHINI, L.; CONTIERO, R. L.; MACEDO JUNIOR, 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 Sci. Agron.*, 2008. .

CATELLI, L. L. **Resistência da soja à ferrugem asiática e ao oídio: herança de caracteres quali-quantitativos e mapeamento genético**. 2009. Tese (Doutorado em Agronomia), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, SP, 2009. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/102835>>.

CHAIM, A.; CASTRO, V. L. S. S. DE; CORRALES, F. M.; GALVÃO, J. A. H.; CABRAL, O. M. R.; NICOLELLA, G. Método para Monitorar Perdas na Aplicação de Agrotóxicos na Cultura de Tomate. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 34, n. 5, p. 741–747, 1999a.

CHAIM, A.; NETO, J. C.; GATTAZ, N. C.; VISOLI, M. C. **Manual Gotas**. [s.l.] Rede Agro Livre, 2014.

CHAIM, A.; VALARINI, P. J.; OLIVEIRA, D. de A.; MORSOLETO, R. V.; PIO, L. C. **Avaliação de perdas de pulverização em culturas de feijão e tomate**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente (Boletim de Pesquisa, 2), 1999b.

CHECHETTO, R. G.; ANTUNIASSI, U. R.; MOTA, A. A. B.; CARVALHO, F. K.; SILVA, A. C. A.; VILELA, C. M. Influência de pontas de pulverização e adjuvantes no potencial de redução de deriva em túnel de vento. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 1, p. 37–46, 2013.

COSTA, A. Z. de M.; PEREIRA, J. L.; CÉSAR, J. de O.; LIMA, L. C. **Tecnologia de Aplicação de Agroquímicos**. Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/radar/Artigos/artigo1.htm>>. Acesso em: 30 set. 2018.

CUNHA, J. P. A. R. da; FARNESE, A. C.; OLIVET, J. J.; VILLALBA, J. **Deposição de calda pulverizada na cultura da soja promovida pela aplicação aérea e terrestre****Engenharia Agrícola**, 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-69162011000200014&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162011000200014&lng=pt&tlng=pt)>.

CUNHA, J. P. A. R. da; JULIATTI, F. C.; REIS, E. F. dos. Tecnologia de Aplicação de Fungicida no Controle da Ferrugem Asiática da Soja: Resultados de Oito Anos de Estudos em Minas Gerais e Goiás. **Biosci. J.**, v. 30, n. 4, p. 950–957, maio 2014.

CUNHA, J. P. A. R. da; MOURA, E. A. C.; SILVA JÚNIOR, J. L. da; ZAGO, F. A.; JULIATTI, F. C. **Efeito de pontas de pulverização no controle químico da ferrugem da soja****Engenharia Agrícola**, 2008. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-69162008000200009&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162008000200009&lng=pt&tlng=pt)>.

CUNHA, J. P. a. R. Da; TEIXEIRA, M. M. Características técnicas de bicos de pulverização hidráulicos de jato plano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, n. 2, p. 334–348, 2001.

CUNHA, J. P. A. R.; REIS, E. F. dos; SANTOS, R. D. 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.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; COURY, J. R.; FERREIRA, L. R. Avaliação de estratégias para redução da deriva de agrotóxicos em pulverizações hidráulicas. **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 325–332, 2003.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; VIEIRA, R. F.; FERNANDES, H. C. **Deposição e deriva de calda deriva fungicida aplicada em feijoeiro, em função de bico de pulverização e de volume de calda pulverização****Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 2005. .

DOURADO NETO, D.; DARIO, G. J. A.; MARTIN, T. N.; BONNECARRÈRE, R. A. G.; MANFRON, P. A.; JÚNIOR, P. A. V. Controle Químico da Ferrugem Asiática na Cultura da Soja em Condições de Campo. **Revista FZAVA**, v. 14, n. 1, p. 69–80, 2007.

EMBRAPA SOJA. **Soja em Números**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>>. Acesso em: 15 set. 2018a.

EMBRAPA SOJA. **Soja**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1>>. Acesso em: 20 ago. 2018b.

FARINHA, J. V.; MARTINS, D.; COSTA, N. V.; DOMINGOS, V. D. Deposição da calda de pulverização em cultivares de soja no estádio R1. **Ciência Rural**, v. 39, n. 6, p. 1738–1744, 2009.

FERREIRA, M. da C. **Caracterização da Cobertura de Pulverização Necessária para o Controle do Ácaro *Brevipalpus phoenicis* (G., 1939) em Citros**. 2003. Tese (Doutorado em Agronomia) - Programa de Pós-graduação em Agronomia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, SP, 2003.

FIORIN, R. A. **Penetração de Gotas e Rendimento de Grãos em Função do Arranjo de Plantas, Cultivares e Volume de Calda na Cultura da Soja**. 2009. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2009.

GALLI, J. C.; MATUO, T.; SIQUEIRA, E. C. Nota Científica: Padrão de Distribuição de Alguns Bicos Hidráulicos. **Planta Daninha**, v. VI, n. 2, p. 144–150, 1983.

GODOY, C. V.; UTIAMADA, C. M.; MEYER, M. C.; CAMPOS, H. D.; FORCELINI, C. A.; PIMENTA, C. B. **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2014/15: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos**. Londrina, PR: Embrapa Soja (Circular Técnica, 111), 2015.

MATHEWS, G. A. **Pesticide Application Methods**. John Street, London: Blackwell Science, 2000.

MOTA, A. A. B.; ANTUNIASSI, U. R. Influência de Adjuvantes no Espectro de Gotas de Ponta com Indução de Ar. **Revista Energia na Agricultura**, v. 28, n. 1, p. 1–5, 2013.

NAVARINI, L.; DALLAGNOL, L. J.; BALARDIN, R. S.; MOREIRA, M. T.; MENEGHETTI, R. C.; MADALOSSO, M. G. Controle Químico da Ferrugem Asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow) na cultura da Soja. **Summa Phytopathologica**, v. 33, n. 2, p. 182–186, fev. 2007.

OZKAN, H. E.; ZHU, H.; DERKSEN, R. C.; GULER, H.; KRAUSE, C. Evaluation of various spraying equipment for effective application of fungicides to control Asian soybean rust. **Aspects of applied biology**, v. 77, p. 1–8, 2006.

ROMÁN, R. A. A.; CORTEZ, J. W.; DA COSTA FERREIRA, M.; DI OLIVEIRA, J. R. G. Cobertura da cultura da soja pela calda fungicida em função, de pontas de pulverização e volumes de aplicação. **Scientia Agraria**, v. 10, n. 3, p. 223–232, 2009.

SANTOS, J. M. F. dos. Aplicação correta: Eficiência, Produtividade e Baixo Custo em Culturas Agrícolas. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO, Catanduva. **Anais...** Catanduva: Instituto Biológico, 2003.

SANTOS, J. M. F. dos. Princípios básicos da aplicação de agrotóxicos. **Visão Agrícola**, v. 6, p. 59–63, 2006. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va06-fitossanidade08.pdf>>.

SCRAMIN, S.; CHAIM, A.; PESSOA, M. C. P. Y.; FERRACINI, V. L.; PAVAN, L. A.; ALVARENGA, N. Avaliação de Bicos de Pulverização de Agrotóxicos na Cultura do Algodão. **Pesticidas: R. Ecotoxicol. e Meio Ambiente**, v. 12, p. 43–50, 2002.

SOARES, R. M.; RUBIN, S. D. A. L.; WIELEWICKI, A. P.; OZELAME, J. G. Fungicidas no Controle da Ferrugem Asiática (*Phakopsora pachyhizi*) e produtividade da soja. **Ciência Rural**, v. 34, n. 4, p. 1245–1247, 2004.

TORGESON, D. C. (ed.). **Fungicidas**. 1. ed. New York: Academic Press Limited, 1967.

TORMEN, N.R.; DA SILVA, F.D.L.; DEBORTOLI, M.P. et al. Deposição de gotas no dossel e controle químico de *Phakopsora pachyhizi* na soja. *Revista Brasileira de Engenharia e Ambiental*. Campina Grande, v 16, n.7. p.802-808, 2012.

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**, v. 16, n. 4, p. 428–435, 2008.