

UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO DE AGRONOMIA

IGOR MATEUS SCHNEIDER

**VELOCIDADES DE OPERAÇÃO EM APLICAÇÃO DE FUNGICIDA NA CULTURA
DA SOJA**

CERRO LARGO

2020

IGOR MATEUS SCHNEIDER

**VELOCIDADES DE OPERAÇÃO EM APLICAÇÃO DE FUNGICIDA NA CULTURA
DA SOJA**

Trabalho de conclusão do curso de graduação apresentado
como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em
Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antonio Zambillo Palma

CERRO LARGO

2020

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Schneider, Igor Mateus

VELOCIDADES DE OPERAÇÃO EM APLICAÇÃO DE FUNGICIDA NA
CULTURA DA SOJA / Igor Mateus Schneider. -- 2021.
45 f.:il.

Orientador: prof. Dr. Marcos Antonio Zambillo Palma

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo, RS, 2021.

1. Velocidades em aplicação de fungicida na cultura
da soja. I. Palma, Marcos Antonio Zambillo, orient. II.
Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

IGOR MATEUS SCHNEIDER

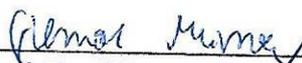
**VELOCIDADES DE OPERAÇÃO EM APLICAÇÃO DE FUNGICIDA NA CULTURA
DA SOJA**

Trabalho de conclusão do curso de graduação apresentado
como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em
Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em: 03/05/2021



Prof. Dr. Marcos Antonio Zambillo Palma – UFLA
Orientador



Prof. Dr. Gilmar Roberto Meinerz – UFSM
Avaliador



Eng. Agrônomo. Murilo Comassetto Queiroz – UFSM
Avaliador

AGRADECIMENTOS

Quanto maior é objetivo, mais difícil é sua caminhada, porem o fardo é mais leve quando não se precisa carregá-lo sozinho. Agradeço a Deus que me abençoou nessa caminhada. Aos meus familiares, noiva Luciane Mrovinski, minhas irmãs Cleunice Schneider e Maiguele Schneider e meus cunhados Ruimar Leal e Darlan Mombach. e em especial aos meus pai e mãe (Geraldo Schneider e Alci Schneider) que nunca mediram esforços para ajudar aonde fosse preciso, e me incentivaram nos momentos de desanimo.

Agradeço aos professores pelas cobranças e excelente profissionalismo. Em especial agradeço ao meu orientador Marcos Palma, que sempre estava à disposição para prestar seu auxílio, inclusive fora de seus horários de trabalho, e sempre de maneira amigável, objetiva e profissional.

Agradeço também aos amigos Cleidimar Steinke, Luander Stein, Douglas Bender, Rafael Moura, Igor Krindges, Vanderson Teisen, Wesley Copetti e Dionata pych pela parceria nessa caminhada e auxílios no experimento de TCC.

MUITO OBRIGADO!

RESUMO

As aplicações de fungicidas, na cultura da soja (*Glycine max* L.), são realizadas com pulverizadores de barras, pois apresentam maior eficiência na cobertura do alvo. Neste trabalho utilizou-se um pulverizador de barras autopropelido, equipado com fluxômetro e regulador automático de vazão. O local do experimento numa lavoura de soja, localizada no noroeste do estado de Rio Grande do Sul, safra 2018/19. Este estudo teve como objetivos avaliar o diâmetro mediano volumétrico (DMV), a cobertura e a densidade de gotas na aplicação de fungicidas na cultura da soja, operando com pulverizador auto propelido em velocidades de 9,12,15 e 18 km.h⁻¹. Também foram avaliadas a severidade de doenças e produtividade. Concluiu-se que a velocidade de operação interfere significativamente no DMV, nos terços superiores, médios e inferiores e, também, no lado anterior e posterior da planta em relação ao deslocamento da barra de pulverização. A severidade de doenças e a produtividade não diferiram.

Palavras-chave: Velocidade de aplicação. Taxa de aplicação. Pulverizador de barras.

ABSTRACT

As fungicide applications, in soybean (*Glycine max* L.), they are carried out with bar sprayers, as they are more efficient in covering the target. In this work, a self-propelled bar sprayer was used, equipped with a flow meter and automatic flow regulator. The site of the experiment in a soybean crop, located in the northwest of the state of Rio Grande do Sul, harvest 2018/19. This study aimed to evaluate the median volumetric diameter (DMV), the coverage and the density of droplets in the application of fungicides in the soybean crop, operating with an automatic sprayer propelled at rates of 9,12,15 and 18 km.h⁻¹. Severity of illness and productivity were also assessed. It was concluded that the operating speed interferes complementarily in the DMV, in the upper, middle and lower thirds, and also in the anterior and posterior side of the plant in relation to the displacement of the spray boom. Disease severity and productivity did not differ.

Keywords: Application speed. Application fee. Bar sprayer.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	8
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1.	A CULTURA DA SOJA	10
2.2.	ARQUITETURA DA PARTE AÉREA DA SOJA.....	10
2.2.1.	Escala fenológica da soja.....	10
2.3.	PRINCIPAIS DOENÇAS DA CULTURA DA SOJA	11
2.3.1.	Doenças foliares de maior ocorrência e controladas com fungicidas.	11
2.4.	CONTROLE.....	16
2.4.1.	Controle químico	16
2.4.2.	Horário de aplicação	18
2.5.	TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO	18
2.5.1.	Pulverizadores.....	19
2.5.2.	Regulagem e calibração do pulverizador	19
2.6.	AVALIAÇÃO DAS GOTAS	21
2.6.1.	Diâmetro mediano volumétrico (DMV).....	21
2.6.2.	Taxa de aplicação	22
3.	MATERIAL E METODOS	23
3.1.	EXECUÇÃO DO EXPERIMENTO	23
3.1.1.	Local do experimento	23
3.2.	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	23
3.1.	IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO	25
3.1.1.	Semeadura.....	25
3.1.2.	Adubação.....	26
3.2.	TRATOS CULTURAIS	26
3.2.1.	Pulverização	26
3.3.	AVALIAÇÕES.....	27
3.3.1.	Gotas	27
3.3.2.	Severidade de doenças.....	28
3.3.3.	Produtividade.....	29
3.3.4.	Análise estatística dos dados.....	30
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	31

4.1.	DIAMETRO MEDIANO VOLUMÉTRICO (DMV)	31
4.3.	COBERTURA	33
4.4.	DENSIDADE	35
4.5.	SEVERIDADE DE DOENÇAS	37
4.6.	PRODUTIVIDADE.....	37
5.	CONCLUSÃO.....	38
	REFERÊNCIAL TEÓRICO	39

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) mostra-se uma das culturas anuais de maior importância econômica no Brasil de acordo com Agrostat. Segundo dados da Conab (2019) o Brasil na safra 2018/2019, ocupou o segundo lugar na produção mundial de soja com 114,84 milhões de toneladas, ficando atrás somente dos EUA com produção de 123,66 milhões de toneladas o Brasil explora com a cultura uma área de 35,82 milhões de hectares com produtividade média de 53,43 sacas.ha⁻¹.

A soja é frequentemente hospedeira de pragas e de doenças que comprometem sua produtividade. Por ser economicamente lucrativa, busca-se alcançar o máximo de produtividade por unidade de área, respectivamente com maior margem de lucro e redução de custos, tanto operacionais quanto em insumos (CRUZ *et al.*, 2016). O controle cultural, varietal e biológico não são suficientes ou inviáveis economicamente, assim é necessário aplicações de produtos fitossanitários, que geralmente é um fungicida multissítio em mistura com triazóis, estrobilurinas e carboxamidas (ALVES; JULIATTI, 2018). Por segurança os intervalos entre aplicações não devem ultrapassar 15 a 20 dias, visto que em 6 horas de orvalho já é suficiente para que ocorra infecção por ferrugem asiática (GUTERRES, 2018).

Na tecnologia de aplicação de defensivos químicos, uma série de variáveis devem estar em perfeita harmonia garantindo assim, o correto funcionamento do defensivo e correta cobertura do alvo, evitando perdas de produto (SANTOS, 2007). A gota ideal na aplicação deve ajustar-se às condições climáticas no momento da aplicação. Segundo Teixeira (1997 *apud* BOLLER; RAETANO, 2011) aplicação requer tamanho de gota adequado, pois gotas muito grandes (acima de 800 µm) tem uma baixa área específica a não proporcionam cobertura adequada do alvo, já as gotas pequenas demais são muito suscetíveis à deriva.

Com o aumento da capacidade operacional dos atuais pulverizadores autopropelidos, a velocidade de trabalho muitas vezes ultrapassa os 16 km/h. Com isso, o deslocamento da barra em relação a massa de ar que está entre a ponta de pulverização e a cultura pode facilitar a evaporação e deriva (BOLLER; RAETANO, 2011). Em maiores velocidades de operação as gotas são lançadas no sentido em que o pulverizador está se deslocando, causando incremento de cobertura no lado oposto ao sentido de deslocamento do pulverizador.

Velocidade de aplicação pode muitas vezes ser inconstante, devido a variações topográficas, obstáculos, entrada e saída de áreas de bordadura entre outros fatores (BOLLER; RAETANO, 2011). Os pulverizadores equipados com controle de vazão

automático permitem essas alterações de velocidade durante sua operação, porém essas variações alteram o DMV (diâmetro mediano volumétrico) pela variação na pressão de trabalho.

Este estudo teve como objetivos avaliar o diâmetro mediano volumétrico (DMV), a cobertura e a densidade de gotas na aplicação de fungicidas na cultura da soja, operando com pulverizador auto propelido em velocidades de 9,12,15 e 18 km.h⁻¹. Relacionou-se essas variáveis respostas em função do lado da cultura em relação a passagem das barras do pulverizador (lado posterior e anterior) e em relação à profundidade no dossel da cultura (terços superior, médio e inferior). Também foram avaliadas a severidade de doenças e produtividade.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A CULTURA DA SOJA

A soja cultivada (*Glycine max* L.) é uma espécie pertencente à família Fabaceae, subfamília Faboideae, gênero *Glycine* L. e espécie max. Provavelmente a cultura se originou da espécie *Glycine ussuriensis* segundo Costa (1996 *apud* ALAMBERT, 2010).

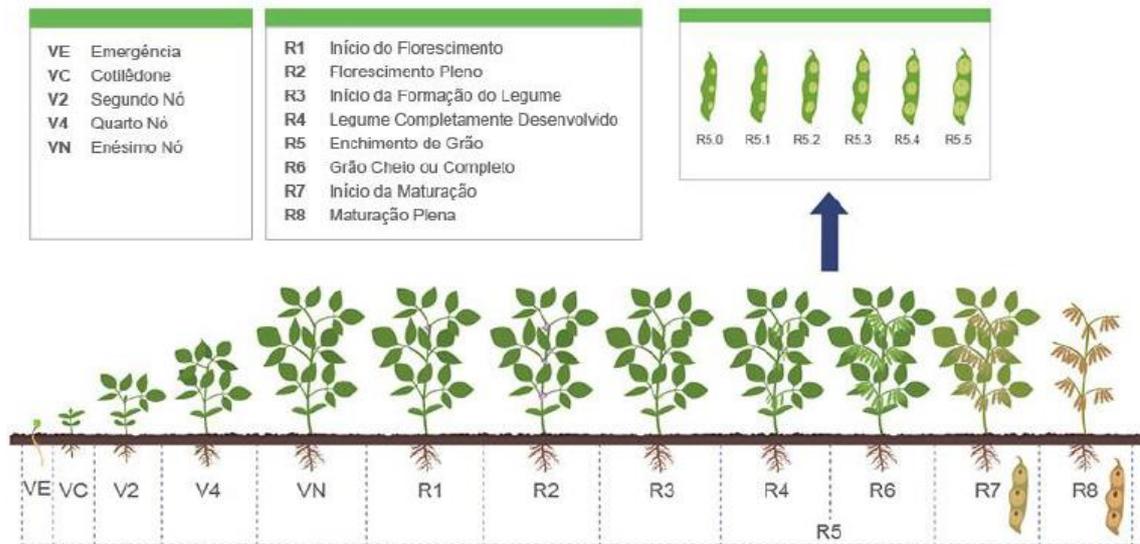
2.2. ARQUITETURA DA PARTE AÉREA DA SOJA

A soja desenvolve seu caule herbáceo de forma ereta podendo ou não apresentar ramificações, dependendo da cultivar. A espécie possui folhas trifolioladas (compostas por três folíolos), com exceção das folhas pioneiras (unifolioladas), sendo elas emitidas a partir do caule principal e suas ramificações de forma alternada dística (ZANON *et al.*, 2018).

2.2.1. Escala fenológica da soja.

Os estádios fenológicos ou escala fenológica para a cultura da soja são descritos de acordo com a proposta de Fehr & Caviness (1977 *apud* TEJO; FERNANDES; BURATTO, 2019). Esse modelo é o mais utilizado no mundo (EMBRAPA, 2007), como representado simplificadamente na Figura 1.

Figura 1 - Escala fenológica para cultura da soja.



Fonte: TEJO; FERNANDES; BURATTO, 2019.

Nota: Baseado em FEHR, CAVINESS 1977.

Escalas ou estádios fenológicos são fundamentais tanto na soja como em outras culturas pois permitem uma comunicação técnica e precisa entre pesquisadores, assistentes técnicos e extensionistas e proporciona uma base para comunicação informal com e entre agricultores (ZANON *et al.*, 2018).

2.3. PRINCIPAIS DOENÇAS DA CULTURA DA SOJA

Existem várias doenças de grande importância econômica, e alto grau de virulência, que acometem a cultura da soja na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul. Para que essas doenças possam ser devidamente controladas seja por via de aplicações químicas ou não, é fundamental sua correta identificação (EMBRAPA, 2014).

2.3.1. Doenças foliares de maior ocorrência e controladas com fungicidas.

- A ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), apresenta-se como uma das principais doenças foliares, com potencial para causar dano econômico na cultura da soja (CHEVARRIA *et al.*, 2012). A cultura apresenta o sinal (pústulas) da ferrugem asiática, conforme Figura 2, em praticamente todos os estádios fenológicos da cultura,

em casos mais severos a planta pode apresentar desfolha, afetando assim a massa de mil grãos (GRIGOLLI, 2015).

Figura 2 - Folha de soja com pústulas de *Phakopsora pachyrhizi*.



Fonte: Manual de identificação de doenças da soja (SARAN, 200-?).

- Mancha alvo e podridão radicular (*Corynespora cassiicola*): apresenta-se como uma doença foliar/radicular de grande importância econômica, que manifesta-se em praticamente todas áreas de soja do Brasil podendo causar perdas de até 45% em produtividade (FERREIRA FILHO, 2012). Seus sintomas na área foliar mais visíveis são, as grandes manchas necróticas com um ponto escuro no centro, de acordo com a Figura 3, que se iniciam com pontuações pardas circundadas por um halo amarelo, o componente do rendimento afetado é a massa de mil grãos devido a diminuição da área foliar (EMBRAPA, 2014).

Figura 3 - Folha de soja com manchas necróticas de *Corynespora cassicola*.



Fonte: Manual de identificação de doenças da soja (SARAN, 200-?).

- Crestamento foliar de cercospora ou mancha púrpura (*Cercospora kikuchii*): este fungo apresenta uma importância econômica muito significativa, talvez não equivalente à conhecida ferrugem asiática, mas seu monitoramento ainda assim é muito importante de acordo com Kimati *et al* (1997 *apud* OLIVEIRA *et al.*, 2000). O patógeno apresenta seus sintomas em diversos órgãos da planta tais eles como folhas, legumes e sementes, as folhas apresentam pequenas manchas necróticas castanhas que podem se unir causando um grande crestamento e nas sementes os sintomas são manchas de coloração purpura como apresenta a Figura 4, (EMBRAPA, 2014).

Figura 4 - Legumes e sementes de soja com sintomas típicos de *Cercospora kikuchii*.



Fonte: Manual de identificação de doenças da soja (SARAN, 200-?).

- Mancha olho-de-rã: (*Cercospora sojina*) foi a primeira doença com potencial significativo de causar dano econômico relatada para a cultura da soja, dando início assim a uma série de programas de melhoramento genético na cultura, assim mencionado por Yorinori & Klingelfuss (2000 *apud* DEUNER, 2012). O principal sintoma da doença nas folhas da cultura na forma de manchas necróticas com centro acinzentado e halo castanho avermelhado como vemos na Figura 5, a doença atinge também caule, legumes e sementes (EMBRAPA, 2014).

Figura 5 - Folha de soja com manchas necróticas de *Cercospora sojina*.



Fonte: Manual de identificação de doenças da soja (SARAN, 200-?).

- Mancha parda (*Septoria glycines*): está entre as doenças que comumente conhecemos como doenças de final de ciclo, assim como *C. sojina* anteriormente citada (GRIGOLLI, 2015). A doença causa manchas necróticas nas folhas da cultura como apresenta a Figura 6, e pode causar uma severa perda de área foliar, o sintoma pode aparecer já em duas semanas após a emergência, na forma de pequenas pontuações, os danos ao final do ciclo causam diminuição da massa de mil grãos e maturação precoce. (EMBRAPA, 2014).

Figura 6 - Folha de soja com manchas necróticas de *Septoria glycines*.



Fonte: Manual de identificação de doenças da soja (SARAN, 200-?).

2.4. CONTROLE

Para evitar períodos de maior pressão de inóculo das doenças deve-se optar por variedades de ciclo precoce e efetuar a semeadura no início da época recomendada. Outro cuidado importante para evitar a sobrevivência de patógenos é a eliminação de plantas de soja voluntárias no período de entressafras (EMBRAPA, 2008).

O método de controle de doenças mais eficiente na cultura da soja, não é o químico com seus mais variados mecanismos de ação, uma vez que o controle varietal é o mais eficiente e mais econômico. Porém, a grande gama de doenças, cada uma podendo apresentar variabilidade genética, torna o desenvolvimento de cultivares resistentes muito lento, sendo assim fundamental também utilizar o controle químico (SCHNEIDER *et al.*, 2013).

2.4.1. Controle químico

Quando necessário a aplicação de fungicidas, que são tecnologias frágeis, (facilmente as doenças adquirem rotas metabólicas alternativas ao mecanismo de ação de um único grupo

químico) deve se optar pela combinação de moléculas com diferentes mecanismos de ação, o que diminui probabilidade das doenças adquirirem resistência (RODRIGUES, 2006).

As recomendações de controle químico para cultura da soja, principalmente no controle da ferrugem asiática são “[...] baseadas na aplicação de fungicidas protetores em mistura com triazóis, estrobilurinas e carboxamidas [...]” (ALVES; JULIATTI, 2018).

Para reduzir o risco de resistências dos patógenos a essas moléculas utiliza-se as mesmas em conjunto com fungicidas protetores de ação multissítio. Fungicidas com esse mecanismo de ação atuam em diversas partes do metabolismo dos fungos, tornando assim o risco de resistência muito baixo (EMBRAPA, 2016).

Visando uma melhor eficiência no controle de doenças da soja (principalmente a ferrugem asiática), a primeira aplicação de fungicida deve ser feita 15 dias antes da antese. Com isso as folhas do terço inferior da cultura ainda podem ser alcançadas eficientemente pelos fungicidas, o que mais tarde não ocorre, devido ao fechamento das entrelinhas (BUEHRMANN *et al.*, 2017).

Para Godoy, (2009) a severidade da ferrugem asiática depende de uma diversidade de variáveis climáticas, e da pressão de inóculo, o que não justifica uma pré calendarização de aplicação. O manejo deve ser conduzido de acordo com os fatores de risco.

Souza, (2015) afirma que aplicações de fungicida na soja com 7 dias de atraso na tomada de decisão, reduz a produtividade da soja em cerca de 3 sacas.ha⁻¹ e a não aplicação resulta em perdas de até 8 sacas.ha⁻¹, devido ao aumento da severidade da Ferrugem Asiática.

2.4.2. Mecanismos de absorção dos fungicidas

Os fungicidas podem ser absorvidos pelas folhas da cultura por diferentes formas segundo Töfoli *et al.*, 2013;

- Sistêmico onde o fungicida é absorvido e transloca-se para todas as estruturas da planta;
- Translaminar onde o fungicida tem mobilidade apenas na lâmina foliar podendo atingir alvos na face oposta à da cobertura;
- Mesostêmico onde o produto reage com lipídios da epiderme das folhas e promove longo residual;

Contato onde o fungicida não é absorvido pela folha e fica apenas aderido fisicamente a epiderme.

2.4.3. Horário de aplicação

Em experimento de Hass (2017), executado no município de Cruz Alta-RS as aplicações no início do período matutino entre 6 e 9 horas da manhã apresentaram maior produtividade em peso de mil grãos em relação a horários da tarde, como 18 horas que não teve diferença em relação a testemunha.

Para Ferreira, (2009) que testou em experimento bifatorial no município de Passo Fundo-RS com os horários de aplicação 8h, 10:30h, 13h, 15:30h e 18h combinados com as populações de 20, 30 e 40 plantas por m² e concluiu que a menor população de plantas de soja.ha⁻¹ (20 plantas/m²) combinado com aplicações em horários de temperatura mais amenas do dia (8 e 18h) resultou em um maior controle da ferrugem asiática da soja.

2.5. TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO

De acordo com Embrapa, (2005) tecnologia de aplicação não está somente atrelada ao ato de aplicar (pulverizar) o produto fitossanitário na lavoura, mas leva em conta também a interação entre fatores como praga, doença, planta invasora, ambiente, gotas, produto utilizado, alcançando a máxima eficiência com o mínimo custo.

A tecnologia de aplicação é de grande importância, pois os produtos devem atingir de forma satisfatória ao agente que se deseja controlar (alvo), e dependem da técnica empregada para isso, assim afirma Zambolim *et al.* (2003 *apud* SCHNEIDER *et al.*, 2013).

A pulverização pode ser feita por inúmeros tipos e modelos de pulverizadores, que variam de máquinas manuais até auto propelidos com capacidade operacional superior a 100 hectares por dia. O equipamento com dimensões e potência adequada, irá depender da área a ser tratada em relação ao tempo disponível (SILVA, 1985). Basicamente, do menor ao maior pulverizador seu mecanismo consiste em bombear calda em condutos fechados para pontas de pulverização. Silva (1985), também conceitua pulverização como processo mecânico de geração de gotas, para aplicação de produtos na forma líquida.

Na aplicação de defensivos químicos, uma série de variáveis devem estar em perfeita harmonia garantindo assim, o correto funcionamento do defensivo e correta cobertura do alvo, evitando perdas de produto (SANTOS, 2007).

Segundo Christofolletti (1999 *apud*, COSTA *et al.* 2007), o vento atua diretamente sobre a gota de pulverização fazendo com que perda sua trajetória original e possivelmente não atinja o alvo. A umidade relativa do ar, juntamente com condições de alta temperatura,

está diretamente relacionada com o tempo de vida da gota, uma vez que a mesma é perdida por evaporação em condições de baixa umidade relativa do ar, assim é preferível horas mais frescas do dia, porém evitando seu excesso devido a problemas de escorrimento (BALAN *et al.*, 2008).

Condições climáticas como a umidade relativa do ar, o vento e a temperatura, além do diâmetro de gota que o aparelho pulverizador estiver produzindo, definirão a suscetibilidade da gota à volatilização (SANTOS, 2007). Esse problema é minimizado com o ajuste correto do diâmetro das gotas e a escolha do momento com condições climáticas mais favoráveis.

A uma relação direta entre pressão de pulverização, vazão e diâmetro das gotas aspergidas ao se manter a mesma ponta de pulverização Chagas *et al.* (2012 *apud* COSTA *et al.*, 2012). Aplicar o volume correto de calda, e de maneira mais uniforme possível, são parâmetros fundamentais para realizar uma aplicação de qualidade. Segundo Santos (2007), para que isso seja atendido, é necessária a periódica calibração da máquina pulverizadora.

2.5.1. Pulverizadores

O aparelho de pulverização é um equipamento caro e de precisão, após seu uso a máquina deve ser lavada e guardada em local coberto, eventuais danos de componentes ou pintura devem ser reparados para prolongar a vida útil da máquina (SILVA, 1985).

É importante que a malha dos filtros equipados no pulverizador estejam livres da deposição de partículas e impurezas (REYNALDO; MACHADO, 2015), tais partículas podem ser oriundas de má qualidade da água, produtos ou de reações químicas no tanque causadas por combinações indevidas de produtos.

Esses fatores influenciam no bom aferimento da calibração da máquina, fundamental para que as melhores técnicas, forneçam os melhores resultados, garantindo o retorno econômico sem ultrapassar os limites ambientais (BRAUN *et al.*, 2014).

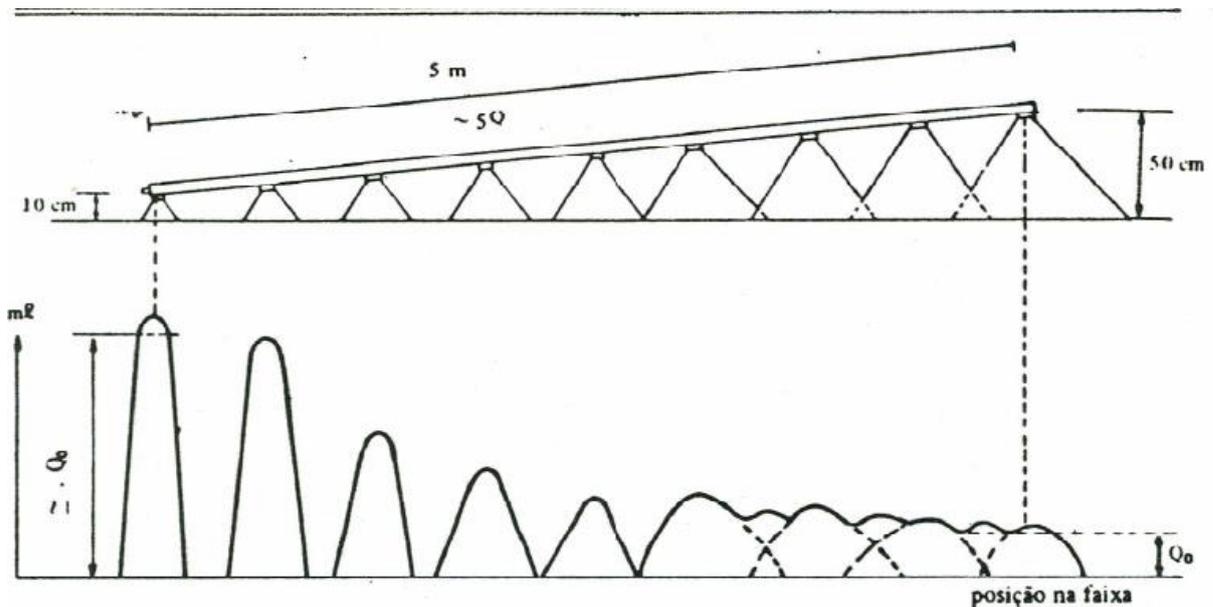
2.5.2. Regulagem e calibração do pulverizador

Os termos descritos no subtítulo (regulagem e calibração) embora pareçam sinônimos tem significados distintos, onde “regulagem” refere-se aos ajustes mais grosseiros da máquina como altura de barras, distância entre bicos, escolha de bicos e filtros e pré estabelecer dosagem e tamanho de gotas. Na calibração, é feito ajustes finos, e verificado se a dose

realmente está de acordo com o estabelecida na regulagem. (CORDEIRO; COUTINHO; MOTTA, 20--?).

A altura de trabalho da barra em relação à cultura é definida pelo ângulo de abrangência da ponta de pulverização e pelo espaçamento entre pontas utilizado, se a barra trabalhar muito alta ou muito baixa haverá faixas de superdosagem e faixas de subdosagem. Assim representado na figura de Silva (1985). (Figura 7)

Figura 7 - falha e sobreposição de acordo com a altura da barra de pulverização.



Fonte: SILVA, 1985.

Nota: Artigo, Técnicas de Aplicação Terrestre de Herbicidas.

As pontas de pulverização estão entre os componentes mais importantes em um pulverizador, sua função é transformar a calda líquida por eles aspergidos, em pequenas gotas com DMV uniforme, e controlar o volume de líquido que sai por unidade de área (SIDAHMED, 1998).

Segundo Veloso *et al.* (1984 *apud* VIANA *et al.*, 2008) bicos de pulverização com jato cônico são os mais indicados para aplicação de fungicidas, eles representam maior eficiência na cobertura do alvo pois produzem gotas com diâmetro de 100 a 200 μm .

Segundo Silva (1985) a altura e inclinação da barra de pulverização é fundamental para que a aplicação cubra toda a área desejada e conseqüentemente cubra com mais eficiência o alvo, barras muito baixas causam faixas com subdosagem e faixas com superdosagem, já as barras muito altas causam faixas de sobreposição excessiva, e pode também causar deriva. Assim como ilustra a figura apresentada anteriormente (Figura 7).

2.6. AVALIAÇÃO DAS GOTAS

Os papéis hidrossensíveis ou cartões hidrossensíveis, são produzidos na Suíça e comercializados no Brasil por algumas cooperativas agrícolas. O cartão possui em um de seus lados o corante azul de bromofenol, que na forma não ionizada possui coloração amarela, e quando alvejado por gotas de água às reproduz na cor azul. As gotas destacadas em azul no cartão podem ser escaneadas para avaliações em softwares (Manual de utilização do software GOTAS).

Ao estudar a pulverização vários parâmetros podem ser considerados como variáveis resposta nos experimentos tais como, área coberta, densidade, DMV (diâmetro mediano volumétrico), número de diâmetros, número de gotas por unidade de área (GARCIA; RAMOS; JUSTINO, 2004).

Entre várias técnicas de contagem de gotas e avaliação de suas características físicas, uma das mais utilizadas na atualidade é o papel hidrossensível devido a sua praticidade de uso e disponibilidade dos recursos segundo Ramos (2000 *apud* GARCIA; RAMOS; JUSTINO, 2004).

O software de computador “Gotas” compatível com Windows e linux nas versões de 32 e 64 bits desenvolvido pela Embrapa auxilia na obtenção dos parâmetros de deposição dos agrotóxicos sobre o alvo (Manual de utilização do software GOTAS).

2.6.1. Diâmetro mediano volumétrico (DMV)

Segundo o manual de utilização do software Gotas o DMV ou sinonimamente D50, é um valor expressado em μm (micras), o valor do DMV representa que 50% dos diâmetros lidos são menores que o DMV em si.

Segundo Embrapa (2009?) as gotas geradas pela ponta de pulverização sob uma determinada pressão, podem ser classificadas de acordo com a norma BCPC (British Crop Protection Council) em:

- Muito finas com DMV menor que 119 μm ;
- Finas com DMV entre 119 e 216 μm ;
- Médias com DMV entre 217 e 353 μm ;
- Grossas com DMV entre 354 e 464 μm ;
- Muito grossas com DMV acima de 464 μm .

O tamanho da gota, juntamente com a umidade relativa do ar, está intrinsicamente ligado ao tempo de vida da gota (Tabela 1). O tempo de vida da gota deve se estender o suficiente para que ela chegue ao alvo, e no caso de um fungicida de ação sistêmica ou translaminar por exemplo, seja absorvido pela planta (EMBRAPA, 2009?).

Tabela 1 - Condições climáticas x tempo de vida da gota.

	Temperatura 20°C e Umidade 80%			Temperatura 30°C e Umidade 50%		
Diâmetro (μ)	200	100	50	200	100	50
Vida (seg.)	200	50	13	56	14	4

Fonte: EMBRAPA, 2009?.

Gotas de menor DMV embora apresentem desvantagens quanto à deriva e tempo de vida, em aplicação de fungicida proporcionam absorção mais rápida pela planta (LENZ *et al.*, 2012). Segundo Viana *et al.*, (2008) pontas de pulverização que produzem gotas com DMV fino, são mais eficientes em atingir alvos no terço inferior da cultura da soja.

2.6.2. Taxa de aplicação

Em ensaio avaliando volumes de 210, 133, 100 e 84 litros de calda por hectare Zôrzo (2015), não verificou influência na produtividade da soja, o que proporciona um ganho na capacidade operacional da máquina com taxas menores como 100 e 84 L.ha⁻¹. Para Roman *et al.* (2009) as doses 100, 150 e 200 dm³.ha⁻¹ não diferiram na porcentagem de cobertura. Já Oliveira *et al.* (2007), afirma que a dose de 100 L.ha⁻¹ teve rendimento inferior em severidade de doenças em relação à taxa de 200 L.ha⁻¹, Porém, o autor Oliveira *et al.* (2007) afirma: “[...] Com a utilização do fungicida epoxiconazole + piraclostrobim, o resultado econômico independe da dose aplicada, enquanto, para o tebuconazole, o aumento dessa implica redução da relação benefício/custo [...]”.

3. MATERIAL E METODOS

3.1. EXECUÇÃO DO EXPERIMENTO

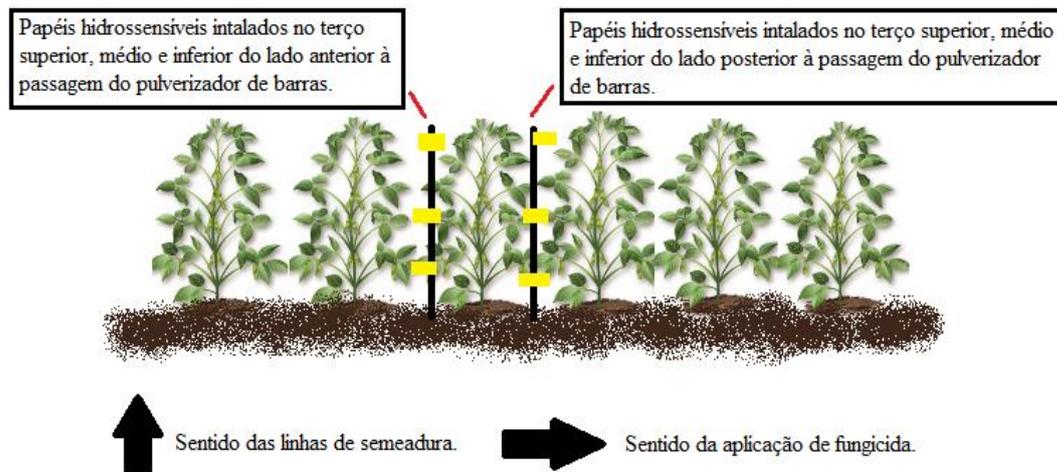
3.1.1. Local do experimento

O experimento foi realizado na safra 2018/19 com a cultivar de soja Jacuí 59HO124 PR IPRO. A pesquisa foi realizada numa propriedade rural localizada no município de Rolador, situado no noroeste do estado de Rio Grande do Sul, entre as coordenadas geográficas 28°17'07" S e 54°46'12" O. O solo caracteriza-se como um LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico, segundo Embrapa (2016) em “Sistema Brasileiro de Classificação de Solos”. A precipitação média anual, segundo dados do Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul, é de 1500 a 1800 mm/ano.

3.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi implantado com Delineamento inteiramente casualizado (DIC) no esquema fatorial 4 (velocidades) x 2 (lados da planta) x 3 (terços: superior, médio e inferior) X 5 (repetições). As velocidades foram 9, 12, 15 e 18 km.h⁻¹. Para os locais de avaliação foram caracterizadas as posições dos papéis hidrossensíveis instalados no terço inferior, médio e superior da cultura em ambos os lados da planta, considerando o sentido das linhas de semeadura e o sentido da operação de pulverização, conforme Figura 8.

Figura 8 - Instalação dos papéis hidrossensíveis.



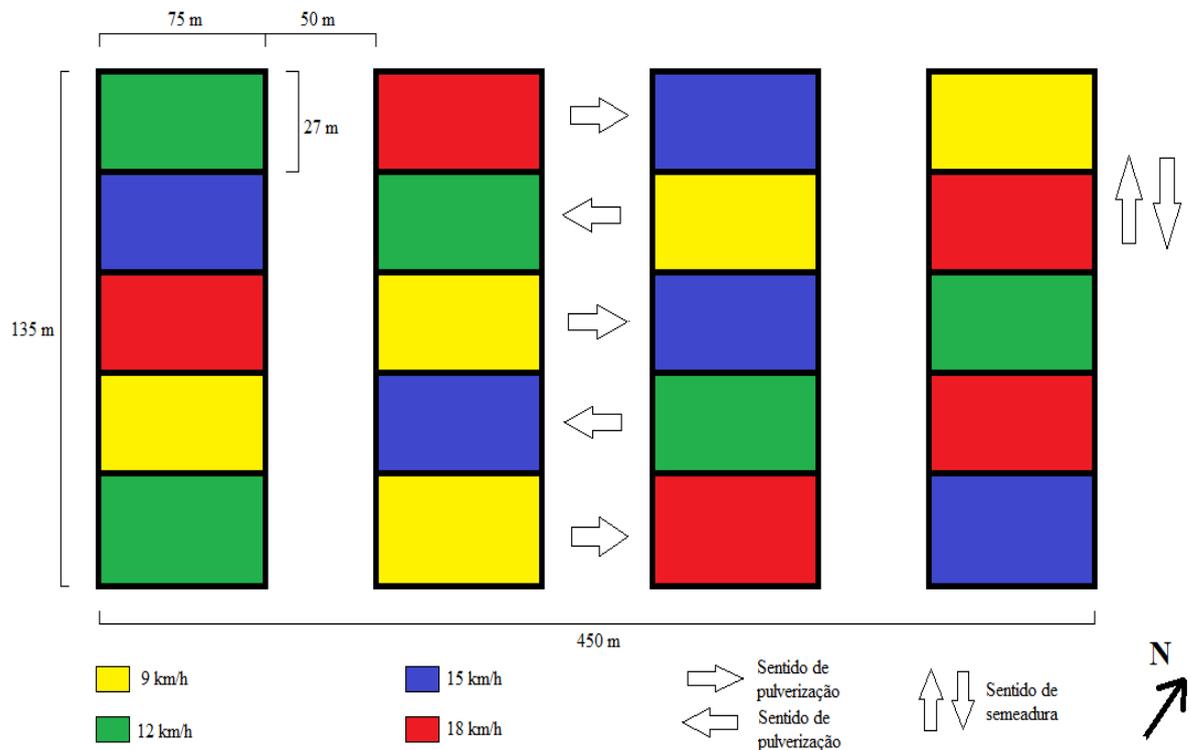
Fonte: Elaborado pelo autor.

A fim de relacionar os papéis hidrossensíveis a uma única planta ou fileira de plantas os mesmos foram instalados à 15 cm de distância da linha de semeadura, assim evitando que o lado anterior de uma planta se confunda com o lado posterior da próxima planta em outra linha de semeadura.

As unidades experimentais foram demarcadas com medidas de 27m x 75m, resultando numa área de 2.025 m² por parcela. No sentido de aplicação as parcelas estão separadas por 50 m de distância que é o espaço necessário para que a tacha de aplicação se estabilize devido as alterações de velocidade do autopropelido (Figura 8).

Os tratamentos foram realizados no sentido transversal às linhas de semeadura uma vez que Justino et al., (2006) caracteriza como indiferente ao sentido paralelo às linhas, na questão do amassamento da cultura. As parcelas foram instaladas, de modo a facilitar a orientação do operador do autopropelido durante os tratos culturais. O croqui, com o sorteio das parcelas, resultou conforme observado na Figura 9.

Figura 9 - Croqui da distribuição e organização das parcelas do experimento.



Fonte: Elaborado pelo autor.

As cores representam as velocidades, portanto nas parcelas em amarelo as aplicações foram realizadas na velocidade de 9 km.h^{-1} , assim como nas parcelas verdes a velocidade foi de 12 km.h^{-1} , nas azuis 15 km.h^{-1} e nas vermelhas 18 km.h^{-1} . As setas posicionadas na horizontal representam o sentido de tráfego do pulverizador ao realizar a operação, e as setas na vertical representam a disposição das linhas de semeadura da cultura da soja.

A demarcação das parcelas a campo foi feita com bandeiras de cores correspondentes as do croqui (Figura 8) para facilitar a identificação durante o manejo dos tratamentos.

3.1. IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO

3.1.1. Semeadura

O experimento foi conduzido com a cultivar de soja Jacuí 59HO124 PR IPRO da empresa HO Genética®, tratada com piraclostrobina (5g/100 kg de semente) + tiofanato-metílico (45g/100 kg de semente) + fipronil (50g/100 kg de semente) sendo esses ingredientes

prontos no produto comercial Standak® Top com a dose recomendada em bula de 200 ml p.c. (produto comercial) por 100kg de semente. A semente foi adquirida no comercio local tratada.

A semeadura foi realizada com semeadora adubadora de precisão equipada com dosador de sementes pneumático, marca Stara® modelo Princesa de 16 linhas, espaçadas em 0,45 m. A operação de semeadura foi realizada à 5 km.h⁻¹ com densidade de 28,8 sementes.m⁻². A máquina foi regulada para distribuir as sementes a 5 cm de profundidade e o fertilizante a 13 cm.

3.1.2. Adubação

O solo da área encontrava-se sem necessidade de correção de acidez. A adubação aplicada na linha de semeadura, baseada em análise química de solo, e dose calculada a partir do Manual de Calagem e Adubação para Solos do Rio Grande de Sul e Santa Catarina. Com expectativa de rendimento de 4,5 toneladas.ha⁻¹ foi calculada a dose de 250 kg.ha⁻¹, do adubo Yara® 2-23-23 top mix.

3.2. TRATOS CULTURAIS

3.2.1. Pulverização

O pulverizador utilizado foi um auto propelido da marca Stara®, modelo gladiador 2300, equipado com controlador eletrônico de vazão, e transmissão hidro. As barras possuem largura útil de 27 metros e o espaçamento entre bicos de pulverização é de 0,5 m. As barras foram equipadas com pontas do tipo cone vazio com ângulo de 80° marca Magnoget® modelo MAG 4. A taxa de aplicação previamente calibrada foi de 100 L.ha⁻¹ de calda por hectare.

Foram feitas de 3 pulverizações em sentido transversal às linhas de cultivo, com intervalos entre pulverização entre 14 e 21 dias segundo recomendações da Comissão Técnica de Reavaliação de Fungicidas do MAPA (ministério da agricultura pecuária e abastecimento). Foram usados apenas produtos devidamente registrados pelo MAPA para a cultura da soja, e na dose média prevista em bula, conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Fungicidas usados para os tratamentos culturais do experimento.

Aplic.	Estádio fenológico	Ingrediente ativo	Produto comercial
1	V7 a V9	Fluxapiraxade + Piraclostrobina + Oxicloreto de cobre	Orchestra® SC + Status®
2	R1 a R3	Picoxistrobina + Tebuconazol + Mancozebe	Cronnos®
3	R4 a R5.2	Azoxistrobina + Benzovindiflupyr + Clorotalonil	Elatus® + Bravonil® 500

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Foram utilizados adjuvantes recomendados na bula dos produtos.

3.3. AVALIAÇÕES

3.3.1. Gotas

Para as avaliações de DMV (μm), cobertura (%) e densidade (gotas.cm⁻²), foram utilizados papéis hidrossensíveis, posteriormente avaliados com o auxílio do software Gotas. Os papéis hidrossensíveis foram instalados em terço inferior, médio e superior da cultura (VIANA et al., 2008; Roman et al., 2009) de acordo com a Figura 8, e em ambos os lados da linha de semeadura, de forma que foi possível avaliar o molhamento no sentido anterior a chegada do pulverizador e no sentido posterior à sua passagem.

A coleta de dados utilizando os papéis hidrossensíveis foi realizada em estágio R4-R5, na última aplicação de fungicida foi escolhido cautelosamente um horário de aplicação sem vento e a umidade relativa do ar (UR) era de 68% e a temperatura 24 °C. Os dados de UR, Temperatura e vento foram obtidos por meio de um termo higrô anemômetro portátil da marca Nktech® modelo NK-W0 3-IN-1 Mini.

Figura 10 – Papéis hidrossensíveis instalados em terço superior, médio e inferior do dossel da cultura.

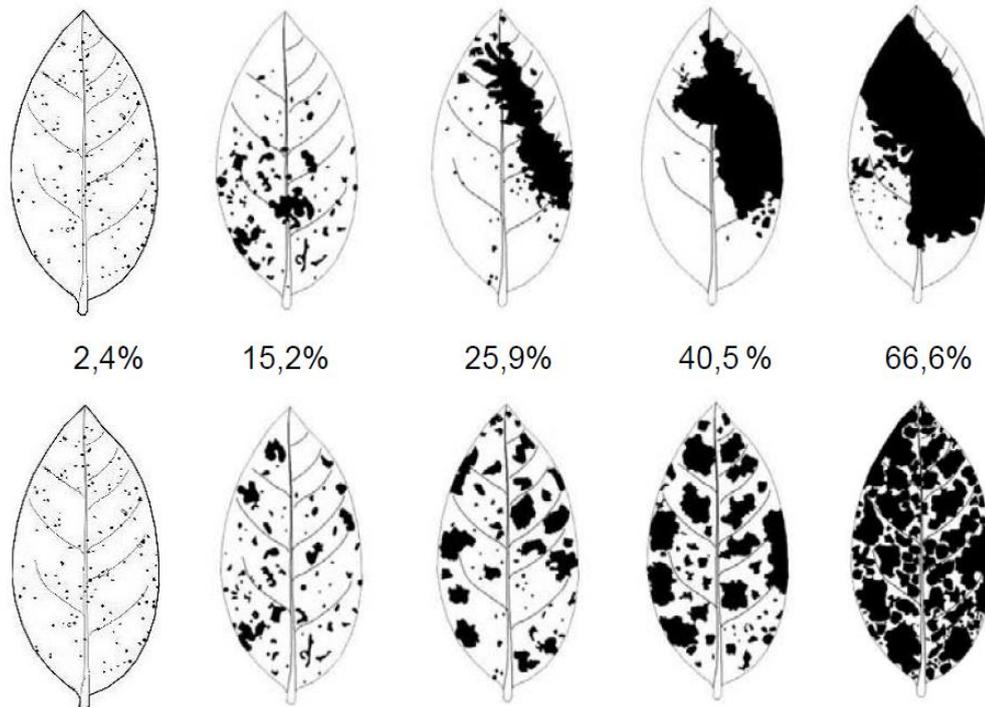


Fonte: Elaborado pelo autor.

3.3.2. Severidade de doenças

A severidade de doenças foi avaliada ao final do ciclo antes da percepção da senescência das folhas devido a maturação fisiológica da cultura. A avaliação foi realizada por dois avaliadores comparando visualmente a área foliar da cultura necrosada com o modelo proposto pela Embrapa (2005) conforme Figura 11.

Figura 11 - Modelo de avaliação de severidade de doenças de final de ciclo



Fonte: EMBRAPA, 2005.

Após obtidas as avaliações de severidade de doenças em cada parcela, por ambos avaliadores, considerou-se a média aritmética dos valores estipulados pelos dois avaliadores.

3.3.3. Produtividade

Ao final do ciclo foi avaliada a produtividade nos diferentes tratamentos, descartando-se a largura de 5,79 metros nas laterais das parcelas e, também, a faixa danificada pelo rodado do pulverizador, restando 734,4 m² de área útil em cada unidade experimental conforme Figura 12.

Figura 12 - Colheita das unidades experimentais



Fonte elaborado pelo autor

A área útil de cada parcela foi colhida com uma colhedora marca John Deere® modelo 1450 com plataforma de corte de 5,79 metros de largura. A velocidade de operação foi de 4 km.h⁻¹ para todas as parcelas.

3.3.4. Análise estatística dos dados

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e quando significativos submetidos a análise múltipla de médias tukey à 5% de significância. O software estatístico utilizado para o processamento dos dados foi o SISVAR.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 DIAMETRO MEDIANO VOLUMÉTRICO (DMV)

Na Tabela 3, estão descritos os resultados da análise de variância (ANOVA) do diâmetro mediano volumétrico (DMV).

Tabela 3 – Análise de variância há 5% de significância para os fatores velocidade, lado, terço e interações

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F. calculado	
Velocidade	3	276783,727	92261,24	9,1355	não sig.
Lado	1	396997,323	396997,3	39,3098	não sig.
Terço	2	82847,543	41423,77	4,1017	significativo
Int. vel. x lad.	3	101978,779	33992,93	3,3659	significativo
Int. vel. x ter.	6	47992,056	7998,676	0,792	não sig.
Int. lad. x ter.	2	62873,02	31436,51	3,1128	significativo
Int. vel. x lad. x ter.	6	35725,536	5954,256	0,5896	não sig.
Resíduo	96	969522,068	10099,19		
Total	119	1974720,05			

Coeficiente de Variação (%) = 15,47

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observou-se que houve diferença a 5% de significância no fator terço e nas interações velocidade x lado e lado x terço.

Observa-se que gotas de menor DMV penetram mais profundamente no dossel da cultura e as gotas de maior DMV param no terço superior da cultura de acordo com Tabela 4.

Tabela 4 - Médias de Diâmetro Mediano Volumétrico dadas em função do terço

Terço	Médias (μm)
superior	686,810 a*
médio	628,777 b
inferior	633,692 b

*As médias não seguidas por mesma letra diferem pelo teste de tukey ao nível de significância de 5%.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Trabalhos realizados por Viana *et al.* (2008), Roman *et al.* (2009) e Zôrzo, (2015) corroboram com os resultados encontrados.

A interação entre os fatores velocidade x lado anterior e posterior houve a diminuição do DMV no lado posterior nas velocidades 9 e 15 km.h⁻¹ em relação ao lado anterior de acordo com a Tabela 5.

Tabela 5 - Esquema fatorial com 4 níveis no fator velocidade e dois níveis no fator lado as medias de Diâmetro Mediano Volumétrico estão dadas em “ μm ”

Velocidade	Lado	
	Anterior	Posterior
9	786,407aA	648,162aB*
12	688,637bA	639,285aA
15	732,062aA	533,170bB
18	622,004bA	548,349bA

*Médias não seguidas por mesma letra diferem estatisticamente pelo teste de tukey ao nível de 5% de significância em minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas.

Fonte: Elaborado pelo autor

No entanto, nas velocidades de 12 e 18 manteve-se semelhante entre os lados avaliados. Isso pode estar atrelado ao efeito “guarda-chuva”, ocasionado pela cobertura do papel hidrossensível pelas próprias folhas no lado anterior, fazendo com que apenas as gotas com menor diâmetro atingissem o alvo.

Em relação ao lado anterior a passagem da barra, com o aumento da velocidade observou-se redução no DMV, exceto o tratamento com a velocidade de 15 km.h⁻¹ que apresentou comportamento semelhante ao com 9 km.h⁻¹ essa aleatoriedade sequencial nos dados pode ser explicada, de acordo com Santos (2007), por turbulências na massa de ar provocadas pela estrutura da barra. A redução no DMV ocorre pois no lado anterior as gotas percorrem uma trajetória mais retilínea até atingir o alvo, tanto pelas gotas de maior DMV quanto pelas de menor DMV.

Analisando o lado posterior a passagem da barra pode-se afirmar que o aumento da velocidade ocasiona a redução do DMV. Isso ocorre devido ao lançamento das gotas maiores, e, por apresentarem massa maior, vão ao encontro do lado anterior. Por consequência as gotas com menor DMV perdem velocidade por apresentarem menor massa e conseguem atingir o lado posterior em maior número.

Além disso, o pulverizador ao incrementar a velocidade precisa ajustar a vazão para manter a taxa de aplicação de 100L.ha⁻¹. Para fazer esse ajuste aumenta-se a pressão nas pontas de pulverização, portanto vai produzir um número maior de gotas finas.

Essa aleatoriedade nos dados de DMV para o lado posterior pode ter sido causada por turbulências na massa de ar que, segundo Santos (2007), junto a outros fatores, interfere na trajetória e tempo da gota até o alvo. Essa turbulência pode ser ocasionada pelo aumento da velocidade do conjunto de pulverização.

O DMV apresenta-se maior no lado anterior exceto no terço inferior conforme Tabela 6.

Tabela 6 - Esquema fatorial com 2 níveis no fator lado e três níveis no fator terço, médias de Diâmetro Mediano volumétrico, dadas em “ μm ”

Lado	Terço		
	Superior	Médio	Inferior
anterior	747,724aA	712,476aA	661,633aB*
posterior	625,896bA	545,077bB	605,752aA

*Médias não seguidas por mesma letra diferem estatisticamente pelo teste de tukey ao nível de 5% de significância em minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas.

Fonte: Elaborado pelo autor

No lado posterior os DMVs dos terços superior e inferior não diferiram entre si e foram maiores que o terço médio, o que é um comportamento que corrobora com Prat *et al.*, (2006) que diz que as gotas de menor DMV atingem com mais facilidade o terço inferior, enquanto as de maior DMV já param no terço superior.

Percebe-se que o efeito de lado só é significativo nos terços superior e médio, possivelmente por que o terço inferior está mais protegido do lançamento das gotas e da movimentação de ar que o pulverizador proporciona.

As gotas de maior massa sofrem mais com o efeito da inércia e acabam alvejando mais o lado anterior das plantas de soja. As gotas de menor massa sofrem menos o efeito da inércia e mais com a resistência do ar, assim acabam representando a maioria das gotas a atingirem o lado posterior.

4.3. COBERTURA

Na Tabela 7, estão descritos os resultados da ANOVA para variável Cobertura de área foliar (%).

Tabela 7 – Análise de variância a 5% de significância para os fatores velocidade, lado, terço e interações para variável resposta cobertura

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F. calculado	
Velocidade	3	28,119	9,373	0,681	não sig.
Terço	2	2455,786	1227,893	89,254	significativo
Lado	1	39,396	39,396	2,864	não sig.
vel. X Ter.	6	40,301	6,717	2,864	não sig.
Vel. X Lad.	3	49,667	16,556	0,488	não sig.
Ter. x Lad.	2	7,289	3,644	1,203	não sig.
Vel. X Ter. x Lad.	6	40,486	6,748	0,265	não sig.
Resíduo	96	1320,7	13,752	0,49	
Total	119	3981,744			

Coeficiente de Variação (%) = 76,15

Fonte: Elaborado pelo autor.

Segundo EMBRAPA, (2009?) quanto menor a velocidade maior a taxa de aplicação, e consequentemente maior a cobertura. Porém como visto na ANOVA (Tabela 7) Essa condição não se aplica para pulverizadores equipados com fluxômetro e regulador automático de vazão, o que mantém a taxa de aplicação constante em diferentes velocidades.

O fator lado não apresentou diferença significativa, isso pode ser explicado pelo alto CV da análise (76,15%) o que também foi observado por Roman et al. (2009) (entre 60 e 112%).

O fator terço apresentou diferença significativa entre seus níveis. Assim suas médias foram submetidas ao teste de tukey onde a menor cobertura foi observada no terço inferior não diferindo do terço médio conforme a Tabela 8.

Tabela 8 - Médias de Cobertura (%) em função da profundidade no dossel da cultura (terço)

Terço	Médias (%)
superior	11,105 a*
médio	1,845 b
inferior	1,203 b

*As médias não seguidas por mesma letra diferem pelo teste de tukey ao nível de significância de 5%.

Fonte: Elaborado pelo autor

O terço superior apresentou a maior cobertura, corroborando com Cunha, Reis e Santos, (2006), em que também obtiveram maior cobertura no terço superior e menor nos terços médio e inferior em ensaio com volumes de calda 115 e 160 L.ha⁻¹ e diferentes pontas de pulverização.

4.4. DENSIDADE DE GOTAS

Na Tabela 9, estão descritos os resultados da ANOVA para variável Densidade de gotas.

Tabela 9 – Análise de variância a 5% de significância para os fatores velocidade, lado, terço e interações para variável resposta Densidade

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F. calculado	
Velocidade	3	174,549	58,183	2,711	significativo
Terço	2	3919,645	1959,822	91,323	significativo
Lado	1	45,642	45,642	2,127	não sig.
vel. X Ter.	6	267,029	44,505	2,074	não sig.
Vel. X Lad.	3	38,719	12,906	0,601	não sig.
Ter. x Lad.	2	2,166	1,083	0,05	não sig.
Vel. X Ter. x Lad.	6	47,594	7,932	0,37	não sig.
Resíduo	96	2060,183	21,46		
Total	119	6555,526			

Coeficiente de Variação (%) = 77,32

Fonte: Elaborado pelo autor.

A maior densidade de cobertura de gotas foi na velocidade 18 km.h⁻¹, não diferindo das velocidades 12 km.h⁻¹ e 15 km.h⁻¹ de acordo com a Tabela 10.

Tabela 10 - Médias de densidade (gotas.cm⁻²) em função da velocidade

Velocidade	Médias (gotas.cm⁻²)
9	4,020 b*
12	6,102 ba
15	6,524 ba
18	7,271 a

*As médias não seguidas por mesma letra diferem pelo teste de tukey ao nível de significância de 5%.

Fonte: Elaborado pelo autor

A velocidade 9 km.h⁻¹ apresentou a menor densidade de cobertura não diferindo das velocidades 12 km.h⁻¹ e 15 km.h⁻¹ que por sua vez apresentaram valores intermediários.

(Tabela 10)

Os dados da Tabela 10 apresentaram-se dessa forma devido às velocidades menores proporcionarem uma menor pressão, assim um DMV maior. Com isso foram produzidas gotas em menor número e com maior volume o que ocasiona diminuição na densidade. Na medida que a velocidade aumenta, a pressão também aumenta, e o DMV diminui Chagas *et al.* (2012 *apud* COSTA *et al.*, 2012).

No fator terço constatou-se que a maior média foi no terço superior diferindo dos demais conforme Tabela 11.

Tabela 11 - Médias de densidade (gotas.cm⁻²) em função da profundidade no dossel (terço)

Terço	Médias (gotas.cm⁻²)
superior	14,037 a*
médio	2,497 b
inferior	1,404 b

*As médias não seguidas por mesma letra diferem pelo teste de tukey ao nível de significância de 5%.

Fonte: Elaborado pelo autor

Os terços inferiores e médios apresentaram a menor densidade, corroborando com Viana *et al.*, (2008) que avaliaram diferentes pontas de pulverização, e chegaram ao mesmo comportamento.

4.5. SEVERIDADE DE DOENÇAS

A severidade de doenças de final de ciclo não apresentou diferença significativa pela ANOVA de acordo com Tabela 12.

Tabela 12 - Análise de variância a 5% de significância para os fatores velocidade, lado, e interação para variável resposta severidade de doenças

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F. calculado	
Velocidade	3	56,213	18,738	1,546	não sig.
Lado	1	17,822	17,822	1,47	não sig.
Vel. X Lad.	3	1,263	0,421	0,035	não sig.
Resíduo	32	387,931	12,123		
Total	39	463,229			
Coeficiente de Variação (%) = 61,14					

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.6. PRODUTIVIDADE

A produtividade da cultura da soja não sofreu interferência das condições de aplicação avaliadas. A média geral observada entre os tratamentos foi de 82,65 Sacas.ha⁻¹, variando apenas 2,05 % deste valor como observado na Tabela 13.

Tabela 13 - Análise de variância a 5% de significância para variável resposta produtividade

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F. calculado	
velocidade	3	2,035	0,678	0,237	não sig.
Resíduo	16	45,885	2,868		
total	19				
Coeficiente de Variação (%) = 2,05					

Fonte: Elaborado pelo autor

5. CONCLUSÃO

O terço superior apresentou DMV maior em relação aos terços médio e inferior que não diferiram entre si.

O aumento da velocidade de operação de 9 para 18 km.h⁻¹ causa diminuição no DMV.

O lado posterior é mais atingido por gotas de menor DMV enquanto as gotas de maior DMV atingem com maior frequência o lado anterior das plantas de soja para velocidades de deslocamento superiores a 15 km.h⁻¹.

O DMV é maior no lado anterior apenas nos terços superior e médio.

Ao alterar a velocidade de 9 para 18 kmh-1 ocorre o aumento da densidade de gotas uma vez que o pulverizador mantém a mesma taxa de aplicação.

A produtividade e a severidade de doenças na cultura da soja não são influenciadas pelo incremento na velocidade de 9 a 18 km⁻¹, quando mantida a taxa de aplicação de 100 L.ha⁻¹, e utilizado três aplicações de fungicidas com mecanismos de absorção sistêmicos e translaminares adjuntos a fungicidas de ação protetora (multissítio).

REFERÊNCIAL TEÓRICO

AGROSTAT. **Estatísticas de Comercio Exterior do Agronegócio Brasileiro**. Disponível em: <http://indicadores.agricultura.gov.br/index.htm>. Acesso em: 26 mai. 2020.

ALAMBERT, M. R. **Estimação estocástica de parâmetros produtivos da soja**. Orientador: Durval Dourado Neto, São Paulo, 2015. (Dissertação de Mestrado em Agroenergia) - Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getulio Vargas 2010.

ALVEZ, V. M.; JULIATTI, F. C. Summa Phytopathol. **Fungicidas no Manejo da Ferrugem da Soja, Processos Fisiológicos e Produtividade da Cultura**. V.44, n.3, p.245-251, 2018. Atlas Socioeconômico Rio Grande do Sul. **Clima, temperatura e precipitação**. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/clima-temperatura-e-precipitacao>. Acesso em: 20 jun. 2020.

BALAN, G. B. *et al.* **Deposição da calda pulverizada por três pontas de pulverização sob diferentes condições meteorológicas**. Londrina, v.29, n.2, p.293-298, abr./jun. 2008.

BOLLER, W.; RAETANO, C. G. Bicos e pontas de pulverização de energia hidráulica, regulagens e calibração de pulverizadores de barras. In: ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W (Org.). **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. Ed. Aldeia Norte, Passo Fundo, 2011, p. 51-82.

BRAUN, M. *et al.* **Comparação de pulverização de baixa (60 L.ha⁻¹) com alta vazão (170 L.há⁻¹) em pulverização de barras**. Acta Iguazu, Cascavel, v.3, n.3, p.11-22, 2014.

BUEHRMANN, C. *et al.* **Sequência e intervalos de aplicação de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja**. P.7, 2017?.

CAMERA, J. N. **Patogenicidade, esporulação e interação entre temperatura e período de molhamento foliar na intensidade da mancha foliar “olho-de-rã” em soja**. Orientadora: Carolina Cardoso Deuner, Passo Fundo, p.117, fev. 2012. (Dissertação de Mestrado em Fitopatologia) – Programa de Pós-graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, 2012.

CHAGAS, K. *et al.* Rendimento operacional de um pulverizador de barras em diferentes pressões de serviço e velocidade. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer. Goiânia, v.8, n.14; p.827. 2012.

CHEVARRIA, V. V. Mapeamento da severidade da ferrugem asiática da soja na região sul do Brasil em cenários de clima atual e futuro. **Workshop Sobre Mudanças Climáticas e Problemas Fitossanitários**. Jaguariúna. 2012. **Ciencias Tecnicas Agropecuarias**, La Habana, v. 15, n. 3, p. 34-38, 2006.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Monitoramento Agrícola – SAFRA 2018/19, V.6 - SAFRA 2018/19 N.12 – Décimo segundo Levantamento Setembro/2019.

CORDEIRO, C. A. M; COUTINHO, P. O; MOTTA, F. M. **Regulagem e calibração de pulverizadores agrícola.** p.20, [20--?].

COSTA, A. G. F. *et al.* **Efeito da intensidade do vento, da pressão e de pontas de pulverização na deriva de aplicações de herbicidas em pré-emergência.** Viçosa-MG, v.25, n.1, p.203-210, 2007.

CRUZ, S. C. S. *et al.* Cultivo de soja sob diferentes densidades de semeadura e arranjos espaciais. **Revista de Agricultura Neotropical.** Cassilândia, v.3, p.1-6, jan/mar. 2016.

CUNHA, J. P. A. R; REIS, E. F. dos; SANTOS, R de O. Controle químico da ferrugem asiática da soja em função de ponta de pulverização e volume de calda. **Ciência Rural**, v. 36, n. 05, p. 1360-1366, 2006.

EMBRAPA. Aspectos fundamentais sobre a tecnologia de aplicação de agrotóxicos. **Módulo 2- Capacitação em Cereais de Inverno Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos.** [S. l.: s. n.], [2009?].

EMBRAPA. **Ecofisiologia da soja.** Londrina, n.48, p.9, set. 2007. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?q=ecofisiologia+da+soja&hl=ptBR&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar. Acesso em: 15 mai. 2020.

EMBRAPA. Eficiência de fungicidas multissítio no controle de ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2015/16: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. **Circular Técnica.** Londrina n.121, p.1-7, 2016.

EMBRAPA. **Manual de identificação de doenças de soja.** Londrina V.5, n.256, p.76, abr. 2014.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 5.ed., ver. e ampl. Brasília-DF. 2018. Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.** Comissão de Química e Fertilidade do Solo. - 11. ed. – Porto Alegre, 2016.

EMBRAPA. **Tecnologia de aplicação de defensivos.** Dez. 2005. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Ameixa/AmeixaEuropeia/tecnologia.htm#:~:text=Tecnologia%20de%20aplica%C3%A7%C3%A3o%20de%20defensivos&>. Acesso em: 11 ago. 2020.

EMBRAPA. **Tratamento de semente e aplicação foliar de fungicidas para o controle da ferrugem-da-soja.** Brasília-DF, v.43, n.10, p.1297-1302, out. 2008. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/busca-de-publicacoes/-/publicacao/450611/tratamento-de-semente-e-aplicacao-foliar-de-fungicidas-para-o-controle-da-ferrugem-da-soja>. Acesso em: 6 mai. 2020.

FERREIRA FILHO, A. S. **Caracterização morfológica e enzimática de isolados de *Corynespora cassiicola* e reação de cultivares de soja à mancha-alvo.** Orientador: Erlei Melo Reis. 2012. 84 p. (Dissertação em Fitopatologia). Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2012.

FERREIRA, M. C. Aplicações de fungicida para o controle da ferrugem asiática da soja e interações com diferentes arranjos espaciais da cultura. Orientador: Walter Boller, Passo Fundo-RS 2009. (Dissertação de Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Passo Fundo. Mar. 2009. Disponível em: <http://tede.upf.br:8080/jspui/handle/tede/486>. Acesso em: 12 de ago. 2020.

GARCIA, L. C; RAMOS, H. H; JUSTINO, A. Avaliação de softwares para análise de parâmetros da pulverização realizada sobre papéis hidrossensíveis. **Revista Brasileira de Agrocomputação**. Ponta Grossa. v.2, n.1, p.19-28, Jun.2004.

GODOY, C. V. *et al.* Eficiência do controle da ferrugem asiática da soja em função do momento de aplicação sob condições de epidemia em Londrina. **Tropical plant pathology**, Londrina-PR, v.34, n.1, p.6, 2009.

GOTAS. Programa de análise de deposição de agrotóxicos. **Manual de Utilização**.

GRIGOLLI, J. F. J. **Manejo de doenças na cultura da soja**. [S. l.]. 2015.

GUTERRES, C. W. Intervalos de aplicação de fungicidas e o controle de ferrugem da soja. **Revista Mais Soja**. Cruz Alta, mar. 2018. Disponível em: <https://maissoja.com.br/intervalos-de-aplicacao-de-fungicidas-e-o-controle-de-ferrugem-da-soja/>. Acesso em: 26 mai. 2020.

HASS, M. **Efeito de horários de aplicação de fungicida no controle de *Phakopsora pachyrhizi* na cultura da soja**. Orientador: Jackson Ernani Fiorin. 2017. 39 p. (Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento Rural). Universidade de Cruz Alta, Cruz Alta, Mar. 2017. <https://www.embrapa.br/soja/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1052207/eficiencia-de-fungicidas-multissitios-no-controle-da-ferrugem-asiatica-da-soja-phakopsora-pachyrhizi--na-safra-201516-resultados-sumarizados-dos-ensaios-cooperativos>. Acesso em 29 mai. 2020.

JUSTINO, A. *et al.* **Sentido de pulverização em culturas de soja e feijão com pulverizador de barras**. Jaboticabal, v.26, n.3, p.755-758, set./dez. 2006.

LENZ, G. *et al.* Espectro de gotas e idade de trifólios e sua interação com a área abaixo da curva de progresso da ferrugem asiática. **Revista Ciência Rural**. V.42, n.9, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012005000066>. Acesso em: 18 jun. 2020.

OLIVEIRA, A. R. de. *et al.* **Fungicidas, doses e volumes de calda no controle químico da ferrugem da folha da aveia (*Puccinia coronata* f.sp. *avenae*)**. Jaboticabal, v.27, n.esp., p.48-55, jan. 2007.

OLIVEIRA, W. F. de. *et al.* **Eficiência de produtos fitossanitários pulverizados na cultura da soja (*Glycine max* L.), no controle da mancha parda (*Septoria glycines*) e crestamento foliar-mancha púrpura dos grãos (*Cercospora kikuchii*)**. Goiânia. 2000.

PRAT, M. I. H.; TEIXEIRA, M. M.; RODRIGUES, G. J. Influencia de la velocidad del pulverizador y la presión de líquido em la deposición del espectro de gotas. **Revista ciências técnicas**. 2006.

REYNALDO, É. F; MACHADO, T. M. **Inspeção periódica de pulverizadores na região centro-sul do estado do paraná**. Rio Verde, v.08, n.03, p.87–94, set/dez. 2015. Disponível

em:

https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:TUxyIEZIUKMJ:scholar.google.com/+manuten%C3%A7%C3%A3o+de+pulverizadores+reynaldo&hl=pt-BR&as_sdt=0,5. Acesso em: 1 jun. 2020.

RODRIGUES, M. A. T. **Classificação de fungicidas de acordo com o mecanismo de ação proposto pelo FRAC**. Orientador: Nilton Luiz de Souza. 2006. xxxix, 249 f. (Dissertação mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2006. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/97224>. Acesso em: 20 mai. 2020.

ROMÁN, R. A. A *et al.* Cobertura Da Cultura Da Soja Pela Calda Fungicida Em Função De Pontas De Pulverização E Volumes De Aplicação. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 10, n. 3, p. 225-230, 2009. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/agraria/article/view/14529/9906>. Acesso em: 16 abr. 2021.

SANTOS, R. de O. **Níveis de deposição de produtos líquidos com aplicação aérea utilizando adjuvantes**. 2007. 98 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

SARAN, P. E. **Manual de identificação das doenças da soja**. [S. l.: s. n.], [200-?]. Disponível em: <https://www.fmcagricola.com.br/Home/Coletaneas>. Acesso em: 18 jun. 2020.

SCHNEIDER, J. L. *et al.* **Cobertura de gotas de pulverização obtida com diferentes pontas e taxa de aplicação na parte aérea da cana-de-açúcar**. Londrina, p.6, 2013.

SIDAHMED, M. M. Analytical comparison of force and energy balance methods for characterizing sprays from hydraulic nozzles. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.41, n.3, p.531-536, 1998.

SILVA, J. B. da. Técnicas de aplicação terrestre de herbicidas. **Controle de Planta Daninhas**. Sete Lagoas, v.1, p.24-31, 1985.

SILVA, R. de O. **Níveis de deposição de produtos líquidos com aplicação aérea utilizando adjuvantes**. Orientador: Wellington Pereira Alencar de Carvalho. 2007. 83 p. (Dissertação em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

SOUZA, L. L. P. de. **Efeito do momento de aplicação de fungicida e da época de semeadura no controle da ferrugem asiática da soja**. Orientador: Luiz Eduardo Bassay Blun, Brasília-DF n.99. p.52, 2015. (Dissertação mestrado em agronomia) – Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Programa de Pós-Graduação em Agronomia 2006.

TEJO, D. P.; FERNANDES, C. H. dos. S.; BURATTO, J. S. Soja: fenologia, morfologia e fatores que interferem na produtividade. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia da FAEF**. Paraná, v.35, n.1, p.9, jun.2019.

TÖFOLI, J. G. *et al.* Controle da requeima e pinta preta da batata por fungicidas: conceitos, evolução e uso integrado. **Biologia**, São Paulo, v. 75, n. 1, p. 41-52, jun. 2013.

VIANA, G. R. *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: <https://periodicos.ufv.br/reveng/article/view/52/48>. Acesso em: 18 jun. 2020.

ZANON, A. J. *et al.* **Ecofisiologia da soja visando altas produtividades**. [s. n.], Santa Maria. V.1, p.136, 2018.

ZÔRZO, F. **Volumes de calda para aplicação de fungicidas**. Orientador: Marcos Antônio Zambillo Palma. 2015. 39 p. (TCC – Agronomia). Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, 2015.