

**UNIRV- UNIVERSIDADE DE RIO VERDE**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

**TECNOLOGIAS DE PULVERIZAÇÃO DE FUNGICIDAS NO**  
**CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA EM CULTIVARES DE**  
**SOJA**

**LAURÍCIO RIBEIRO DE MORAES**

*Magister Scientiae*

**RIO VERDE**  
**GOIÁS - BRASIL**  
**2016**

**LAURÍCIO RIBEIRO DE MORAES**

**TECNOLOGIAS DE PULVERIZAÇÃO DE FUNGICIDAS NO  
CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA EM CULTIVARES DE  
SOJA**

Dissertação apresentada à UniRV – Universidade de Rio Verde, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*

**RIO VERDE  
GOIÁS - BRASIL**

**2016**

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

M827t Moraes, Lauricio Ribeiro de.  
Tecnologias de pulverização de fungicidas no controle da ferrugem asiática em cultivares de soja. / Lauricio Ribeiro de Moraes. - 2016  
57 f. : il. Color.

Orientador: Prof. Dr. Hercules Diniz Campos.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade de Rio Verde – UniRV, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, 2016.

Inclui índice de tabelas e figuras.

1. Controle químico. 2. Glycine Max. 3. Phakopsora pachyrhizi. 4. Pontas de pulverização. 5. Volume de pulverização. I. Título. II. Campos, Hercules Diniz. III. Universidade de Rio Verde – UniRV.

CDU-632.934.1

Catálogo na fonte: Bibliotecária Mariana Oliveira Soldera – CRB1/3100

**LAURÍCIO RIBEIRO DE MORAES**

**TECNOLOGIAS DE PULVERIZAÇÃO DE FUNGICIDAS NO  
CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA EM CULTIVARES DE SOJA**

Dissertação apresentada à UniRV – Universidade de Rio Verde, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*

APROVAÇÃO: 16 de dezembro de 2016

---

Prof. Dr. Hércules Diniz Campos  
Presidente da Banca Examinadora

---

Prof. Dr. Gustavo André Simon  
Membro – FA/UniRV

---

Dra. Lilianne Martins Ribeiro  
Membro – FA/UniRV

---

Dra. Simone Cristiane Brand  
Membro – CTC/COMIGO

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, que acima de tudo permitiu a vida. Às minhas filhas, que a todo momento de dificuldade, por maior que fosse, me incentivaram a continuar com meus estudos, fazendo-me entender que educação e formação profissional não é algo possível de perda, que dar exemplo não é a melhor maneira de educar um filho, é a única! À minha esposa amada, que sempre está ao meu lado incondicionalmente. Aos meus familiares, meu orientador e meus amigos, pois me mostraram que a maturidade não chega com a idade, mas com aceitação de responsabilidades, o que nos dá força e garra para vencermos os obstáculos do dia a dia, lembrando-me diariamente da importância de uma amizade verdadeira.

## AGRADECIMENTOS

A DEUS, que me deu saúde e amparo nas horas mais difíceis.

À Universidade de Rio Verde – UniRV, ao Departamento de Produção Vegetal pela oportunidade de realização de um sonho, a Pós-Graduação (Mestrado).

Aos meus pais, Sílvio e Iracema, e aos meus irmãos, Silvânia, Aurélio, e Antônio Augusto, pelo apoio, incentivo, confiança e solidariedade de sempre.

Ao professores orientadores, Prof. Dr. Hércules Diniz Campos e Dr<sup>a</sup>. Lillianne Martins Ribeiro, pela orientação e sugestões imprescindíveis para conclusão desse trabalho, ajuda na minha formação profissional, confiança e amizade, principalmente pela dedicação e paciência.

Ao Prof. Dr. Carlos César Evangelista de Menezes, pela confiança e amizade, principalmente pela paciência e preocupação em repassar o conhecimento adquirido.

Ao GRUPO LACERDA (Marcus Vinícius Finotti Lacerda, Horácio Camargo Lacerda Júnior e Marcus Vinícius Vieira Lacerda), pela importância no crescimento profissional.

Ao amigo Alessandro Alexandre de Lima, pelo apoio, amizade e ajuda sempre nos momentos mais difíceis durante esta caminhada de vida.

Aos amigos que ajudaram na condução dos trabalhos de pesquisa do ensaio de campo, Dionízio Felício Vieira Neto e os assistentes Rafael e Leonel.

À BASF, pelo apoio e incentivo à conclusão deste trabalho.

Enfim, a todos os professores, funcionários, amigos e colegas que conheci durante o tempo que permanecemos em atividade de sala de aula.

*“QUEM QUER IR MAIS RÁPIDO VAI SOZINHO, MAS QUEM QUER IR MAIS LONGE VAI ACOMPANHADO.”*

*(Al Gore)*

*“NÃO EXISTE UM CAMINHO PARA A FELICIDADE, A FELICIDADE É O CAMINHO.”*  
*(Gandhi)*

## BIOGRAFIA

**LAURICIO RIBEIRO DE MORAES**, filho de Sílvio Ribeiro de Moraes e Iracema Rastrello de Moraes, nasceu no dia 19 de dezembro de 1968, em Goiatuba, Goiás. Em 1986, ingressou no Curso Técnico em Agropecuária na EAFRV – Escola Agrotécnica Federal de Rio Verde, Goiás, concluindo em 1988. Em 2000, ingressou no Curso de Agronomia da Universidade Federal Rural da Amazônia, graduando-se em dezembro de 2004. Em 2008, iniciou o Curso de Especialização *lato sensu* em Nutrição de Plantas e Fertilidade do Solo pela Universidade Federal de Lavras, concluindo em 2009. Iniciou o curso de mestrado em Produção Vegetal pela UNIRV - Universidade de Rio Verde, em janeiro de 2014, defendendo a dissertação em 2016.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	viii
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	x
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 Importância econômica da soja.....	2
2.2 Ferrugem asiática da soja.....	2
2.2.1 Danos causados pela ferrugem .....	3
2.2.2 Etiologia, taxonomia e morfologia.....	4
2.2.3 Sintomatologia.....	5
2.2.4 Clima como fonte de infecção.....	5
2.3 Controle.....	6
2.3.1 Resistência genética.....	6
2.3.2 Práticas culturais.....	7
2.3.3 Eliminação de hospedeiros secundários.....	8
2.4 Tecnologia de aplicação.....	8
2.4.1 Parâmetros de aplicação de defensivos agrícolas.....	8
2.4.2 Pulverização.....	9
2.4.3 Volume de calda.....	10
2.4.4 Qualidade na aplicação de defensivos.....	11
2.4.5 Ambiente.....	12
2.4.6 Aplicação terrestre.....	13
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1 Localização.....	13
3.2 Arranjo experimental.....	14
3.3 Variáveis analisadas.....	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
4.1 Deposição de gotas.....	19
4.2 Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e desfolha.....	25



4.3 Componentes da produção.....	28
5 CONCLUSÕES.....	30
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
ANEXOS .....	37

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Tratamentos utilizados no experimento para controle da ferrugem asiática na safra 2014/15. Universidade de Rio Verde, 2016.....	14
TABELA 2	Características botânicas dos cultivares de soja utilizados no experimento. Universidade de Rio Verde, 2016.....	15
TABELA 3	Condições ambientais durante as aplicações. Universidade de Rio Verde, 2016.....	16
TABELA 4	Deposição de gotas $\text{cm}^{-2}$ (número de gotas $\text{cm}^{-2}$ ) no dossel inferior, médio e superior das plantas de soja analisadas após aplicação dos fungicidas nos dias 02/02/2015 (R5.1), 14/02/2015 (R5.5) e 28/02/2015 (R6) em função do controle químico da ferrugem asiática para os fatores fungicida, ponta e volume no cultivar NA 5909 RR, safra 2014/15. Universidade de Rio Verde, 2016.....	20
TABELA 5	Deposição de gotas $\text{cm}^{-2}$ (número de gotas $\text{cm}^{-2}$ ) no dossel inferior, médio e superior das plantas de soja analisadas após aplicação dos fungicidas nos dias 02/02/2015 (R5.1), 14/02/2015 (R5.5) e 28/02/2015 (R6) em função do controle químico da ferrugem asiática para os fatores fungicida, ponta e volume no cultivar NA 7237 IPRO, safra 2014/15. Universidade de Rio Verde, 2016.....	21
TABELA 6	Deposição de gotas $\text{cm}^{-2}$ (número de gotas $\text{cm}^{-2}$ ) no dossel superior das plantas de soja analisadas após aplicação dos fungicidas nos dias 02/02/2015 (R5.1), 14/02/2015 (R5.5) e 28/02/2015 (R6) em função do controle químico da ferrugem asiática na dupla interação do cultivar NA 7237 IPRO, safra 2014/15. Universidade de Rio Verde, 2016.....	21
TABELA 7	Deposição de gotas $\text{cm}^{-2}$ (número de gotas $\text{cm}^{-2}$ ) no dossel inferior, médio e superior das plantas de soja analisadas após aplicação dos fungicidas nos dias 02/02/2015 (R5.1) e 14/02/2015 (R5.5) em função do controle químico da ferrugem asiática na tripla interação do cultivar BMX Potência RR, safra 2014/15. Universidade de Rio Verde, 2016..	22

TABELA 8	Deposição de gotas $\text{cm}^{-2}$ (número de gotas $\text{cm}^{-2}$ ) no dossel inferior, médio e superior das plantas de soja analisadas após aplicação dos fungicidas no dia 28/02/2015 (R6) em função do controle químico da ferrugem asiática na dupla interação do cultivar BMX Potência RR, safra 2014/15. Universidade de Rio Verde, 2016.....	23
TABELA 9	Deposição de gotas $\text{cm}^{-2}$ (número de gotas $\text{cm}^{-2}$ ) no dossel inferior, médio e superior das plantas de soja analisadas após aplicação dos fungicidas nos dias 02/02/2015 (R5.1), 14/02/2015 (R5.5) e 28/02/2015 (R6) em função do controle químico da ferrugem asiática para os fatores fungicida, ponta e volume no cultivar W 712 RR, safra 2014/15. Universidade de Rio Verde, 2016.....	24
TABELA 10	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) em função da severidade da ferrugem asiática nos cultivares NA 5909 RR, NA 7237 IPRO e BMX Potência RR para interação tripla fungicida x ponta x volume, safra 2014/15. Universidade de Rio Verde, 2016.....	26
TABELA 11	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) em função da severidade da ferrugem asiática no cultivar W 712 RR para a interação dupla fungicida x volume e ponta x volume, safra 2014/15. Universidade de Rio Verde, 2016.....	26
TABELA 12	Desfolha (%) nos cultivares NA 5909 RR, NA 7237 IPRO, BMX Potência RR e W 712 RR no dia 16/03/2015 (R7) para a interação tripla fungicida x ponta x volume, safra 2014/15. Universidade de Rio Verde, 2016.....	27
TABELA 13	Massa de mil grãos (g) nos cultivares NA 5909 RR, NA 7237 IPRO, BMX Potência RR e W 712 RR para os fatores fungicida, ponta de pulverização e volume de aplicação, safra 2014/15. Universidade de Rio Verde, 2016.....	28
TABELA 14	Produtividade de grãos da soja ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) nos cultivares NA 5909 RR, NA 7237 IPRO, BMX Potência RR e W 712 RR para a interação tripla fungicida x ponta x volume, safra 2014/15. Universidade de Rio Verde, 2016.....	29

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Precipitações e temperaturas (máxima, média e mínima), nos meses de condução do ensaio, novembro de 2014 a abril de 2015. Universidade de Rio Verde, 2016.....	18
FIGURA 2	Progresso da ferrugem asiática nas plantas testemunhas a partir do estágio fenológico R1 até o estágio R7 nos cultivares utilizados, safra 2014/15. Universidade de Rio Verde, 2016.....	19

## RESUMO

MORAES, Laurício Ribeiro, Ms., UniRV - Universidade de Rio Verde, dezembro de 2016. **Tecnologias de pulverização de fungicidas no controle da ferrugem asiática em cultivares de soja.** Orientador: Prof. Dr. Hércules Diniz Campos.

A expansão das áreas de cultivo da soja associada ao monocultivo proporcionou grandes epidemias fúngicas, sendo a ferrugem asiática caracterizada como a de maior importância. Nos últimos anos, a busca por maiores rendimentos induziu a pesquisa a desenvolver genótipos com menor ciclo de produção, crescimento indeterminado, arquitetura de plantas com variáveis inadequadas à ação dos fungicidas em seus alvos, necessitando de maior deposição de gotas  $\text{cm}^{-2}$  no dossel inferior da planta para sua melhor efetividade. Neste sentido, a tecnologia de pulverização que proporciona má distribuição das gotas no limbo foliar pode implicar em baixa eficácia de um fungicida com alta fungitoxicidade, bem como proporcionar menor residual no tecido foliar. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o controle químico da ferrugem asiática da soja e a deposição da calda fungicida aplicada na cultura, em função de diferentes volumes de aplicação e tipos de ponta de pulverização. O ensaio foi instalado no Centro de Pesquisa Agrícola, durante a safra 2014/2015. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com nove tratamentos em quatro repetições, em arranjo fatorial  $2 \times 2 \times 2$ , sendo o primeiro fator os fungicidas utilizados: Piraclostrobina + Epoxiconazol e Piraclostrobina + Epoxiconazol + Mancozebe; o segundo fator, os tipos de ponta de pulverização: leque duplo e triplo; e o último fator, o volume de aplicação: 60 e 120  $\text{L ha}^{-1}$ . Foram utilizadas quatro cultivares de soja recomendadas para cultivo na região: NA 5909 RR, NA 7237 RR, BMX Potência RR e W712 RR. As variáveis avaliadas foram: quantidade de gotas  $\text{cm}^{-2}$ , severidade da doença, área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD) em função da severidade, desfolha e rendimento. Os resultados obtidos mostraram que a utilização de maior volume de aplicação, 120  $\text{L ha}^{-1}$ , resultou em maior deposição de gotas no dossel das plantas de soja independente do fungicida, do tipo de ponta de pulverização e da cultivar utilizada. A associação dos fungicidas Piraclostrobina + Epoxiconazol + Mancozebe, apresentou maior eficácia no controle da ferrugem independente do tipo de ponta e do volume aplicado quando comparado ao Piraclostrobina + Epoxiconazol sem o protetor. O maior volume de aplicação proporcionou, em média, menor evolução da doença nas cultivares NA 5909 RR, NA 7237 IPRO e BMX Potência RR. A produtividade média das cultivares foi superior quando se utilizou o fungicida Piraclostrobina + Epoxiconazol + Mancozebe. O volume de pulverização influenciou significativamente a produtividade da cultivar NA 7237 IPRO, sendo que 60  $\text{L ha}^{-1}$  com o fungicida Piraclostrobina + Epoxiconazol proporcionou maior produtividade; porém 120  $\text{L ha}^{-1}$  com o fungicida Piraclostrobina + Epoxiconazol + Mancozebe apresentou os maiores rendimentos.

Palavras-chave: controle químico, *Glycine max*, *Phakopsora pachyrhizi*, pontas de pulverização, volume de pulverização.

## ABSTRACT

MORAES, Laurício Ribeiro, M.s., UniRV – University of Rio Verde, in December 2016.  
**Fungicide spraying technologies in the control of Asian rust in soybean cultivars.**  
Advisor: Prof. Dr. Hércules Diniz Campos.

The expansion of soybean cultivation areas associated with monoculture provided great fungal epidemics, and Asian rust is the most important one. In the last years, the search for higher yields induced the research to develop genotypes with lower production cycle, indeterminate growth, architecture of plants with inadequate variables for the action of fungicides on their targets. Thus, the culture requires a higher deposition of drops per cm<sup>2</sup> in the lower canopy of the plant for its best effectiveness. In this sense, the spraying technology that provides poor distribution of the droplets in the foliar limb may imply low efficacy of a fungicide with high fungitoxicity, as well as providing less residual effects in leaf tissue. Thus, the objective of the study was to evaluate the chemical control of Asian soybean rust and the deposition of the fungicidal syrup application, in function of different types of application and types of spray tip. The trial was carried out at the Center for Agricultural Research during the 2014/2015 harvest. The experimental design was a randomized block design with nine treatments in four replications, in a 2 x 2 x 2 factorial scheme. The first factor was the fungicides used: Piraclostrobin + Epoxiconazole and Piraclostrobin + Epoxiconazole + Mancozebe; the second factor, the types of spray tip: double and triple fan; and the last factor, the application volume: 60 and 120 L ha<sup>-1</sup>. Four soybean cultivars recommended for cultivation in the region were used: NA 5909 RR, NA 7237 RR, BMX Potência RR and W712 RR. The variables evaluated were: number of drops per cm<sup>2</sup>, disease severity, area under the disease progress curve (AUDPC) as a function of severity, defoliation and yield. The results showed that the use of a higher application volume, 120 L ha<sup>-1</sup>, resulted in higher droplet deposition in the canopy of the soybean plants regardless of the fungicide, the spray tip type and the cultivar used. The combination of the fungicides Piraclostrobin + Epoxiconazole + Mancozebe showed greater efficacy in the control of the Asian rust regardless of the type of tip and the volume applied when compared to Piraclostrobin + Epoxiconazole without the protector. The highest volume of application provided, on average, lower disease evolution in cultivars NA 5909 RR, NA 7237 IPRO and BMX Potência RR. The average productivity of the cultivars was higher when the fungicide Piraclostrobin + Epoxiconazole + Mancozebe was used. The spray volume significantly influenced the productivity of the cultivar NA 7237 IPRO, for which 60 L ha<sup>-1</sup> with the fungicide Piraclostrobin + Epoxiconazole provided higher productivity; but 120 L ha<sup>-1</sup> with the fungicide Piraclostrobin + Epoxiconazole + Mancozebe presented the highest yields.

Key words: chemical control, *Glycine max*, *Phakopsora pachyrhizi*, spray tips, spray volume.

# 1 INTRODUÇÃO

Na agricultura, o maior desafio é produzir alimentos com qualidade e em quantidade suficientes para alimentar milhões de pessoas. Pesquisas recentes revelam que até o ano de 2050 a população mundial se aproximará a 9 bilhões de pessoas (FAO, 2015). Pela limitação de expansão da área cultivada, torna-se imprescindível manter e elevar o potencial produtivo para garantir a demanda mundial, garantindo a sustentabilidade econômica e ambiental.

O desenvolvimento de pesquisas e de novas tecnologias minimizaram perdas e possibilitaram incremento de produtividade nos últimos anos, tendo como reflexo a área cultivada de 30,1 milhões de hectares na safra 14/15 e 31,9 milhões de hectares na safra 15/16, respectivamente, aumentando cerca de 50% nos últimos dez anos (CONAB, 2016).

O processos de melhoramento genético da soja são contínuos e a criação de novas cultivares tem sido uma das tecnologias que mais têm contribuído para os aumentos de produtividade. A estabilidade de produção deve ser o fator principal, mas alta produtividade e sanidade também são fatores decisórios do produtor rural (EMBRAPA, 2010).

Todavia, ao lado da expansão da cultura da soja, constata-se paralelamente o aumento da intensidade de doenças e o surgimento de novas moléstias. Na safra agrícola 2000/2001, surgiu uma nova doença, a ferrugem asiática da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & Sydow (COSTAMILAM et al., 2002; REIS et al., 2002; YORINORI et al., 2002). A ferrugem é a doença mais temida pelos sojicultores, causando danos de até 90%.

O controle químico da ferrugem asiática da soja é uma das principais preocupações dos produtores durante todo o ciclo da soja, e as aplicações utilizadas necessitam da máxima capacidade de penetração na massa de folhas e cobertura das mesmas (ANTUNIASSI et al., 2004). Uma das formas de se obter boa deposição da pulverização em alvos biológicos é a seleção correta das pontas de pulverização. Outra variável importante na aplicação é o volume de calda. Prática comum era se aplicar volumes superiores a 200 L ha<sup>-1</sup>, atualmente, entretanto, existe tendência a se reduzir o volume de calda, visando a diminuir os custos de aplicação e aumentar a eficiência da pulverização (SILVA et al, 2009).

Assim, o presente trabalho teve como objetivos avaliar o controle químico da ferrugem asiática da soja, a deposição da calda fungicida aplicada em cultivares com hábitos de crescimento diferentes, volumes de aplicação e tipos de pontas de pulverização

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Importância econômica da soja**

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é uma planta da família das leguminosas originária da Ásia e o centro de origem é a China. É cultivada há cerca de cinco mil anos. A introdução da cultura no Brasil ocorreu no século XVIII e a expansão da área cultivada iniciou a partir da década de 60, pelo interesse em utilizar o grão (óleo) na dieta humana e pela demanda do mercado internacional (MUNDSTOK; THOMAS, 2005).

É a mais importante entre as espécies vegetais de oleaginosas e ocupa a primeira posição em termos de grão mais produzido, ficando à frente do milho, do trigo e do arroz. Os Estados Unidos da América no Norte detêm a maior produção no contexto mundial e o Brasil é o segundo produtor. Na safra agrícola 2015/16, a área cultivada no Brasil foi de cerca de 33,22 milhões de hectares, obtendo uma produção de 102,110 milhões de toneladas. Os estados com maior participação na produção de soja no Brasil foram Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul e Goiás, respectivamente (CONAB, 2016).

A cultura da soja participa da economia de pequenos, médios e grandes produtores rurais do país. A produção cresce pela boa tecnologia aplicada, o uso de material genético de bom potencial produtivo e pela crescente profissionalização dos técnicos e dos produtores rurais (GASSEN; BORGES, 2004).

O grão de soja é um dos principais produtos de exportação do Brasil e uma das principais commodities do mundo. A sua proteína é amplamente utilizada na alimentação animal e o seu óleo, na alimentação humana. A demanda de soja também é crescente na obtenção de produtos como adubos, revestimentos, papel, tintas e tem sido utilizada até para a fabricação de combustível (EMBRAPA SOJA, 2007).

### **2.2 Ferrugem asiática da soja**

De maneira geral, a ferrugem ocorre de forma natural no Cerrado brasileiro, pois planta-se soja durante aproximadamente cinco meses (setembro a janeiro). Na maioria dos estados há dificuldade de controle, salvo raras exceções. As perdas oriundas da doença foram se intensificando, principalmente devido ao plantio de cultivares semiprecoce logo no início da época recomendada e em função das condições ambientais não terem sido favoráveis nos



momentos mais críticos. Entretanto, é importante salientar que esta doença continua sendo o principal problema fitossanitário na cultura da soja (JULIATTI, 2005).

Embora muitos agricultores venham manejando esse problema de forma eficiente, prejuízos continuam ocorrendo. Diferentes fatores contribuíram para que as perdas fossem elevadas em determinadas regiões, destacando-se, principalmente, o plantio tardio, o não cumprimento do vazio sanitário (referente à eliminação da soja tigueria), o controle químico equivocado (tecnologia de aplicação e momento de aplicação inadequados) e a incredulidade de produtores e técnicos sobre a menor sensibilidade do fungo aos fungicidas do grupo químico dos triazóis (BARRETO, 2011).

A ferrugem asiática causa perdas significativas na região do Cerrado brasileiro. Entretanto, na safra 2008/09, a severidade da doença atingiu patamares semelhantes ou até superiores àqueles conhecidos em 2002/03. Desta forma, ficou evidenciado que o fungo *Phakopsora pachyrhizi* necessita apenas das condições ambientais favoráveis para causar danos à cultura. Sabe-se que alguns agricultores chegaram a realizar de cinco a sete pulverizações para o controle da doença, não obtendo o resultado desejado.

Um fator que pode ter sido crucial na reduzida eficácia de controle é a suspeita da menor sensibilidade do fungo *Phakopsora pachyrhizi* aos fungicidas em misturas de triazóis + estrobilurinas, comumente utilizados no Brasil. Desde a safra 2005/06, questiona-se, por parte de alguns pesquisadores e também por agricultores, a eficácia dos fungicidas triazóis, pois nota-se ao longo da exposição que os níveis de controle estão retrocedendo.

O Consórcio Antiferrugem (CAF) orienta os agricultores a realizarem aplicações preventivas de misturas de triazóis + estrobilurinas, visto que se evidencie a campo a menor eficácia dos triazóis e estrobilurinas aplicados isoladamente e de forma curativa (GODOY et al., 2016).

### **2.2.1 Danos causados pela ferrugem**

As doenças da cultura da soja destacam-se entre os principais fatores que limitam a obtenção de altos rendimentos de grãos de soja, por causarem danos e perdas (ALMEIDA et al., 2005). Os danos são atribuídos à redução do rendimento de grãos e à qualidade dos grãos, enquanto que as perdas são atribuídas à redução financeira por unidade de área.

Aproximadamente 50 doenças causadas por fungos, bactérias, nematoides e vírus já foram identificadas no Brasil. Esse número continua aumentando com a expansão da área cultivada com soja, como consequência da monocultura e da introdução de novos patógenos.

Os danos causados pelas doenças da soja no Brasil podem variar de 15 a 20%, no entanto, algumas doenças podem causar danos de até 100% (ALMEIDA et al., 2005). A ferrugem asiática da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, é uma das doenças mais severas que incide na cultura, com danos variando de 10% a 90% nas diversas regiões geográficas onde foi relatada (YORINORI et al., 2008; HARTMAN et al., 2015; GODOY et al., 2015).

### 2.2.2 Etiologia, taxonomia e morfologia

A cultura da soja é infectada por duas espécies de fungo do gênero *Phakopsora* que causa a doença conhecida como ferrugem: a *P. meibomiae* (Arthur) Arthur, nativa no continente americano e que ocorre em leguminosas silvestres e cultivadas, desde Porto Rico até o Sul do Estado do Paraná; e a temida *P. pachyrhizi*, presente na maioria dos países asiáticos e na Austrália (BROMFIELD; HARTWIG, 1980; ONO et al., 1992) e ausente nas Américas até a safra 1999/00 (MOREL, 2001; YORINORI et al., 2002). No Brasil, o fungo *P. pachyrhizi* foi constatado primeiramente em 1979 em Minas Gerais (DESLANDES, 1979). Entretanto, na época foi identificado erroneamente, baseando-se somente nos sintomas apresentados pela planta hospedeira. Mais tarde, Carvalho Júnior e Figueiredo (2000) avaliaram as principais diferenças entre as duas espécies do gênero *Phakopsora* com base na análise morfológica dos esporos do fungo (teliósporos) e demonstraram que *P. pachyrhizi* possui teliósporos organizados de duas a sete camadas, as paredes dos esporos são marrons amarelo-pálidas, com espessura mais ou menos uniforme de 1 mm ou apenas levemente engrossadas acima e, com até 3 mm de espessura nas células das camadas apicais. Por outro lado, *P. meibomiae* apresenta teliósporos organizados de uma a quatro camadas, raramente cinco; a parede dos esporos é de coloração canela a castanho-clara, com 1,5 a 2 mm de espessura, mas com células da camada apical com espessura de até 6 mm.

Acredita-se que a espécie predominante que ocorria no Brasil até o ano 2000 tenha sido a *P. meibomiae*. No continente americano, a ferrugem asiática da soja foi identificada pela primeira vez no Paraguai na safra 2000/01 (MOREL, 2001; YORINORI et al., 2002). Posteriormente, verificou-se que a doença se disseminou amplamente para todas as regiões produtoras de soja do Brasil (COSTAMILAN et al., 2002; REIS et al., 2002; YORINORI et al., 2002; YORINORI et al., 2003). Nos anos seguintes, também foi constatada na Argentina, Colômbia, Bolívia e Uruguai (REIS et al., 2006).

### 2.2.3 Sintomatologia

Os sintomas causados pela ferrugem asiática da soja são considerados distintos das ferrugens dos cereais como da aveia e do trigo. As ferrugens dos cereais apresentam frutificações evidentes, de modo que a olho nu se podem distinguir pústulas ferruginosas (REIS et al., 2006).

Os sintomas causados pela ferrugem são denominados de lesões, porque ocorre a necrose do tecido foliar e cada lesão pode ser composta por várias urédias (BROMFIELD et al., 1980; REIS et al., 2006).

Inicialmente, ocorre a formação de pequenas lesões na face inferior das folhas, com formato angular e coloração marrom-escura, podendo atingir de 2 a 5 mm de diâmetro. No interior das lesões ocorre a formação das urédias salientes que apresentam formato angular com um poro central no ápice (SINCLAIR; HARTMAN, 1999; REIS et al., 2006). Bromfield et al. (1980) observaram que a expansão da lesão é um importante componente no progresso da epidemia. Melching et al. (1979) determinaram que o tamanho da lesão variou de 0,30 a 0,77 mm<sup>2</sup> duas semanas após a inoculação, e sete semanas após a inoculação o tamanho passou para 1,43 a 2,01 mm<sup>2</sup>.

Embora a intensidade da ferrugem seja maior em folhas, também pode infectar pecíolos, legumes e hastes (SINCLAIR; HARTMAN, 1999; REIS et al., 2004; REIS et al., 2006).

### 2.2.4 Clima como fonte de infecção

A ocorrência de doenças está na dependência da interação e da interdependência dos fatores hospedeiro, patógeno e ambiente. Por hospedeiro, entende-se a planta cultivada; o patógeno representa o agente causal de doenças bióticas ou parasitárias e a condição ambiental é representada pelo conjunto de fatores climáticos e edáficos que envolvem patógeno-hospedeiro. Dos fatores climáticos, os mais importantes são a água (horas de molhamento) e a temperatura. A água é o fator determinante essencial para a ocorrência de doenças parasitárias em plantas. A temperatura, por sua vez, age como um catalizador, ou seja, retarda ou acelera o processo de reprodução (REIS; CASA, 2007).

O início do ciclo de infecção (germinação dos uredósporos) do fungo *P. pachyrhizi* em meio de cultura ágar-água e os processos de infecção em folhas de soja iniciam uma hora após a incubação, ocorrendo a germinação total num período de até seis horas (MELCHING et al.,

1979). Conforme Marchetti et al. (1976), os uredósporos oriundos de diferentes locais germinaram na faixa de temperatura entre 10 e 28 °C, e a máxima infecção ocorreu com temperatura variando de 20 a 25 °C e 10 a 12 horas de molhamento foliar.

Marchetti et al. (1976) e Melching et al. (1989) demonstraram que o período de molhamento foliar tem relação direta com o desenvolvimento da doença, que a penetração do fungo ocorre a partir de seis horas de molhamento à temperatura de 18 a 26,5 °C. Alves et al. (2007) também observaram que a doença é capaz de se desenvolver a partir de seis horas de molhamento foliar com aumento da frequência de infecção e severidade na faixa de 8 e 12 horas de molhamento foliar.

No trabalho de Melching et al. (1989), a faixa de temperatura ótima foi de 18 a 26,5 °C e período de molhamento foliar acima de 8 horas. Para Bonde et al. (2007), a máxima germinação de uredósporos e o comprimento do tubo germinativo foram favorecidos por temperaturas variando de 21,8 a 24,3 °C.

Com isolados obtidos no Brasil, Alves et al. (2007) demonstraram que a germinação dos uredósporos ocorre em todas as temperaturas testadas de 8 a 30 °C, com ótimo de 15 a 25 °C. Por outro lado, frequência máxima de infecção, severidade e tamanho da lesão foram proporcionados pelas temperaturas entre 20 e 27,5 °C. O menor período latente (nove dias) ocorreu na temperatura de 22,5 °C (ALVES et al., 2006). Kochman (1979) quantificou período latente de nove dias nas temperaturas entre 17 e 27 °C, e onze dias no regime de 22 a 32 °C.

Durante duas safras de soja, Del Ponte et al. (2006) quantificaram as variáveis climáticas temperatura e precipitação pluvial após a primeira detecção da ferrugem asiática da soja e relacionaram com a severidade final da doença. Os resultados indicaram haver correlação significativa entre a quantidade de precipitação pluvial e a intensidade final da doença, entretanto, a variável temperatura, nesse caso, não influenciou significativamente. Alves et al. (2007) demonstraram que a variável temperatura não é um bom componente para representar o progresso e a epidemia da ferrugem asiática da soja.

## **2.3 Controle**

### **2.3.1 Resistência genética**

O uso da resistência genética tem sido uma das principais medidas utilizadas no controle de doenças de plantas. É a medida que apresenta menor custo ao produtor e é de fácil

utilização (CAMARGO; BERGAMIM FILHO, 1995). Os tipos de resistência genética são a resistência vertical (RV) e resistência horizontal (RH). A resistência vertical é efetiva a poucas raças do patógeno e pode ser superada facilmente por novas raças. Por outro lado, a resistência horizontal geralmente é efetiva contra várias raças do patógeno. Pesquisas foram conduzidas visando selecionar cultivares com resistência vertical e horizontal à ferrugem asiática da soja. Alguns cultivares resistentes foram selecionados, porém os mesmos não persistiram após vários anos de cultivo (BROMFIELD, 1984).

No Brasil, Yorinori (2002) identificou somente 11 cultivares com resistência à ferrugem asiática da soja. Azevedo et al. (2007), após avaliarem 50 genótipos de soja, demonstraram que todos foram suscetíveis à ferrugem. Carneiro et al. (2004) indicaram haver redução do tamanho da lesão em alguns cultivares.

Por outro lado, nos últimos anos, a Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso (Fundação MT) desenvolveu alguns cultivares com resistência denominados de Tecnologia Inox®. Após a penetração do fungo nos tecidos dos cultivares com essa tecnologia, ocorre uma reação de hipersensibilidade, formando lesões escuras e necrosadas, denominadas de lesões do tipo RB (Redish Brown). Posteriormente, pode ocorrer a formação de urédias e de uredósporos, porém com menor intensidade em relação aos cultivares comerciais, o que não dispensa o controle químico pela aplicação de fungicidas (FUNDAÇÃO MT, 2009).

### **2.3.2 Práticas culturais**

Uma das táticas para o controle de doenças de plantas é o cultivo de cultivares de ciclo precoce. Neste princípio, o controle da doença ocorre pela evasão, escape ou fuga da doença em função do hospedeiro estar presente na área na ausência de propágulos do patógeno, em baixa quantidade ou em condições ambientais desfavoráveis (KIMATI; BERGAMIM FILHO, 1995).

Esta prática tem sido explorada com sucesso em algumas regiões de cultivo da soja, pela semeadura de cultivares precoces preferencialmente para cada região (YORINORI, 2004).

A partir da entressafra de 2006, alguns estados produtores de soja adotaram com sucesso o vazio sanitário. O principal objetivo foi impedir o cultivo de soja no período da entressafra, visando reduzir a quantidade inicial de inóculo no ambiente e, dessa forma,

reduzir a ocorrência da doença nas fases iniciais de desenvolvimento da cultura da soja (YORINORI, 2006).

Em cultivos irrigados, deve-se evitar o aumento do período de molhamento foliar irrigando à noite, ou durante o dia, após a secagem das plantas (REIS et al., 2006). O aumento da densidade de plantas e a arquitetura das plantas podem dificultar o controle pela dificuldade de deposição da calda fungicida nas folhas inferiores (ZAMBOLIM, 2006).

Conforme Madalosso (2007), o aumento do espaçamento entre linhas da soja tem reduzido a intensidade da ferrugem asiática e ampliado a duração da área foliar verde. Tais resultados podem ocorrer devido à menor duração do molhamento foliar e, por consequência, menor número de períodos críticos.

### **2.3.3 Eliminação de hospedeiros secundários**

O fungo *P. pachyrhizi* é encontrado em hospedeiros secundários, produzindo uredósporos em condições de campo em cerca de 95 espécies em 18 gêneros da família Fabaceae, sub-família Papilionoideae (REIS et al., 2006).

A eliminação de hospedeiros secundários é uma prática fundamental a fim de reduzir a fonte de inóculo primário para a próxima safra (REIS et al., 2006). No Brasil, ainda não é conhecida precisamente a gama de hospedeiros secundários, apenas o kudzu e a soja perene (*Neonotonia wightii* Am.) foram citados (REIS et al., 2006; REIS, 2008).

## **2.4 Tecnologia de aplicação**

### **2.4.1 Parâmetros de aplicação de defensivos agrícolas**

A definição de parâmetros como tamanho de gotas e volume de aplicação depende diretamente da relação alvo/defensivo. Os produtos sistêmicos direcionados ao solo ou às folhas podem ser aplicados com menor densidade de gotas, permitindo o uso de gotas maiores. Isto facilita a adoção de técnicas para a redução de deriva, melhorando a segurança da aplicação e aumentando a eficiência operacional das mesmas. Se usadas de maneira correta, gotas grandes geralmente oferecem bom nível de depósito, apesar de não proporcionar as melhores condições de cobertura. Para os produtos de contato e para aqueles cuja sistemicidade é limitada, o uso de gotas menores e/ou maior volume de calda é necessário, devido à maior dependência desta técnica com relação à cobertura dos alvos. Por

exemplo, se o alvo da aplicação inclui a parte interna ou inferior das plantas, como no caso de aplicações de alguns fungicidas e inseticidas, é necessária uma boa penetração da nuvem de gotas e, para tanto, devem ser priorizadas as gotas menores (ANTUNIASSI et al, 2004).

A definição das estratégias de controle de pragas e doenças no que se refere à tecnologia de aplicação é a maneira como os defensivos classificados como sistêmicos se movimentam nas plantas da cultura após a aplicação e absorção. No mercado atual, uma parte significativa dos defensivos classificados como sistêmicos apresenta movimentação no sentido da base para o ponto mais alto das plantas. Apesar destes produtos serem classificados como sistêmicos, a tecnologia de aplicação precisa oferecer boa cobertura e capacidade de penetração das gotas na massa de folhas, para que todas as partes da planta sejam atingidas. Na maioria dos casos, para a obtenção de um bom controle é necessário que haja cobertura adequada das folhas e distribuição do produto por toda a planta, com ênfase nas partes baixas (BONELLI et al, 2004).

No caso da aplicação direcionada às plantas, o estudo das características dos alvos deve incluir a análise da movimentação das folhas, estágio de desenvolvimento, cerosidade, pilosidade, rugosidade, face da folha e arquitetura das plantas. Nas aplicações de herbicidas em pós-emergência, por exemplo, posição e formato das folhas apresentam importância fundamental na sua definição como alvo: as folhas das monocotiledôneas são geralmente mais estreitas e se posicionam na vertical, enquanto as folhas das dicotiledôneas são mais largas e permanecem na horizontal. Estes fatores são fundamentais para a definição da retenção das gotas nas folhas e na própria eficiência de penetração dos defensivos nos tecidos vegetais (CAMARGO et al, 2004).

#### **2.4.2 Pulverização**

Atualmente, as gotas produzidas por uma ponta (bico) são classificadas como: muito finas, finas, médias, grossas e muito grossas. Para a classificação de uma determinada ponta, usando-se este conceito, o seu DMV (diâmetro mediano volumétrico -  $\mu\text{m}$ ), que deve ser comparado ao obtido por pontas de referência avaliadas, utilizando-se o mesmo método de determinação do tamanho das gotas. Por exemplo, considerando-se um mesmo método de determinação de tamanho de gotas, se uma ponta obtém DMV inferior ao determinado para uma ponta 110.01 operando a 4,5 bar, o spray é classificado como “gotas muito finas”; por outro lado, se o DMV é intermediário entre o obtido por uma ponta 110.01 (operando a 4,5 bar) e uma ponta 110.03 (operando a 3,0 bar), o spray é classificado como “gotas finas”. A

classe de tamanho de gotas influencia a capacidade da pulverização em cobrir o alvo e penetrar na massa das folhas. Gotas menores possuem melhor capacidade de cobertura (oferecem maior número de gotas/cm<sup>2</sup>), assim como propiciam maior capacidade de penetração, e são recomendadas quando é necessária boa cobertura e boa penetração. Entretanto, gotas pequenas podem ser mais sensíveis à evaporação e aos processos de deriva. Nos sistemas de produção em geral, as gotas grossas são preferidas para aplicação de herbicidas de grande ação sistêmica usados para dessecação, enquanto as gotas finas são mais utilizadas para inseticidas, fungicidas, e outros produtos de menor sistemicidade. É importante ressaltar que mesmo quando é utilizada uma ponta que produz gotas predominantemente grossas, há uma pequena parte do volume aplicado que é formado por gotas finas (sensíveis ao processo de deriva). Isto significa que uma determinada ponta não produz todas as gotas do mesmo tamanho, mas sim uma faixa de tamanhos de gotas, chamado de espectro da pulverização (ROMAGNOLE et al, 2004).

Para uma determinada ponta, quanto maior a porcentagem de gotas finas que fazem parte do espectro produzido, maior o risco de deriva. Este conceito tem sido utilizado em diversos países para fundamentar uma nova classificação de pontas, a qual avalia o seu risco de deriva (ANTUNIASSI et al, 2010).

Esta classificação baseia-se na comparação da porcentagem de redução da deriva entre a ponta avaliada e uma ponta padrão. Nos países onde este conceito foi implantado (principalmente na Europa), alguns produtos fitossanitários passaram a ter recomendação no rótulo da embalagem quanto ao tipo de ponta que deve ser utilizado, em função de seu potencial de redução de deriva (ANTUNIASSI et al , 2004).

### **2.4.3 Volume de calda**

O volume de calda é um dos parâmetros fundamentais para o sucesso da aplicação. A definição do volume de calda depende do tipo de alvo a ser atingido, do tamanho das gotas, da cobertura necessária, da forma de ação do defensivo e da técnica de aplicação, entre outros fatores. O volume de calda influencia também a eficiência operacional da aplicação, pois o tempo gasto nas atividades de reabastecimento altera significativamente a capacidade operacional dos pulverizadores (número de hectares tratados por hora). Usualmente, as aplicações de volume muito pequeno acabam sendo realizadas com gotas muito finas, o que aumenta o risco de perdas, principalmente por evaporação ou deriva (ANTUNIASSI et al, 2004).



Por outro lado, volumes altos podem ocasionar saturação da calda por sobre as folhas e escorrimento. Em geral, recomenda-se que as aplicações em volumes muito baixos ou ultrabaixos sejam realizadas com metodologias de controle da evaporação da água, ou mesmo a substituição da água por outro meio. Um exemplo desta técnica é o emprego de óleo como aditivo nas aplicações em baixo volume. Antuniassi et al. (2002) relataram que o volume de calda médio usado para aplicações terrestres de herbicidas, considerando todas as principais regiões produtoras no Brasil, é da ordem de 120 L ha<sup>-1</sup>. Entretanto, dados práticos de campo mostram que este valor varia bastante quando se trata da aplicação de inseticidas e fungicidas (ROMAGNOLE et al, 2004).

Como exemplo na aplicação de fungicidas para controle de doenças no final do ciclo das culturas, as aplicações terrestres podem consumir de 60 a 300 L ha<sup>-1</sup>, dependendo da região. No caso das aplicações aéreas, os valores para os diferentes tipos de defensivos variam, em média, entre 5 e 30 L ha<sup>-1</sup> (ANTUNIASSI et al, 2010).

Um outro parâmetro importante para o resultado de uma pulverização é a densidade de gotas, geralmente expressa em gotas/cm<sup>2</sup>. A eficiência de uma maior ou menor densidade de gotas está ligada à forma de ação do defensivo (CAMARGO et al, 2004).

#### **2.4.4 Qualidade na aplicação de defensivos**

Atualmente, o controle de pragas e doenças no final do ciclo das culturas é uma das principais preocupações dos produtores. Considerando-se o grau de desenvolvimento vegetativo no momento das aplicações, muitas vezes com total fechamento e grande área foliar, as técnicas de aplicação precisam oferecer a máxima capacidade de penetração na massa de folhas e melhor cobertura possível, mesmo para a aplicação de defensivos com características de ação sistêmica. O momento da aplicação é muito importante nesta fase, e por isso é grande a demanda por sistemas de aplicação eficientes e de alto rendimento operacional (GANDOLFO et al, 2011).

Diversos trabalhos estudaram a influência das características da tecnologia de aplicação no desempenho dos defensivos. Em alguns casos, foi possível obter resultados semelhantes de produtividade aplicando-se produtos com diferentes tecnologias, indicando haver possibilidade de se dar preferência àquelas com menor risco de deriva. É importante ressaltar, porém, que existem evidências de que o aumento da cobertura das folhas melhora o desempenho da maior parte dos defensivos, induzindo melhores índices de produtividade. É usual a obtenção de resultados semelhantes de controle e produtividade utilizando-se

diferentes técnicas terrestres e aéreas para o controle de pragas e doenças, desde que as aplicações sejam realizadas de acordo com recomendações técnicas adequadas. Em todos os casos, entretanto, é imperativo que seja dada máxima importância ao momento da aplicação para que haja sucesso no tratamento (ANTUNIASSI et al, 2010).

#### **2.4.5 Ambiente**

Além do volume de calda, outro parâmetro fundamental para o sucesso do tratamento é a adequação da tecnologia de aplicação às condições climáticas no momento da aplicação. Para a maioria dos casos, devem ser evitadas aplicações com umidade relativa inferior a 50% e temperatura ambiente maior que 30 °C. No caso do vento, o ideal é que as aplicações sejam realizadas com vento entre 3 e 10 km/h. Ausência de vento também pode ser prejudicial, em função da chance de ocorrer ar aquecido ascendente, o que dificulta a deposição das gotas pequenas. O início da manhã, o final da tarde e a noite são períodos em que a umidade relativa é maior e a temperatura é menor, sendo considerados mais adequados para as aplicações. Do ponto de vista prático, é possível e recomendável a utilização de gotas finas nestes horários. Porém, é necessário um monitoramento das condições ambientais com o passar das horas do dia, pois no caso de haver um aumento considerável da temperatura (com redução da umidade relativa), o padrão de gotas precisa ser mudado (ANTUNIASSI et al, 2010).

Neste caso, o volume de aplicação deve ser aumentado, para não haver efeito negativo na cobertura dos alvos. Chuva e orvalho são fatores climáticos que também requerem atenção no momento do planejamento das aplicações. No caso da chuva, recomenda-se bastante cuidado na observação do intervalo mínimo de tempo entre a aplicação e a ocorrência da chuva, visando permitir o tempo mínimo para a ação dos produtos. No caso do orvalho, a presença de água nas folhas quando das aplicações noturnas (madrugada) e/ou no início da manhã pode causar interferência na técnica de aplicação. Neste caso, problemas podem ocorrer tanto pela diluição do produto como por um eventual escorrimento, em virtude do excesso de água e da ação dos espalhantes contidos nas caldas.

Entretanto, existem situações, dependendo da técnica empregada e do tipo de defensivo utilizado, em que a ação do orvalho pode até ser benéfica. A aplicação noturna deve considerar, ainda, a existência de limitações técnicas relativas aos próprios defensivos, no que se refere às questões de eficiência e velocidade de absorção nas situações de ausência de luz ou baixas temperaturas (GANDOLFO et al, 2011).

## **2.4.6 Aplicação terrestre**

O uso de diferentes tamanhos de gotas e volumes de calda pode resultar em situações de maior ou menor cobertura das folhas, com potencial influência no desempenho dos defensivos.

No caso das gotas muito finas, houve tendência de melhor cobertura para as pontas de jato cônico vazio, apesar de não haver diferença significativa com relação às pontas de jato plano e plano duplo. Em geral, os resultados mostrados indicam que para as situações nas quais as exigências de maior recobrimento e penetração das gotas são fundamentais, as pontas com indução de ar devem ser evitadas, dando-se preferência às pontas que produzam gotas finas ou muito finas (GANDOLFO et al, 2011).

Dentre estas pontas, observou-se clara tendência de melhor desempenho de cobertura e penetração para as pontas de jato cônico vazio. Entretanto, o trabalho em questão foi realizado em condições climáticas normais para a aplicação (temperatura, umidade e velocidade do vento dentro dos limites máximos recomendados). No caso de aplicações em condições climáticas menos favoráveis, o uso de gotas muito finas deve ser evitado, devido ao grande risco de perdas e deriva, devendo ser dada preferência às pontas que produzam gotas finas ou médias. É importante lembrar, ainda, que os valores de cobertura das folhas observados nas regiões médias e baixas das plantas mostram que é necessária atenção com relação às diferenças de cobertura geradas pelas diferentes pontas (ou padrões de gotas), já que tais diferenças podem ter maior ou menor significado dependendo do tipo de doença e do fungicida utilizado para seu controle (GANDOLFO et al, 2011).

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Localização**

Os experimentos foram instalados e conduzidos em uma área sob sistema de cultivo plantio direto, do Centro de Pesquisa Agrícola – C.P.A., município de Rio Verde, GO, durante a safra 2014/15. As coordenadas do local onde o experimento foi conduzido são latitude Sul 17°47'06,00" e longitude Oeste 50°59'56,93". A altitude local é de 765m. Na mesma área foi cultivada soja na safra de verão anterior e milho na entressafra.

### 3.2 Arranjo experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com nove tratamentos em quatro repetições, em arranjo fatorial 2 x 2 x 2, sendo: fator fungicidas: Piraclostrobina + Epoxiconazol e Piraclostrobina + Epoxiconazol + Mancozebe; fator ponta de pulverização: 110.02 leque duplo e triplo; fator volume de aplicação: 60 e 120 L ha<sup>-1</sup> (Tabela 1).

Tabela 1. Tratamentos utilizados no experimento para controle da ferrugem asiática na safra 2014/15. Universidade de Rio Verde, 2016

T*	Ingrediente ativo (i.a.)	Dose L ha <sup>-1</sup> ou kg de p.c	Pulverização	
			Ponta	Vazão L ha <sup>-1</sup>
1	---	---	---	---
2	piraclostrobina 133 g/l + epoxiconazol 50 g/l	0,5	Leque duplo	60
3	piraclostrobina 133 g/l + epoxiconazol 50 g/l	0,5	Leque duplo	120
4	piraclostrobina 133 g/l + epoxiconazol 50 g/l + mancozebe 750 g/kg	0,5 + 1,5	Leque duplo	60
5	piraclostrobina 133 g/l + epoxiconazol 50 g/l + mancozebe 750 g/kg	0,5 + 1,5	Leque duplo	120
6	piraclostrobina 133 g/l + epoxiconazol 50 g/l	0,5	Leque triplo	60
7	piraclostrobina 133 g/l + epoxiconazol 50 g/l	0,5	Leque triplo	120
8	piraclostrobina 133 g/l + epoxiconazol 50 g/l + mancozebe 750 g/kg	0,5 + 1,5	Leque triplo	60
9	piraclostrobina 133 g/l + epoxiconazol 50 g/l + mancozebe 750 g/kg	0,5 + 1,5	Leque triplo	120

\*Todos os tratamentos fungicidas receberam óleo adjuvante Assist 0,5 L ha<sup>-1</sup>. \*\*p.c – produto comercial

As parcelas foram constituídas por oito fileiras de cinco metros de comprimento cada, sendo a área útil representada pelas quatro fileiras centrais. Foram eliminados 50 cm de cada extremidade da parcela, correspondente a 8m<sup>2</sup>, conforme preconizado pela Comissão de Fitopatologia durante a XXVIII Reunião de Pesquisa de Soja para a Região Central do Brasil.

As parcelas testemunhas (sem aplicação de fungicidas) foram mantidas apenas para o acompanhamento do progresso da ferrugem asiática no ensaio.

O plantio foi realizado em 02/12/14, sendo as sementes tratadas com produtos específicos piraclostrobina 25 g/L + fipronil 250 g/L + tiofanato metílico 225 g/L na dose de 100 mL ha<sup>-1</sup> e inoculadas com inoculante turfoso *Bradyrhizobium japonicum* na concentração recomendada pelo fabricante 5x10<sup>9</sup> mL.

Foram utilizados quatro cultivares de soja recomendados para a região (Tabela 2).

A adubação foi realizada conforme a análise de solo, sendo adicionados 400Kg ha<sup>-1</sup> na linha de plantio da formulação 04-20-20 + micros. Os demais tratamentos culturais foram os mesmos realizados em lavoura comercial. O herbicida utilizado foi o Glyphosate 480 g L<sup>-1</sup> e

inseticidas foram utilizados conforme necessidade, sendo aplicados apenas produtos registrados junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Tabela 2. Características botânicas dos cultivares de soja utilizados no experimento. Universidade de Rio Verde, 2016

Características Botânicas	Cultivares de soja			
	NA 5909 RR	Potência RR	W 712 RR	NA 7237 IPRO
Ciclo *	Precoce	Precoce	Semiprecoce	Semiprecoce
Hábito de crescimento	indeterminado	indeterminado	indeterminado	indeterminado
Grupo de maturação	6.0	6.1	7.1	7.0
Cor da pubescência	cinza	marrom	cinza	cinza
Cor da flor	roxa	branca	branca	branca
Tipo de planta	semiereta	ereta	ereta	semiereta
Inserção da vagem (cm)	8 a 12	10 a 12	12 a 18	10 a 15
Altura da planta (cm)	65 a 84	70 a 89	76 a 94	80 a 92
Florescimento (R1):	32 a 44	35 a 44	42 a 46	45 a 48
Maturação fisiológica (dias)	88 a 104	90 a 102	105 a 115	107 a 120
Colheita (dias)	94 a 112	100 a 110	110 a 115	110 a 120
Densidade plantas (pl ha <sup>-1</sup> )	480.000	480.000	360.000	360.000
Recomendação de plantio	30/11	25/11	30/11	30/11

\*Características botânicas obtidas em 29/07/2016, extraídas da recomendação oficial de cada detentor.

É importante salientar que não houve inoculação artificial do patógeno *Phakopsora pachyrhizi*, tendo o mesmo ocorrido naturalmente na área em 05/02/2015.

Foram realizadas três aplicações dos fungicidas nos tratamentos testados (Tabela 1), sendo a primeira realizada no dia 02/02/2015, durante o estágio fenológico R5.1; a segunda em 14/02/2015, durante o estágio fenológico R5.5; e a terceira em 28/02/2015, durante o estágio fenológico R6. Assim, os intervalos entre as aplicações foram de 12 e 14 dias, respectivamente, sendo que houve retardamento da terceira aplicação devido à ocorrência de chuvas frequentes.

Para a pulverização foliar, foram utilizados dois pulverizadores motorizados costais, contendo barras de três metros de comprimento e seis pontas de pulverização do tipo Leque duplo (LD 110.02) e Leque triplo (LT 110.02), recomendados para aplicação de fungicidas sistêmicos, espaçados a 50 cm. O volume de calda utilizado foi equivalente a 60 L ha<sup>-1</sup> e 120 L ha<sup>-1</sup> e a pressão do pulverizador mantida a 60 lb pol<sup>-2</sup> e 90 lb pol<sup>-2</sup> respectivamente, alterando apenas a velocidade de deslocamento.

As condições ambientais durante a condução do experimento foram monitoradas por estação meteorológica localizada próximo à área de condução do mesmo. Durante as aplicações, as condições ambientais foram monitoradas com auxílio do aparelho Kestrel 3000

rente ao ápice da planta. Para tanto, avaliou-se a temperatura, umidade relativa do ar, velocidade máxima do vento e nebulosidade no início e no fim de cada aplicação (Tabela 3).

Durante as aplicações, a temperatura apresentou-se entre 27,8 e 33,0 °C; a umidade relativa mínima foi superior a 45,2% e com velocidade máxima do vento inferior a 5,0 km h<sup>-1</sup>. Segundo Hoffman e Boller (2004), o ideal para as pulverizações é que as condições ambientais sejam: temperatura abaixo de 30°C; umidade relativa acima de 55% e velocidade do vento abaixo de 10 km h<sup>-1</sup>.

Tabela 3 - Condições ambientais durante as aplicações. Universidade de Rio Verde, 2016

Aplicações	1ª aplicação 02/02/15		2ª aplicação 14/02/15		3ª aplicação 28/02/2015	
	Início	Fim	Início	Fim	Início	Fim
Horário (h)	16:00	17:30	16:30	18:00	16:45	18:15
Temperatura (°C)	33	33,2	29,4	29,6	27,5	27,8
Umidade relativa (%)	47	45,2	53,2	51,3	62,4	60
Velocidade do vento (km/h <sup>-1</sup> )	1,2	1,5	2,5	2,3	3,6	3,5
Nebulosidade (%)	85	87	90	91	87	86

### 3.3 Variáveis analisadas

As variáveis analisadas foram densidade de gotas cm<sup>-2</sup>, severidade da doença (porcentagem de área foliar lesionada), área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD) em função da severidade, desfolha e rendimento. Em relação à severidade da doença, avaliou-se a porcentagem de área foliar lesionada em duas partes da planta (inferior e superior), seguindo-se a escala diagramática proposta por Canterbury e Godoy (2003). Para tanto, foram realizados seis pontos de amostragem por parcela útil. Em seguida, calculou-se a severidade média na planta. Os dados médios de severidade foram utilizados para cálculo da AACPD, conforme proposto por Shaner e Finney (1977).

Para todas as pulverizações, realizadas nos estádios fenológicos R5.1, R5.5 e R6, foi avaliada a quantidade de gotas cm<sup>-2</sup>, sendo fixado papel hidrossensível nas três avaliações, nos terços inferiores, médios e superiores da planta em todas as parcelas.

Nas avaliações de severidade da doença, preconizou-se avaliar trifólios dispostos na mesma altura da planta em todos os tratamentos. Para isso, contabilizou-se o número de nós das plantas: para a metade inferior, avaliou-se o trifólio do terceiro nó de baixo para cima; já para a metade superior, avaliou-se o trifólio do segundo nó, completamente exposto, de cima para baixo. A medida em que ocorreu a desfolha no terço inferior, avaliou-se o primeiro

trifólio de baixo para cima, sendo a altura do mesmo determinada em função das plantas das parcelas testemunhas.

Em relação à desfolha, foi realizada uma avaliação em R7 (16/03/2015), quando as plantas testemunha apresentavam desfolha igual ou superior a 80%. Essa análise foi realizada com base na porcentagem visual de desfolha na parcela.

O rendimento da cultura foi avaliado ao término do experimento, através da massa de mil grãos (gramas) e produtividade de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). Para isso, a umidade dos grãos foi corrigida para 13%. Colheu-se a área útil da parcela em todas as repetições.

Os dados foram submetidos à análise de variância com auxílio do programa SISVAR 4.0 (FERREIRA, 2000) e os efeitos significativos foram diferenciados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para a comparação múltipla das médias.

Os dados da densidade e quantidade de gotas aplicadas foram submetidos à análise do Software Gotas da Embrapa Versão Gotas 64.2.2 (EMBRAPA 2011). Foi feita a captação de imagens fotográficas no formato JPEG de cartões de leituras com sensibilidade a umidade em todas as parcelas e em todas as aplicações, bem como nos três dosséis da planta. Foi avaliado um total de 1.152 cartões.

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As condições ambientais foram de extrema importância para a ocorrência e o desenvolvimento da doença. As precipitações durante o mês de dezembro 2014 foram de 262,0 mm, sendo que no mês de janeiro 2015 a precipitação foi baixa, porém, as temperaturas amenas durante o dia e o orvalho noturno foram suficientes para a infecção e desenvolvimento do patógeno. Logo em seguida, no mês de fevereiro e março, ocorreram precipitações de 201,0 e 307,0 mm, respectivamente, assim, as chuvas voltaram à normalidade, sendo ponto crítico para o progresso da doença no ensaio e na região, uma vez que na presença de umidade em abundância há maior facilidade de infecção pelo patógeno (Figura 1).

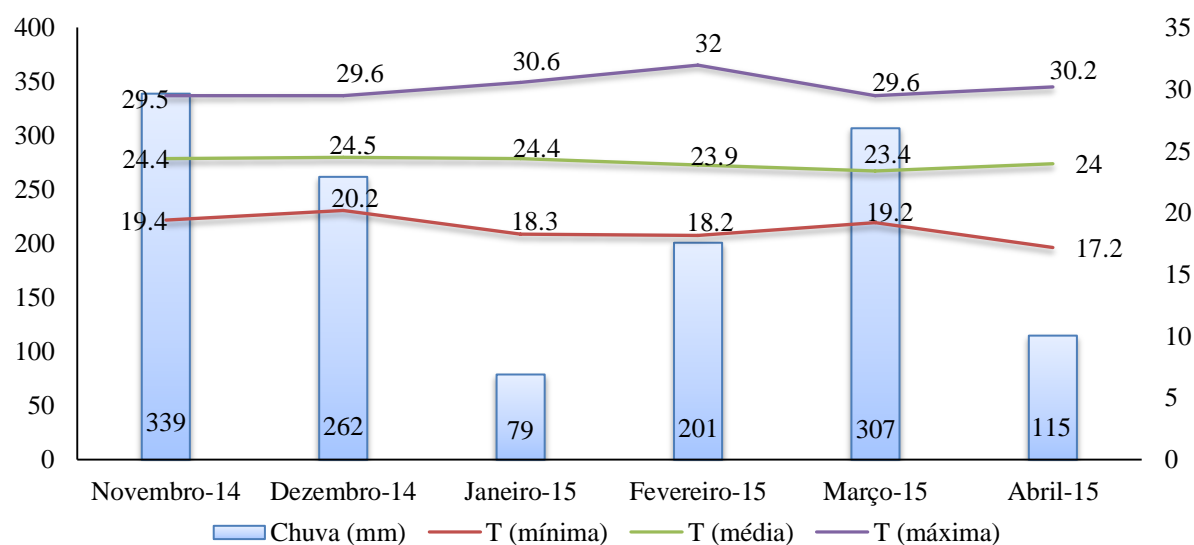


Figura 1. Precipitações e temperaturas (máxima, média e mínima), nos meses de condução do ensaio, novembro de 2014 a abril de 2015. Universidade de Rio Verde, 2016.

Durante a safra 2014/2015, o primeiro foco de ferrugem asiática, diagnosticado no município de Rio Verde, bem como no estado de Goiás, foi em 05 de fevereiro de 2015. Contudo, no presente ensaio, os primeiros sintomas da ferrugem asiática foram observados durante a segunda quinzena do mês de fevereiro, quando as condições de umidade e temperatura já se apresentavam extremamente favoráveis para a infecção e evolução da doença nas plantas.

Nas primeiras avaliações realizadas em R1 (20/01/2015) e R5.1 (02/02/2015), não houve incidência de ferrugem em nenhum dos cultivares avaliados, sendo assim, a severidade nas plantas até esse momento era de 0%. Nas demais avaliações, realizadas durante os estádios fenológicos R5.5 (14/02/2015), R6 (28/02/2015) e R7 (09/03/2015), verificou-se o progresso da doença nas plantas testemunhas, sendo a severidade média na última avaliação superior a 80% (Figura 2).



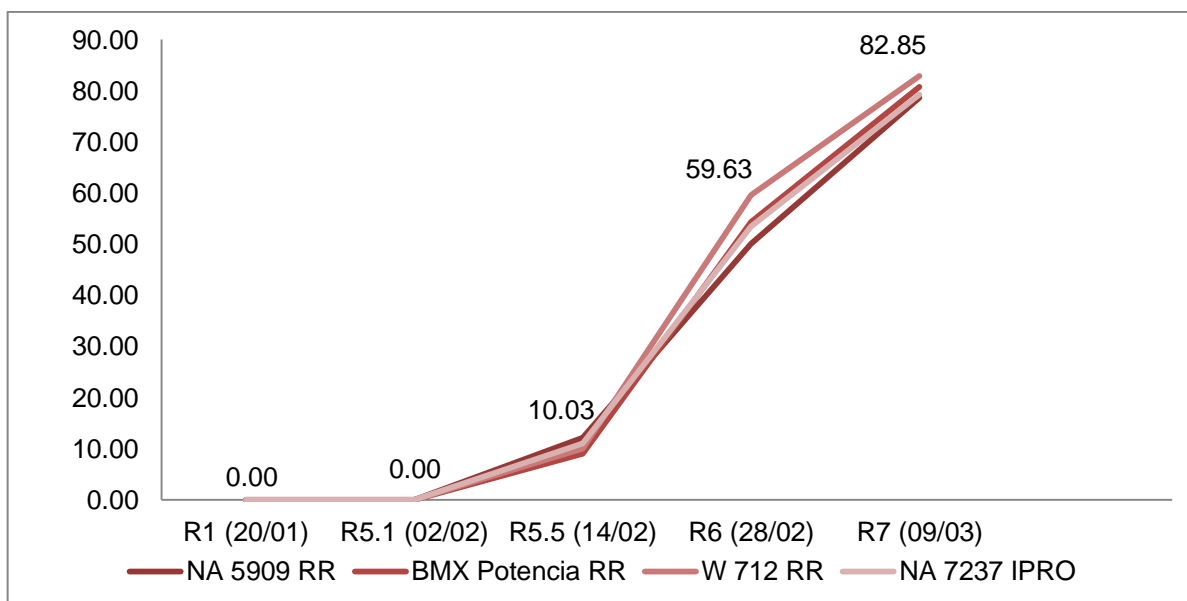


Figura 2. Progresso da ferrugem asiática nas plantas testemunhas a partir do estágio fenológico R1 até o estágio R7 nos cultivares utilizados, safra 2014/15. Universidade de Rio Verde, 2016.

#### 4.1 Deposição de gotas

A análise de variância não demonstrou interação significativa ( $P \leq 0,05$ ) entre os fatores fungicidas, pontas e volumes para a variável deposição de gotas  $\text{cm}^{-2}$  (número de gotas  $\text{cm}^{-2}$ ) no dossel inferior, médio e superior das plantas de soja no cultivar NA 5909 RR com hábito semiereto nas avaliações realizadas nos estádios fenológicos R5.1, R5.5 e R6 (Tabela 4).

Para os fatores isolados não foram observadas diferenças significativas entre os fungicidas utilizados e entre os tipos de pontas nas três avaliações realizadas, independente do dossel da planta (inferior, médio e superior), com exceção do fungicida Piraclostrobina + Exopiconazol + Mancozebe que apresentou maior quantidade de gotas depositadas no terço inferior das plantas na avaliação em R6. Para o fator volume, quando se aplicou  $120 \text{ L ha}^{-1}$ , maior número de gotas foram depositadas nos três terços das plantas de soja em todas as avaliações.

Tabela 4. Deposição de gotas  $\text{cm}^{-2}$  (número de gotas  $\text{cm}^{-2}$ ) no dossel inferior, médio e superior das plantas de soja analisadas após aplicação dos fungicidas nos dias 02/02/2015 (R5.1), 14/02/2015 (R5.5) e 28/02/2015 (R6) em função do controle químico da ferrugem asiática para os fatores fungicida, ponta e volume no cultivar NA 5909 RR, safra 2014/15. Universidade de Rio Verde, 20161.,

	Estádio fenológico								
	R5.1			R5.5			R6		
	Terço I	Terço M	Terço S	Terço I	Terço M	Terço S	Terço I	Terço M	Terço S
<b>Fungicida</b>									
PiracI + Epox	22,00 a	31,25 a	49,75 a	20,06 a	31,25 a	53,75 a	17,81 b	31,25 a	57,25 a
PiracI + Epox + Manc.	22,00 a	31,25 a	51,00 a	21,00 a	31,25 a	54,25 a	19,75 a	31,25 a	57,25 a
<b>Ponta</b>									
Leque duplo (LD)	22,00 a	31,25 a	50,00 a	20,37 a	31,25 a	53,81 a	18,50 a	31,25 a	57,25 a
Leque triplo (LT)	22,00 a	31,25 a	50,75 a	20,69 a	31,25 a	54,19 a	19,06 a	31,25 a	57,25 a
<b>Volume (L ha<sup>-1</sup>)</b>									
60	18,25 b	27,75 b	37,87 b	17,00 b	27,75 b	41,62 b	15,50 b	27,75 b	45,00 b
120	25,75 a	34,75 a	62,87 a	24,06 a	34,75 a	66,37 a	22,06 a	34,75 a	69,50 a
<b>C.V.(%)</b>	<b>6,82</b>	<b>6,60</b>	<b>5,87</b>	<b>8,27</b>	<b>6,60</b>	<b>5,09</b>	<b>11,07</b>	<b>6,60</b>	<b>4,68</b>

Letras minúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

I = Inferior, M = Médio, S = Superior. PiracI = Piraclostrobrina, Epox = Epoxiconazol, Manc = Mancozeb

O mesmo foi verificado para cultivar com hábito de crescimento ereto NA 7237 IPRO (Tabela 5), entretanto, interação dupla significativa ( $P \leq 0,05$ ) foi observada para a avaliação em R5.1 no terço superior das plantas de soja entre os fatores fungicida e volume de aplicação (Tabela 6). Independente do estágio fenológico da cultura, não houve efeito significativo no número de gotas entre os fungicidas utilizados na vazão de 60 L ha<sup>-1</sup>, porém, foi verificado um aumento na deposição de gotas com o aumento da vazão para 120 L ha<sup>-1</sup>, e o fungicida Piraclostrobina + Epoxiconazol + Mancozebe diferiu quanto à deposição de gotas no terço superior das plantas.

Tabela 5. Deposição de gotas  $\text{cm}^{-2}$  (número de gotas  $\text{cm}^{-2}$ ) no dossel inferior, médio e superior das plantas de soja analisadas após aplicação dos fungicidas nos dias 02/02/2015 (R5.1), 14/02/2015 (R5.5) e 28/02/2015 (R6) em função do controle químico da ferrugem asiática para os fatores fungicida, ponta e volume no cultivar NA 7237 IPRO, safra 2014/15. Universidade de Rio Verde, 2016

	Estádio fenológico								
	R5.1			R5.5			R6		
	Terço I	Terço M	Terço S	Terço I	Terço M	Terço S	Terço I	Terço M	Terço S
<b>Fungicida</b>									
PiracI + Epox	23,06 a	31,62 a		21,25 a	31,69 a		19,12 b	31,62 a	
PiracI + Epox + Manc	24,62 a	33,37 a		22,87 a	33,25 a		20,81 a	32,94 a	
<b>Ponta</b>									
Leque duplo LD	24,37 a	32,62 a	50,62 a	22,69 a	32,56 a	54,94 a	20,81 a	32,44 a	58,87 a
Leque triplo LT	23,31 a	32,37 a	51,12 a	21,44 a	32,37 a	54,87 a	19,12 b	32,12 a	58,44 a
<b>Volume L ha<sup>-1</sup></b>									
60	19,87 b	28,50 b		18,50 b	28,56 b		16,87 b	28,56 b	
120	27,81 a	36,50 a		25,62 a	36,37 a		23,06 a	36,00 a	
<b>C.V.(%)</b>	<b>12,47</b>	<b>8,28</b>	<b>4,47</b>	<b>11,01</b>	<b>8,06</b>	<b>4,32</b>	<b>10,73</b>	<b>7,84</b>	<b>4,05</b>

Letras minúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. I = Inferior, M = Médio, S = Superior, PiracI = Piraclostrobrina, Epox = Epoxiconazol, Manc = Mancozeb.

Tabela 6. Deposição de gotas  $\text{cm}^{-2}$  (número de gotas  $\text{cm}^{-2}$ ) no dossel superior das plantas de soja analisadas após aplicação dos fungicidas nos dias 02/02/2015 (R5.1), 14/02/2015 (R5.5) e 28/02/2015 (R6) em função do controle químico da ferrugem asiática na dupla interação do cultivar NA 7237 IPRO, safra 2014/15. Universidade de Rio Verde, 2016

	Estádio fenológico					
	R5.1		R5.5		R6	
	Terço Superior		Terço Superior		Terço Superior	
<b>Fungicida x Volume</b>	<b>60</b>	<b>120</b>	<b>60</b>	<b>120</b>	<b>60</b>	<b>120</b>
Piraclostrobrina+Epoxiconazol	34,62 a	62,25 b	41,87 a	66,50 b	45,87 a	70,12 b
Piraclostrobrina+Epoxiconazol+ Mancozebe	37,00 a	66,62 a	41,00 a	70,25 a	45,00 a	73,62 a
<b>C.V.(%)</b>	<b>4,47</b>		<b>4,32</b>		<b>4,05</b>	

Letras minúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A análise de variância demonstrou interação tripla entre os fatores para a variável deposição de gotas  $\text{cm}^{-2}$  no cultivar com porte ereto BMX Potência RR no dossel das plantas nas avaliações em R5.1 e R5.5 (Tabela 7). Observando as médias estimadas, houve efeito significativo entre os fungicidas no estágio R5.5 no terço superior das plantas; Piraclostrobrina + Epoxiconazol + Mancozebe na vazão 120 L ha<sup>-1</sup> apresentaram os maiores valores de deposição de gotas. Entre as pontas de pulverização, percebeu-se que as pontas do tipo Leque duplo apresentaram melhor desempenho na avaliação em R5.1 no terço superior. Entre os volumes, melhor desempenho foi observado a 120 L ha<sup>-1</sup>.

Segundo Antuniassi et al. (2004), o processo de formação de gotas a partir da ponta utilizada pode ser significativamente alterado pela modificação de características físicas da calda, notadamente pelo uso de certas formulações e pela adição de surfactantes. Assim, fatores básicos como tamanho e espectro de gotas podem ser alterados de maneira mais significativa por variações na calda do que pela própria troca das pontas de pulverização.

Tabela 7. Deposição de gotas  $\text{cm}^{-2}$  (número de gotas  $\text{cm}^{-2}$ ) no dossel inferior, médio e superior das plantas de soja analisadas após aplicação dos fungicidas nos dias 02/02/2015 (R5.1) e 14/02/2015 (R5.5) em função do controle químico da ferrugem asiática na tripla interação do cultivar BMX Potência RR, safra 2014/15. Universidade de Rio Verde, 2016

		Estádio fenológico					
		R5.1					
		Terço I		Terço M		Terço S	
		Volume aplicação (L ha <sup>-1</sup> )					
Fungicida	Ponta	60	120	60	120	60	120
Piracl.+Epo.	Leque duplo LD	19,75 aAB	26,50 aAα	28,50 aAß	34,75 aAα	39,00 aAß	61,25 bAα
	Leque triplo LT	18,75 aAB	26,50 aAα	28,00 aAß	35,25 aAα	35,75 aBß	63,75 aAα
Piracl.+Epo.+ Manc.	Leque duplo LD	21,50 aAB	29,25 aAα	29,25 aAß	37,25 aAα	37,50 aAß	66,50 aAα
	Leque triplo LT	19,25 aAB	27,50 aAα	28,50 aAß	36,75 aAα	38,00 aAß	65,50 aAα
<b>C.V.(%)</b>		<b>13,72</b>		<b>8,09</b>		<b>4,04</b>	
		Estádio fenológico					
		R5.5					
		Terço I		Terço M		Terço S	
		Volume aplicação (L ha <sup>-1</sup> )					
Fungicida	Ponta	60	120	60	120	60	120
Piracl.+Epo.	Leque duplo LD	18,50 aAB	24,00 aAα	28,50 aAß	34,75 aAα	43,25 aAß	65,50 bAα
	Leque triplo LT	17,25 aAB	24,75 aAα	28,00 aAß	35,25 aAα	40,50 aAß	67,25 aAα
Piracl.+Epo.+ Manc.	Leque duplo LD	20,50 aAB	27,50 aAα	29,25 aAß	37,25 aAα	41,50 aAß	70,50 aAα
	Leque triplo LT	17,50 aAB	25,50 aAα	28,50 aAß	36,75 aAα	41,75 aAß	69,50 aAα
<b>C.V.(%)</b>		<b>11,93</b>		<b>8,09</b>		<b>4,08</b>	

Letras minúsculas iguais na coluna entre os fungicidas, maiúsculas na coluna entre pontas e gregas na linha entre volumes não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Piracl. = Piraclostrobrina, Epo. = Epoxiconazol, Manc. = Mancozebe, I = Inferior, M = Médio e S = Superior.

Na terceira avaliação realizada em R6 (Tabela 8), o desempenho dos fungicidas e das pontas foi semelhante ao obtido na avaliação em R5.5, porém, no terço inferior das plantas. Não houve efeito significativo entre os fungicidas e os volumes de aplicação e entre as pontas e os volumes de aplicação.

Tabela 8. Deposição de gotas  $\text{cm}^{-2}$  (número de gotas  $\text{cm}^{-2}$ ) no dossel inferior, médio e superior das plantas de soja analisadas após aplicação dos fungicidas no dia 28/02/2015 (R6) em função do controle químico da ferrugem asiática na dupla interação do cultivar BMX Potência RR, safra 2014/15. Universidade de Rio Verde, 2016

Estádio fenológico						
R6						
Fungicida x Ponta	Terço I		Terço M		Terço S	
	LD	LT	LD	LT	LD	LT
PiracI.+EpoX.	19,25 b	19,00 a	31,62 a	31,62 a	58,12 a	57,87 a
PiracI.+EpoX.+Manc.	22,37 a	18,87 a	33,25 a	32,50 a	59,62 a	59,00 a

Estádio fenológico						
R6						
Fungicida x Volume	Terço I		Terço M		Terço S	
	Volume ( $\text{L ha}^{-1}$ )					
	60	120	60	120	60	120
PiracI.+EpoX.	16,50 a	21,75 a	28,25 a	35,00 a	45,87 a	70,12 a
PiracI.+EpoX.+Manc.	18,12 a	23,12 a	30,00 a	35,75 a	48,00 a	70,62 a

Estádio fenológico						
R6						
Ponta x Volume	Terço I		Terço M		Terço S	
	Volume ( $\text{L ha}^{-1}$ )					
	60	120	60	120	60	120
Leque duplo LD	18,25 a	23,37 a	28,87 a	36,00 a	45,87 a	71,87 a
Leque triplo LT	16,37 a	21,50 a	29,37 a	34,75 a	48,00 a	68,87 a
<b>C.V.(%)</b>	<b>13,80</b>		<b>10,01</b>		<b>11,94</b>	

Letras minúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. PiracI. = Piraclostrobina, EpoX. = Epoxiconazol, Manc. = Mancozebe, LD = Leque Duplo, LT = Leque Triplo, I = Inferior, M = Médio e S = Superior.

Para a cultivar W 712 RR com porte ereto, verificou-se efeito significativo para a deposição de gotas na avaliação em R6 no terço inferior entre os fungicidas utilizados. Piraclostrobina + Epoxiconazol + Mancozebe também apresentaram maiores valores de deposição de gotas. Entre os diferentes tipos de pontas de pulverização, não houve diferença significativa. Já entre os volumes de aplicação, maior desempenho foi observado quando se utilizou a vazão de  $120 \text{ L ha}^{-1}$  em todas avaliações independente do dossel das plantas, exceto na avaliação em R5.5 no terço superior, em que a vazão não influenciou no número de gotas depositadas (Tabela 9).

Tabela 9. Deposição de gotas  $\text{cm}^{-2}$  (número de gotas  $\text{cm}^{-2}$ ) no dossel inferior, médio e superior das plantas de soja analisadas após aplicação dos fungicidas nos dias 02/02/2015 (R5.1), 14/02/2015 (R5.5) e 28/02/2015 (R6) em função do controle químico da ferrugem asiática para os fatores fungicida, ponta e volume no cultivar W 712 RR, safra 2014/15. Universidade de Rio Verde, 2016

	Estádio fenológico								
	R5.1			R5.5			R6		
	Terço I	Terço M	Terço S	Terço I	Terço M	Terço S	Terço I	Terço M	Terço S
<b>Fungicida</b>									
PiracI.+EpoX.	21,87 a	31,75 a	50,56 a	20,00 a	31,56 a	54,06 a	17,81 b	31,25 a	57,25 a
PiracI.+EpoX.+ Manc.	21,94 a	31,50 a	50,37 a	21,06 a	31,44 a	54,06 a	19,75 a	31,25 a	57,25 a
<b>Ponta</b>									
Leque duplo LD	21,81 a	31,37 a	50,75 a	20,37 a	31,37 a	54,25 a	18,50 a	31,25 a	57,25 a
Leque triplo LT	22,00 a	31,87 a	50,19 a	20,69 a	31,62 a	53,87 a	19,06 a	31,25 a	57,25 a
<b>Volume (<math>\text{L ha}^{-1}</math>)</b>									
60	18,25 b	28,37 b	37,81 b	17,12 b	28,12 b	41,62 a	15,50 b	27,75 b	45,00 b
120	25,56 a	34,87 a	63,12 a	23,94 a	34,87 a	66,50 a	22,06 a	34,75 a	69,50 a
<b>C.V.(%)</b>	<b>9,72</b>	<b>7,42</b>	<b>5,76</b>	<b>9,73</b>	<b>6,66</b>	<b>5,06</b>	<b>11,07</b>	<b>6,60</b>	<b>4,68</b>

Letras minúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. PiracI. = Piraclostrobina, EpoX. = Epoxiconazol, Manc. = Mancozebe, I = Inferior, M = Médio e S = Superior.

De forma geral, o fungicida Opera associado ao Unizeb Gold aplicado no volume de calda de  $120 \text{ L ha}^{-1}$  proporcionou maior deposição de gotas nos cultivares NA 7237 IPRO, BMX Potência RR e W 712 RR, não havendo interferência do tipo de ponta utilizado. Relacionando os resultados obtidos àqueles já citados na literatura, Ozkan et al. (2006) não observaram diferenças na deposição de gotas quando se utilizou pontas do tipo leque simples, duplo ou cone vazio. Dalla Favera (2012) não verificou diferenças na deposição de gotas nos dosséis inferior e superior das plantas de soja pela utilização de diferentes pontas de pulverização. De acordo com Cunha et al. (2006), é esperado que, em geral, pontas que produzem gotas de menor tamanho promovam maior cobertura do alvo, principalmente na ausência de vento.

Farinha et al. (2009) afirmam que a deposição de gotas na região apical da planta foi quase três vezes superior àquela observada na região basal. Geralmente, as maiores deposições de gotas corresponderam aos tratamentos com os maiores volumes testados.

Conforme Antuniassi et al (2010), independente do tipo de ponta (cônico cheio, cônico vazio e jato plano) bem como a vazão pulverizada, no dossel da planta há maior possibilidade de deposição de gotas/ $\text{cm}^2$ . No entanto, ressalta que em cultivares com hábito de crescimento e porte eretos há maior facilidade de deposição de gotas no dossel inferior da planta, mesmo que esteja em plena fase de reprodução.

## 4.2 Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e desfolha

A análise de variância demonstrou a interação tripla entre fungicida x tipo de ponta de pulverização x volume de aplicação para a variável AACPD nos cultivares NA 5909 RR, NA 7237 IPRO e BMX Potência RR ( $P \leq 0,05$ ). Para o cultivar W 712 RR, foi verificada interação dupla entre os fatores fungicida x volume e tipo de ponta x volume de aplicação (Tabelas 10 e 11).

Menores progressos da ferrugem asiática foram observados nos cultivares NA 5909 RR, NA7237 IPRO e BMX Potência RR (Tabela 10) com o fungicida Piraclostrobina + Epoxiconazol + Mancozebe, independente do tipo de ponta e do volume de aplicação. Entre os tipos de pontas, houve diferença significativa no progresso da doença quando se utilizou pontas do tipo Leque triplo, independente do fungicida, na vazão de  $60 \text{ L ha}^{-1}$ . Na vazão de  $120 \text{ L ha}^{-1}$ , o tipo de ponta utilizado não influenciou na severidade da doença. Efeito significativo foi observado apenas na vazão de  $120 \text{ L ha}^{-1}$  no cultivar NA 7237 IPRO com o Piraclostrobina + Epoxiconazol + Mancozebe quando se utilizou ponta do tipo Leque triplo e no cultivar BMX Potência RR com o fungicida Piraclostrobina + Epoxiconazol, utilizando a ponta do tipo Leque duplo. O maior volume de aplicação proporcionou, em média, menor evolução da doença nos três cultivares.

No cultivar W 712 RR (Tabela 11), o fungicida Piraclostrobina + Epoxiconazol + Mancozebe apresentou menor valor médio de AACPD da ferrugem asiática, independente do volume aplicado. Entre os tipos de pontas, a utilização de ponta do tipo Leque triplo reduziu o progresso da doença, assim, menores valores de AACPD foram observados.

Tabela 10. Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) em função da severidade da ferrugem asiática nos cultivares NA 5909 RR, NA 7237 IPRO e BMX Potência RR para interação tripla fungicida x ponta x volume, safra 2014/15. Universidade de Rio Verde, 2016

<b>NA 5909 RR</b>			
<b>Fungicida</b>	<b>Pontas</b>	<b>Volume aplicação (L ha<sup>-1</sup>)</b>	
		<b>60</b>	<b>120</b>
Piraclostrobina + Epoxiconazol	Leque duplo LD	720,80 bBß	508,34 bAα
	Leque triplo LT	554,76 bAα	516,12 bAα
Piraclostrobina + Epoxiconazol + Mancozebe	Leque duplo LD	523,70 aBß	285,78 aAα
	Leque triplo LT	434,24 aAß	257,75 aAα
<b>C.V.(%)</b>		<b>6,09</b>	
<b>NA 7237 IPRO</b>			
<b>Fungicida</b>	<b>Pontas</b>	<b>Volume aplicação (L ha<sup>-1</sup>)</b>	
		<b>60</b>	<b>120</b>
Piraclostrobina + Epoxiconazol	Leque duplo LD	665,03 bBß	423,40 bAα
	Leque triplo LT	470,70 bAß	422,47 bAα
Piraclostrobina + Epoxiconazol + Mancozebe	Leque duplo LD	427,60 aBß	248,69 aBα
	Leque triplo LT	327,53 aAß	192,77 aAα
<b>C.V.(%)</b>		<b>7,15</b>	
<b>BMX Potência RR</b>			
<b>Fungicida</b>	<b>Pontas</b>	<b>Volume aplicação (L ha<sup>-1</sup>)</b>	
		<b>60</b>	<b>120</b>
Piraclostrobina + Epoxiconazol	Leque duplo LD	646,59 bBß	386,97 bAα
	Leque triplo LT	451,02 bAα	429,03 bBα
Piraclostrobina + Epoxiconazol + Mancozebe	Leque duplo LD	420,40 aBß	226,48 aAα
	Leque triplo LT	339,07 aAß	186,20 aAα
<b>C.V.(%)</b>		<b>7,18</b>	

Letras minúsculas iguais na coluna entre os fungicidas, maiúsculas na coluna e gregas na linha não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 11. Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) em função da severidade da ferrugem asiática no cultivar W 712 RR para a interação dupla fungicida x volume e ponta x volume, safra 2014/15. Universidade de Rio Verde, 2016

<b>Fungicida x Volume</b>	<b>Volume (L ha<sup>-1</sup>)</b>	
	<b>60</b>	<b>120</b>
Piraclostrobina + Epoxiconazol	559,24 b A	431,06 b B
Piraclostrobina + Epoxiconazol + Mancozebe	387,03 a A	200,78 a B
<b>Ponta x Volume</b>	<b>60</b>	<b>120</b>
Leque duplo (LD)	540,47 b A	329,34 b B
Leque triplo (LT)	405,80 a A	302,50 a B
<b>C.V.(%)</b>		<b>8,16</b>

Letras minúsculas iguais na coluna para fungicidas e maiúsculas na linha para volume não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve interação tripla significativa na variável desfolha entre os fungicidas utilizados, pontas de pulverização e os volumes de aplicação (Tabela 12). Nos diferentes cultivares, menores porcentagens de desfolha foram observadas com o fungicida Piraclostrobina + Epoxiconazol + Mancozebe, independente do tipo de ponta e do volume de aplicação, exceto no cultivar NA 5909 RR na vazão de 120 L ha<sup>-1</sup> que não apresentou efeito significativo entre



os fungicidas na desfolha das plantas, provavelmente em função do cultivar ser de ciclo precoce e porte semiereto.

Tabela 12. Desfolha (%) nos cultivares NA 5909 RR, NA 7237 IPRO, BMX Potência RR e W 712 RR no dia 16/03/2015 (R7) para a interação tripla fungicida x ponta x volume, safra 2014/15. Universidade de Rio Verde, 2016

<b>NA 5909 RR</b>			
<b>Fungicida</b>	<b>Pontas</b>	<b>Volume aplicação (L ha<sup>-1</sup>)</b>	
		<b>60</b>	<b>120</b>
Piraclostrobina + Epoxiconazol	Leque duplo (LD)	81,50 bAß	76,50 bBα
	Leque triplo (LT)	81,50 bAß	58,25 aAα
Piraclostrobina + Epoxiconazol + Mancozebe	Leque duplo (LD)	64,25 aBß	56,50 aAα
	Leque triplo (LT)	58,75 aAß	52,50 aAα
<b>C.V.(%)</b>		<b>3,37</b>	
<b>NA 7237 IPRO</b>			
<b>Fungicida</b>	<b>Pontas</b>	<b>Volume aplicação (L ha<sup>-1</sup>)</b>	
		<b>60</b>	<b>120</b>
Piraclostrobina + Epoxiconazol	Leque duplo (LD)	79,50 bAß	73,50 bBα
	Leque triplo (LT)	76,25 bAß	58,25 bAα
Piraclostrobina + Epoxiconazol + Mancozebe	Leque duplo (LD)	63,25 aBß	51,50 aAα
	Leque triplo (LT)	57,00 aAß	50,50 aAα
<b>C.V.(%)</b>		<b>5,36</b>	
<b>BMX Potência RR</b>			
<b>Fungicida</b>	<b>Pontas</b>	<b>Volume aplicação (L ha<sup>-1</sup>)</b>	
		<b>60</b>	<b>120</b>
Piraclostrobina + Epoxiconazol	Leque duplo (LD)	74,75 bAß	70,25 bBα
	Leque triplo (LT)	71,50 bAß	48,25 aAα
Piraclostrobina + Epoxiconazol + Mancozebe	Leque duplo (LD)	54,25 aBß	46,50 aAα
	Leque triplo (LT)	48,75 aAß	42,50 aAα
<b>C.V.(%)</b>		<b>4,33</b>	
<b>W 712 RR</b>			
<b>Fungicida</b>	<b>Pontas</b>	<b>Volume aplicação (L ha<sup>-1</sup>)</b>	
		<b>60</b>	<b>120</b>
Piraclostrobina + Epoxiconazol	Leque duplo (LD)	64,50 bBß	60,25 bBα
	Leque triplo (LT)	62,25 bAß	40,25 aAα
Piraclostrobina + Epoxiconazol + Mancozebe	Leque duplo (LD)	44,25 aBα	42,25 aAα
	Leque triplo (LT)	35,75 aAß	30,25 aAα
<b>C.V.(%)</b>		<b>3,11</b>	

Letras minúsculas iguais na coluna entre os fungicidas, maiúsculas na coluna entre pontas e gregas na linha entre volumes não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Entre os tipos de ponta, de modo geral, a utilização de pontas do tipo Leque triplo nas duas vazões utilizadas influenciou sobre o percentual de desfolha das plantas. Assim como na AACPD, o maior volume de aplicação reduziu a porcentagem de desfolha resultante da severidade da ferrugem asiática.

Em relação ao controle químico empregado, a aplicação do fungicida Piraclostrobina + Epoxiconazol + Mancozebe resultou em menor evolução da doença, independente do cultivar utilizado. Semelhantemente, Madalosso (2007) também observou diferenças no controle da ferrugem asiática em função de diferentes pontas de pulverização e associação de multissítios.

Segundo Forcelini et al. (2009), a aplicação mais cedo permite que o fungicida atinja as folhas da parte de baixo da planta com maior eficiência. Na aplicação convencional, 82,9 % das gotas atingem a parte de cima da planta, 13,3 % o meio e apenas 3,8 % a parte de baixo, o que não se mostra eficaz no controle das doenças. Com isso, o controle eficaz, o residual mais longo, a aplicação mais cedo e a distribuição do fungicida na planta completam a combinação de práticas de manejo de doenças, reduzindo perdas durante o ciclo reprodutivo da cultura.

### 4.3 Componentes de produção

Ao analisar massa de mil grãos, não se observou efeito significativo entre os fatores fungicida, ponta de pulverização e volume de aplicação. Para os fatores isolados, os maiores valores da massa de mil grãos foram observados nos cultivares NA 7232 RR e BMX Potência RR quando se aplicou o fungicida Piraclostrobina + Epoxiconazol + Mancozebe. Para os fatores tipo de ponta e volume de aplicação, não foi observado efeito significativo sobre esta característica (Tabela 13).

Tabela 13. Massa de mil grãos (g) nos cultivares NA 5909 RR, NA 7237 IPRO, BMX Potência RR e W 712 RR para os fatores fungicida, ponta de pulverização e volume de aplicação, safra 2014/15. Universidade de Rio Verde, 2016

<b>Fungicida</b>	<b>NA 5909 RR</b>	<b>NA 7232 IPRO</b>	<b>BMX Potência RR</b>	<b>W 712 RR</b>
Pirac.+Epo.	127,12 a	122,87 b	121,87 b	136,56 a
Piracl.+ Epox.+Manc.	129,06 a	130,06 a	128,37 a	142,81 a
<b>Ponta</b>				
Leque duplo (LD)	127,44 a	125,37 a	126,00 a	140,19 a
Leque triplo (LT)	128,75 a	127,56 a	124,25 a	139,19 a
<b>Volume (L ha<sup>-1</sup>)</b>				
60	127,44 a	127,06 a	125,25 a	138,81 a
120	128,75 a	125,87 a	125,00 a	140,56 a
<b>C.V.(%)</b>	<b>4,26</b>	<b>5,69</b>	<b>5,13</b>	<b>7,32</b>

Letras minúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a produtividade média de grãos, a análise de variância revelou a existência de interação tripla significativa entre os fatores fungicida, tipo de ponta e volume de aplicação (Tabela 14). Independente do tipo de ponta utilizado e do volume de aplicação, o fungicida Piraclostrobina + Epoxiconazol + Mancozebe apresentou as maiores produtividades nos cultivares NA 5909 RR e W 712 RR. No entanto, no cultivar NA 7237 IPRO o volume de aplicação gerou aumentos significativos na produtividade da soja, independente do tipo de

ponta utilizado. Na vazão de 60 L ha<sup>-1</sup> o fungicida Piraclostrobina + Epoxiconazol apresentou maiores valores de produtividade, já no volume de calda de 120 L ha<sup>-1</sup> o fungicida Piraclostrobina + Epoxiconazol + Mancozebe apresentou os maiores valores.

Tabela 14. Produtividade de grãos da soja (kg ha<sup>-1</sup>) nos cultivares NA 5909 RR, NA 7237 IPRO, BMX Potência RR e W 712 RR para a interação tripla fungicida x ponta x volume, safra 2014/15. Universidade de Rio Verde, 2016

<b>NA 5909 RR</b>			
<b>Fungicida</b>	<b>Pontas</b>	<b>Volume aplicação (L ha<sup>-1</sup>)</b>	
		<b>60</b>	<b>120</b>
Piraclostrobina + Epoxiconazol	Leque duplo LD	3.505,50 bB $\alpha$	3.205,14 bBB
	Leque triplo LT	3.685,00 bA $\alpha$	3.392,02 bAB
Piraclostrobina + Epoxiconazol + Mancozebe	Leque duplo LD	3.613,88 aA $\beta$	3.720,50 aB $\alpha$
	Leque triplo LT	3.493,62 aB $\beta$	3.976,04 aA $\alpha$
<b>C.V.(%)</b>		<b>0,73</b>	
<b>NA 7237 IPRO</b>			
<b>Fungicida</b>	<b>Pontas</b>	<b>Volume aplicação (L ha<sup>-1</sup>)</b>	
		<b>60</b>	<b>120</b>
Piraclostrobina + Epoxiconazol	Leque duplo LD	2.850,00 aB $\alpha$	2.845,00 bB $\alpha$
	Leque triplo LT	3.076,25 aA $\beta$	3.217,00 bA $\alpha$
Piraclostrobina + Epoxiconazol + Mancozebe	Leque duplo LD	2.325,00 bB $\beta$	3.264,67 aA $\alpha$
	Leque triplo LT	2.988,75 bA $\beta$	3.277,00 aA $\alpha$
<b>C.V.(%)</b>		<b>0,99</b>	
<b>BMX Potência RR</b>			
<b>Fungicida</b>	<b>Pontas</b>	<b>Volume aplicação (L ha<sup>-1</sup>)</b>	
		<b>60</b>	<b>120</b>
Piraclostrobina + Epoxiconazol	Leque duplo LD	3.716,50 bB $\alpha$	3.408,25 bBB
	Leque triplo LT	3.995,87 aA $\alpha$	3.795,38 bAB
Piraclostrobina + Epoxiconazol + Mancozebe	Leque duplo LD	4.143,17 aA $\alpha$	4.129,82 aAB
	Leque triplo LT	3.845,24 bB $\beta$	4.236,59 aB $\alpha$
<b>C.V.(%)</b>		<b>0,18</b>	
<b>W 712 RR</b>			
<b>Fungicida</b>	<b>Pontas</b>	<b>Volume aplicação (L ha<sup>-1</sup>)</b>	
		<b>60</b>	<b>120</b>
Piraclostrobina + Epoxiconazol	Leque duplo LD	3.984,75 bB $\alpha$	3.860,50 bBB
	Leque triplo LT	4.480,00 bA $\alpha$	4.023,75 bAB
Piraclostrobina + Epoxiconazol + Mancozebe	Leque duplo LD	4.831,50 aA $\alpha$	4.835,22 aB $\alpha$
	Leque triplo LT	4.721,25 aB $\beta$	4.885,45 aA $\alpha$
<b>C.V.(%)</b>		<b>0,21</b>	

Letras minúsculas iguais na coluna dentro de fungicidas, maiúsculas na coluna entre pontas e gregas na linha entre volumes não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Somente no cultivar BMX Potência RR o tipo de ponta utilizado influenciou na produtividade da soja. Quando se utilizou ponta do tipo Leque duplo nos volumes de 60 e 120 L ha<sup>-1</sup>, o fungicida Piraclostrobina + Epoxiconazol + Mancozebe apresentou maiores valores de produtividade. A utilização de ponta do tipo Leque triplo no volume de 60 e 120 L ha<sup>-1</sup> apresentou maior produtividade da soja para os fungicidas Piraclostrobina + Epoxiconazol + Mancozebe, Piraclostrobina + Epoxiconazol, respectivamente.

Trabalhos realizados por Cunha et al. (2006) mostraram que, apesar da utilização do volume de calda de 160 L ha<sup>-1</sup> com pontas de jato plano terem proporcionado maior

uniformidade de distribuição da calda fungicida nas plantas, não observaram influência do tipo de ponta de pulverização e do volume de aplicação no controle da ferrugem e na produtividade da cultura da soja. Semelhantemente, Barreto et al. (2011) verificaram que os maiores volumes de pulverização produziram maior número de vagens e grãos, independente dos tipos de pontas utilizados.

## 5 CONCLUSÕES

Maior deposição de gotas foi observada quando se aumentou o volume de pulverização de 60 para 120 L ha<sup>-1</sup>, independente do fungicida, do tipo de ponta de pulverização e do cultivar utilizado;

A associação dos fungicidas Piraclostrobina + Epoxiconazol + Mancozebe apresentou maior eficácia no controle da ferrugem, independente do tipo de ponta e do volume aplicado quando comparado ao Piraclostrobina + Epoxiconazol sem o protetor;

O maior volume de aplicação proporcionou, em média, menor evolução da doença nos cultivares NA5909 RR, NA 7237 IPRO e BMX Potência RR;

A produtividade média dos cultivares foi superior quando se utilizou o fungicida Piraclostrobina + Epoxiconazol + Mancozebe;

O volume de pulverização influenciou significativamente a produtividade do cultivar NA 7237 IPRO; 60 L ha<sup>-1</sup> com o fungicida Piraclostrobina + Epoxiconazol proporcionaram maior produtividade; porém 120 L ha<sup>-1</sup> com o fungicida Piraclostrobina + Epoxiconazol + Mancozebe apresentaram os maiores rendimentos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. M. R.; FERREIRA, L. P.; YORINORI, J. T.; SILVA, J. F. V.; HENNING, A. A.; GODOY, C. V.; COSTAMILAN, L. M.; MAYER, M. C. Doenças da soja. In: Manual de Fitopatologia: Doenças de plantas cultivadas. São Paulo: Agronômica Ceres. 4ª ed. cap.64, 2005. p.569-588.

ALVES, S. A. M. Quantificação de parâmetros da pré-penetração e monocíclicos relacionados ao patossistema *Phakopsora pachyrhizi* - soja. 2007. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitopatologia) – Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

ALVES, T. C.; JULIATTI, F. C.; LUCAS, B. V. Efeito erradicante de fungicidas triazóis no controle da ferrugem da soja. *Fitopatologia Brasileira* 31: 336. 2006. Suplemento.

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

ANTUNIASSI, U.R., CAMARGO, T.V., BONELLI, A.P.O., ROMAGNOLE, H.W.C. Avaliação da cobertura de folhas de soja em aplicações terrestres com diferentes tipos de pontas. In: III Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos, Anais, 4p, 2004.

ANTUNIASSI, U.R.; VEIGA, C.M.; QUEIROZ, P.C. Caracterização tecnológica da aplicação de defensivos na cultura da soja em plantio direto no Brasil. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 2010.

AZEVEDO, L.A.S.; JULIATTI, F.C.; BARRETO, M.. Resistência de genótipos de soja à *Phakopsora pachyrhizi*. *Summa phytopathologica*, v.33, n.3, p.252-257, 2007.

AZEVEDO, L. A. S. Fungicidas sistêmicos: teoria e prática. 1. ed. Campinas:EMOPI, 2007. 290 p. 103

BARRETO, A.F. Avaliação de parâmetros da Tecnologia de Aplicação para o controle da ferrugem asiática da soja. Tese de Doutorado UNESP , 2011.

BROMFIELD, K. R & HARTWIG, E. E. Resistance to soybean rust and mode of inheritance. *Crop Science*, n. 20, p. 254-255, 1980. 104

BONDE, M.R.; BERNER, D.K.; NESTER, S.E.; FREDERICK, R.D. Effects of temperature on urediniospore germination, germ tube growth, and initiation of infection in soybean by *Phakopsora* isolates. *Phytopatology*, v.97, no.8, p.997-1003. 2007.

CAMARGO, L.E.A & BERGAMIN FILHO, A. Controle genético. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. Manual de fitopatologia: princípios e conceitos. 3.ed. São Paulo: Ceres, 1995. cap. 37, p.729-760.

CARNEIRO, L. C.; ALVES, S. A. M.; FURTADO, G. Q.; GODOY, C. V.; COSTA, T. N & AMORIM, L. Avaliação da resistência de genótipos de soja à *Phakopsora pachyrhizi*. *Fitopatologia brasileira*, Brasília, n. 31, p. 259, 2004. (Suplemento).

CARVALHO JÚNIOR, A. A. & FIGUEIREDO, M. B. A verdadeira identidade da ferrugem da soja no Brasil. *Summa Phytopathologica*. Botucatu, v. 26, p. 197-200, 2000.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Lavouras. Acesso em 13 de junho de 2016. Disponível on line: <http://www.conab.gov.br>.

COSTAMILAN, L.M. Estresses ocasionados por doenças e por nematoides. In: BONATO, E.R. Estresses em soja. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. p.145-200.

COSTAMILAN, L.M.; BERTAGNOLLI, P. F. & YORINORI, J. T. Perda de rendimento de grãos de soja causada pela ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*). *Fitopatologia Brasileira* 27: 100. 2002. (Suplemento).

CUNHA, J.P.A.R. Controle químico da ferrugem asiática da soja em função de ponta de pulverização e de volume de calda. *Ciência Rural*, v. 36, p. 1360-1366, 2006.

DALLA FAVERA, D. Pontas de pulverização e taxas de aplicação sobre o controle da ferrugem asiática em diferentes cultivares de soja. 2012. 134f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

DESLANDES, J.A. Ferrugem da soja e de outras leguminosas causadas por *Phakopsora pachyrhizi* no Estado de Minas Gerais. *Fitopatologia Brasileira*. Belo Horizonte, n.4, p. 337-339. 1979.

DEL PONTE, E.M., GODOY, C.V., LI, X. & YANG, X.B. Predicting severity of Asian soybean rust with empirical rainfall models. *Phytopathology* v.96, p.797-803. 2006.

FARINHA, J.V. Deposição da calda de pulverização em cultivares de soja no estádio R1. *Revista Ciência Rural*, v.39, n.6, set, 2009.

FUNDAÇÃO MT. Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso. Capturado em 25 de fevereiro de 2009. Disponível on line: <http://www.fundacaomt.com.br>.

FORCELINI, C.A.; NAVARINI, L. – *Revista Plantio Direto*, publicação eletrônica, 2009

GANDOLFO, M, A.; Avaliação do efeito da velocidade do vento, da velocidade de deslocamento e do tipo de ponta de pulverização na deriva em aplicações de agrotóxicos, UENP, 2011.

GANDOLFO, M. A. Análise comparativa de perfil de distribuição de pontas de jato plano em aplicações estáticas e dinâmicas – UENP, 2011.

GANDOLFO, M, A. O uso da cobertura do solo como fator de redução do risco de deriva e melhoria na qualidade de aplicação de agroquímicos – UENP, 2011.

GASSEN, F.; BORGES, L.D. Importância econômica da soja. In: REIS, E.M. *Doenças na cultura da Soja*. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 2004. 178p.

GODOY, C. V.; UTIAMADA, C. M.; MEYER, M. C.; CAMPOS, H. D.; FORCELINI, C. A.; PIMENTA, C. B.; CASSETARI NETO, D.; JACCOUD FILHO, D. S.; BORGES, E. P.; ANDRADE JUNIOR, E. R. de; SIQUERI, F. V.; JULIATTI, F. C.; FEKSA, H. R.; GRIGOLLI, J. F. J.; NUNES JUNIOR, J.; CARNEIRO, L. C.; SILVA, L. H. C. P. da; SATO, L. N.; CANTERI, M. G.; MADALOSSO, M.; GOUSSAIN, M.; MARTINS, M. C.; BALARDIN, R. S.; FURLAN, S. H.; MONTECELLI, T. D. N.; CARLIN, V. J.; VENANCIO, W. S. Circular Técnica. EMBRAPA, 2015.

HARTMAN, G.L.; WANG, T.C. & TSCHANZ, A.T. Soybean rust development and the qualitative relationship between rust severity and soybean yield. *Plant disease* 75:596-600. 1991.

JULIATTI, F. C.; POLIZEL, A.C.; JULIATTI, F. C.; MOURA, E. A. C.; AZEVEDO, L. A. Uso da resistência parcial e efeito preventivo e curativo de fungicidas no controle da ferrugem asiática. In: WORKSHOP BRASILEIRO SOBRE A FERRUGEM ASIÁTICA, 1., 2005, Uberlândia. *Anais...* Uberlândia, MG: UFU, 2005. p.115-33.

KIMATI, H & BERGAMIN FILHO. Princípios gerais de controle. In.: BERGAMIM FILHO, A.; KIMATI, H & AMORIM, L. Manual de fitopatologia. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1995. p. 692-709.

KIMATI, H. Controle químico. Manual de fitopatologia. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1995. p. 692-709.

KOCHMAN, J. K. The effect of temperature on development of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*). Australian Journal Agricultural Research. 30:273-277. 1979.

MARCHETTI, M. A.; UECKER, F.A. & BROMFIELD, K. R. Uredial development of *Phakopsora pachyrhizi* in soybeans. Phytopathology 65:822-823. 1975.

MARCHETTI, M. A.; MELCHING, J. S & BROMFIELD, K. R. The effects of temperature and dew period on germination and infection by uredo spores of *Phakopsora pachyrhizi*. Phytopathology 66:461-463. 1976.

MELCHING, J.S.; BROMFIELD, K.R.; & KINGSOLVER, C.H. Infection, colonization and uredospore production on Wayne soybean by four cultures of *Phakopsora pachyrhizi*. Phytopathology 69:1262-1265. 1979.

MELCHING, J. S.; DOWLER, W. M.; KOOGLE, D. L & ROYER, M. H. Effects of duration, frequency, and temperature of leaf wetness periods on soybean rust. Plant Disease. 73:117-122. 1989.

MOREL, W. Roya de la soja. Comunicado técnico – Reporte oficial. Serie Fitopatológica no 1 – Junho de 2001. Ministerio de Agricultura y Ganaderia. Subsecretaria de Agricultura. Dirección de Investigación Agrícola. Centro de Investigación Agrícola (CRIA) Capitán Miranda, Itapúa, Paraguay.

MADALOSSO, M.G. Espaçamento entre linhas e pontas de pulverização no controle de *Phakopsora pachyrhizi*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria. 2007. 83p.

MADALOSSO, M.G.; HOFFMANN, L.L.; NOLASCO, L.A.; BARBOSA, V.P.M & BALARDIN, R.S. Resposta de cultivares de soja a diferentes programas de controle químico de *Phakopsora pachyrhizi*. Tropical Plant Pathology. Brasília, Vol. 33. 2008. Suplemento.



MUNDSTOK, C.M.; THOMAS, A.L. Soja: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos. Porto Alegre: Departamento de Plantas de Lavoura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Evangraf, 2005. 31 p.

NAVARINI, L.; DALLAGNOL, L.J.; BALARDIN, R.S.; MOREIRA, M.T.; MENEGHETTI, R.C.; MADALOSSO, M.G. Controle químico da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow) na cultura da soja. Summa Phytopathologica, v.33, n.2, p.182-186, 2007.

ONO, H. J.; BURITICA, P.; & HENNEN, J. F. Delimitation of *Phakopsora*, *Physopella* and *Cerotelium* and their species on Leguminosae. Mycological Research 96:825-850. 1992.

RECOMENDAÇÕES. Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul, 35, 2007, Santa Maria, RS. Indicações Técnicas para a Cultura da Soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2007/2008. Santa Maria: Orium, 2007. 168 p.

REIS, E. M.; CASA, R. T & MICHEL, C. Ocorrência de epidemia da ferrugem da soja no Rio Grande do Sul na safra 2001/2002. Fitopatologia brasileira 27:198-199 2002. (Suplemento).

REIS, E. M.; CARDOSO, C. A.; SCHEER, O. Ferrugem da soja: etiologia e características morfológicas do hospedeiro relacionadas com o processo infeccioso. In: Reis, E. M. (Ed.) Doenças na cultura da soja. Serie Técnica. Passo Fundo, Aldeia Norte Editora. p. 71-76. 2004a.

REIS, E.M.; CASA, R.T.; BRESOLIN, A.C.R. Manual de diagnose e controle de doenças do milho. 2.ed. Lages: Graphel, 2004b. 144p.

REIS, E. M.; BRESOLIN, A. C. R & CARMONA, M. Doenças da soja I: ferrugem asiática. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2006a. 48p.

REIS, E. M.; ZANATTA, M.; BOGORNÍ, R.; REMOR, L & BARUFFI, D. A. Curva de progresso da ferrugem da soja em Passo Fundo/RS. Fitopatologia brasileira 31:139, 2006b. (Suplemento).

REIS, E.M & CASA, R.T. Doenças dos cereais de inverno: diagnose, epidemiologia e controle de doenças de cereais de inverno. 2.ed. rev. atual. Lages: Graphel, 2007. 176p.

REIS, E. M.; FORCELINI, C. A.; REIS, A. C. Manual de fungicidas: guia para o controle químico de doenças de plantas. Passo Fundo: UPF Editora, 2007. 153p.

REIS, E. M & RICHTER, R. Efeito de substratos sobre a germinação de uredosporos e comprimento de tubos germinativos de *Puccinia triticina*. Fitopatologia Brasileira, v. 32, n. 1, p. 75-78, 2007.

SILVA, A. J. DA; CANTERI, M. G.; SANTIAGO, D. C.; HIKISHIMA, M.; SILVA, A. L. DA. A refletância na estimativa do efeito de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja. Summa Phytopathol. Botucatu, SP, v. 35, n. 1, p. 53-56, 2009.

SINCLAIR, J.B.; BACKMAN, P.A. *Compendium of soybean diseases*. 3.ed. St. Paul: American Phytopathological Society, 1989. 106 p.

YORINORI, J. T. Doenças fúngicas, anomalias da soja. Londrina: CNPS/Embrapa. 2000. 61 p.

YORINORI, J. T.; PAIVA, W. M & FREDERICK, R. D.; COSTAMILAN, L. M. & BERTAGNOLLI, P. F. Epidemia da ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) no Brasil e no Paraguai, em 2001 e 2002. Fitopatologia Brasileira v27. 2002a. (Suplemento).

YORINORI, J.T.; PAIVA, W.M.; FREDERICK, R.D. & FERNANDEZ, P.F.T. Ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) no Brasil e no Paraguai, nas safras 2000/01 e 2001/02. II Congresso Brasileiro de Soja, Foz do Iguaçu, PR., 2002b. p.94. (Suplemento).

YORINORI, J.T., GODOY, C. V., PAIVA, W. M., FREDERICK, R.D., COSTAMILAN, L. N., BERTAGNOLI, P. F. & NUNES, J. R. J. Evolução da ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) no Brasil, de 2001 a 2003. Fitopatologia brasileira 2003. (Suplemento).

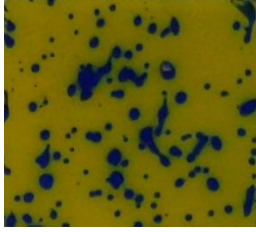
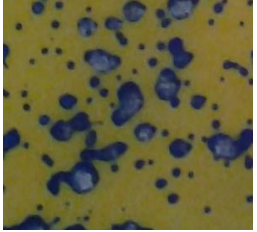
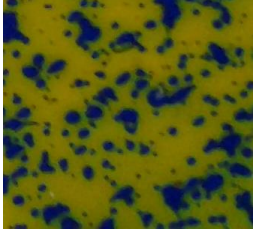
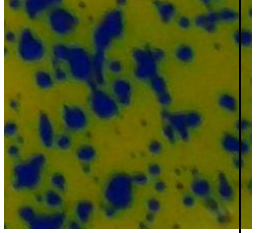
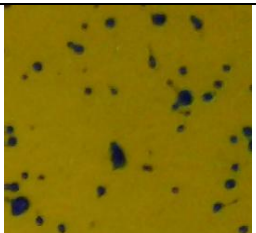
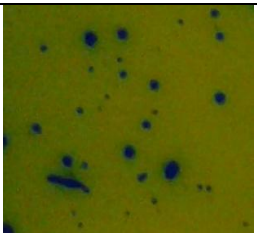
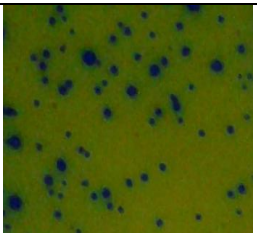
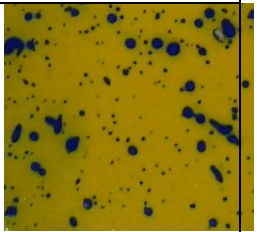
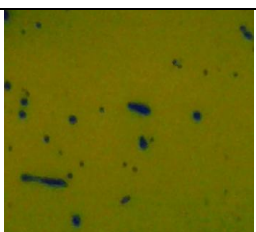
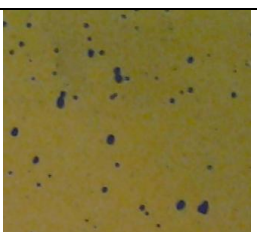
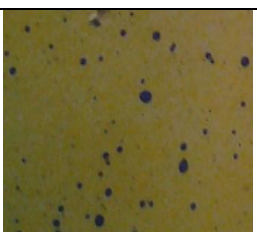
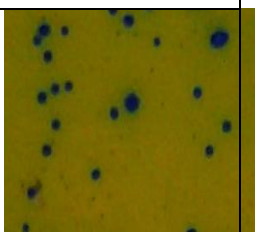
YORINORI, J.T & YUYAMA. M.M. Doenças da soja. In.: Boletim de Pesquisa de Soja 2008. p 98-122.

ZAMBOLIM, L., VALE, F.X.R., COSTA, H & FULIATTI, F.C. Manejo integrado – Medidas de controle. In.: Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas. Belo Horizonte. Ed. Perffil, 2004. cap. 12, p. 511.

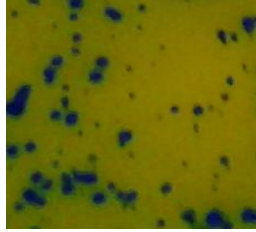
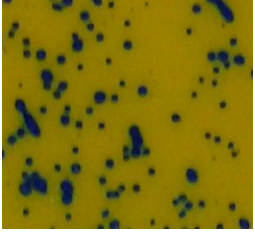
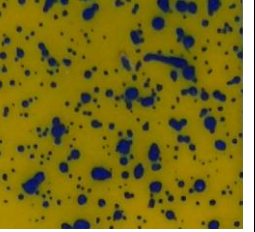
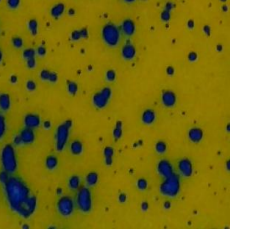
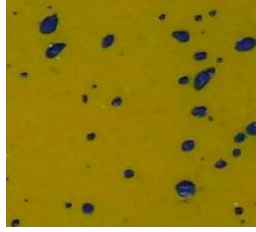
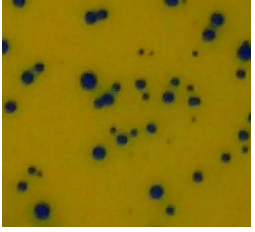
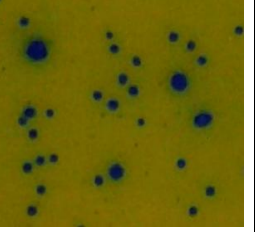
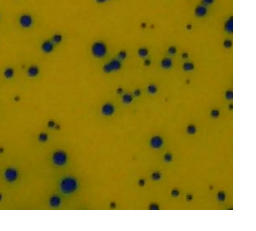
ZAMBOLIM, L. Ferrugem asiática da soja. In.: ZAMBOLIM, L. Manejo integrado da ferrugem asiática da soja. Viçosa: UFV, DFP, 2006. 140p. 114

## ANEXOS

Anexo 1. Amostra da análise da deposição de gotas no dossel inferior, médio e superior das plantas de soja nos quatro cultivares avaliados com vazão de 120 L ha<sup>-1</sup> e ponta de pulverização do tipo Jato Plano 110.02 Leque duplo na safra 2014/15. Universidade de Rio Verde, 2016.

		Cultivares			
		NA 5909 RR	BMX Potência RR	W 712 RR	NA 7237 RR
Superior					
Médio					
Inferior					

Anexo 2. Amostra da análise da deposição de gotas no dossel inferior, médio e superior das plantas de soja nos quatro cultivares avaliados com vazão de 60 L ha<sup>-1</sup> e ponta de pulverização do tipo Jato Plano 110.02 Leque duplo na safra 2014/15. Universidade de Rio Verde, 2016

Cultivares				
	NA 5909 RR	BMX Potência RR	W 712 RR	NA 7237 RR
Superior				
Médio				
Inferior	