

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

**IGOR FRIZON**

**USO DE PULVERIZADOR COM E SEM ASSISTÊNCIA DE AR NAS  
BARRAS NOS TRATOS CULTURAIS DA CULTURA DA SOJA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PATO BRANCO**

**2018**

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

**IGOR FRIZON**

**USO DE PULVERIZADOR COM E SEM ASSISTÊNCIA DE AR NAS  
BARRAS NOS TRATOS CULTURAIS DA CULTURA DA SOJA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PATO BRANCO**

**2018**

IGOR FRIZON

**USO DE PULVERIZADOR COM E SEM ASSISTÊNCIA DE AR NAS  
BARRAS NOS TRATOS CULTURAIS DA CULTURA DA SOJA**

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

**Frizon, Igor**

**Uso de pulverizador com e sem assistência de ar nas barras nos  
tratos culturais da cultura da soja / Igor Frizon.**

**Pato Branco. UTFPR, 2018**

**66f. : 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. 53 – 58**

**1. Agronomia. 2. Produtos químicos agrícolas - Aplicação. 3.  
Equipamento de pulverização. 4. Pulverização. .I. Modolo, Alcir José,  
orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de  
Agronomia. III. 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**

**USO DE PULVERIZADOR COM E SEM ASSISTÊNCIA DE AR NAS BARRAS NOS  
TRATOS CULTURAIS DA CULTURA DA SOJA**

por  
IGOR FRIZON

Monografia apresentada às 14 horas 00 min. do dia 20 de setembro 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. Maicon Sgarbossa**  
PPGAG - Doutorando

**Prof. Dr. Alcir José Modolo**  
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 este trabalho primeiramente a Deus por ser essencial em minha vida, autor de meu destino, ao meu pai Olcimar Frizon, a minha mãe Joselânia Frizon, a minha namorada Alexandra Silveira, minha vó Clenite Maria Baú e o restante da minha família.

Ao Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, e às pessoas com quem convivi nesses espaços ao longo desses anos. A experiência de uma produção compartilhada na comunhão com amigos nesses espaços foram a melhor experiência da minha formação acadêmica.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, por conceder-me saúde, força e disposição para realizar a faculdade e o trabalho de final de curso. Sem ele, nada disso seria possível. Também tenho gratidão ao senhor por ter concedido saúde aos meus familiares e tranquilizado o meu espírito nos momentos mais difíceis da minha trajetória acadêmica até então.

Sou grato aos professores que contribuíram com para minha trajetória acadêmica, especialmente ao Dr. Alcir José Modolo, responsável pela orientação do meu projeto.

Sou grato aos meus pais, Olcimar Frizon e Joselânia Frizon, pelo apoio e força a mim dedicada.

Sou grato a minha namorada Alexsandra Silveira, que jamais me negou apoio, carinho e incentivo, me ajudando durante toda a elaboração deste trabalho.

Sou grato a todos os meus amigos, especialmente Juan Paulo Xavier de Freitas, Maurício Lazzari e Claiton Valério Beltler, meu muito obrigado.

Sou grato a instituição UTFPR – Pato Branco, que pelo decorrer da minha formação ofereceu-me um ambiente de estudo agradável, motivador e lotado de oportunidades.

E a todos aqueles que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização deste trabalho, o meu muito obrigado.

“A vida só pode ser comprendida, olhando-se para trás; mas só pode ser vivida, olhando-se para frente.”

(Soren Kierkegaard)



## RESUMO

FRIZON, Igor. Uso de pulverizador com e sem assistência de ar nas barras nos tratamentos culturais da cultura da soja. 66 f. TCC (Curso de Agronomia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2018.

A eficiência no controle de agentes fitopatogênicos envolve qualidade de pulverização e quantidade de produto utilizada na operação, estando diretamente relacionada com a tecnologia de aplicação. Visando aumentar a qualidade de aplicação, os pulverizadores equipados com assistência de ar nas barras direcionam o fluxo da calda de pulverização na direção do alvo, melhorando a distribuição e penetração da calda no dossel, com acréscimo de produtividade e rentabilidade econômica em resposta a boa qualidade do controle fitossanitário. Este trabalho tem como objetivo avaliar a aplicação na cultura da soja, com pulverizador tratorizado com e sem assistência de ar nas barras de pulverização. O experimento foi conduzido em propriedade particular, no município de Coronel Vivida – PR. Foi utilizado um pulverizador Advance 2000 AM18, com barra ventilada (Vortex), acoplado a um trator New Holland, modelo TL95. As pontas utilizadas foram Magnojet AD/D, espaçadas a 0,50 metros entre si e que possuem características de produção de gotas com diâmetro médio e fino, regulado para aplicar 150 litros por hectare, em estágios fenológicos V6, R2 e R6. Antes das pulverizações foram selecionadas plantas ao acaso em cada parcela para amostragem dos depósitos da pulverização. Sobre elas foram fixados alvos artificiais, papel hidrossensíveis com dimensão de 76x26 mm, sendo dois no terço superior, dois no terço médio e dois no terço inferior da planta, na superfície adaxial dos folíolos. Para quantificar os depósitos e avaliar a qualidade da cobertura foi utilizado o software GOTAS®. Em geral, os diferentes tratamentos utilizados não afetaram o tamanho de gotas produzidos pelos bicos. As pulverizações com assistência de ar nas barras favoreceram a penetração de deposição do produto nos terços médio e inferior das plantas, especialmente em estágios fenológicos mais avançados da cultura da soja, onde há maior dificuldade de alcançar as regiões inferiores das plantas. Com isso, mostra-se superior em relação ao não uso da tecnologia durante a aplicação.

**Palavras-chave:** Produtos químicos agrícolas -- Aplicação. Equipamento de pulverização. Pulverização.

## ABSTRACT

FRIZON, Igor. Use of sprayer with and without air assistance in bars in the cultural treatment of soybean. 66 f. TCC (Course of Agronomy) - Federal University of Technology - Paraná. Pato Branco, 2018.

The efficiency in the control of phytopathogenic agents involves quality of spraying and quantity of product used in the operation, being directly related to the application technology. In order to increase application quality, air assisted sprayers in the bars direct the flow of the spray into the target, improving the distribution and penetration of the canopy, with increased productivity and economic profitability in response to good quality of phytosanitary control. This work aims to evaluate the application in the soybean crop, with tractor spray with and without air assistance in the spray bars. The experiment was conducted in private property, in the municipality of Coronel Vivida - PR. An Advance 2000 AM18, vented bar (Vortex) was used, coupled to a New Holland tractor model TL95. The tips used were Magnojet AD / D, spaced 0.50 meters apart and have medium and fine diameter droplet production characteristics, regulated to apply 150 liters per hectare, in phenological stages V6, R2 and R6. Before spraying, random plants were selected in each plot to sample spray deposits. Artificial, hydrosensitive papers with a size of 76x26 mm were fixed on them, two on the upper third, two on the middle third and two on the lower third of the plant, on the adaxial surface of the leaflets. To quantify the deposits and to evaluate the quality of the coverage, the GOTAS® software was used. In general, the different treatments used did not affect the size of droplets produced by the nozzles. Spraying with air assistance in the bars favored the penetration of product deposition in the middle and lower thirds of the plants, especially in the more advanced stages of the soybean crop, where it is more difficult to reach the lower regions of the plants. Thus, it is superior in relation to the non-use of the technology during the application.

**Keywords:** Agricultural chemicals -- Application. Spraying equipment. Spraying..

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Vista dos sistemas de aplicação, barra ventilada (assistência de ar ligada à esquerda) e barra convencional (assistência desligada à direita). UTFPR, Campus Pato Branco-PR, 2018..... 32
- Figura 2 – Vista dos papéis hidrossensíveis com respectivas bordas em cartolina, antes da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco-PR, 2018.....33
- Figura 3 – Vista superior da cultura da soja nos diferentes estádios fenológicos V6, R2 e R6. UTFPR, Campus Pato Branco-PR, 2018..... 35
- Figura 4 – Vista geral dos papéis no terço superior após aplicação. UTFPR, Campus Pato Branco-PR, 2018..... 36
- Figura 5 – Vista geral dos papéis hidrossensíveis coletados no terço inferior das plantas de soja após aplicação no estádio fenológico V6. UTFPR, Campus Pato Branco-PR, 2018.....38
- Figura 6 – Vista geral dos papéis hidrossensíveis coletados nos terços inferior e médio das plantas de soja, após aplicação no estádio fenológico R2. UTFPR, Campus Pato Branco-PR, 2018. .... 41
- Figura 7 – Vista geral dos papéis hidrossensível coletados no terço inferior e médio de plantas de soja, após aplicação no estádio fenológico R6. UTFPR, Campus Pato Branco-PR, 2018. .... 44

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Altura de plantas (cm) e porcentagem de cobertura do solo (%) pelas plantas de soja nos estádios fenológicos V6, R2 e R6. UTFPR, Campus Pato Branco, 2018.....35
- Tabela 2 – Valores médios do volume ( $L\ ha^{-1}$ ), densidade de cobertura (gotas  $cm^{-2}$ ), porcentagem de cobertura do alvo (%) e diâmetro médio de gotas (D50 ( $\mu m$ )) na aplicação sobre a cultura da soja, no estágio fenológico V6, com pulverizador tratorizado com e sem assistência de ar nas barras de pulverização. UTFPR, Campus Pato Branco, 2018.....38
- Tabela 3 – Valores médios do volume ( $L\ ha^{-1}$ ), densidade de cobertura (gotas  $cm^{-2}$ ), porcentagem de cobertura do alvo (%) e diâmetro médio de gotas (D50 ( $\mu m$ )) na aplicação sobre a cultura da soja no estágio fenológico R2, com pulverizador tratorizado com e sem assistência de ar nas barras de pulverização. UTFPR, Campus Pato Branco, 2018.....40
- Tabela 4 – Valores médios do volume ( $L\ ha^{-1}$ ), densidade de cobertura (gotas  $cm^{-2}$ ), porcentagem de cobertura do alvo (%) e diâmetro médio de gotas (D50( $\mu m$ )) na aplicação sobre a cultura da soja no estágio fenológico R6, com pulverizador tratorizado com e sem assistência de ar nas barras de pulverização. UTFPR, Campus Pato Branco, 2018.....43

## LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

ANDEF	Organização não Governamental
Conab	Companhia Nacional de Abastecimento
DERAL	Departamento de Economia Rural
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GOTAS	Programa de Calibração de Pulverização
JACTO	Máquinas Agrícolas Jacto S.A.
Matopiba	Resulta de um acrônimo formado com as iniciais dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia
PR	Unidade da Federação – Paraná
R	É uma linguagem e ambiente de desenvolvimento integrado para cálculos estatísticos e gráficos
Scott Knott	É uma técnica que utiliza o teste da razão de verossimilhança para agrupar n tratamentos em k grupos
SISCOB	Software para análise de imagens de cobertura vegetal de solo

## LISTA DE ABREVIATURAS

1 <sup>a</sup>	Primeira
2 <sup>a</sup>	Segunda
3 <sup>a</sup>	Terceira
4 <sup>a</sup>	Quarta
Bmp	Bitmap ou Mapa de Bits
BVO	Baixo volume oleoso
cm <sup>-2</sup>	Centímetro Quadrado
DBA	Delineamento Blocos ao Acaso
DMV	Diâmetro Médio Volumétrico
DPI	Pontos por Polegada
km h <sup>-1</sup>	Quilometro por Hora
L ha <sup>-1</sup>	Litro por Hectare
lbf	Libras
m	Metros
m <sup>2</sup>	Metro Quadrado
mg.L <sup>-1</sup>	Miligrama por Litro
pol <sup>2</sup>	Polegadas quadrada
PPI	Pixels por Polegada
R2	Reprodutivo 2
R6	Reprodutivo 6
S	South (sul)
V6	Vegetativo 6
W	West (oeste)
μL cm <sup>-2</sup>	Microlitro por Centímetro Quadrado
μm	Micrômetro

## LISTA DE SÍMBOLOS

'	Minuto
"	Segundo
%	Porcentagem
®	Marca Registrada
I	Primeira
II	Segunda
III	Terceira
1	1
2	2
3	3
°	Graus

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>18</b>
2.1 GERAL.....	18
2.2 ESPECÍFICOS.....	18
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>19</b>
3.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA CULTURA DA SOJA.....	19
3.2 DOENÇAS FÚNGICAS E SEU CONTROLE.....	20
3.3 TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS.....	22
3.4 MÁQUINAS PARA APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS.....	24
3.5 TAMANHO DE GOTAS E COBERTURA DOS ALVOS.....	27
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>31</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>35</b>
5.1 ASPECTOS DA CULTURA.....	35
5.2 PARÂMETROS ANALISADOS.....	37
5.2.1 ESTÁGIO FENOLÓGICO V6.....	37
5.2.2 ESTÁGIO FENOLÓGICO R2.....	39
5.2.3 ESTÁGIO FENOLÓGICO R6.....	42
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>51</b>
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>52</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>53</b>



## 1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja é a principal oleaginosa cultivada no mundo e está entre os grãos mais produzidos e consumidos mundialmente, além de estar em constante crescimento, aumentando sua importância no cenário do agronegócio (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2014). Segundo Agnol, Lazarotto e Hirakuri (2010) o Brasil tem grande participação na oferta e demanda de produtos da soja, estando entre os três maiores países produtores.

Algumas características podem explicar o aumento do cultivo da soja, seu grão tem alto teor de proteína, sendo utilizado para alimentação animal e humana, também possui relevante teor de óleo com uso para alimentação humana e produção de biocombustíveis, e é uma commodity padronizada, conseguindo ser produzida e negociada na maioria dos países, além de ter o cultivo totalmente mecanizado (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2014).

Sabe-se o quanto as doenças afetam a agricultura refletindo sobre a produção e rendimento final da safra, caso seu controle não seja satisfatório (EMBRAPA, 2013). Também é de conhecimento que maior parte das doenças se desenvolvem nos terços inferiores das plantas, ou seja, mais próximo ao solo onde o controle é mais difícil e onde ocorre formação de microclimas e temperatura e umidade ideais ao seu desenvolvimento (HENNING et al., 2014; PRADO et al., 2010a).

O fato das doenças se localizarem nos terços inferiores das plantas afeta a qualidade de controle, principalmente pela grande dificuldade das pulverizações alcançarem esta região da planta, há então a necessidade de empregar novas técnicas que melhorem a qualidade da operação, como a utilização de pulverizadores com assistência de ar nas barras (PRADO et al., 2010a).

Maior parte do controle de insetos praga e doenças são realizados via pulverizações, sendo comum que ocorra falhas no controle, normalmente ligadas a interceptação da maior parte do produto pelo terço superior das plantas, impossibilitando o controle dos insetos e doenças que habitam a região inferior das plantas (GUEDES et al., 2012).

Além da dificuldade de alcançar o terço médio das plantas nas pulverizações, os produtos fitossanitários na sua maioria são de pouca translocação ou translocação em curta distância em direção ao topo da planta, com raras exceções em direção a base ou de uma folha para outra, se tornando outro empecilho que o agricultor tem para obter eficiência no controle das doenças e insetos nas regiões baixas das plantas (REIS; BRESOLIN, 2007).

Para atingir mais amplamente os terços inferiores das plantas, e melhorar o controle das pragas e doenças, a pulverização com o auxílio de ar nas barras têm se mostrado eficiente. Esse sistema é conhecido como Vortex®, e tem como objetivo aumentar a velocidade das gotas para atingir regiões mais baixas das plantas, melhorando a eficiência e a distribuição das aplicações de agroquímicos nas lavouras (GUEDES et al., 2012). O sistema também permite aplicações com menor volume de calda, resultando em aumento da capacidade operacional diária pelo menor número de recargas, assim como menor quantidade de produtos usados, resultando em menor contaminação do meio ambiente. A cortina de ar diminui a deriva, protege o operador e possibilita pulverizações mesmo em dias ventosos (JACTO, 2017).

Segundo Bauer e Raetano (2000), mesmo que o uso de pulverizadores com assistência de ar nas barras não tenha mostrado diferença na deposição de gotas na porção superior das plantas, um significativo aumento do número de gotas foi constatado na porção inferior das plantas, além de uma redução significativa na deriva pelo aumento da velocidade das gotas e pela maior movimentação das folhas ocasionada pelo vento do equipamento, o que acabou reduzindo a exposição das gotas aos fatores climáticos acima do dossel.

Pulverizações com equipamento dotado de auxílio de ar aumenta penetração e distribuição da calda em culturas com grande densidade de folhas, proporciona maiores depósitos nas folhas mais próximas ao solo, na superfície abaxial das folhas, assim como possibilita reduzir o volume de calda, mantendo a mesma eficiência que 100% da dose recomendada, tornando-se uma ferramenta importante para aumentar a eficiência na operação (RAETANO, 2002).

As vantagens de pulverizadores com auxílio de ar na barra de pulverização em relação aos convencionais são facilmente visualizadas, porém, a

significância dessa vantagem depende de vários fatores, como a idade das plantas, tipo de cultura, configuração operacional, velocidade do ar utilizada, tipo de bico utilizado na aplicação, entre outros fatores (RAETANO; BAUER, 2004; PRADO et al., 2010a; SOUZA, 2017). O ângulo de posicionamento dos bicos também pode influenciar significativamente nas deposições e distribuições das gotas (BAESSO et al., 2010; SCUDELER; RAETANO, 2006).

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 GERAL

Avaliar a eficiência de aplicação na cultura da soja com pulverizador tratorizado com e sem assistência de ar nas barras de pulverização em diferentes estádios fenológicos.

### 2.2 ESPECÍFICOS

Avaliar a quantidade de líquido aplicado nos terços médio e inferior da cultura, nas diferentes épocas de aplicação.

Avaliar o volume aplicado ( $L\ ha^{-1}$ ), a porcentagem de cobertura (%), densidade de gotas ( $Gotas\ cm^{-2}$ ) e diâmetros de gotas D50% ( $\mu m$ ) em função do uso ou não da assistência de ar nas barras de pulverização.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA CULTURA DA SOJA

A cultura da soja está entre as atividades agrícolas que mais se destacam no mercado, sendo o quarto grão mais consumido mundialmente. Esta posição é assegurada por alguns fatores, dentre eles, o elevado teor de proteína e óleo do grão importante para utilização na alimentação humana e animal, por ser uma commodity padronizada mundialmente e pelo grande incremento de tecnologias aplicados frequentemente para sua produção (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2014).

Segundo dados da Embrapa (2017) o Brasil ocupa a segunda posição no ranking mundial de produção de soja, atrás somente dos Estados Unidos. A produção brasileira na safra 2015/2016 chegou a mais de 95 milhões de toneladas em uma área total em torno de 33 milhões de hectares. Sendo o “produto de maior produção entre os grãos do país, atingiu 114 milhões de toneladas” na safra 2016/2017 (CONAB, 2017).

Como descrito pela Conab (2017) a área brasileira de cultivo da oleaginosa teve cerca de 2% de aumento em comparação a safra anterior (2015/2016), com exceção da região sul, onde ocorreu pequena redução da área. Porém, mesmo com a redução da área destinada ao cultivo da soja, a produção se manteve em alta como em todo o país. Esse aumento de produção deve-se principalmente ao fato do clima permanecer favorável em praticamente todo o país.

As regiões centro-oeste e sul são responsáveis por cerca de 80% da produção do país (CONAB, 2017). De acordo com o Deral (2016), o Paraná está na segunda posição no ranking de maiores produtores do país, participando com aproximadamente 17% da produção total do Brasil, atrás apenas do estado do Mato Grosso.

Na última década a produção de soja do estado do Paraná cresceu mais de 56%, sendo o aumento da área plantada e o aumento da produção os principais motivos do crescimento, passando de 2.988 kg ha<sup>-1</sup> para 3.490 kg ha<sup>-1</sup>. A cultura participa efetivamente do valor bruto da produção total no Paraná, chegando

em torno de 22% do valor em 2015, onde o total era de 77 bilhões de reais, e a soja foi responsável por 17 bilhões (DERAL, 2016).

Segundo a Conab (2017) a receita bruta dos produtores rurais de soja foi menor na safra 2016/2017 se comparado a safra 2015/2016 para os estados do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná, Rio Grande do Sul e Goiás, com exceção dos estados que compõem o Matopiba (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia) que obtiveram aumento de sua receita, possivelmente explicada pelo crescimento de produção de soja desses estados.

A exportação da oleaginosa na safra 2016/2017 foi de 64.000 mil toneladas de grãos, 15.900 mil toneladas de farelo de soja e 1.550 mil toneladas de óleo de soja, de acordo com levantamento da Conab (2017).

Em relação a oferta e demanda, ou seja, a produção, consumo e estoque, os principais reguladores de preço são o mercado de carnes e leite, onde a soja na forma de farelo ou na composição de rações com 70% de farelo são amplamente utilizados, assim como na produção de biodiesel e óleo de cozinha, com o óleo extraído da moagem do grão, mostrando que o mercado apresenta-se favorável na demanda de produtos relacionados a soja (VENCATO et al., 2010; HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2014). Outros aspectos positivos para o mercado são, a crescente capacidade de esmagamento de soja pela China, as empresas transnacionais e nacionais agropecuárias investindo em infraestruturas nos países que produzem carne e grão e o aumento da gama de produtos relacionados a proteína vegetal e animal (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2014).

### 3.2 DOENÇAS FÚNGICAS E SEU CONTROLE

Dentre os vários fatores limitantes da produção da soja, as doenças ocupam uma posição de elevada importância e podem reduzir drasticamente o rendimento da cultura, portanto é fundamental o diagnóstico correto para um tratamento eficiente (EMBRAPA, 2013).

Como descrito por Cunha et al. (2014) as aplicações tem grande dificuldade de depositar gotas no terço inferior das plantas, local crítico para

controle de ferrugem asiática que é considerada uma das principais doenças da soja.

O Brasil possui cerca de 40 doenças identificadas, incluindo as doenças causados por fungos, bactérias, nematóides e vírus. Além disso, práticas como monocultura e manejo inadequado compõem os principais fatores de ampliação do número e nível de danos causados por essas doenças (HENNING, 2009) que ainda influenciados pelas condições climáticas presentes e pelas características de cada região.

Vencato et al. (2010) relatam que houve grande empenho no melhoramento para adaptação das cultivares às adversidades, principalmente buscando resistências a doenças, porém não é possível aperfeiçoar todos os fatores ligados ao cultivo da soja.

Dentre as doenças que afetam a cultura da soja a maioria são fúngicas, sendo, antracnose (*Colletotrichum truncatum*), crestamento foliar de cercospora ou mancha púrpura (*Cercospora kikuchii*), ferrugem asiática (*Phakospora pachyrhizi*), mancha alvo (*Corynespora cassiicola*), mancha olho-de-rã (*Cercospora sojina*), mancha parda (*Septoria glycines*), oídio (*Erysiphe diffusa*) e mofo-branco (*Sclerotini sclerotium*) (EMBRAPA, 2013; HENNING et al., 2014).

Dentre todas as doenças, o oídio e mofo-branco são as únicas que necessitam de temperaturas amenas para o desenvolvimento e, o oídio é a única que não requer alta umidade (EMBRAPA, 2013; GODOY et al., 2014; HENNING et al., 2014).

A Ferrugem asiática é uma das doenças de maior importância nos últimos anos, pois pode causar danos severos e perdas altas de produção (HENNING, 2009). Dessa forma, surgem diversas estratégias de controle para a doença (EMBRAPA, 2013).

Algumas doenças são controladas com a simples e correta escolha da cultivar, porém outras necessitam um conjunto de práticas que devem ser adotadas para satisfazer o controle. Grande parte das doenças fúngicas que atacam a parte aérea da soja tem como recomendação de controle o uso de fungicidas em algum momento do cultivo, principalmente via aplicações aéreas e terrestres. Como descreveu Carniel, Menosso e Junior (2014) o uso de fungicidas melhorou a

produtividade das cultivares em relação a não aplicação para as doenças consideradas de final de ciclo, cretamento foliar (*Cercospora kikuchii*) e mancha parda (*Septoria glycines*).

### 3.3 TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS

Tecnologia de aplicação de agrotóxicos é o uso de vários conhecimentos que visam, “a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica, com mínimo de contaminação de outras áreas” (GARRIDO, 2015).

Com relação ao alvo biológico é importante o bom conhecimento de todo seu ciclo para determinar os produtos e a época para o controle, afim de atingir a fase mais suscetível do patógeno. No caso de doenças fúngicas recomenda-se aplicações preventivas, pois a penetração e evolução dos patógenos são aceleradas, o que reduz o tempo de ação dos produtos, além de que, nem sempre é possível realizar a pulverização no exato momento de entrada do patógeno (CHAIM, 2009).

Conhecer as características e locais de ocorrência do alvo a ser atingido é importante para a adequação e regulagem do equipamento. O conhecimento das particularidades da cultura também é fundamental, pois pode influenciar na qualidade das aplicações (CHAIM, 2009). Ainda segundo o autor, a presença de pilosidade e cerosidade nas plantas dificultam a aderência das gotas, por isso, se faz necessário a adição de produtos para reduzir tensão superficial, refletindo em aumento de aderência e melhora na deposição das gotas sobre o alvo.

O espaçamento e a arquitetura do dossel das plantas são outros fatores que limitam a qualidade das aplicações. Como retratado por Tormen et al. (2012), onde o índice de área foliar e a arquitetura da planta da soja influenciaram a penetração da calda e a deposição de gotas na parte inferior das plantas, pela barreira física imposta pelas folhas superiores, o que foi semelhante ao encontrado por Cunha et al. (2014) que compararam aplicações aérea e terrestre e concluíram que ambas as formas tiveram dificuldade de penetração no dossel das plantas, deixando a distribuição da calda irregular ao longo das plantas.



Heffing et al. (2006) quando analisaram várias densidades de plantas por área, também relataram que o rápido fechamento do dossel propicia a formação de microclimas com alta umidade e baixa circulação de ar, favorecendo o aparecimento e desenvolvimento de doenças.

Cunha et al. (2011) concluíram que as pulverizações com diferentes pontas e a aplicação aérea não foram capazes de passar a barreira imposta pelas folhas da soja, enfatizando que tecnologias, como a assistência de ar na barra pulverizadora, necessitam ser estudadas e empregadas para melhorar a eficiência das aplicações.

Ainda referente a arquitetura e índice de área foliar das plantas, Raetano e Bauer (2004) mostram que ao contrário do que foi descrito acima, quando há pouca densidade de folhas é possível ocorrer elevadas perdas de produto para o solo, dependendo do estágio de desenvolvimento que a cultura se encontra, independentemente do uso ou não de assistência de ar na barra pulverizadora.

Com relação ao volume de calda, diâmetro de gotas e cobertura do alvo, há alguns anos atrás o objetivo das pulverizações era obter o máximo molhamento das plantas, porém o excesso de líquido proporciona o escorrimento e conseqüente redução no acúmulo de produto nas superfícies das folhas, seria adequado então, com um menor volume de calda, produzir gotas menores que se distribuam regularmente em toda a extensão da planta sem promover o escorrimento da calda (CHAIM, 2009).

De acordo com Chaim (2009) “numa questão puramente física e matemática, dispõe-se de um pequeno volume a ser espalhado em uma grande área”, e para isso, “é necessário, portanto, aumentar a superfície do líquido para que ele possa ser espalhado uniformemente na área alvo” com a redução do tamanho das gotas. Quando as pulverizações acontecem com produtos sistêmicos a qualidade e quantidade de gotas não influencia o controle, o contrário acontece com produtos de contato, onde há a necessidade de maiores distribuição da gota no alvo. A escolha das pontas de pulverização é um dos fatores mais importante para o sucesso das aplicações, por isso devem ser criteriosamente escolhidas.

Viana et al. (2008) em avaliação de diferentes pontas de pulverização observaram todas as pontas depositam gotas nas diferentes posições de avaliação

(alturas), mas com alterações de densidade de gotas entre as posições. As diferentes pressões utilizadas pouco influenciaram os resultados, independentemente da ponta. A ponta TJ60-8002 rendeu níveis de depósitos considerada homogênea durante toda a extensão da planta, podendo ser indicada para alcançar alvos que se encontrem em regiões baixas das plantas.

Assim como a escolha da ponta, a alocação do melhor período e condição para a aplicação são determinantes e estão diretamente ligados ao nível de deriva produzido. Em aplicações com alta temperatura e baixa umidade relativa do ar, a taxa de evaporação será maior, principalmente quando o diâmetro das gotas forem reduzidos (CHAIM, 2009).

Por fim, a escolha correta dos componentes ligados ao equipamento, aliados a correta regulagem e favoráveis condições climáticas, refletem em melhoria na qualidade das aplicações, diminuindo as perdas de produtos e riscos de contaminações ambientais (AZEVEDO; FREIRE, 2006).

### 3.4 MÁQUINAS PARA APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS

Visando melhorar as aplicações fúngicas na agricultura, os pulverizadores vem sendo equipados com assistência de ar nas barras, que direciona e impulsiona a calda até o alvo. Assim como relatado por Bauer e Raetano (2000), o sistema de assistência de ar nos equipamentos de pulverização visa o aumento na qualidade das aplicações, melhorando a distribuição e penetração da calda sobre as plantas, garantindo o potencial produtivo das culturas. O sistema almeja o aumento da quantidade depositada proporcionalmente à quantidade aplicada, transformando em ganho econômico para os agricultores e redução do impacto ambiental.

Os pulverizadores com esse sistema podem ser acoplados no sistema hidráulico do trator, de arraste ou automotriz. São dotados de um ou mais ventiladores na parte central da barra de pulverização, com dutos que distribuem o ar durante toda a extensão da barra. O ar sai por canaletas, abaixo dos dutos e do lado dos bicos, formando uma cortina de ar que impulsiona e direciona as gotas até o alvo (ANDEF, 2010; AZEVEDO; FREIRE, 2006). A medida que se aproxima da

extremidade das barras os dutos diminuem seu diâmetro, para compensar a redução da velocidade do ar, não significando que não há variações de velocidade ao longo da barra. A velocidade do ar produzida depende da rotação do ventilador (RAETANO, 2002).

“Este tipo de ventilador é capaz de movimentar o ar a grandes velocidades, no entanto, a velocidade do ar ao longo da cortina formada é bastante desuniforme” (ANDEF, 2010).

Em avaliação do efeito de assistência de ar e diferentes volumes de aplicação na deposição e dessecação de plantas de arroz vermelho, Viganò e Raetano (2007) concluíram que a assistência de ar junto a barra incrementou a deposição da calda sobre plantas com volume de 300 L ha<sup>-1</sup>, e com a redução desse volume para 100 L ha<sup>-1</sup> a eficiência de controle se manteve similar.

Baesso et al. (2009) observaram que o uso de assistência de ar na barra pulverizadora otimizou a cobertura e ampliou a densidade de gotas nos terços médio e inferior das plantas de feijoeiro, melhorando também a distribuição dos depósitos ao longo da planta, independentemente da ponta utilizada. Da mesma forma, Prado et al. (2010a) também constataram acréscimos nos níveis de depósitos em folíolos de soja quando empregaram a assistência de ar junto à barra de pulverização.

Para Baesso et al. (2009) o uso da assistência de ar reduziu os depósitos no terço superior, decorrente da maior penetração da calda para o interior do dossel. Assim como, o uso de maiores volumes de calda sem assistência de ar aumentou o agrupamento das gotas no terço superior, impossibilitando a mensuração do número de gotas por área de folha, além disso, diminuiu a eficiência do sistema trator-pulverizador.

Em trabalho de Bauer e Raetano (2000) a assistência de ar aumentou os depósitos nos folíolos inferiores da planta, com níveis quase duas vezes maiores, provavelmente pelo aumento da velocidade das gotas e movimentação das folhas das plantas pelo vento produzido pelo equipamento. Os autores também comprovaram a redução na deriva quando utilizaram a assistência de ar nas barras.

O fato de utilizar a assistência de ar, proporciona melhores resultados nas aplicações, porém os resultados podem variar de acordo com a velocidade de ar

gerado pelo sistema. Nesse sentido, vários trabalhos foram realizados analisando diferentes velocidades de ar nas barras de pulverização e influência sobre as aplicações.

Em trabalho realizado por Prado et al. (2010a) com diferentes velocidades de ar na barra pulverizadora (0, 9, 11 e 29 km h<sup>-1</sup>) para avaliar a influência na deposição de calda fúngica sobre cultura de soja e na severidade de ferrugem asiática e produtividade da cultura, tiveram como resultado, que o uso do sistema de ar com velocidades de 11 e 29 km h<sup>-1</sup>, melhoraram os níveis de depósito nos folíolos inferiores das plantas ajudando no controle da doença e refletindo em aumento de produtividade.

Christovam et al. (2010) concluíram que pulverização com auxílio de ar em máxima velocidade aumentou os depósitos na superfície abaxial das folhas tanto na parte superior quanto na inferior das plantas de soja. Raetano e Bauer (2003) na avaliação de diferentes velocidades de ar, observaram que a variação da velocidade não influencia nos níveis de depósito, mas a máxima velocidade aumentou os depósitos na superfície abaxial das folhas inferiores do feijoeiro.

Prado et al. (2010b) em avaliação de controle de *Anticarsia gerrmatalis* e percevos em soja com diferentes velocidades de ar na barra pulverizadora (0, 9, 11 e 29 km h<sup>-1</sup>), obtiveram como conclusão que usando a máxima velocidade de ar ocorre melhor controle de *Anticarsia gerrmatalis* com acréscimo de produtividade da cultura, porém, os diferentes fluxos de ar não afetaram o controle dos percevejos.

Da mesma forma que as altas velocidades de assistência de ar aumentam os depósitos no terços médio e inferior das plantas, quando é utilizada com baixo índice de área foliar pode promover perdas para o solo como relatou Souza (2017), em velocidade de 30 km h<sup>-1</sup> na assistência de ar houve aumento nos depósitos para o terço inferior e nas superfícies abaxial dos folíolos da soja, porém, devido ao baixo índice de área foliar pela soja estar em estágios iniciais de desenvolvimento, houve maiores perdas para o solo.

Aguiar Júnior et al. (2011) em avaliação da influência de adjuvantes (Silvet L-77 e antideriva) junto a calda fúngica aliado ou não a assistência de ar na barra pulverizadora (0 e 29 km h<sup>-1</sup>) para controlar ferrugem asiática em soja,

observaram que todos os tratamentos com aplicação de fungicida diferiram significativamente da testemunha (nenhuma aplicação de fungicida), destacando que a aplicação com assistência de ar ( $29 \text{ km h}^{-1}$ ) aliado ao adjuvante Silwet L-77 apresentou diferença dos demais, com maior produtividade e peso de 1000 grãos.

Contudo, a velocidade e volume de pulverização devem estar associados ao estágio de desenvolvimento da cultura, pois à medida que aumenta a área foliar diminui as perdas por deflexão, já em pulverizações sobre solos nus o uso de assistência de ar não é aconselhado, justamente pelas altas perdas por deflexão e pela grande contaminação do solo. Culturas com altos índices de área foliar podem reduzir a eficiência da tecnologia de aplicação. “A assistência de ar em pulverizadores de barras é altamente dependente do índice de área foliar da cultura para expressar seus benefícios ou aumentar riscos de contaminação no solo” (SOUZA, 2017).

### 3.5 TAMANHO DE GOTAS E COBERTURA DOS ALVOS

Cada alvo biológico possui suas recomendações de aplicação de acordo com suas características. Para controle de doenças fúngicas há a necessidade de um volume de calda e densidade de gotas que propicie o máximo de cobertura possível das plantas, estando diretamente relacionada com a eficiência do controle (VIANA et al., 2008). Gotas menores possuem maior eficiência de penetração e cobertura (BEDIN et al., 2007).

Ao comparar diferentes tipos de ponta, jato cônico e jato leque, Baesso et al. (2009) obtiveram como resultado que ambas tiveram aumento na densidade de gotas por  $\text{cm}^2$  quando a assistência de ar estava ligada, porém o jato cônico teve maior densidades de gotas no terço inferior da planta, possivelmente justificado pelo tamanho reduzido das gotas produzidas em relação ao jato leque.

O maior problema na aplicação de produto fitossanitário, especialmente fungicidas é a chegada do produto até a parte inferior da cultura, para Cunha et al. (2011) a quantidade depositada no terço superior das plantas foi maior que no terço inferior, indicando desigualdade em distribuição da calda. Geralmente os fungicidas, mesmo sistêmicos, tem translocação limitada na planta, havendo a necessidade de

uma boa distribuição do produto durante toda sua extensão (REIS; BRESOLIN, 2007).

Como visto por Baesso et al. (2009) o aumento no volume de calda para a aplicação (200 para 400 L ha<sup>-1</sup>) não aumentou os depósitos na parte superior dos alvos com utilização da assistência de ar nas barras, mas auxiliou expressivamente na homogeneidade dos depósitos ao longo da planta. Da mesma forma que foi relatado por Raetano e Venegas (2003) a assistência de ar nas barras de pulverização não modificou a quantidade de depósito mas reduziu sua variabilidade.

Alta irregularidade de cobertura foi observada por Cunha et al. (2008), principalmente em função do fechamento da cultura com o crescimento das plantas, tendo as deposições na parte superior relativamente maiores que na parte inferior, o que pode afetar o controle de doenças que se desenvolvem no baixeiro das plantas. Os autores constataram também, que o aumento do volume de 150 para 200 L ha<sup>-1</sup> foi insuficiente para diminuir o problema, independentemente do tipo de ponta utilizada no estudo.

Em aplicações com sistema de baixo volume oleoso (BVO) sem assistência de ar, Teixeira et al. (2010) obtiveram níveis de controle de *Digitaria insularis* (L.) Fedde e *Commelina benghalensis* L., semelhantes às aplicações convencionais, sem óleos vegetais. E ao utilizarem a assistência de ar na barra de pulverização, aumentou a eficiência das aplicações convencionais e diminuiu das aplicações de BVO, podendo obter o controle eficiente usando somente herbicida com assistência de ar nas aplicações, sem o custo da adição de outros produtos como óleos vegetais.

Em pulverização convencional, sem assistência de ar nas barras, as gotas de menor diâmetro demoram para chegar até o alvo e ficam longos períodos expostas às correntes de ar, sendo assim, os tipos de pontas estão diretamente relacionadas com a deriva e conseqüentemente com a qualidade de aplicação, pelas características de gotas que cada ponta produz.

Segundo a Andef (2010) as gotas pequenas (<200 µm) mesmo apresentando maiores coberturas dos alvos, quantidades de gotas por cm<sup>2</sup>, capacidade de penetração do dossel e redução da possibilidade de escoamento da

calda nas folhas, são mais fáceis de serem arrastadas pelo vento (deriva) e de evaporarem ao decorrer da aplicação.

Como já descrito, gotas de menor diâmetro são mais suscetíveis ao arraste pelas correntes de ar, principalmente pelo seu peso reduzido. Nesse sentido, Cunha (2008) realizou trabalho de simulação de deriva em várias condições de pulverização e obteve como resultados que gotas com 40  $\mu\text{m}$  lançadas a 0,8 m de altura do alvo e condições de ventos de com 5,0  $\text{km h}^{-1}$  chegaram a percorrer 38,3 m de distância horizontal do local da pulverização. Isso pode diferir de acordo com a altura de lançamento, velocidade de deslocação do pulverizador e temperatura (evaporação). Ainda de acordo com o autor, a medida que a altura de pulverização era reduzida, diminuía também a distância percorrida pelas gotas, 0,5 m de altura, chegou a 23,9 m de distância e 0,3 m de altura chegou a 14 m de distância.

Segundo Boschini et al. (2008) os depósitos na parte inferior do dossel são menores que na parte superior, independentemente do volume de calda (100, 200 e 300  $\text{L ha}^{-1}$ ) e da ponta usada na aplicação (leque simples, duplo leque, duplo leque com injeção de ar e cone vazio), porém gotas com menor tamanho tendem a propiciar melhores coberturas nas partes inferiores. Os autores obtiveram os melhores resultados na combinação de ponta jato cônico com volumes de 200 ou 300  $\text{L ha}^{-1}$ , dentre os tratamentos testados.

Resultados semelhantes foram encontrados por Cunha et al. (2008) comparando diferentes pontas de pulverização (jato plano defletor duplo, jato plano duplo com pré-orifício e jato cônico vazio com e sem indução de ar), para o controle de ferrugem asiática na soja. Os autores observaram que todos os tratamentos que receberam aplicação de fungicida diferiram da testemunha com acréscimo de produtividade, comprovando o controle da doença independentemente da ponta e do volume utilizado (150 e 200  $\text{L ha}^{-1}$ ), porém, todos os tratamentos que utilizaram fungicidas não diferiam-se entre si, se tratando de porcentagem de cobertura, provavelmente pelo tamanho das gotas produzidas, sendo que, mesmo as pontas que tiveram maior deposição de gotas não aumentaram a cobertura, por serem gotas pequenas.

Com relação a deriva e volume de calda, Teixeira et al. (2010) e Garcia et al. (2004) observaram que o uso de assistência de ar diminui a deriva e possibilita

a redução da dose de herbicida em dessecação de plantas daninhas infestantes. Garcia et al. (2004) usando 100 L ha<sup>-1</sup> de calda sem auxílio de ar tiveram entre 40 e 60% de controle das plantas daninhas e ao utilizar a mesma dose com auxílio de ar nas barras de pulverização teve mais de 71% de controle não diferindo dos tratamentos com 200, 300 e 400 L ha<sup>-1</sup> sem assistência de ar, isso pode ser explicado pelo aumento da penetração da calda proporcionado pela assistência do ar quem aumentou o movimento do dossel das plantas e a velocidade das gotas mais finas na direção do alvo sem que estas sofressem influências do ambiente.

Para Chain (2009) o alto volume de calda aumenta a probabilidade de escorrimento nas plantas, reduzindo o acúmulo de produto sobre elas, e então, recomenda-se usar menores volumes de calda aliados a gotas com menores diâmetros, que proporcionam maiores depósitos, coberturas e distribuições da calda ao longo da planta, mesmo sendo mais sujeitas a deriva e evaporação.



#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em lavoura comercial no município de Coronel Vivida, região sudoeste do Paraná. As coordenadas geográficas do local são latitude de 26°03'15.7" S, longitude de 52°25'25.1" W e altitude em torno de 900 m.

A soja, cultivar TMG 7262, foi semeada no dia 17 de outubro de 2017 com espaçamento entre linhas de 0,45 m e com 10 sementes por metro linear para assegurar o mínimo de 200 mil plantas por hectare, de acordo com as recomendações da Tropical Melhoramento e Genética (TMG®). Os tratos culturais foram realizados da mesma forma que o restante das áreas da propriedade, de acordo com as recomendações técnicas do engenheiro agrônomo responsável.

Para aplicação dos tratamentos foi utilizado um pulverizador, modelo Advance 2000 AM18 Vortex®, fabricado por Máquinas Agrícolas Jacto S.A. com barra pulverizadora de 18 m, acoplado a um trator New Holland®, modelo TL95. A velocidade de deslocamento do conjunto trator-pulverizador foi de 7,0 Km h<sup>-1</sup>. De acordo com a velocidade de deslocamento e pressão de trabalho do pulverizador foi obtido o volume de 150 L ha<sup>-1</sup>. As aplicações foram realizadas utilizando água.

O trator foi conduzido nas mesmas marchas e rotação para todas as repetições e tratamentos. Foi conduzido em posição da marcha III da alavanca das gamas de velocidades, que possui três posições, I, II e III. E na posição da 1ª marcha na alavanca principal das mudanças de velocidade, que possui quatro velocidades, 1ª, 2ª, 3ª e 4ª.

O espaçamento entre bicos é de 0,50 m, com pontas de pulverização Magnojet® AD/D 025 (M 186) que, segundo informações do fabricante são confeccionadas em cerâmica, com 2 jatos planos de ângulo 110° de abertura e 40° entre os leques sendo, indicados para pulverizações de inseticidas e fungicidas por proporcionar melhor cobertura da área foliar e penetração no alvo. Sua pressão de trabalho varia de 2 a 4,1 bar ou 30 a 60 lbf/pol<sup>2</sup>, sendo que quanto maior a pressão mais finas as gotas serão, variando entre diâmetro médio (2 a 3,1 bar ou 30 a 45 lbf/pol<sup>2</sup>) e fina (3,2 a 4,1 bar ou 46 a 60 lbf/pol<sup>2</sup>).

A pressão utilizada nos tratamentos foi em torno de 2,21 bar ou 32 lbf/pol<sup>2</sup>, de acordo com a leitura feita no manômetro do pulverizador, o que resulta em gotas de diâmetro médio, de acordo com as informações do fabricante.

Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso (DBA), com 6 tratamentos e 4 repetições, totalizando 24 parcelas. As parcelas tiveram como dimensões, 20 m de largura e 50 m de comprimento (1000 m<sup>2</sup>). Os tratamentos foram constituídos de pulverização com e sem assistência de ar (Figura 1) em três estágios fenológicos das plantas (V6, R2 e R6), com quatro repetições cada tratamento. As aplicações foram realizadas sempre entre os horários de 10 até 11 horas da manhã, visando evitar o excesso de calor e da presença de orvalho.

As aplicações foram realizadas a uma distância de 0,50 m de altura da barra de pulverização em relação ao topo das plantas.

**Figura 1** – Vista dos sistemas de aplicação, barra ventilada (assistência de ar ligada à esquerda) e barra convencional (assistência desligada à direita). UTFPR, Campus Pato Branco-PR, 2018.



Barra ventilada (Vortex)



Barra Convencional

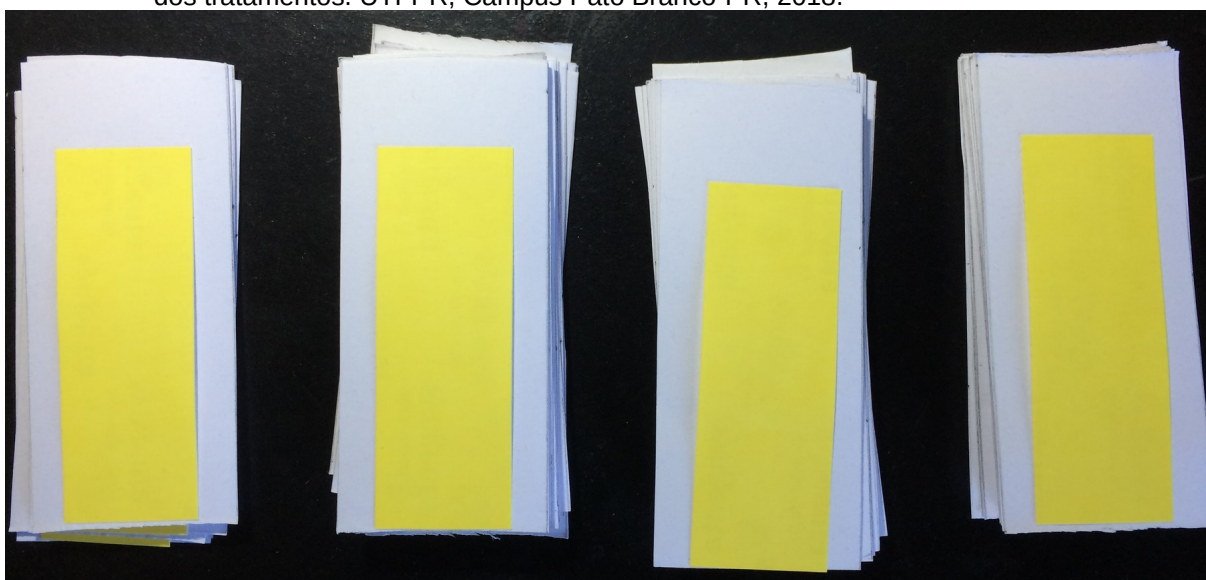
Fonte: autoria própria.

Foram analisados a quantidade e qualidade de pulverização através de papéis hidrossensíveis (papel sensível à água) dispostos nos terços superior, médio e inferior das plantas. Os papéis também foram distribuídos fora do perímetro de aplicação (18 m) a cada 5 m até chegar em 10 m a fim de avaliar a quantidade de deriva proporcionada pelas aplicações.

Para fixação dos papéis hidrossensíveis sobre as folhas, foram recortados folhas de cartolina semelhante ao tamanho do papel, com uma pequena

borda onde foi grampeada na folha, para evitar afetar a qualidade do papel (Figura 2). Após a aplicação dos tratamentos foi aguardado cerca de 1 minuto até que as gotas secassem sobre os papéis, então foram coletados em ordem e armazenados em local sem presença de umidade. Em seguida os papéis foram digitalizados em impressora HP Deskjet F4180, com resolução óptica de 600 dpi (dpi ou ppi = "pontos por polegada") e as imagens digitalizadas das amostras, foram salvas em formato "bmp", "coloridas, e posteriormente analisados no software GOTAS®.

**Figura 2** – Vista dos papéis hidrossensíveis com respectivas bordas em cartolina, antes da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco-PR, 2018.



Papéis montados sobre cartolina/Fonte: autoria própria.

As análises foram realizadas de acordo com as características de cada papel, sendo regulados os possíveis ajustes existentes no software visando a melhor separação das gotas sem afetar a qualidade final da análise do papel.

Depois de todos os papéis analisados via software GOTAS (Embrapa Meio Ambiente e Embrapa Informática Agropecuária), os resultados foram armazenados em planilha do excel e agrupados de acordo com seus respectivos tratamentos.

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

A avaliação da porcentagem de cobertura da cultura foi realizada nos estádios V6, R2 e R6, por meio da obtenção de duas imagens digitais por unidade

experimental. Estas fotografias foram tiradas na fileira de semeadura e posteriormente analisadas em software de digitalização de imagens. A fim de obter dados confiáveis de maneira rápida e eficiente utilizou-se a técnica de captura e digitalização de imagens, utilizando o software SISCOB 1.0 (Embrapa Instrumentação Agropecuária). As imagens adquiridas foram classificadas, possibilitando a quantificação de alterações e geração de mapas temáticos, os quais permitiram a identificação de áreas com diferentes tonalidades de coloração.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância através do software R (R Development Core Team, 2011) e as médias comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade de erro.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 ASPECTOS DA CULTURA

A Tabela 1 apresenta os dados de altura de plantas (cm) e porcentagem de cobertura do solo no momento de aplicação dos tratamentos. Percebe-se que nos estádios R2 e R6 a porcentagem de cobertura do solo é próximo de 95%, cerca de 30% a mais de cobertura se comparado ao estágio V6. A menor cobertura do solo em V6 sugere que há menor obstrução das gotas, possibilitando maior penetração para os terços inferiores das plantas (Figura 3).

**Tabela 1** – Altura de plantas (cm) e porcentagem de cobertura do solo (%) pelas plantas de soja nos estádios fenológicos V6, R2 e R6. UTFPR, Campus Pato Branco, 2018.

Estádio Vegetativo	Altura de plantas (cm)	Porcentagem de cobertura do solo (%)
V6	27,0	64,65
R2	65,0	94,96
R6	79,0	95,48

**Figura 3** – Vista superior da cultura da soja nos diferentes estádios fenológicos V6, R2 e R6. UTFPR, Campus Pato Branco-PR, 2018.



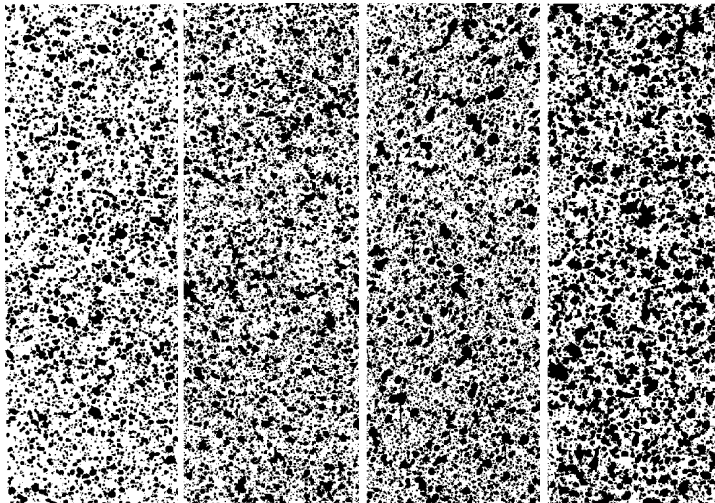
Fonte: autoria própria.

Segundo Cunha, Juliatti e Reis (2014) é necessário atentar-se ao porte e enfolhamento das plantas no momento da aplicação, pois quando os autores analisaram a deposição de gotas no terço inferior de plantas com maior enfolhamento, constataram que a pulverização hidráulica tradicional não foi eficiente

em proporcionar boa cobertura nessa região, independentemente do tipo de ponta utilizada, e afirmaram que as pulverizações devem ser realizadas quando o índice de área foliar ainda é baixo. Tormen et al. (2012) também reforçam essa afirmativa e verificaram que o índice de área foliar é um fator influenciador dos resultados de deposição de gotas na planta, sendo importante conhecê-lo para a correta escolha da ponta de pulverização.

Não foi viável analisar os parâmetros para o terço superior das plantas de soja devido ao excesso de gotas presente sobre as amostras, o que resultou em alta taxa de sobreposição e formação de manchas excessivamente grandes (Figura 4). Segundo informações do manual do software GOTAS, para que se tenha uma leitura confiável das amostras, é necessário que a densidade de gotas seja baixa suficiente para não haver excesso de sobreposições, alterando os resultados de volume de calda e tamanho de gotas podendo confiar somente no parâmetro de porcentagem de cobertura.

**Figura 4** – Vista geral dos papéis no terço superior após aplicação. UTFPR, Campus Pato Branco-PR, 2018.



Fonte: autoria própria.

Baesso et al. (2009) ao avaliarem cobertura e densidade de gotas na cultura do feijão em estágio fenológico R6 aplicando 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 por área no terço superior, justamente pelo fato dos alvos estarem inteiramente ocupados por uma única mancha, resultado da junção de muitas gotas.

Esse problema poderia ser corrigido com a diminuição do volume de aplicação do experimento, porém sairia da normalidade do que se usa comumente na propriedade.

Para Viana et al. (2008) a maior densidade de gotas na posição superior das plantas é dada pela maior exposição destas à pulverização, enquanto a menor densidade de gotas nas posições inferiores é relacionada a dificuldade de penetração das gotas.

Não foi observado perdas por deriva nas amostras posicionadas fora do perímetro de alcance das barras de pulverização para nenhuma das distâncias avaliadas (5 e 10 metros), independente do uso ou não de ar na barra de pulverização. Diferente do que foi relatado por Bauer e Raetano (2000) ao analisarem a uniformidade e distribuição de líquido e de ar ao longo da barra pulverizadora, onde o uso da assistência de ar nas barras reduziu significativamente a deriva em relação a pulverização sem utilização do ar, para eles o fato das gotas ficarem suspensas sobre as plantas se tornando sujeitas ao arraste por fatores como o vento é o principal fator responsável pela deriva.

## 5.2 PARÂMETROS ANALISADOS

### 5.2.1 ESTÁGIO FENOLÓGICO V6

Devido a baixa estatura das plantas (27 cm) no estágio fenológico V6 (Tabela 1) não foi possível realizar a divisão da planta em três porções, sendo assim, foi efetuada somente a avaliação no terço inferior da planta.

Nesse estágio fenológico nota-se que o uso da assistência de ar nas barras de pulverização melhorou os parâmetros, volume de aplicação e porcentagem de cobertura, diferindo significativamente dos tratamentos sem utilização da assistência de ar. Já para densidade de gotas e D50 não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos com barra ventilada e barra convencional (Tabela 2). As imagens dos papéis hidrossensíveis coletados no terço inferior das plantas de soja após a aplicação do fungicida, são apresentados na Figura 5.

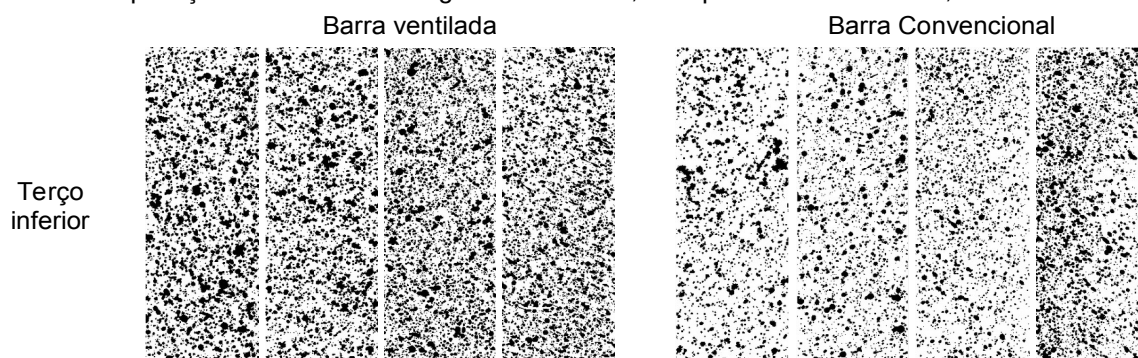
A cobertura deve ser adequada ao alvo independente de qual seja, porém a cobertura ideal é variável de acordo com o agente a ser controlado (cobertura para controle de insetos pode ser menores que para controle de fungos, pois os insetos são altamente móveis) e o modo de ação do produto utilizado (pulverização com produtos sistêmicos necessitam menor cobertura para controle eficiente quando comparado a um produto de contato) (ANDEF 2010). A boa cobertura está aliada à boa uniformidade de distribuição da pulverização sobre o alvo, sem que haja sobreposições ou faixas sem aplicação (AZEVEDO E FREIRE 2006).

**Tabela 2** – Valores médios do volume ( $L\ ha^{-1}$ ), densidade de cobertura (gotas  $cm^{-2}$ ), percentagem de cobertura do alvo (%) e diâmetro médio de gotas (D50 ( $\mu m$ )) na aplicação sobre a cultura da soja, no estágio fenológico V6, com pulverizador tratorizado com e sem assistência de ar nas barras de pulverização. UTFPR, Campus Pato Branco, 2018.

Barra ventilada	Terço Inferior			
	Volume ( $L\ ha^{-1}$ )	Densidade (gotas $cm^{-2}$ )	Cobertura (%)	D50 ( $\mu m$ )
Barra ventilada	170,24 a	123,25	27,43 a	555,55
Barra Convencional	110,36 b	129,67	19,07 b	468,52
CV (%)	7,84	12,68	5,82	8,9

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo Teste Scott Knott, a 5% probabilidade de erro; CV: coeficiente de variação (%).

**Figura 5** – Vista geral dos papéis hidrossensíveis coletados no terço inferior das plantas de soja após aplicação no estágio fenológico V6. UTFPR, Campus Pato Branco-PR, 2018.



Fonte: autoria própria.

O fato de ocorrer diferença significativa para volume de aplicação e porcentagem de cobertura e não ter ocorrido para densidade de gotas, induz a dizer que houve quantidades semelhante de gotas depositadas sobre as amostras de



ambos os tratamentos (barra ventilada e convencional), porém as gotas foram maiores para os tratamentos com barra ventilada, como é possível observar na Figura 5 e nos valores de D50. A baixa estatura das plantas e a pouca cobertura do solo que elas proporcionavam (Tabela 1) implicou em baixa interferência das folhas superiores sobre a pulverização nesse estágio fenológico, facilitando a penetração das gotas até o terço inferior e provavelmente justificando os resultados.

Há possibilidade de ter havido a junção de algumas gotas menores formando gotas maiores, semelhante ao que aconteceu ao terço superior das plantas. Para Viana et al. (2008) a junção de gotas menores é um fator que pode explicar os resultados encontrados para DMV, densidade de gotas e cobertura do alvo em várias posições das plantas de soja, usando diferentes pressões de trabalho (276, 552 e 827 kPa) e pontas de pulverização (XR11002, TXA-8002, TT11002 e TJ60-8002). Para os autores, as pontas XR11002, TXA-8002 e TJ60-8002 resultaram em valores superior de DMV, sendo consideradas gotas médias o que contrapõe a descrição do fabricante.

### 5.2.2 ESTÁGIO FENOLÓGICO R2

Os resultados para a segunda época de aplicação, realizadas em estágio fenológico R2, utilizando ou não assistência de ar nas barras estão expressos na Tabela 3 e Figura 6. Na porção média das plantas não observa-se diferença significativa para nenhum parâmetro analisado.

Já para porção inferior das plantas houve diferença significativa para o volume de aplicação e densidade de gotas, tendo o uso da barra ventilada aumentado significativamente o volume depositado e a quantidade de gotas por  $\text{cm}^{-2}$ . Diferente do que foi encontrado por Christovam et al. (2010) comparando diferentes velocidades de ar (0, 9, 11 e 29  $\text{km h}^{-1}$ ) para controle de ferrugem asiática da soja, onde não houve diferenças significativas de depósitos da pulverização ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ ) entre os tratamentos para o terço inferior das plantas em ambas as superfícies das folhas, com 125  $\text{L ha}^{-1}$ .

A densidade de gotas apresentada na Tabela 3 para o terço inferior das plantas, mostram resultados significativamente melhores quando utilizado

assistência de ar nas barras ligada, com quase duas vezes mais gotas  $\text{cm}^{-2}$  em relação ao não uso da assistência de ar nas barras. Os valores de densidade de gotas estão dentro do padrão considerado bom para os controles fúngicos, principalmente se tratando do terço inferior, onde as gotas tem maior dificuldade de alcance. Para Cunha et al. (2014) o terço inferior das plantas é um local crítico para o controle da ferrugem asiática da soja, e as densidades de gotas das aplicações geralmente são menores que  $60 \text{ gotas cm}^{-2}$ .

**Tabela 3** – Valores médios do volume ( $\text{L ha}^{-1}$ ), densidade de cobertura (gotas  $\text{cm}^{-2}$ ), percentagem de cobertura do alvo (%) e diâmetro médio de gotas (D50 ( $\mu\text{m}$ )) na aplicação sobre a cultura da soja no estágio fenológico R2, com pulverizador tratorizado com e sem assistência de ar nas barras de pulverização. UTFPR, Campus Pato Branco, 2018.

Tratamentos	Terço Médio			
	Volume ( $\text{L ha}^{-1}$ )	Densidade (gotas $\text{cm}^{-2}$ )	Cobertura (%)	D50 ( $\mu\text{m}$ )
Barra ventilada	55,94	161,34	11,84	337,62
Barra Convencional	51,63	150,62	13,43	303,07
CV (%)	14,24	30,91	13,43	14,65
	Terço Inferior			
Barra ventilada	25,01 a	95,53 a	5,44	298,41
Barra Convencional	9,38 b	49,56 b	2,94	342,33
CV (%)	12,25	12,63	39,93	28,43

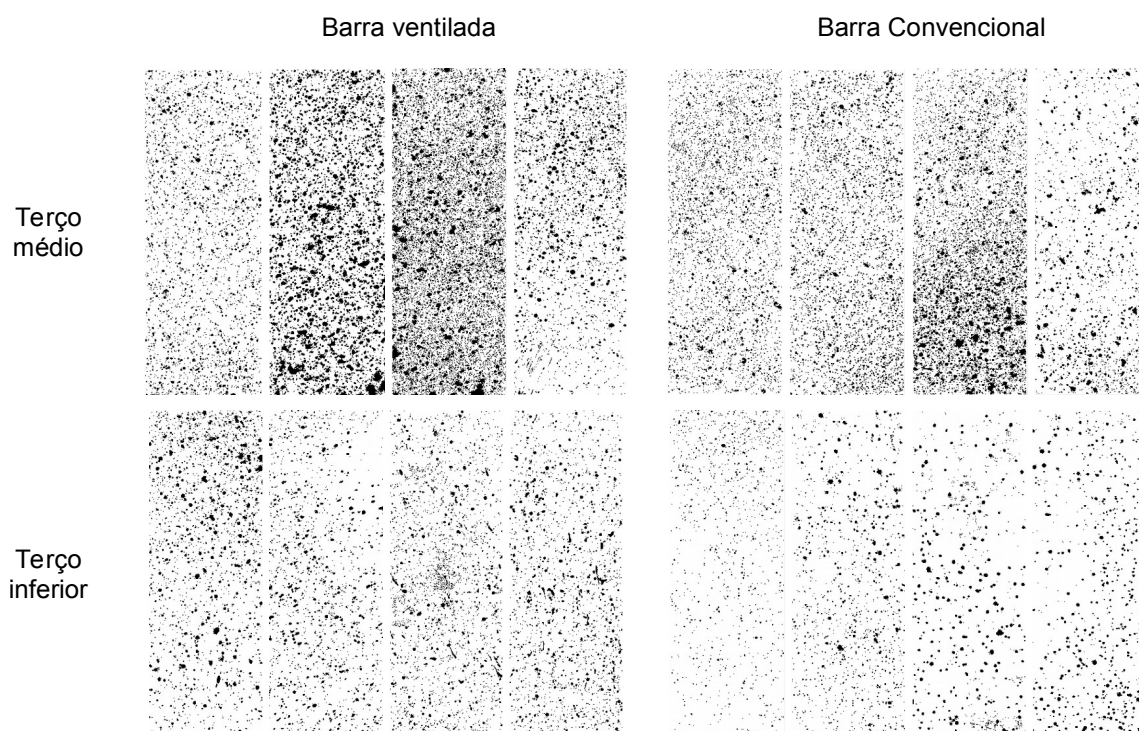
Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo Teste Scott Knott, a 5% probabilidade de erro; CV: coeficiente de variação (%).

Com exceção D50, nota-se que para o restante dos parâmetros avaliados, os valores de deposição encontrados no terço médio das plantas são superiores ao do terço inferior, independente do tratamento utilizado, o que significa dizer que há maior deposição de líquido e produto sendo depositado nessa região das plantas, sugerindo que há maior controle das doenças (Figura 6).

Para o terço médio, o D50 foi maior quando usou-se da assistência de ar nas barras, ou seja, houve gotas maiores, mas, em menor número em relação ao tratamento sem uso da assistência de ar, gerando menor percentagem de cobertura. Já para o terço inferior o uso da assistência reduziu o D50, reduzindo o tamanho das gotas, mas possibilitando a chegada de maior número de gotas, gerando maior percentagem de cobertura.

O aumento de D50 no terço médio com assistência de ar, pode ser explicado pela junção de algumas gotas, consequente da impulsão dada a elas pelo uso do ar nas barras, ou pelo fato das gotas maiores terem ficado retidas no terço superior das plantas quando não foi usado assistência de ar nas barras, penetrando gotas menores.

**Figura 6** – Vista geral dos papéis hidrossensíveis coletados nos terços inferior e médio das plantas de soja, após aplicação no estágio fenológico R2. UTFPR, Campus Pato Branco-PR, 2018.



Fonte: autoria própria.

Nota-se que, para o terço inferior, há uma queda dos valores de volume de aplicação, densidade de gotas e porcentagem de cobertura entre a primeira época de aplicação (estágio V6) e a segunda (estágio R2), provavelmente o principal influenciador disso foi a estatura de plantas (Tabela 1), que em estágio V6 ainda não havia o fechamento do dossel, possibilitando a maior penetração das gotas e os maiores valores. Isso também acabou por aumentar o tamanho de gotas.

A redução do volume de aplicação, da primeira época de aplicação para a segunda, no terço inferior das plantas pode ainda ser explicado pelo alto Índice de Área Foliar presente no estágio R2. Souza (2017) em avaliação de quantidade e qualidade da pulverização usando barra com assistência de ar na

cultura da soja em vários estádios fenológicos mostra que o Índice de Área Foliar alcança seu valor máximo durante o estágio fenológico R2 e decai nos estágios seguintes, nas condições do experimento e para variedade de soja FTS Campo Mourão RR, para essa avaliação o autor retirou todos os folíolos das plantas coletadas em um metro linear a cada 15 dias de desenvolvimento da cultura, e através de um medidor de bancada (LICOR modelo LI – 3100) mensurou o Índice de Área Foliar em m<sup>2</sup> de folha. Sendo o Índice de Área Foliar diferente de porcentagem de cobertura do solo.

Para Cunha, Juliatti e Reis (2014) as diferentes pontas de pulverização estudadas em seu trabalho e a aplicação aérea, mesmo sendo superior as terrestres convencionais não promoveram a passagem eficiente da calda através da barreira imposta pelas folhas superiores, tendo baixa uniformidade de distribuição da calda ao longo da planta. Os autores afirmam que novas tecnologias necessitam serem postas a prova para melhorar a eficiência das aplicações. Ainda mais quando a maioria dos fungicidas possui pouca ou nenhuma translocação na planta, elevando ainda mais a importância de haver uma boa cobertura das plantas (REIS; BRESOLIN, 2007).

### 5.2.3 ESTÁGIO FENOLÓGICO R6

Para a terceira época de aplicação, as quais foram realizadas em estágio fenológico R6 utilizando ou não assistência de ar nas barras, os resultados estão expressos na Tabela 4 e Figura 7. Na porção média das plantas observa-se diferença significativa para os parâmetros densidade de gotas e D50. E para porção inferior das plantas houve diferença significativa para volume de aplicação e densidade de gotas.

No terço médio, o uso da assistência de ar nas barras aumentou o valor de D50 por consequência de maior número de gotas maiores presentes nas amostras, em relação ao tratamento sem assistência de ar.

Houve melhores resultados de deposição de líquido para o terço médio das plantas que para o terço inferior, seguindo a lógica de maior controle de doenças na região mediana das plantas.

Também é possível observar redução de volume de líquido, densidade de gotas e porcentagem de cobertura da segunda época de aplicação (estágio R2) para a terceira (estágio R6), para o terço médio das plantas (Tabelas 3 e 4). Já no terço inferior ocorreu somente redução na densidade de gotas para os tratamentos feito sem assistência de ar nas barras, o restante dos parâmetros analisados houve aumento dos resultados da segunda época de aplicação para a terceira época, independente do uso ou não da assistência de ar. Porém em ambas as épocas de aplicação o uso de ar nas barras superou o não uso da assistência.

É observado para o terço inferior uma grande diferença de densidade de gotas entre as aplicações com e sem assistência de ar. O uso do ar nas barras promoveu melhores resultados de densidade de gotas, mas o seu uso reduziu o valor de D50, o que significa dizer que as gotas foram menores quando fez uso da assistência de ar nas barras de pulverização, justificando a grande diferença de densidade de gotas entre os diferentes tratamentos nesse estágio.

**Tabela 4** – Valores médios do volume ( $L\ ha^{-1}$ ), densidade de cobertura (gotas  $cm^{-2}$ ), porcentagem de cobertura do alvo (%) e diâmetro médio de gotas (D50( $\mu m$ )) na aplicação sobre a cultura da soja no estágio fenológico R6, com pulverizador tratorizado com e sem assistência de ar nas barras de pulverização. UTFPR, Campus Pato Branco, 2018.

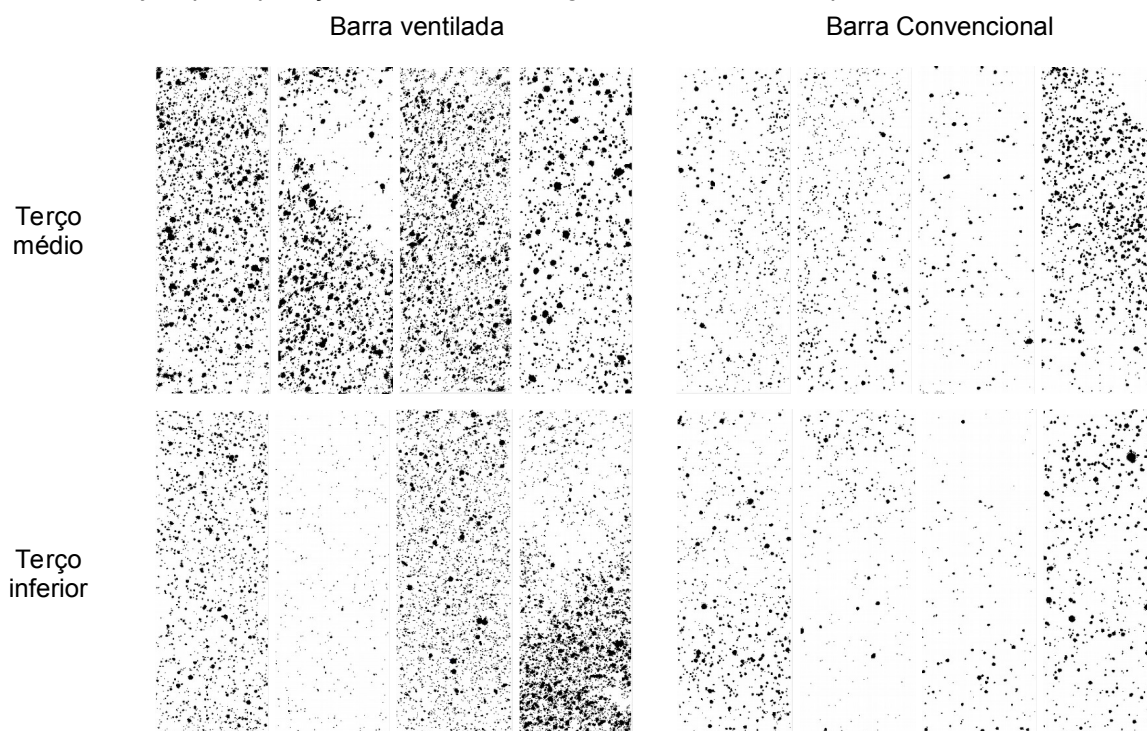
Tratamentos	Terço Médio			
	Volume ( $L\ ha^{-1}$ )	Densidade (gotas $cm^{-2}$ )	Cobertura (%)	D50 ( $\mu m$ )
Barra ventilada	47,39	88,92 a	7,54	421,30 a
Barra Convencional	22,81	40,33 b	4,79	359,11 b
CV (%)	35,71	11,68	33,35	7,11
	Terço Inferior			
Barra ventilada	39,67 a	106,29 a	6,89	276,52
Barra Convencional	17,40 b	29,74 b	3,73	349,25
CV (%)	15,77	21,68	50,0	11,92

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo Teste Scott Knott, a 5% probabilidade de erro; CV: coeficiente de variação (%).

Com relação a densidade de gotas desta época de aplicação (Tabela 4) os resultados mostram superioridade para os tratamentos utilizando assistência de ar nas barras, e seus valores estão dentro do considerado bom para aplicação de produtos fúngicos. Segundo a Andef (2010) produtos fúngicos, de baixa ou nenhuma translocação, devem promover uma densidade de gotas entre 70 e 100 gotas  $cm^{-2}$ .

Para Bedin et al. (2007) o controle químico está diretamente relacionado com a quantidade de ingrediente ativo que chega até o alvo, e de acordo eles os produtos fúngicos precisam atingir densidade de gotas perto de 60 gotas  $\text{cm}^{-2}$  de área foliar.

**Figura 7** – Vista geral dos papéis hidrossensível coletados no terço inferior e médio de plantas de soja, após aplicação no estágio fenológico R6. UTFPR, Campus Pato Branco-PR, 2018.



Fonte: autoria própria.

Nesse estágio fenológico (R6) foi observado a menor densidade de gotas, 29,74 gotas  $\text{cm}^{-2}$ , na aplicação sem assistência de ar nas barras para o terço inferior das plantas, e apesar disso, é possível considerar como bons resultados de densidade de gotas, visto que, para Debortoli et al. (2012) “o espectro de gotas fino apresentou número de gotas suficiente para proteger os tecidos” tendo apresentado para o terço inferior das plantas na terceira aplicação realizada por eles 14,3 e 14,7 gotas  $\text{cm}^{-2}$  para as respectivas cultivares NA 7636 RR e TMG 4001 RR.

É pertinente lembrar que cada doença possui um manejo, produto fitossanitário e uma dose específica para controle (HENNING, 2009). Para Cunha et al. (2014) o manejo e o controle da ferrugem asiática na soja são dependentes da cultivar e do instante que ela se manifesta.

Para todos os parâmetros que apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, a utilização da barra ventilada proporcionou melhores resultados em comparação ao uso da barra convencional, mostrando que a tecnologia usada é mais aconselhada para a aplicação, especialmente para os estágios mais avançados da cultura, onde as plantas estão maiores (Tabela 1). Para Bauer e Raetano (2000) ao analisarem deposição e perdas de produtos em pulverização com e sem uso de ar na cultura da soja, os autores comprovaram que a maior velocidade das gotas em direção as plantas e maior movimentação das folhas melhora a penetração e captura das gotas pelas folhas.

Com relação aos coeficientes de variação. Para a primeira época de aplicação (V6) foram os menores (Tabela 2), com o maior coeficiente para densidade de gotas  $\text{cm}^{-2}$  (12,68%). Para a segunda época de aplicação (R2) os coeficientes de variação (Tabela 3) aumentaram em relação a primeira época de aplicação, com o maior coeficiente para porcentagem de cobertura (39,93%). E, para a terceira época de aplicação os coeficientes de variação se mantiveram próximos ao da segunda época de aplicação, com exceção do coeficiente da porcentagem de cobertura que apresentou valor de 50%.

No geral os coeficientes deste trabalho são considerados baixos, contrários dos encontrados por Raetano e Bauer (2003) em avaliação do efeito da velocidade do ar em barra de pulverização na deposição de produtos fitossanitários na cultura do feijão, eles encontraram os coeficientes de variação de 111,79%, 51,60%, 85,32%, 88,22% e 70,66%, e consideraram como valores altos.

Resultados encontrados neste trabalho contrapõem-se aos que foram encontrados por Raetano e Bauer (2004) ao analisarem deposição e perdas de calda na cultura de feijão 26 dias após emergência, com e sem assistência de ar nas barras e utilizando volume de calda de  $60 \text{ L ha}^{-1}$  e  $100 \text{ L ha}^{-1}$ . Para os autores, o uso de ar nas barras de pulverização com 50% da capacidade total do ventilador não influenciou significativamente na deposição da calda, independente da localização da folha na planta. Assim como, Raetano e Bauer (2003) que não encontraram diferenças nos níveis de depósitos ( $\text{mg L}^{-1}$ ) na superfície adaxial das folhas de feijão aos 48 dias após emergência, utilizando várias velocidade de ar, 0%, 50%, 75% e

100% da capacidade do ventilador, independente da ponta utilizada (AXI-110015 e JA-1).

Comparando o mesmo tratamento e época de aplicação (Tabelas 3 e 4), nota-se maior volume de líquido, densidade de gotas e porcentagem de cobertura para a porção média das plantas em comparação a inferior, exceto densidade de gotas na terceira aplicação (Tabela 3).

Para que a cobertura dos tratamentos realizados com barra convencional em R2 e R6 (Tabelas 3 e 4) no terço inferior atinjam a mesma cobertura do terço médio, é necessário multiplicar respectivamente 4,57 e 1,28 vezes sua cobertura. Enquanto, que para os tratamentos com barra ventilada em R2 e R6, é necessário multiplicar 2,18 e 1,09 vezes a cobertura do terço inferior para que atinjam a mesma cobertura do terço médio.

Houve assim, maior heterogeneidade entre os resultados dos tratamentos feitos sem assistência de ar, que, dos feitos com assistência de ar, independente de ser no terço médio ou inferior das plantas, evidenciando que o uso da assistência de ar nas barras, quando ligada, melhora os resultados das aplicações, possibilitando maior igualdade entre os resultados do terço médio e inferior, contribuindo assim para o melhor controle fúngico no interior das plantas.

Para Baesso et al. (2009) a melhor cobertura e densidade de gotas no terço médio e inferior das plantas de feijão se deu com uso de assistência de ar na barra pulverizadora, melhorando a homogeneização da calda pela extensão da planta. Assim como, Prado et al. (2010a) constataram aumento de depósitos na soja quando utilizado a assistência de ar junto à barra de pulverização.

A respeito da densidade de gotas e porcentagem de cobertura, no geral, os tratamentos usando assistência de ar na barra revelaram-se superiores, em relação ao não uso da assistência de ar. Para Baesso et al. (2009) ao analisaram porcentagem de cobertura e densidade de gotas sobre a cultura do feijão em estágio fenológico R6, aplicando 200 L ha<sup>-1</sup> e 400 L ha<sup>-1</sup> de calda com assistência de ar nas barras, tiveram como resultado que o uso de ar nas barras melhorou a porcentagem de cobertura dos alvos (papéis hidrosensíveis) e a densidade de gotas nos terços médio e inferior, homogeneizando a distribuição das gotas nas plantas.



Teoricamente, a maior taxa de cobertura é acompanhada pelo maior risco de deriva, como descreve Cunha, Juliatti e Reis (2014) ao analisarem espectros de gotas produzidas por bicos de jato cônico vazio e de jato plano. Os bicos de jato cônico vazio produzem gotas menores e proporcionou maior densidade de gotas, cobertura dos alvos e riscos de deriva, já o bico de jato plano, produziu gotas maiores, que por sua vez são mais sujeitas a escorrimentos e perdas para o solo, especialmente se utilizados sob baixas pressões de trabalho.

Semelhante ao que descreve Azevedo e Freire (2006) onde as gotas finas tem maior capacidade de penetração, mas, são mais sujeitas a perdas por deriva e evaporação. Por outro lado as gotas grossas tem grande dificuldade de penetração e reduzido risco de evaporação, mas grande risco de escorrimento.

Porém, a perda por evaporação ou deriva é dependente não só do tamanho da gota mas, do tipo de superfície foliar, das propriedades da calda e das condições ambientais do momento da aplicação (DEBORTOLI et al., 2012). Segundo Cunha et al. (2003) para que se tenha melhor qualidade da pulverização é necessário ter bom desempenho dos bicos utilizados especialmente se tratando de homogeneidade do espectro de gotas.

É conhecido que o processo para a formação de gotas é um processo rápido e violento, onde um fluxo de líquido é pressionado a passar pelo orifício da ponta de pulverização. Devido a essa alta pressão são geradas gotas de tamanhos, pesos e trajetórias variadas, que ainda podem ser influenciadas pelas condições de clima (AZEVEDO; FREIRE, 2006). Há então, gotas de todos os padrões durante o processo de pulverização.

A escolha da velocidade do ventilador é extremamente interferente na qualidade da aplicação. Para as aplicações realizadas com barra ventilada foi usado a velocidade máxima gerada no ventilador, porém sem aferição da velocidade exata.

De acordo com trabalho realizado por Prado et al. (2010a) avaliando severidade de ferrugem asiática e a produtividade final da cultura da soja quando submetida a uso ou não de fungicida e quatro diferentes velocidades de assistência de ar nas barras, 0, 9, 11 e 29 km h<sup>-1</sup>, a velocidade máxima de ar alcançada pelo equipamento advanced Vortex 2000 foi de 29 km h<sup>-1</sup> em condições muito similares as deste trabalho. Sendo que ao final os autores concluíram que as maiores

velocidades da assistência de ar (11 e 29 km h<sup>-1</sup>) aliado ao fungicida (piraclostrobina + epoxiconazole) melhorou os depósitos nos terços inferiores das plantas acabando por reduzir a severidade da ferrugem e aumentar a produtividade final da soja.

Para volume de aplicação, densidade de gotas e porcentagem de cobertura, a baixa cobertura do solo pela menor estatura das plantas quando em estágio V6 (Tabela 1), facilitou a penetração das gotas e melhorou os resultados para esses parâmetros na região inferior das plantas nesse estágio. Já a maior estatura de plantas e cobrimento do solo ocasionada por estas nos estágios fenológicos R2 e R6 impôs uma barreira física e dificultou a penetração das gotas para as porções inferiores das plantas, mostrando uma redução nos valores desses parâmetros a medida que a cultura se desenvolvia (Tabelas 2, 3 e 4).

De acordo com Heiffig et al. (2006) ao avaliarem diversas populações e espaçamentos entre plantas de soja observaram que o ágil fechamento do dossel, além de favorecer o desenvolvimento das doenças, dificulta a penetração da calda e reduz a porcentagem de cobertura dos alvos nas porções mais baixas das plantas.

Conforme é retratado no manual de tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários, as gotas são classificadas em fina, média e grossa de acordo com seu diâmetro. Gota maior que 400 µm são consideradas grandes sendo menos sujeitas a evaporação e deriva, mas em contrapartida, mais sujeitas a escorrimento, menor capacidade de penetração e cobertura. Gota menor que 200 µm são consideradas pequenas e são facilmente arrastadas pela deriva e sujeitas a evaporação, porém proporcionam maior cobertura, densidade de gotas e capacidade de penetração. Gotas com diâmetros situados entre 200 e 400 µm, são consideradas médias (ANDEF, 2010).

Durante a pulverização se originam gotas com diversos diâmetros, o que torna difícil a avaliação do volume de produto espalhado sobre o alvo, por isso usa-se referências para avaliar eficiência da pulverização (AZEVEDO; FREIRE, 2006). O diâmetro volumétrico D50 (µm) refere-se ao diâmetro de gota onde 50% do volume pulverizado é composto por gotas de tamanho menor que este valor (AZEVEDO; FREIRE, 2006). O D50 também conhecido como DMV (diâmetro médio volumétrico) é um parâmetro importante para aferição do tipo de gotas predominante e para calibração dos equipamentos, pois, sabe-se que devido a vários fatores as

pontas de pulverização não produzem gotas exclusivamente de um único tamanho (ANDEF, 2010). Para Cunha et al. (2003) ao analisarem o espectro de gotas produzidas é possível saber o risco de deriva e a eficiência da aplicação, pois quanto menos gotas finas, menor é o risco de deriva.

De acordo com os resultados de D50, presentes nas Tabelas 2, 3 e 4, pressupõe que o uso da assistência de ar nas barras causa um aumento no tamanho das gotas em aplicações feitas quando o porte e enfolhamento das plantas é baixo (estágio V6) ou em regiões mais superficiais da cultura (terço médio), assim como, causa uma leve redução no tamanho das gotas em condições contrárias a isso, em estágios mais avançados (R2 e R6) onde as plantas estão com maior porte e enfolhamento dando maior dificuldade a chegada das gotas maiores até o terço inferior da cultura.

Então, baseado no parâmetro D50 pode-se dizer que, com exceção dos tratamentos feitos em V6 (Tabela 2) e o tratamento feito em R6 (Tabela 3) sem utilização da assistência de ar onde as gotas são consideradas grandes, em geral, as gotas estão condizentes ao descrito pelo fabricante do bico, quando utilizado sob as condições do experimento, prevalecendo gotas de diâmetro médio, de acordo com a classificação da Andef, podendo justificar a falta de derivas durante o experimento.

Para os tratamentos feitos em estágio V6 há a possibilidade de ter ocorrido a junção de gotas menores formando gotas grandes, semelhante ao que aconteceu ao terço superior.

Segundo Debortoli et al. (2012) as gotas precisam ter DMV suficiente para propiciar boa cobertura e depositar quantidade suficiente de ingrediente ativo sem evaporar muito rápido. No mesmo sentido, Viana et al. (2008) afirmam que o tamanho das gotas influencia a quantidade de calda e a concentração de agrotóxico depositado sobre o alvo.

Por isso as gotas médias como o nome já diz, possuem características intermediárias às pequenas (menor que 200  $\mu\text{m}$ ) e às grandes (maior que 400  $\mu\text{m}$ ), e possibilitam boa cobertura sem prejuízos com arraste (deriva), evaporação ou escorrimento. Corroborando com isso, Cunha, Juliatti e Reis (2014) dizem que as pontas de pulverização que produziram gotas médias aparentaram-se mais

apropriadas para o controle da ferrugem asiática da soja, por se depositarem em maior quantidade o que favoreceu uma maior cobertura do alvo e o controle da doença, com redução dos riscos de deriva e evaporação.

Porém, para Debortoli et al. (2012) avaliando espectro de gotas e controle de ferrugem asiática na soja com diferentes arquiteturas, bons resultados de deposição de gotas sobre o alvo, controle da ferrugem e produtividade final da soja foi obtida com gotas finas, DMV de 119 à 216  $\mu\text{m}$ . Segundo eles, esse espectro de gotas teve deposição suficiente para proteger as plantas estabelecendo-se como uma ótima opção para utilizar em aplicações sobre cultivares com diferentes arquiteturas de planta, o que não aconteceu para as gotas médias e grossas.

Desse modo pode-se dizer que gotas com diâmetros entre médio e finas se constituem como as melhores opções para as aplicações, de maneira geral.

Contudo, mesmo com as inúmeras vantagens da assistência de ar nas barras de pulverização, alguns fatores devem ser atendidos no momento da aplicação para que os resultados sejam significativamente melhores, como descreve Raetano (2002), volume de calda, velocidade do ar, ângulo dos bicos, velocidade de deslocamento, presença ou ausência de cobertura vegetal, tipo dessa cobertura, localização do alvo na planta, propriedades dos agroquímicos, o diâmetro de gotas e condições ambientais que podem interferir na qualidade do controle fitossanitário. Assim como, tipo de bico e suas características, tamanho de gotas e aspecto físico destas, desgaste dos bicos pelo trabalho, fatores climáticos como umidade relativa do ar, temperatura e ocorrências de ventos, podem interferir nas pulverizações (AZEVEDO; FREIRE, 2006).

## 6 CONCLUSÕES

Em geral, os diferentes tratamentos utilizados não afetaram o tamanho de gotas produzida pelos bicos.

As pulverizações com assistência de ar nas barras favoreceu a penetração de deposição de gotas nos terços médio e inferior das plantas, quando comparado ao não uso da assistência de ar nas barras, especialmente em estágios fenológicos mais avançados da cultura da soja, onde há a maior dificuldade de alcançar regiões inferiores das plantas.

A utilização da assistência de ar na barra de pulverização tem influência positiva sobre a qualidade da aplicação e proporcionou melhores valores para os parâmetros analisados.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implantação de novas tecnologias são essenciais para a evolução da agricultura buscando sempre alcançar novos patamares, não sendo diferente para a assistência de ar nas barras de pulverização, onde seu uso promove melhores qualidades de pulverização e evita que o excesso de produtos agroquímicos sejam despejados imprópriamente no meio ambiente por aplicações sucessivas e mau sucedidas como se vê atualmente.

A utilização desta tecnologia promoveu uma melhora aos parâmetros analisados e, com certeza, trará maiores lucros aos agricultores e redução das contaminações do meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

AGNOL, Amélio Dall; LAZAROTTO, Joelsio José; HIRAKURI, Marcelo Hiroshi. Desenvolvimento, mercado e rentabilidade da soja brasileira. **Embrapa**, Londrina, p. 20, abr. 2010. ISSN 2176-2864. Disponível em: [http://www.cnpso.embrapa.br/download/CT74\\_eletronica.pdf](http://www.cnpso.embrapa.br/download/CT74_eletronica.pdf). Acesso em: 23 out. 2017.

AGUIAR JÚNIOR, Hélio Oliveira et al. Adjuvantes e assistência de ar em pulverizador de barras sobre a deposição da calda e controle de *Phakopsora pachyrhizi* (Sydow & Sydow). **Summa Phytopathol**, v. 37, n. 3, p. 103–109, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sp/v37n3/a04v37n3.pdf>. Acesso em: 04 set. 2017.

ANDEF, Associação Nacional de Defesa Vegetal. **Manual de tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários**. Campinas, 2010. 52 p. Disponível em: [http://www.nufarm.com/Assets/15064/1/Manual\\_Tecnologia.pdf](http://www.nufarm.com/Assets/15064/1/Manual_Tecnologia.pdf). Acesso em: 05 out. 2017.

AZEVEDO, Francisco Roberto de; FREIRE, Francisco das Chagas Oliveira. Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. **Embrapa**, Fortaleza, p. 48, dez. 2006. ISSN 1677-1915. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia-embrapa.br/bitstream/doc/426350/1/Dc102.pdf>. Acesso em: 15 out. 2017.

BAESSO, Murilo Mesquita et al. Deposição de gotas de um pulverizador hidráulico com assistência de ar na barra de pulverização na cultura do feijão. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 17, n. 6, p. 438–445, nov./dez. 2009. Disponível em: <http://www.seer.ufv.br/seer/index.php/-reveng/article/view/112/84>. Acesso em: 10 set. 2017.

BAESSO, Murilo Mesquita et al. Uniformidade de distribuição de líquido e de ar ao longo da barra de pulverização. **Engenharia na agricultura**, viçosa, v. 18, n. 4, p. 281–287, jul./ago. 2010. Disponível em: <http://www.bibliotekevirtual.org/revistas/REVENG/v18n04/v18n04a01.pdf>. Acesso em: 02 set. 2017.

BAUER, Fernando César; RAETANO, Carlos Gilberto. Assistência de ar na deposição e perdas de produtos fitossanitários em pulverizações na cultura da soja. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 22, p. 271–276, abr./jun. 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sa/v57n2/v57n2a12.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2017.

BEDIN, Cristiane et al. Técnicas disponíveis para o controle da ferrugem asiática na cultura da soja. **Revista Científica Eletônica de Agronomia**, n. 12, p. 7, dez. 2007.

ISSN 1677-0293. Disponível em: <[http://faef.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/-hev4QydFIMovmc5\\_2013-5-3-14-57-8.pdf](http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/-hev4QydFIMovmc5_2013-5-3-14-57-8.pdf)>. Acesso em: 01 set. 2017.

BOSCHINI, Laércio et al. Avaliação da deposição da calda de pulverização em função da vazão e do tipo de bico hidráulico na cultura da soja. **Acta Scientiarum Agronomy**, Paraná, v. 30, n. 2, p. 171–175, 2008. Disponível em: <<http://www.readcube.com/articles/10.4025/actasciagron.v30i2.1789?tab=summary>>. Acesso em: 05 out. 2017.

CARNIEL, Luiz Antonio; MENOSSO, Rodivan; BALBINOT JUNIOR, Alvadi Antonio. Reação de cultivares de soja às doenças de final de ciclo com e sem aplicação de fungicidas. **Unoesc & Ciência - ACET**, Joaçaba, v. 5, n. 1, p. 83–90, jan./jun. 2014. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/997698/1-/Reacaodecultivaresdesojaasdoencasdefinaldeciclocomesemaplicacaodefungicidas-.pdf>>. Acesso em: 14 out. 2017.

CHAIM, Aldemir. **Manual de tecnologia de aplicação de agrotóxicos**. 1 ed. Brasília, 2009. 78 p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/143477/1/CNPMA-MAN.-DE-TEC.-DE-APLIC.-DE-AGROT.-09-2.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2017.

CHRISTOVAM, Rafael de Souza et al. Assistência de ar em barra de pulverização no controle da ferrugem asiática da soja. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 1, p. 231–238, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/-pdf/brag/v69n1/29.pdf>>. Acesso em: 04 set. 2017.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Brasília, v. 4, n. 12, p. 1–58, set. 2017. ISSN 2318-6852. Disponível em: <[https://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/-17\\_09\\_12\\_09\\_01\\_56\\_boletim\\_graos\\_setembro\\_2017.pdf](https://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/-17_09_12_09_01_56_boletim_graos_setembro_2017.pdf)>. Acesso em: 10 out. 2017.

CUNHA, João Paulo Arantes Rodrigues da et al. Avaliação de estratégias para redução da deriva de agrotóxicos em pulverizações hidráulicas. **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 325–332, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pd/v21n2/a19v21n2.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2018.

CUNHA, João Paulo Arantes Rodrigues da et al. Deposição de calda pulverizada na cultura da soja promovida pela aplicação aérea e terrestre. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 343–351, mar./abr. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v31n2/a14v31n2.pdf>>. Acesso em: 05 out. 2017.

CUNHA, João Paulo Arantes Rodrigues da et al. Efeito de pontas de pulverização no controle químico da ferrugem da soja. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 283–291, abr./jun. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v28n2/a09v28n2>>. Acesso em: 05 out. 2017.



CUNHA, João Paulo Arantes Rodrigues da; JULIATTI, Fernando Cezar; REIS, Elton Fialho dos. Tecnologia de aplicação de fungicida no controle da ferrugem asiática da soja: resultados de oito anos de estudos em Minas Gerais e Goiás. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 4, p. 950–957, jul./ago. 2014. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal-/article/viewFile/20907/14739>. Acesso em: 14 out. 2017.

CUNHA, João Paulo Arantes Rodrigues da. Simulação da deriva de agrotóxicos em diferentes condições de pulverização. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1616–1621, set./out. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cagro/v32n5/39.pdf>. Acesso em: 18 out. 2017.

DEBORTOLI, Mônica Paula 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, jul. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/-pab/v47n7/47n07a07.pdf>. Acesso em: 10 set. 2018.

DERAL, Departamento de Economia Rural. Soja – análise da conjuntura agropecuária. **SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento**, Curitiba, p. 18, nov. 2016. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos-/2017/Soja 2016 17.pdf>. Acesso em: 10 out. 2017.

EMBRAPA. **Embrapa soja**. Londrina: [s.n.], 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1>. Acesso em: 14 out. 2017.

EMBRAPA. Tecnologias de produção de soja - região central do Brasil 2014. **Embrapa Soja**, p. 265, out. 2013. ISSN 2176-2902. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/95489-/1/SP-16-online.pdf>. Acesso em: 02 set. 2017.

GARCIA, Luiz Claudio et al. Dessecação da aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb) com herbicida de contato, em presença ou não de assistência de ar junto à barra do pulverizador, em diferentes volumes de calda. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 758–763, set./dez. 2004. Disponível em: <http://www.readcube.com/articles/10.1590/S0100-69162004000300029>. Acesso em: 01 set. 2017.

GARRIDO, Lucas da Ressurreição. **Tecnologia de aplicação de agrotóxicos**. 2003. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica-/sprod/PessegodeMesaRegiaoSerraGaucha/defensi.htm>. Acesso em: 23 out. 2017.

GODOY, Claudia Vieira et al. Doenças da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Sociedade Brasileira De Fitopatologia**, p. 32, 2014. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/125697/1/DoencasdaSoja.pdf>. Acesso em: 10 out. 2017.

GUEDES, Jerson Vanderlei Carus et al. Sistemas de aplicação e inseticidas no controle de *anticarsia gemmatalis* na soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 8, p. 910–914, 2012. ISSN 1415-4366. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa-v16n8/a14v16n8.pdf>. Acesso em: 02 set. 2017.

HEIFFIG, Lília Sichmann et al. Fechamento e índice de área foliar da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 2, p. 285–295, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf-/brag/v65n2/30489.pdf>. Acesso em: 14 out. 2017.

HENNING, Ademir Assis et al. **Manual de identificação de doenças de soja**: Documentos 256. 5. ed. Londrina, 2014. 78 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/105942-/1/Doc256-OL.pdf>. Acesso em: 10 out. 2017.

HENNING, Ademir Assis. Manejo de doenças da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Informativo ABRATES**, v. 19, n. 3, p. 4, 2009. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/96109/1/Manejo-de-doencas-da-soja-Glycine-max-L.-Merrill.pdf>. Acesso em: 10 out. 2017.

HIRAKURI, Marcelo Hiroshi; LAZZAROTTO, Joelsio José. O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. **Embrapa**, p. 37, Jun. 2014. ISSN 2176-2937. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/990000/1/Oagronegociodasojanoscontextosmundialebrasileiro.pdf>. Acesso em: 02 set. 2017.

JACTO. 2017. Disponível em: <http://www.jacto.com.br/brasil/products>. Acesso em: 06 out. 2017.

MAGNOJET. Paraná: [s.n.], 2015. Disponível em: <http://www.magnojet.com.br/produtos>. Acesso em: 23 out. 2017.

PRADO, Evandro Pereira et al. Velocidade do ar em barra de pulverização na deposição da calda fungicida, severidade da ferrugem asiática e produtividade da soja. **Summa Phytopathol**, Botucatu, v. 36, n. 1, p. 45–50, 2010a. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sp/v36n1/08.pdf>. Acesso em: 02 set. 2017.

PRADO, Evandro Pereira et al. Velocidade do fluxo de ar em barra de pulverização no controle químico de *anticarsia gemmatalis*, *hübner* e *percevejos* na cultura da soja. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 4, p. 995–1004, 2010b. ISSN 0006-8705. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream-/handle/11449/5802/S0006-87052010000400027.pdf?sequence=1>. Acesso em: 02 set. 2017.

R Development Core Team (2011). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 05 de setembro de 2018.

RAETANO, Carlos Gilberto; BAUER, Fernando Cesar. Deposição e perdas da calda em feijoeiro em aplicação com assistência de ar na barra pulverizadora. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 2, p. 309–315, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v63n2/21380.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2017.

RAETANO, Carlos Gilberto; BAUER, Fernando Cesar. Efeito da velocidade do ar em barra de pulverização na deposição de produtos fitossanitários em feijoeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 2, p. 329–334, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v62n2/v62n2a19.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2017.

RAETANO, Carlos Gilberto; VENEGAS, Fábio. Assistência de ar em barra de pulverização na deposição da calda e controle da pinta preta da batata var. Bintje. **Associação Brasileira de Horticultura**, v. 21, p. 332–332, 2003. Disponível em: <<http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos-/download/biblioteca/olfs4021c.pdf>>. Acesso em: 04 set. 2017.

RAETANO, Carlos Gilberto. Assistência de ar em pulverizadores de barra. **Biológico**, São Paulo, v. 64, n. 2, p. 221–225, jul./dez. 2002. Disponível em: <<http://www.setapulverizacao.com.br/artigos-/AssistenciaArEmPulverizadoresDeBarra.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2017.

REIS, Erlei Melo; BRESOLIN, Andrea Camargo Reis. **Fungicidas: aspectos gerais**. Passo Fundo: [s.n.], 2007. Disponível em: <[http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont\\_intid=777](http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont_intid=777)>. Acesso em: 14 out. 2017.

SCUDELER, Fábio; RAETANO, Carlos Gilberto. Spray deposition and losses in potato as a function of air-assistance and sprayer boom angle. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 63, n. 6, p. 515–521, nov./dez. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sa/v63n6/a01v63n6.pdf>>. Acesso em: 14 out. 2017.

SOUZA, Felipe Matheus Santos. **Avaliação quali-quantitativa da pulverização em barra assistida por ar na cultura da soja em diferentes estádios fenológicos**. 59 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia (Proteção de Plantas)) — Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp - Câmpus de Botucatu, Botucatu, 2017. Disponível em: <[https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/151578-/souza\\_fms\\_me\\_bot.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/151578-/souza_fms_me_bot.pdf?sequence=3&isAllowed=y)>. Acesso em: 05 set. 2017.

TEIXEIRA, Emerson da Silva et al. Uso de baixo volume oleoso e assistência de ar no controle de plantas daninhas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 1, p. 1229–1234, 2010. ISSN 1676-546X. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445744099012>>. Acesso em: 04 set. 2017.

TORMEN, Nédio Rodrigo et al. Deposição de gotas no dossel e controle químico de *phakopsora pachyrhizi* na soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 7, p. 802–808, abr. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v16n7/15.pdf>. Acesso em: 14 out. 2017.

VENCATO, Angela Zamberlan et al. **Anuário brasileiro da soja 2010**. Santa Cruz do Sul: [s.n.], 2010. 75 p. Disponível em: [http://www-grupogaz.com.br/tratadas/edicao/27/2010/10/20101013\\_90eae31b5/pdf-/2949\\_soja2010final.pdf](http://www-grupogaz.com.br/tratadas/edicao/27/2010/10/20101013_90eae31b5/pdf-/2949_soja2010final.pdf). Acesso em: 10 out. 2017.

VIANA, Rafael Gomes et al. Deposição de gotas no dossel da soja por diferentes pontas de pulverização hidráulica e pressões de trabalho. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 16, n. 4, p. 428–435, out./dez. 2008. Disponível em: <http://www.seer.ufv.br/seer/index.php/reveng-/article/viewFile/59/31>. Acesso em: 14 out. 2017.

VIGANO, Leopoldo Luis de Souza; RAETANO, Carlos Gilberto. Assistência de ar e volumes de aplicação na deposição de calda e no controle do arroz vermelho (*Oryza sativa* L.). **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 734–741, set./dez. 2007. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/downloads/122687.pdf>. Acesso em: 04 set. 2017.

**ÍNDICE DE APÊNDICES E ANEXOS**

<b>APÊNDICE A – Análise de Variância (ANOVA) dos diferentes parâmetros analisados no terço inferior da cultura da soja, no estágio fenológico V6.....</b>	<b>61</b>
<b>APÊNDICE B – Análise de Variância (ANOVA) dos diferentes parâmetros analisados no terço inferior da cultura da soja, no estágio fenológico R2.....</b>	<b>62</b>
<b>APÊNDICE C – Análise de Variância (ANOVA) dos diferentes parâmetros analisados no terço inferior da cultura da soja, no estágio fenológico R6.....</b>	<b>63</b>
<b>APÊNDICE D – Análise de Variância (ANOVA) dos diferentes parâmetros analisados no terço médio da cultura da soja, no estágio fenológico R2.....</b>	<b>64</b>
<b>APÊNDICE E – Análise de Variância (ANOVA) dos diferentes parâmetros analisados no terço médio da cultura da soja, no estágio fenológico R6.....</b>	<b>65</b>

## APÊNDICES

APÊNDICE A – Análise de Variância (ANOVA) dos diferentes parâmetros analisados no terço inferior da cultura da soja, no estágio fenológico V6.

		Inferior V6				
		GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Volume	Tratamento	1,0	7171,8	7171,8	59254,0	0,0
	Bloco	3,0	1852,8	617,6	5103,0	0,1
	Residuo	3,0	363,1	121,0		
	Total	7,0	9387,8			
	CV (%)	7,8				
	Valor - p	0,8				
Densidade	Tratamento	1,0	82,4	82369,0	0,3	0,6
	Bloco	3,0	757,5	252510,0	1,0	0,5
	Residuo	3,0	771,1	257018,0		
	Total	7,0	1611,0			
	CV (%)	12,7				
	Valor - p	0,4				
Cobertura	Tratamento	1,0	139696,0	139696,0	76286,0	0,0
	Bloco	3,0	46960,0	15653,0	8548,0	0,1
	Residuo	3,0	5494,0	1831,0		
	Total	7,0	192149,0			
	CV (%)	5,8				
	Valor - p	0,7				
D50	Tratamento	1,0	15147,6	15147,6	72873,0	0,1
	Bloco	3,0	1163,6	387,9	0,2	0,9
	Residuo	3,0	6235,9	2078,6		
	Total	7,0	22547,0			
	CV (%)	8,9				
	Valor - p	0,2				

APÊNDICE B – Análise de Variância (ANOVA) dos diferentes parâmetros analisados no terço inferior da cultura da soja, no estágio fenológico R2.

		Inferior R2				
		GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Volume	Tratamento	1,0	488,4	488,4	110065,0	0,0
	Bloco	3,0	25,2	8,4	1896,0	0,3
	Residuo	3,0	13,3	4,4		
	Total	7,0	527,0			
	CV (%)	12,3				
	Valor - p	1,0				
Densidade	Tratamento	1,0	4227,4	4227,4	50320,0	0,0
	Bloco	3,0	578,2	192,7	2294,0	0,3
	Residuo	3,0	252,0	84,0		
	Total	7,0	5057,6			
	CV (%)	12,6				
	Valor - p	0,3				
Cobertura	Tratamento	1,0	125000,0	125000,0	44655,0	0,1
	Bloco	3,0	45138,0	15046,0	0,5	0,7
	Residuo	3,0	83978,0	27993,0		
	Total	7,0	254116,0			
	CV (%)	39,9				
	Valor - p	0,1				
D50	Tratamento	1,0	3858,0	3858,4	0,5	0,5
	Bloco	3,0	15537,0	5178,9	0,6	0,6
	Residuo	3,0	24885,0	8295,0		
	Total	7,0	44280,0			
	CV (%)	28,4				
	Valor - p	0,4				



APÊNDICE C – Análise de Variância (ANOVA) dos diferentes parâmetros analisados no terço inferior da cultura da soja, no estágio fenológico R6.

		Inferior R6				
		GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Volume	Tratamento	1,0	991,9	991,9	49011,0	0,0
	Bloco	3,0	98,9	33,0	1630,0	0,3
	Residuo	3,0	60,7	20,2		
	Total	7,0	1151,6			
	CV (%)	15,8				
	Valor - p	1,0				
Densidade	Tratamento	1,0	11721,3	11721,3	53922,0	0,0
	Bloco	3,0	1211,8	403,9	1858,0	0,3
	Residuo	3,0	652,1	217,4		
	Total	7,0	13585,3			
	CV (%)	21,7				
	Valor - p	0,1				
Cobertura	Tratamento	1,0	19908,0	19908,0	282418,0	0,2
	Bloco	3,0	8380,0	27932,0	0,4	0,8
	Residuo	3,0	21147,0	70492,0		
	Total	7,0	49435,0			
	CV (%)	50,0				
	Valor - p	1,0				
D50	Tratamento	1,0	10577,1	10577,1	76032,0	0,1
	Bloco	3,0	2231,8	743,9	0,5	0,7
	Residuo	3,0	4173,4	1391,1		
	Total	7,0	16982,3			
	CV (%)	11,9				
	Valor - p	0,1				

APÊNDICE D – Análise de Variância (ANOVA) dos diferentes parâmetros analisados no terço médio da cultura da soja, no estágio fenológico R2.

		<b>Médio R2</b>				
		<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr&gt;Fc</b>
<b>Volume</b>	<b>Tratamento</b>	1,0	37152,0	37152,0	0,6	0,5
	<b>Bloco</b>	3,0	81987,0	27329,0	0,5	0,7
	<b>Residuo</b>	3,0	176011,0	58670,0		
	<b>Total</b>	7,0	295150,0			
	<b>CV (%)</b>	14,2				
	<b>Valor - p</b>	1,0				
<b>Densidade</b>	<b>Tratamento</b>	1,0	230,1	230,1	0,1	0,8
	<b>Bloco</b>	3,0	16958,6	5652,9	243167,0	0,2
	<b>Residuo</b>	3,0	6974,1	2324,7		
	<b>Total</b>	7,0	24162,7			
	<b>CV (%)</b>	30,9				
	<b>Valor - p</b>	0,5				
<b>Cobertura</b>	<b>Tratamento</b>	1,0	5024,0	50245,0	0,5	0,5
	<b>Bloco</b>	3,0	3854,0	12845,0	0,1	0,9
	<b>Residuo</b>	3,0	31527,0	105089,0		
	<b>Total</b>	7,0	40405,0			
	<b>CV (%)</b>	25,7				
	<b>Valor - p</b>	0,9				
<b>D50</b>	<b>Tratamento</b>	1,0	2386,7	2386,7	108306,0	0,4
	<b>Bloco</b>	3,0	763,2	254,4	0,1	0,9
	<b>Residuo</b>	3,0	6611,0	2203,7		
	<b>Total</b>	7,0	9761,0			
	<b>CV (%)</b>	14,7	14,7			
	<b>Valor - p</b>	0,9				

APÊNDICE E – Análise de Variância (ANOVA) dos diferentes parâmetros analisados no terço médio da cultura da soja, no estágio fenológico R6.

		<b>Médio R6</b>				
		<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr&gt;Fc</b>
<b>Volume</b>	<b>Tratamento</b>	1,0	1222,2	1222,2	78073,0	0,1
	<b>Bloco</b>	3,0	1282,8	427,6	27316,0	0,2
	<b>Residuo</b>	3,0	469,6	156,5		
	<b>Total</b>	7,0	2974,6			
	<b>CV (%)</b>	35,7				
	<b>Valor - p</b>	0,8				
<b>Densidade</b>	<b>Tratamento</b>	1,0	4720,5	4720,5	82910,0	0,0
	<b>Bloco</b>	3,0	1220,0	406,7	7143,0	0,1
	<b>Residuo</b>	3,0	170,8	56,9		
	<b>Total</b>	7,0	6111,4			
	<b>CV (%)</b>	11,7				
	<b>Valor - p</b>	1,0				
<b>Cobertura</b>	<b>Tratamento</b>	1,0	15153,0	151525,0	35851,0	0,2
	<b>Bloco</b>	3,0	15389,0	51296,0	12137,0	0,4
	<b>Residuo</b>	3,0	12680,0	42265,0		
	<b>Total</b>	7,0	43221,0			
	<b>CV (%)</b>	33,4				
	<b>Valor - p</b>	0,2				
<b>D50</b>	<b>Tratamento</b>	1,0	7736,4	7736,4	100410,0	0,1
	<b>Bloco</b>	3,0	4446,9	1482,3	19239,0	0,3
	<b>Residuo</b>	3,0	2311,4	770,5		
	<b>Total</b>	7,0	14494,8			
	<b>CV (%)</b>	7,1				
	<b>Valor - p</b>	0,1				