

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**INTERAÇÕES ENTRE ÁREA FOLIAR, VOLUMES
DE CALDA E DOSES DE FUNGICIDAS NA
PERSISTÊNCIA E NO CONTROLE DE DOENÇAS
EM SOJA**

AMANDA CHECHI

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de Concentração em Proteção de Plantas.

Passo Fundo, março de 2016

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**INTERAÇÕES ENTRE ÁREA FOLIAR, VOLUMES
DE CALDA E DOSES DE FUNGICIDAS NA
PERSISTÊNCIA E NO CONTROLE DE DOENÇAS
EM SOJA**

AMANDA CHECHI

Orientador: Prof. Dr. Walter Boller

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de Concentração em Proteção de Plantas.

Passo Fundo, março de 2016



PPGAgro

Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAMV

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação.

**"INTERAÇÕES ENTRE ÁREA FOLIAR, VOLUMES DE CALDA E DOSES DE FUNGICIDAS NA
PERSISTÊNCIA E NO CONTROLE DE DOENÇAS EM SOJA"**

Elaborada por

Amanda Chechi

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestra em
Agronomia – Produção e Proteção de Plantas

Aprovada em: 15/04/2016
Pela Comissão Examinadora

Dr. Walter Boller
Presidente da Comissão Examinadora
Orientador

Dra. Eunice Oliveira Calvete
Coord. Prog. Pós-Graduação em Agronomia

Dr. Lucas Navarini
IFRS

Dr. Hélio Carlos Rocha
Diretor FAMV

Dr. Carlos Alberto Forcelini
FAMV/UPF

CIP – Catalogação na Publicação

C514i Chechi, Amanda

Interações entre área foliar, volumes de calda e doses de fungicidas na persistência e no controle de doenças em soja / Amanda Chechi. – 2016.
108 f. ; 25 cm.

Orientador: Prof. Dr. Walter Boller.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, 2016.

1. Plantas - Efeito dos fungicidas. 2. Soja - Doenças e pragas - Controle biológico. 3. Análise foliar. 4. Pragas - Controle. I. Boller, Walter, orientador. II. Título.

CDU: 633.34

Catalogação: Bibliotecária Jucelei Rodrigues Domingues – CRB 10/1569

"Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível."

(Charles Chaplin)

Aos meus pais, Valdecir e Angelita, para que ao lerem seus nomes nesta obra, sintam o amor e admiração que lhes tenho.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pelo dom da vida, pela bênção de sempre conseguir alcançar meus objetivos e pelas pessoas iluminadas que colocastes em meu caminho.

Aos meus pais, Valdecir e Angelita, que nunca mediram esforços para transformar meus sonhos em realidade. Também por estarem sempre presentes durante esta jornada, transmitindo amor, coragem e motivação. Agradeço todos os familiares, que de uma forma ou outra, contribuíram pra essa conquista. Amo vocês!

Ao meu orientador Walter Boller e ao professor Carlos Alberto Forcelini, os quais tenho imensa admiração, meu muito obrigado por todos os ensinamentos que me foram transmitidos! Também pela força, ajuda e amizade! "Se enxerguei mais longe, foi porque estava sobre os ombros de gigantes." (Isaac Newton).

À CAPES e ao PPGAgro pela oportunidade da realização do curso de mestrado pela concessão da taxa para meus estudos.

Aos amigos que sempre estiveram ao meu lado, tanto nos bons como nos momentos difíceis, pelo carinho, estímulo, compreensão e amizade.

Aos professores e à banca por enriquecerem meu conhecimento e pela disponibilidade em contribuir na realização desta defesa.

Aos estagiários e à equipe do Laboratório de Fitopatologia pela ajuda, paciência, carinho e amizade.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	xii
RESUMO	1
ABSTRACT	4
1 INTRODUÇÃO	7
2 REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1 Doenças fúngicas da parte aérea.....	10
2.1.1 Ferrugem-asiática da soja.....	10
2.1.2 Mancha-alvo.....	12
2.1.3 Mancha “olho-de-rã”.....	13
2.1.4 Mancha-parda ou septoriose.....	14
2.1.5 Crestamento foliar de cercospora.....	15
2.2 Manejo de doenças em soja.....	17
CAPÍTULO I - CONTROLE DE DOENÇAS EM CULTIVARES DE SOJA COM DIFERENTES ÍNDICES DE ÁREA FOLIAR	27
RESUMO	27
ABSTRACT	28
1 INTRODUÇÃO	29
2 MATERIAL E MÉTODOS	31
3 RESULTADOS	36
3.1 Ferrugem asiática da soja.....	36
3.2 Manchas foliares.....	40
3.3 Índice de área foliar, rendimento e massa de mil sementes.....	46
4 DISCUSSÃO	51
5 CONCLUSÃO	54
CAPÍTULO II - RELAÇÃO ENTRE DOSE DE FUNGICIDA E CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA EM CASA DE VEGETAÇÃO	55
RESUMO	55
ABSTRACT	56
1 INTRODUÇÃO	57
2 MATERIAL E MÉTODOS	58
3 RESULTADOS	61
4 DISCUSSÃO	66
5 CONCLUSÃO	69

	Página
CAPÍTULO III - REDUÇÃO NO CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA EM RESPOSTA À OCORRÊNCIA DE CHUVA ARTIFICIAL APÓS A APLICAÇÃO DE FUNGICIDA.....	70
RESUMO.....	70
ABSTRACT.....	71
1 INTRODUÇÃO.....	72
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	74
3 RESULTADOS.....	77
4 DISCUSSÃO.....	84
5 CONCLUSÕES.....	86
REFERÊNCIAS.....	87
ANEXOS.....	100
APÊNDICES.....	101

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I - CONTROLE DE DOENÇAS EM CULTIVARES DE SOJA COM DIFERENTES ÍNDICES DE ÁREA FOLIAR

Tabela		Página
1	Características das cultivares de soja utilizadas nos experimentos. Passo Fundo/RS, 2015.....	32
2	Volumes de calda e doses de fungicida utilizados nas aplicações. Passo Fundo/RS, 2015.....	34
3	Data e horário das aplicações dos tratamentos e respectivas temperatura e umidade relativa do ar, Passo Fundo/RS, 2015.....	34
4	Severidade da ferrugem-asiática da soja ao final do enchimento de sementes de acordo com cada cultivar e tratamentos aplicados. Passo Fundo/RS, 2015.....	37
5	Porcentagem de controle da severidade da ferrugem-asiática da soja ao final do enchimento de sementes comparada com a testemunha, de acordo com cada tratamento e cultivar. Passo Fundo/RS, 2015.....	38
6	Severidade das manchas foliares da soja ao final do enchimento de sementes de acordo com cada cultivar e tratamentos aplicados. Passo Fundo/RS, 2015.....	42
7	Porcentagem de controle da severidade das manchas foliares da soja ao final do enchimento de sementes comparada com a testemunha, de acordo com cada tratamento e cultivar. Passo Fundo/RS, 2015.....	43
8	Evolução do índice de área foliar avaliado ao final do estágio de enchimento de sementes da soja, de acordo com cada tratamento e cultivares testadas. Passo Fundo/RS, 2015.....	47
9	Rendimento de sementes de acordo com cada tratamento para as cultivares testadas. Passo Fundo/RS, 2015.....	49

Tabela	Página
10 Massa de mil sementes de acordo com cada tratamento para as cultivares testadas. Passo Fundo/RS, 2015.....	49
CAPÍTULO II - RELAÇÃO ENTRE DOSE DE FUNGICIDA E CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA EM CASA DE VEGETAÇÃO	
1 Porcentagem de controle da doença de acordo com cada tratamento comparado com a testemunha para o primeiro experimento. Passo Fundo/RS, 2016.....	65
2 Porcentagem de controle da doença de acordo com cada tratamento comparado com a testemunha para o segundo experimento. Passo Fundo/RS, 2016.....	65
CAPÍTULO III - REDUÇÃO NO CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA EM RESPOSTA À OCORRÊNCIA DE CHUVA ARTIFICIAL APÓS A APLICAÇÃO DE FUNGICIDA	
Tabela	Página
1 Volumes de calda e doses de fungicida utilizados nas aplicações. Passo Fundo/RS, 2016.....	75
2 Efeito da interação entre horários de chuva após a aplicação do fungicida e volumes de calda, sobre o número de pústulas de <i>P. pachyrhizi</i> em soja. Passo Fundo/RS, 2016.....	81
3 Efeito da interação entre horários de chuva após a aplicação do fungicida e doses, sobre o número de pústulas de <i>P. pachyrhizi</i> em soja. Passo Fundo/RS, 2016.....	82
4 Efeito da interação entre doses de fungicida e volumes de calda sobre o número de pústulas de <i>P. pachyrhizi</i> em soja. Passo Fundo/RS, 2016.....	82

Tabela		Página
5	Porcentagem de controle da ferrugem-asiática da soja, de acordo com as doses do fungicida, volumes de calda e horários em que foi realizada a simulação de chuva. Passo Fundo/RS, 2016.....	83
6	Porcentagem de redução na eficácia de controle do fungicida causada pela chuva em diferentes horários após a pulverização. Passo Fundo/RS, 2016.....	84

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I - CONTROLE DE DOENÇAS EM CULTIVARES DE SOJA COM DIFERENTES ÍNDICES DE ÁREA FOLIAR

Figura		Página
1	Severidade da ferrugem-asiática na testemunha, para as cultivares de soja testadas, representada pelo modelo logístico.....	39
2	Área abaixo da curva de progresso da doença relativa da soja nas cultivares testadas.....	39
3	Severidade das manchas foliares na testemunha, para as cultivares de soja testadas, representada pelo modelo logístico.....	44
4	Área abaixo da curva de progresso da doença relativa da soja para as cultivares testadas.....	44
5	Correlação entre IAF e rendimento de sementes (esquerda) e IAF e massa de mil sementes (direita). Cv. NS 5445 (vermelho), cv. BMX Vanguarda (verde) e cv. BMX Ponta (azul); r = coeficiente de correlação.....	50

CAPÍTULO II - RELAÇÃO ENTRE DOSE DE FUNGICIDA E CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA EM CASA DE VEGETAÇÃO

Figura		Página
1	Regressão linear simples para o número de pústulas de <i>P. pachyrhizi</i> em soja em função do aumento na dose do fungicida trifloxistrobina + protioconazol para o primeiro experimento.....	62
2	Regressão linear simples para o número de pústulas de <i>P. pachyrhizi</i> em soja em função do aumento na dose do fungicida trifloxistrobina + protioconazol para o primeiro experimento.....	62

Figura		Página
3	Regressão linear simples para o número de pústulas de <i>P. pachyrhizi</i> em soja em função do aumento na dose do fungicida azoxistrobina + solatenol para o primeiro experimento.....	63
4	Regressão linear simples para o número de pústulas de <i>P. pachyrhizi</i> em soja em função do aumento na dose do fungicida azoxistrobina + solatenol para o segundo experimento.....	64

CAPÍTULO III - REDUÇÃO NO CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA EM RESPOSTA À OCORRÊNCIA DE CHUVA ARTIFICIAL APÓS A APLICAÇÃO DE FUNGICIDA

Figura		Página
1	Regressão linear simples para o número de pústulas de <i>P. pachyrhizi</i> em função do tempo da ocorrência de chuva após a aplicação para as diferentes doses de fungicida com o uso do volume de calda de 100 L/ha.....	78
2	Regressão linear simples para o número de pústulas de <i>P. pachyrhizi</i> em função do tempo da ocorrência de chuva após a aplicação para as diferentes doses de fungicida com o uso do volume de calda de 150 L/ha.....	79
3	Regressão linear simples para o número de pústulas de <i>P. pachyrhizi</i> em função do tempo da ocorrência de chuva após a aplicação para as diferentes doses de fungicida com o uso do volume de calda de 200 L/ha.....	80

INTERAÇÕES ENTRE ÁREA FOLIAR, VOLUMES DE CALDA E DOSES DE FUNGICIDAS NA PERSISTÊNCIA E NO CONTROLE DE DOENÇAS EM SOJA

AMANDA CHECHI¹

RESUMO - A soja é uma das principais commodities do agronegócio mundial, utilizada tanto para consumo in-natura como para produção de farelo, óleo, entre outros produtos. Dentre os principais fatores limitantes à produção da oleaginosa encontram-se as doenças, com destaque para a ferrugem-asiática da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*. Na totalidade, essa doença é manejada com o auxílio de fungicidas, cuja eficiência depende muito da tecnologia de aplicação. Os objetivos deste trabalho foram verificar se o índice de área foliar (IAF) dos cultivares de soja influencia na escolha da dose e do volume de calda no momento da aplicação, analisar se a variação da dose, entre 0 e 100%, da dose comercial de fungicidas afeta o controle da ferrugem asiática da soja e quantificar a redução no controle desta doença em resposta à ocorrência de chuva simulada em diferentes intervalos de tempo após a aplicação de fungicida. Primeiramente, foi avaliada a influência de diferentes doses de fungicidas e volumes de calda em cultivares de soja com diferentes índices de área foliar (IAF). Foram semeadas, na área experimental da Universidade de Passo Fundo, três cultivares: NS 5445 (IAF<6),

¹ Eng^a. Agr^a., mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, área de concentração em Proteção de Plantas.

BMX Vanguarda (IAF entre 6 e 7) e BMX Ponta (IAF>7), nas quais foram realizadas três aplicações dos fungicidas, compostos por trifloxistrobina + protioconazol (48 dias após a semeadura-DAS) e azoxistrobina + solatenol (67 e 88 DAS), variando as doses (75%, 100% e 125% da dose comercial) e os volumes de calda (100, 150 e 200 L/ha). Foram avaliadas a incidência e severidade das manchas foliares e da ferrugem-asiática, IAF e rendimento de sementes. Como resultados, para a cv. NS 5445, o volume de calda de 100L/ha e a dose de 100% do produto comercial foi suficiente para o controle das doenças. Para a cv. BMX Vanguarda, o volume de 150 L/ha de calda na dose de 100% da recomendação do fungicida apresentou controle efetivo de doenças. Já para a cv. BMX Ponta foi necessário um incremento de 25% na dose do fungicida no volume de calda de 200 L/ha para o controle efetivo. No segundo experimento, foram testadas em laboratório doses de 0 a 100% da dose comercial dos fungicidas trifloxistrobina + protioconazol e azoxistrobina + solatenol. Folíolos de soja coletados de plantas semeadas em vasos foram mergulhados nas soluções de fungicida durante cinco segundos. Após a secagem à sombra, eles foram inoculados com uma suspensão de 50.000 esporos/mL do fungo *P. pachyrhizi*. Após 22 dias incubados em câmara-de-crescimento com temperatura de 23 °C e fotoperíodo de 12h luz/escuro, os folíolos foram avaliados quanto ao número de pústulas/cm². Os resultados mostraram que quanto maior a dose do fungicida, menor o número de pústulas/cm², sendo o tratamento composto por 100% da dose comercial de ambos os fungicidas, o melhor no controle da doença. No terceiro experimento, foi aplicado o fungicida azoxistrobina + solatenol, nas mesmas doses e volumes de

calda utilizados do experimento a campo, em plantas que foram cultivadas em casa de vegetação. Após a pulverização, as plantas foram submetidas a uma chuva artificial de 20 mm em diferentes momentos: 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 horas após a aplicação, mais uma testemunha com e sem a pulverização do fungicida, ambas sem a presença da chuva artificial. Em seguida, foram coletados folíolos das plantas, identificados, inoculados, incubados e avaliados da mesma maneira realizada no experimento 2. Quanto mais próximo do momento da aplicação houve a ocorrência de chuva, menor o controle obtido pela aplicação do fungicida. Conclui-se que o uso racional de fungicidas para o controle da ferrugem asiática e das manchas foliares em soja requer o ajuste da dose e do volume de calda ao IAF da cultura. A redução da dose de fungicida implica em menor controle da ferrugem asiática da soja e a ocorrência de chuva até três horas após a aplicação de fungicida diminui o controle da doença.

Palavras-chave: controle de doenças, *Phakopsora pachyrhizi*, simulador de chuva, tecnologia de aplicação.

**INTERACTIONS AMONG LEAF AREA, WATER VOLUMES
AND FUNGICIDE RATES ON THE PERSISTENCE AND
CONTROL OF SOYBEAN DISEASES**

ABSTRACT - Soybean is one of the main commodities of global agribusiness, used both for consumption in natura as for the production of bran, oil and other products. Among the main factors limiting the plant production there are the diseases, especially the Asian soybean rust, caused by *Phakopsora pachyrhizi*. In most cases, this disease is managed with the aid of fungicides, which efficiency depends largely on the application technology. The objectives of this study were to verify if the LAI of soybean cultivars influences the choice of fungicide rate and spray volume at the application time, to analyze if the doses between 0 and 100% of the commercial fungicide rate affects the control of the disease and to quantify the reduction on the control of Asian soybean rust in response to the occurrence of simulated rainfall at different times after the fungicide application. At first, the influence of different fungicide rates and spray volumes were evaluated in soybean cultivars with different leaf area rate. At the experimental area of the Universidade de Passo Fundo, three soybean cultivars were sown: NS 5445 (LAI <6), BMX Vanguarda (LAI between 6 and 7) and BMX Ponta (LAI>7) in which there were three applications of fungicides consisting of trifloxystrobin + prothioconazole (48 days after sowing - DAS) and azoxystrobin + solatenol (67 and 88 DAS), varying doses (75%, 100% and 125% of the recommended rate) and spray volumes (100, 150 and 200 L/ha). The incidence and severity of leaf spot and asian soybean rust, LAI

and grain yield were evaluated. As a result for cv. NS 5445, the spray volume of 100 L/ha and 100% of the fungicide rate were enough to control the diseases. For cv. BMX Vanguarda, a water volume of 150 L/ha and 100% of the fungicide rate were needed for effective diseases control. As for cv. BMX Ponta, the best treatment was composed by an increase of 25% in the fungicide rate with the spray volume of 200 L/ha. In the second experiment, they were tested in laboratory, the fungicide rates from 0 to 100% for two fungicides: trifloxystrobin + prothioconazole and azoxystrobin + solatenol. Soybean leaflets were collected from plants grown in greenhouse and they were dipped in appropriate fungicide solutions for five seconds. After drying on the shade, they were inoculated with a suspension of *P. pachyrhizi* spores (50.000 spores/mL). After 22 days incubated in a growth chamber on 23 °C and photoperiod of 12h light/dark, the leaflets were evaluated for the number of pustules/cm². The results showed that the higher the dose of the fungicide, the smaller the number of pustules/cm², and the treatment composed by 100% of the recommended rate was the best in the disease control. In the third experiment, the azoxystrobin + solatenol fungicide were sprayed on the plants that were grown in a greenhouse. The same spray volumes and fungicide doses of the field trial were used. After having sprayed, the plants were submitted to artificial rain of 20 mm at different times: 0.5; 1.0; 1.5; 2.0; 2.5; 3.0 h after the application and a control with and without fungicide spraying, both without the presence of artificial rain. Then leaflets were collected from the plants, identified, inoculated, incubated and evaluated as performed in the experiment 2. The closer the application time to the occurrence of rain, the lower

was the control achieved by applying the fungicide. It is concluded that the rational use of fungicides to control soybean rust and leaf spot in soybean require fungicide rate and spray volume adjustments to the culture leaf area index. The reduction of fungicide rate implies in less control of the Asian soybean rust and the occurrence of rain up to three hours after fungicide application reduces the control of the disease.

Key words: application technology, disease control, *Phakopsora pachyrhizi*, rainfall simulator.

1 INTRODUÇÃO

A soja é a cultura agrícola que mais cresceu nas últimas três décadas no Brasil e corresponde a 49% da área plantada com grãos do país (MAPA, 2015). A safra brasileira de soja atingiu, na safra 2014/15, o recorde de 96,24 milhões de toneladas, representando aumento de 11,8% em relação a safra anterior (CONAB, 2015). O grão é utilizado na fabricação de rações animais e, com o crescente consumo humano, a cultura encontra-se em pleno crescimento (MAPA, 2015). A maioria das lavouras de soja destinadas a produção de grãos é cultivada em áreas extensas e em regime de sequeiro, tendo como principal fator climático limitante a chuva, que pode limitar a produção, conforme sua frequência e quantidade (MARCANDALLI et al., 2009).

Como toda cultura exótica, a soja começou com condições excelentes de sanidade, porém, com o passar dos anos, as doenças começaram a aparecer, representando um dos principais fatores limitantes ao aumento e à estabilidade do rendimento (YORINORI, 2002). Os danos anuais de produção por doenças na cultura são estimadas em torno de 15% a 20%, no entanto, algumas doenças podem causar danos de até 100% (NUNES JÚNIOR, 2004).

Em virtude das condições climáticas favoráveis e das práticas culturais adotadas, são várias as doenças que acometem a cultura da soja (HOFFMANN, 2002). Segundo Agrios (2005), doença é uma condição que envolve alterações anormais na estrutura, fisiologia e comportamento da planta, podendo resultar em dano

parcial ou morte da planta ou de seus órgãos. Entre as principais doenças que ocorrem na cultura da soja estão a ferrugem asiática e as manchas foliares.

Para reduzir as perdas e danos causados pelas doenças, muitas vezes, são utilizadas medidas de controle, dentre elas o controle químico. O controle químico de doenças de plantas é, na maioria das vezes, a medida mais eficaz e economicamente viável de obter altas produtividade e qualidade de produção (KIMATI, 2011). Para ser realizado, este tipo de controle é associado a tecnologia de aplicação, a qual, segundo Matthews (2002), objetiva colocar a quantidade correta de ingrediente ativo no alvo, com a máxima eficiência e da forma mais econômica possível, afetando minimamente o meio ambiente. Dentre diversos fatores limitantes, a aplicação de agrotóxicos sofre grande influência das condições do ambiente. Os principais fatores são a temperatura, a umidade relativa do ar e do solo, a velocidade e direção do vento, o orvalho e a precipitação pluvial após a aplicação devido a lavagem do agrotóxico (OLIVEIRA, 2009). Segundo Cunha et al. (2010), a escolha de fungicidas eficientes, momento e frequência de aplicações, volume de calda e a adequação da tecnologia de aplicação ao alvo e à cultura também influenciam no controle das doenças.

Os objetivos deste trabalho foram de verificar se o índice de área foliar dos cultivares de soja influencia na escolha da dose e do volume de calda no momento da aplicação, analisar se a variação da dose entre 0 e 100% da dose comercial de fungicidas afeta o controle da ferrugem asiática da soja e quantificar a redução no controle da

doença em resposta a ocorrência de chuva simulada em diferentes intervalos de tempo após a aplicação de fungicida.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Doenças fúngicas da parte aérea

Um dos principais fatores que afetam o rendimento da cultura da soja são as doenças. Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2004), cerca de quarenta doenças causadas por diferentes tipos de patógenos como fungos, bactérias, nematoides e vírus já foram identificados no Brasil. O monocultivo e a dispersão da soja para novas áreas são os principais motivos do aumento das doenças. A importância econômica de cada doença varia dependendo do ano e da região, sofrendo influência das condições climáticas de cada safra (EMBRAPA, 2004). Os danos anuais de produção por doenças são de aproximadamente 15 a 20%, no entanto, algumas doenças podem ocasionar danos de até 100% (ALMEIDA et al., 2011).

2.1.1 Ferrugem-asiática da soja

A ferrugem da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & Sydow, foi detectada pela primeira vez no Brasil no final da safra de 2000/2001, o que gerou ameaça para os países do continente americano (GODOY & CANTERI, 2004). Segundo Yorinori et al. (2005), ela é uma das doenças mais agressivas que acomete a cultura da soja, com danos variando de 10 a 90% nos locais onde foi relatada.

Os primeiros sintomas são caracterizados por minúsculos pontos escuros na folha, de uma coloração esverdeada a cinza-

esverdeada, com protuberância na face inferior da folha (ALMEIDA et al., 2011). Progressivamente, as pústulas adquirem coloração castanho-clara a castanho-escura, abrem-se em um póro minúsculo, liberando os uredosporos (ALMEIDA et al., 2011). As lesões iniciais são encontradas nas folhas próximas ao solo, quando as plantas se encontram em estádios fenológicos próximos ao florescimento (REIS et al., 2006). O estágio final da epidemia da ferrugem da soja é caracterizado por amarelecimento da folhagem e intensa desfolha (REIS et al., 2012).

A ferrugem-asiática é a principal doença da cultura da soja, em virtude da desfolha precoce, a qual causa perdas na produção (HARTMAN et al., 2005). A desfolha prematura impede a completa formação e o enchimento dos legumes, diminuindo assim, o número e o peso final das sementes (SOARES et al., 2004; MEDICE et al., 2007).

Segundo Almeida et al. (2011), o patógeno apresenta dois tipos de esporos: uredósporos e teliósporos, sendo os primeiros, os mais comuns, constituindo-se na fase epidêmica da doença, e sua penetração acontece de forma direta por meio da cutícula. O processo de infecção depende da quantidade de água livre na superfície foliar, precisando de, no mínimo, seis horas de molhamento, com máximo de infecção ocorrendo com 10-12 horas (ALMEIDA et al., 2011). Temperaturas entre 15 °C e 28 °C são ideais para a fase de infecção (ALMEIDA et al., 2011).

Segundo Santos et al. (2007), o controle da ferrugem-asiática-da-soja é baseado em fungicidas e, na sua ausência, a doença pode causar prejuízos na produtividade. Na maioria das vezes, a

importância maior é voltada ao produto a ser utilizado, e menor atenção à forma de utilização (BUENO et al., 2011). Mesmo que os fungicidas sejam eficientes, o controle da doença não tem sido satisfatório, e uma das razões é a aplicação inadequada dos produtos (CUNHA et al., 2008).

O sucesso no manejo da ferrugem-asiática da soja depende do monitoramento frequente da área, do momento de aplicação, do uso de fungicidas com maior residual e da cobertura do alvo pela aplicação (BUTZEN et al., 2005). Segundo o autor, a tecnologia de aplicação, aérea e terrestre, tem papel fundamental na eficácia de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática.

2.1.2 Mancha-alvo

A mancha-alvo é uma mancha foliar da soja causada pelo fungo *Corynespora cassiicola*, pertencente à classe dos *Deuteromycetes*, subclasse *Hyphomycetidae* e família *Dematiaceae*. (BARNET & HUNTER, 1972). Essa doença é encontrada em quase todo o Brasil (ALMEIDA et al., 2011).

Segundo Avozani & Ferreira (2012), os sintomas nas folhas iniciam com pontos pequenos de coloração castanho-avermelhada e evoluem para manchas com forma arredondada, da mesma coloração, variando de 10 a 15 mm de tamanho. As lesões, completamente desenvolvidas, apresentam anéis concêntricos de tecidos necróticos, circundados por um halo de coloração verde-amarelado (AVOZANI & FERREIRA, 2012). O fungo também pode infectar raízes, desencadeando podridão radicial (HENNING et al.,

2005).

Segundo Almeida et al. (2011), o patógeno produz conidióforos com 1-20 septos, com conídios isolados ou em cadeias, podendo sobreviver em restos culturais e sementes. Alta umidade relativa e temperaturas amenas são favoráveis à ocorrência da doença (ALMEIDA et al., 2011).

Dentre as estratégias recomendadas para o controle da doença estão o uso de cultivares resistentes, o tratamento de sementes, a rotação/sucessão de culturas com milho e espécies de gramíneas e aplicações de fungicidas (ALMEIDA et al., 1997; HENNING et al., 2005).

2.1.3 Mancha “olho-de-rã”

O causador da mancha olho-de-rã é o fungo *Cercospora sojina* Hara, o qual pertence à classe Dothideomycetes, ordem Capnodiales e família Mycosphaerellaceae (GÓMEZ, 2011). Ela foi a primeira doença epidêmica da cultura da soja no Brasil, gerando grandes danos e perdas nas safras 1970/71 a 1975/76 e 1987/88 a 1989/90 (ALMEIDA et al., 2011).

As lesões iniciam com pequenos pontos pardo-avermelhados, podendo chegar até 5,0 mm de diâmetro (REIS, et al., 2012). Geralmente, as manchas são isoladas, porém, elas podem coalescer, formando áreas de tecido necrosado de até 15 mm de diâmetro (REIS, et al., 2012). Segundo os mesmos autores, os sintomas variam de acordo com a cultivar utilizada, idade da planta, temperatura e umidade relativa.

Carmona et al. (2009) encontraram conidióforos de *C. soja* com 110 a 203 µm de comprimento e conídios com 1-9 septos, medindo entre 26-111 x 5,2-7 µm. A condição ótima para a ocorrência da doença é de 25°C e umidade relativa do ar superior a 90% (PHILLIPS, 1999). O fungo é introduzido na lavoura por meio da semente infectada e sobrevive nos restos culturais (ALMEIDA et al., 2011).

Segundo Almeida et al. (2011), o controle considerado como mais eficiente e econômico é a utilização de cultivares resistentes com distintos de genes de resistência e o tratamento de sementes com fungicidas sistêmicos.

2.1.4 Mancha-parda ou septoriose

Dentre as doenças mais impactantes na cultura da soja está a mancha-parda, causada pelo fungo *Septoria glycines* Hemmi., o qual foi descrito no Brasil, em 1972, por Luzzardi (1972) (ALMEIDA et al., 2011). Segundo Yorinori (2000), a ocorrência da mancha-parda no Brasil data das primeiras introduções de soja no país e é uma das doenças que mais limitam o rendimento de soja no Brasil.

Os sintomas aparecem próximos ou nas nervuras das folhas, como manchas de coloração castanho-avermelhada, normalmente observadas nas folhas inferiores (FERREIRA et al., 1979; FAO, 1995). Próximo a fase de maturação, a doença progride rapidamente para as partes superiores (FERREIRA et al., 1979; FAO, 1995). Em infecções severas, ocorre a desfolha e maturação prematura, o que afeta o rendimento da cultura (ALMEIDA et al.,

2011).

Os picnídios do fungo são cônico-globosos com ostíolo, medindo 60-125 µm de diâmetro (METHA & BAREA, 1994). Segundo os autores, os picnidiosporos são sem coloração, filiformes, curvados, medindo de 21 a 50 µm x 1,4 a 2,0 µm e com 1-3 septos. O fungo é disseminado por meio de sementes infectadas e pelo vento na forma de suspensão de conídios em gotículas de água após o impacto da chuva sobre os esporos liberados pelos picnídios na superfície das lesões (LEE & HARTMAN, 1996).

A mancha-parda ocorre em todo o país, porém é mais acentuada no planalto central e nas áreas do sul, nas quais as temperaturas são elevadas no verão; a doença é menos evidente nos locais onde ocorrem temperaturas de 12 a 15 °C durante a noite, como nas regiões altas (YORINORI, 2000). Peterson & Edwards (1982) constataram que a temperatura ideal para a infecção foliar pelo patógeno está entre 16 e 32 °C e molhamento foliar de cerca de 72 horas.

Segundo Almeida et al. (2011), para o controle da doença, é recomendada a rotação de culturas, a melhoria nas condições do solo e pulverização de fungicidas na parte aérea da cultura.

2.1.5 Crestamento foliar de cercospora

O crestamento foliar de cercospora é causado pelo fungo *Cercospora kikuchii*. A ocorrência da doença no Brasil data dos primeiros cultivos da soja no país, realizados por imigrantes japoneses (YORINORI, 2000). O patógeno é encontrado em todas as regiões

produtoras de soja do país, porém, é mais agressivo em locais mais quentes e chuvosas e regiões altas dos cerrados (ALMEIDA et al., 2011).

O patógeno ataca todas as partes da planta e pode ser responsável por significativas reduções na produtividade e na qualidade da semente (ALMEIDA et al., 2011). Nas folhas, os sintomas iniciam ao final do processo de formação de sementes e são constituídos por pontuações escuras, castanho-avermelhadas, as quais coalescem e formam manchas maiores e escuras, que resultam em crestamento e desfolha precoce (ALMEIDA et al., 2011). Nas hastes e vagens, formam-se manchas da mesma coloração (YORINORI, 2000).

As condições climáticas favoráveis para a ocorrência da doença são temperaturas entre 28-30 °C e molhamento foliar de 24-48 horas. Períodos de chuva são favoráveis a doença (PICININI & FERNANDES, 1998). A disseminação do patógeno ocorre pela semente infectada ou pelo vento, a partir de esporos produzidos em restos culturais e tecidos infectados da planta (HOFFMANN, 2002).

O fungo esporula na superfície do tecido infectado e morto, gerando conídios hialinos, aciculares, retos ou curvos, medindo 4,0-5,0 µm x 70,0–164,0 µm a 1,3-61,1 µm x 445,0 µm (ALMEIDA et al., 2011).

Segundo Almeida et al. (2011), para o controle da doença é recomendada a realização do tratamento de sementes, utilização de cultivares resistentes e aplicações de fungicidas.

2.3 Manejo das doenças da soja

Os defensivos agrícolas são utilizados há muitos anos devido a sua eficácia em controlar uma ampla variedade de insetos, doenças e plantas daninhas que ocorrem nas lavouras (ANDEF, 2008). Sem o uso desses produtos, a produção de alimentos e sua qualidade seriam severamente afetadas, além dos riscos da escassez de alimentos, o que gera inflação em seus preços (ANDEF, 2008).

Embora existam diversos métodos para manejo de doenças, o método mais comum é o controle químico com fungicidas. Seu uso é considerado fácil quando comparado a outros métodos, gerando resultados rápidos, e por isso, tornou-se prática comum em todo o mundo (PRESTES, 2003).

A qualidade da aplicação é influenciada por diversos fatores, como a escolha de fungicidas eficientes, momento e frequência de aplicações, volume de aplicação e adequação da tecnologia de aplicação ao alvo e à cultura (CUNHA et al., 2010). Mais importante do que simplesmente aplicar um determinado volume de calda em um local, é distribuí-la de maneira uniforme, verificando se todas as partes receberam quantidades similares do defensivo agrícola (RAMOS, 2000).

A deposição e a perda de produtos fitossanitários sofrem influência das configurações de trabalho dos pulverizadores, velocidade do vento, condições climáticas, arquitetura e características morfológicas das plantas, estágio de desenvolvimento da cultura e volume de calda (SOUZA et al., 2003).

A obtenção de sucesso com a utilização de tratamento

fitossanitário depende do uso de produtos de eficácia comprovada, tecnologia aplicação adequada, atenção ao momento de sua realização e à influência dos fatores climáticos, biológicos e agronômicos (OZEKI & KUNZ, 1998; RAMOS, 2000; PRADO & YORINORI, 1999). Segundo Antuniassi (2009), o sucesso da aplicação de um defensivo agrícola está ligado ao ajuste da tecnologia de aplicação e às condições climáticas no momento de sua realização, evitando aplicações com umidade relativa inferior a 50% e temperatura superior que 30 °C. O autor ressalta que no caso do vento, o ideal seria que as aplicações fossem realizadas com velocidade do vento entre 3 e 10 km/h. Sua ausência também pode ser prejudicial, podendo ocorrer uma inversão térmica, o que dificulta a deposição das gotas pequenas (ANTUNIASSI, 2009). Nota-se aumento do custo de defensivos agrícolas, mão de obra humana e da energia, evidenciando maior preocupação em relação à contaminação ambiental (VELLOSO, 1983).

A tecnologia de aplicação de agrotóxicos tem por objetivo colocar a quantidade certa de ingrediente ativo no alvo, buscando a máxima eficiência e a maneira mais econômica, afetando ao mínimo o meio ambiente (MATTHEWS, 2002). A penetração de gotas no dossel de uma cultura é de fundamental importância para o controle químico de doenças, especialmente das que iniciam sua infecção no terço inferior das plantas, como é o caso da ferrugem-asiática da soja (RAETANO, 2007). Assim, segundo Debortoli et al. (2012), a variação entre cultivares de soja, no que diz respeito à arquitetura de plantas, gera dificuldades distintas à penetração de gotas no dossel. Essas dificuldades precisam ser superadas pelas gotas

para que ocorra cobertura adequada da planta pelo fungicida e, controle eficiente da doença (DEBORTOLI et al., 2012).

Segundo Chaim et al. (1999), a quantidade de princípio ativo que atinge o alvo é muito menor do que a aplicada. Assim, a penetração do ingrediente ativo no interior do dossel é condição essencial para o controle eficaz de pragas e doenças e, à medida em que a cultura cresce, atingir as camadas inferiores do dossel se torna cada vez mais difícil (TORMEN et al., 2012). A análise das características dos alvos deve incluir o estudo de movimentação das folhas, estágio de desenvolvimento, características morfológicas das folhas e arquitetura das plantas, fatores fundamentais para definir como será a retenção e penetração das gotas nas folhas e no dossel da cultura (ANTUNIASSI & BAIO, 2004).

Tormen et al. (2012) relataram que, a eficiência das gotas geradas em uma ponta de pulverização em chegar nas camadas inferiores do dossel vegetal depende das características de arquitetura da cultivar utilizada. Cultivares que possuem maior área foliar e maior quantidade de ramificações laterais permitem mais rapidamente o fechamento das entrelinhas, o que gera dificuldade no transporte das gotas para as camadas inferiores do dossel (TORMEN et al., 2012). Essas barreiras precisam ser superadas pelas gotas para que ocorra cobertura adequada da planta pelo fungicida e controle eficiente da doença (DEBORTOLI et al., 2012). Há tendência de as cultivares de soja apresentarem menor porte, maior potencial de ramificação e menor folhosidade, o que aumenta a necessidade de proteção das plantas para que elas possam expressar seu máximo potencial produtivo (DEBORTOLI et al., 2012).

Segundo Antuniassi (2009), uma das características relevantes para a definição do manejo da doença, quanto à tecnologia de aplicação, é a maneira como os fungicidas sistêmicos se movimentam dentro dos tecidos das plantas. A maioria dos fungicidas sistêmicos possui movimentação da base para topo de cada folha, sem a translocação entre elas. Para os produtos de contato ou de menor movimentação, é necessário o uso de gotas menores e/ou maior volume de calda pela maior dependência com relação à cobertura dos alvos (ANTUNIASSI, 2005; ANTUNIASSI, 2006). Os fungicidas sistêmicos podem ser utilizados com menor densidade de gotas e elas podem ser maiores, o que facilita a utilização de técnicas para a redução de deriva, melhorando a segurança da aplicação aumentando sua eficiência (ANTUNIASSI, 2005; 2006). Gotas grandes, desde que utilizadas da maneira correta, proporcionam boa deposição, mas não proporcionam boas condições de cobertura e penetração (ANTUNIASSI, 2005; 2006).

Navarini et al. (2007), testando a eficácia de fungicidas no controle da ferrugem-asiática da soja, verificaram que a variação nas doses dos fungicidas foram positivas apenas para propiconazol, ciproconazol e propiconazol + ciproconazol, em que houve incremento na eficácia de controle devido ao aumento de dose. Porém, difenoconazol + propiconazol, difenoconazol e tebuconazol não apresentaram alterações na eficácia de controle da doença com o incremento da dose.

Outra variável importante na aplicação de fungicidas é o volume de calda e, há tendência em reduzir esse volume (CUNHA et al., 2008). Para essa redução, é necessário o incremento da tecnologia

de aplicação e o constante acompanhamento das condições climáticas, que podem afetar o atingimento do alvo (CUNHA et al., 2014). É perceptível que utilização de técnicas que requerem menor volume de calda buscam diminuir o custo e aumentar a rapidez da aplicação, principalmente em relação ao uso de água (MATUO, 1990). Para isso, é necessário o desenvolvimento de novas tecnologias. A redução do volume de pulverização, por si só, é altamente preocupante (SANTOS, 1992).

Taxas de aplicação reduzidas, cada vez mais utilizadas para aumentar a capacidade operacional dos pulverizadores, podem afetar negativamente a eficácia de controle em determinadas situações (MADALOSSO et al., 2012). Aplicações de fungicida com diferentes volumes de calda podem resultar em diferentes controles da doença quando realizadas em cultivares com características distintas de arquitetura (MADALOSSO et al., 2012). O autor ressalta, ainda, que com a redução da água no interior do tanque para a mesma quantidade de ingrediente ativo causa menor diluição, necessitando maior precisão na pulverização. A simples redução do volume de calda por hectare pode reduzir a eficiência de controle do fungicida e seu residual (MADALOSSO et al., 2012). A diminuição da taxa de aplicação implica no emprego de gotas de espectro menor, buscando-se obter uma adequada cobertura do alvo (MATUO, 1998; RAMOS, 2000). Christofolletti (1992) e Santos (1992) citam a importância de se utilizar com gotas de espectro menor para que elas tenham a capacidade de penetrar no dossel.

Espera-se, em geral, que o incremento da taxa de aplicação propicie aumento da quantidade de calda retida na planta até

certo limite, a partir do qual a superfície não mais retém o líquido, passando a ocorrer o escoamento, o que não é desejável (CUNHA et al., 2008). Cultivares com maior capacidade de ramificação e maior folhosidade requerem maior cobertura de gotas (DEBORTOLI et al., 2012). Segundo Butzen et al. (2005) e Ozkan et al. (2007), em maiores quantidades de folhas, o aumento de volume de calda pode fornecer cobertura e penetração adequadas para proteger as folhas da soja contra o patógeno.

Antuniassi (2009) cita que a definição do espectro das gotas e volume de calda depende diretamente da relação alvo/defensivo agrícola. A escolha de um programa de aplicação deve ser baseada na avaliação das características intrínsecas do alvo e nos parâmetros de desempenho esperados de cada tecnologia (ANTUNIASSI, 2008).

A cobertura necessária para o controle efetivo de doenças é variável entre os pesquisadores. Uma densidade de 30 a 50 gotas/cm² é suficiente para os fungicidas sistêmicos (OLIVEIRA, 2009). Christofolletti (1999) afirma que 30 a 40 gotas/cm² é necessária; Marochi & Schmidt (1996) observaram a necessidade 50 a 70 gotas/cm². Segundo Antuniassi et al. (2004), os produtos sistêmicos aplicados em parte aérea poderiam ser pulverizados com menor quantidade de gotas, permitindo o uso de gotas maiores. Assim, segundo o autor, seria facilitada a adoção de técnicas para a redução de deriva.

Segundo Cunha et al. (2006), o sucesso em uma aplicação é determinado pela quantidade e uniformidade da cobertura, já que que a eficácia do tratamento não depende somente da quantidade de

fungicida depositado sobre as plantas. A deposição de produtos é menor nas partes mais baixas e internas do dossel das culturas pela dificuldade das gotas atingirem esses locais; no caso de fungicidas, essa desuniformidade gera baixa eficácia no controle de doenças, principalmente no caso daqueles produtos que necessitam de cobertura uniforme de toda a planta (CUNHA et al., 2006).

Existe uma grande diversidade de cultivares de soja disponíveis no mercado, e elas apresentam características fenotípicas variadas. Atributos como a densidade foliar, número de ramos, forma e posição do folíolo, são decisivos para a eficiência da aplicação (MADALOSSO et al., 2012). Assim, o estudo do volume de calda na aplicação de fungicidas para um tamanho adequado de gotas passa ter mais importância no processo de pulverização. Madalosso et al. (2012) afirmam que plantas de soja com características mais eretas e com trifólios lanceolados, permitem maior penetração de luz e maior penetração de gotas na parte interna do dossel, permitindo ainda menor microclima para desenvolvimento da ferrugem-asiática-da-soja. Já, plantas com hábito foliar mais palmado impedem a penetração de luz e das gotas, reduzindo a eficiência da aplicação pelo não atingimento do alvo e falta de princípio ativo por área foliar tratada (MADALOSSO et al., 2012). Além do mais, essas características criam condições de microclima no interior do dossel que podem permitir e favorecer a ocorrência da doença (WILSON et al., 1998).

Vários fatores afetam a relação entre precipitação pluvial e defensivos agrícolas, mas os principais são a intensidade e quantidade de chuva, intervalo de tempo entre a aplicação e a chuva, a

formulação comercial dos agrotóxicos, a solubilidade do produto em água e o tipo de cultura (CABRAS et al., 2001; GREEN, 2001).

Segundo Oliveira (2009), o orvalho e a precipitação pluvial após a pulverização de produtos químicos afetam a eficiência de aplicação devido a lavagem do princípio ativo. No caso da chuva, é deve ser observado o intervalo mínimo de tempo entre a aplicação e a ocorrência da chuva, permitindo o tempo mínimo para a ação dos produtos (QUANTICK, 1985). No caso do orvalho, a presença de água nas folhas, por exemplo, em aplicações noturnas ou no início da manhã pode interferir na eficiência de aplicação (QUANTICK, 1985). Segundo Antuniassi (2009), os problemas podem ocorrer em virtude da diluição do produto ou por um eventual escoamento por haver excesso de água e também pela ação dos espalhantes contidos nas caldas.

A chuva sempre foi uma das maiores causadoras de perdas de produtos químicos aplicados nas culturas e é responsável pela lavagem dos depósitos de fungicidas sobre vegetais (WEBER et al., 1937). Uma única chuva forte pode remover muito mais fungicida da superfície foliar do que várias chuvas de menor intensidade (WEBER et al., 1937).

Segundo Reynolds et al. (1994), o sucesso do tratamento fitossanitário depende da retenção de ingrediente ativo na folha e da resistência do produto a fatores adversos como a chuva. Nesse sentido, as características de retenção e a tenacidade são influenciadas por características físico-químicas da superfície da folha, que podem ser intrínsecas de cada cultura ou cultivar. O sucesso de um fungicida não depende apenas de sua capacidade de controlar o patógeno, mas

também de sua aderência, tenacidade, persistência e da tecnologia de aplicação utilizada (SANTOS et al., 2002). Os principais fatores que determinam a quantidade de resíduo ativo nas superfícies foliares são quantidade de produto que adere à folha durante a pulverização e a quantidade de material que permanece na folha após a ação de intempéries (RICH, 1954).

Holloway (1970), afirmou que as propriedades físico-químicas da superfície cuticular afetam a molhabilidade e representam a primeira dificuldade para a penetração dos defensivos agrícolas aplicados, influenciando na deposição, distribuição e retenção dos mesmos. Para Holly (1976), as propriedades físicas da calda fungicida também afetam a molhabilidade.

Os adjuvantes são compostos sem propriedades de controle de doenças, os quais são adicionados a calda do defensivo agrícola, para facilitar sua aplicação, aumentar a atividade biológica do ingrediente ativo, controlar deriva e lavagem de princípio ativo pela chuva, diminuir a exposição do trabalhador, reduzir a contaminação do meio ambiente e melhorar a aplicação, gerando maior eficácia aos primeiros tratamentos realizados (UNDERWOOD, 2000; AZEVEDO, 2001). A substância penetra e atinge a cutícula, facilitando a penetração da calda (UNDERWOOD, 2000; AZEVEDO, 2001). Eles ainda auxiliam melhorando a eficiência da pulverização e diminuindo seus riscos (CRUZ-FILHO; CHAVES, 1979).

O uso de aditivos à calda composta por defensivos agrícolas tem a capacidade melhorar a ação de certos fungicidas sensíveis à ação de intempéries, por proporcionar melhor aderência à superfície foliar e elevar a sua persistência, principalmente sob

ocorrência da chuva (SUHERI; LATIN, 1991).

Sabe-se que há diversos trabalhos na área de tecnologia de aplicação que quantificaram a deposição de calda no dossel de plantas de soja, porém, poucos levam em consideração as barreiras e dificuldades impostas pelas diferenças de arquitetura existentes entre as cultivares (DEBORTOLI et al., 2012).

CAPÍTULO I

CONTROLE DE DOENÇAS EM CULTIVARES DE SOJA COM DIFERENTES ÍNDICES DE ÁREA FOLIAR

AMANDA CHECHI¹

RESUMO - As cultivares de soja variam no seu índice de área foliar (IAF), o que influencia a distribuição das gotas geradas nas pulverizações de fungicidas no dossel das plantas. O objetivo deste trabalho foi determinar se o índice de área foliar (IAF), com diferentes cultivares de soja, influencia na escolha do volume da calda fungicida. O trabalho foi conduzido no campo experimental da FAMV/UPF, na safra 2015, no delineamento de blocos ao acaso. Variou-se a dose (75%, 100% e 125% da indicada na bula) e o volume de calda (100, 150 e 200 L/ha) na aplicação de fungicidas sobre plantas de soja com diferentes IAFs. Foram utilizadas três cultivares: BMX Ponta, IAF alto; BMX Vanguarda, médio; NS 5445, baixo. As aplicações foram aos 48 (trifloxistrobina + prothioconazol), 67 e 88 (azoxistrobina + solatenol) dias após a semeadura. A severidade da ferrugem-asiática e das manchas foliares, o IAF e o rendimento de sementes foram analisados por Anova e pelo teste Skott-Knott (0,05% de probabilidade de erro). A severidade final da ferrugem-asiática e das manchas, respectivamente, foi de 52% e 28,9% (cv. NS 5445), 65% e

¹ Eng.^a. Agr.^a, mestrandia do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, área de concentração em Proteção de Plantas.

27,9% (cv. BMX Vanguarda) e 78% e 21,6% (cv. BMX Ponta). Para a cv. NS 5445, não houve diferença entre os volumes de calda, nem entre a dose comercial do fungicida e a dose 25% maior. Na cv. BMX Vanguarda, os volumes de 150 e 200 L/ha de água apresentaram controle superior, não havendo diferença entre a dose normal e a dose maior dos fungicidas. Já, para a cv. BMX Ponta, o aumento de 25% da dose comercial no volume de 200 L/ha de água foi o mais eficiente no controle das doenças. A dose de fungicida e o volume de água na calda influenciaram a severidade da ferrugem asiática e das manchas foliares de acordo com o índice de área foliar, afetando de forma diferencial o rendimento de sementes da cultura.

Palavras-chave: controle químico, doses de fungicida, *Phakopsora pachyrhizi*, volume de calda.

DISEASE CONTROL IN SOYBEAN CULTIVARS WITH DIFFERENT LEAF AREA INDEX

ABSTRACT - Soybean cultivars vary in their leaf area index (LAI), which influences the distribution of the drops generated by the spray fungicides in the plant canopy. The objective of this study was to determine if the leaf area index (LAI) of different soybean cultivars influences the choice of the spray volume. The work was conducted in the experimental field of FAMV/UPF, in 2014/15 crop, in a completely randomized blocks design. The fungicide rate was varied (75%, 100% and 125% as indicated in the package insert) and the spray volume (100, 150 and 200 L/ha) in the application of fungicides

on soybean plants with different LAIs. Three cultivars were used (BMX Ponta, high LAI; BMX Vanguarda, medium; NS 5445, low). The applications were at 48 (trifloxystrobin + prothioconazole), 67 and 88 (azoxystrobin + solatenol) days after sowing. The severity of soybean rust and leaf spot, the LAI and grain yield were analyzed by ANOVA and the Skott-Knott test (0.05%). The final severity of the rust and leaf spots, respectively, was 52%, and 28.9% (cv. NS 5445); 65% and 27.9% (cv. BMX Vanguarda); 78% and 21.6% (cv. BMX Ponta). For cv. NS 5445, there was no difference between the spray volume or between commercial fungicide dose and 25% higher. For cv. BMX Vanguarda, the spray volumes of 150 and 200 L/ha were higher, there was no difference between the standard and the higher dose of fungicides. As for the cv. BMX Ponta, the best treatment was composed of the commercial dose increased in 25% with the water volume of 200 L/ha. The dose of the fungicide and the water volume influenced the severity of soybean rust and leaf spot according to the leaf area index, affecting differentially the grain yield.

Key words: chemical control, fungicide doses, *Phakopsora pachyrhizi*, water volumes.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o último levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2015), o Brasil se destaca como segundo maior produtor de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] do mundo, passando de 86,1 milhões de toneladas do grão da safra

2013/2014 para 96,2 milhões de toneladas na safra 2014/2015.

Um dos principais fatores que afetam o rendimento da cultura da soja são as doenças. A ferrugem da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & Sydow foi detectada pela primeira vez no Brasil, no final da safra de 2000/2001, tornando-se uma ameaça para todos os países do continente americano (GODOY & CANTERI, 2004). Segundo Santos et al. (2007), para o manejo da doença são realizadas, principalmente, aplicações de fungicidas. Segundo o autor, se não controlada, a ferrugem-asiática pode causar redução na produtividade esperada. Geralmente é concedida maior importância ao defensivo agrícola a ser utilizado no controle, e menor à sua forma de utilização (BUENO et al., 2011).

A tecnologia de aplicação de agrotóxicos busca aplicar a quantidade certa de ingrediente ativo no alvo, tendo a máxima eficiência e da maneira mais econômica possível, afetando cada vez menos o meio ambiente (MATTHEWS, 2002). A qualidade da aplicação depende de diversos fatores, como utilização de fungicidas eficientes, momento e frequência de aplicações, volume de calda, tecnologia de aplicação ajustada ao alvo e à cultura (CUNHA et al., 2010).

As cultivares de soja variam quanto ao índice de área foliar, desde 3,5 a 8,0. É razoável pensar que um mesmo volume de calda utilizada na pulverização não distribui igual quantidade em plantas com tamanho e área foliar diferentes. O mesmo pode-se inferir das doses dos fungicidas utilizados na cultura da soja. Neste sentido, o volume de água e a dose do produto deveriam ser ajustados proporcionalmente ao tamanho da planta a ser protegida. Caso

contrário, poderá haver excesso de cobertura em plantas pequenas e proteção insuficiente em plantas com maior área foliar. As doenças aumentam de intensidade à medida que o ciclo da cultura avança. Neste caso o ajuste do volume de água na calda e da dose do fungicida também poderia ser feito em função da pressão de doença e da fenologia da planta. Segundo a fórmula de cobertura de gotas de Courshee (1967), $C = 15 \frac{VRK^2}{AD}$ (onde C = cobertura em porcentagem; V = volume de aplicação (L/ha); R = taxa de recuperação (% do volume aplicado, captado pelo alvo); K = fator espalhamento de gotas; A = superfície vegetal existente no hectare; D = diâmetro de gotas) a área foliar encontra-se no denominador da fórmula, mostrando que quanto maior a área foliar, menor será a cobertura, e vice-versa.

Existem diversos trabalhos sobre tecnologia de aplicação que quantificam a deposição de calda no dossel de plantas de soja, porém, eles não consideram as barreiras e dificuldades impostas pelas diferenças de arquitetura entre as cultivares (DEBORTOLI et al., 2012). O objetivo deste trabalho foi determinar se o volume de calda e as doses de fungicidas em função da área foliar da planta afetam o controle das doenças da soja.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado na safra 2014/15, com três cultivares de soja de ciclo indeterminado, tecnologia IPRO (Intacta RR2 PRO) e com diferentes índices de área foliar: NS 5445 (IAF<6), BMX Vanguarda (IAF = entre 6 e 7), BMX Ponta (IAF>7) (Tabela 1).

Tabela 1 - Características das cultivares de soja utilizadas nos experimentos. Passo Fundo/RS, 2015

Características	Cultivares		
	NS 5445	BMX Vanguarda	BMX Ponta
Grupo de maturação	5.4	6.0	6.6
Porte	Baixo	Médio	Alto
Ciclo (dias)	119	132	138
População (plantas/ha)	330.000 a 350.000	300.000	260.000

O experimento foi conduzido no campo experimental da Universidade de Passo Fundo, localizado no município de Passo Fundo - RS, a uma altitude de 687 m. O local está situado na latitude de 28° 15' S e longitude de 52° 24' W. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Escuro Distrófico. As características do solo conforme análise realizada de 0 a 10 cm de profundidade indicam textura 2, argila 35%, pH SMP 5,3, teor de fósforo 43,4 mg/dm³, teor de potássio 308 mg/dm³ e matéria orgânica 290 g/kg.

A precipitação pluvial acumulada nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março atingiu 696,8 mm, 73,2 mm a mais que a normal histórica para o período no município. No entanto, quase metade da precipitação observada ocorreu no mês de janeiro (333,5 mm). As temperaturas médias no período foram similares a normal histórica, ficando ligeiramente acima dela nas temperaturas mínimas e abaixo nas máximas.

O tratamento de sementes foi composto pelos fungicidas carbendazim (150 g/L i.a.) + tiram (350 g/L i.a.) (dose: 2 mL/kg semente), fludioxonil (25 g/L i.a.) + mefenoxam (10 g/L i.a.) (dose: 1 mL/kg), além do inseticida fipronil (800 g/kg i.a.) (dose: 2 mL/kg). A densidade de semeadura das cultivares NS 5445, BMX Vanguarda e BMX Ponta foi de, respectivamente, 14, 12 e 10,5 sementes por metro

linear, totalizando 345.680, 296.296 e 259.260 plantas estabelecidas por hectare. A semeadura ocorreu no dia 28/11/2014, sobre restos culturais de trigo, com espaçamento de 0,45 m entre linhas. A adubação constou da aplicação de 250 kg/ha da formulação comercial 2-25-18 (N-P₂O₅-K₂O) no sulco de semeadura.

Para o manejo inicial das plantas daninhas, foi aplicado em pré-semeadura o herbicida glifosato (720 g/kg i.a.) (dose: 1,5 kg/ha) + saflufenacil (700 g/kg i.a.) (dose: 0,08 kg/ha). Posteriormente foram feitas mais duas aplicações em pós-semeadura com o herbicida glifosato mais o inseticida e chlorantraniliprole (100 g/L i.a.) + lambda-cialotrina (50 g/L i.a.) (dose: 0,115 L/ha). O inseticida tiametoxam (141 g/L i.a.) + lambda-cialotrina (106 g/L i.a.) (dose: 200 mL/ha) também foi utilizado.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco repetições. Cada parcela mediu 2,25 m x 5,0 m, sendo composta por cinco linhas. A distância entre blocos foi de 0,9 m e entre parcelas de 1,2 m. As parcelas foram utilizadas para os tratamentos com fungicidas em parte aérea. Foram realizadas três aplicações de fungicidas, a primeira composta por trifloxistrobina (150 g/L i.a.) + proclorazolo (175 g/L i.a.) (Fox® na dose de 400 mL/ha) mais óleo vegetal composto por éster metílico de óleo de soja (720 g/L i.a.) (Áureo® na dose de 500 mL/ha) aos 48 dias após a semeadura (DAS), e a segunda e terceira por azoxistrobina (300 g/kg i.a.) + solatenol (150 g/kg i.a.) (Elatus® na dose de 200 g/ha) mais óleo mineral Nimbus® (600 mL/ha) aos 67 e 88 DAS, respectivamente. Os fungicidas foram aplicados em três volumes de calda (100, 150 e 200 L/ha) e três doses (75%, 100% e 125% da dose

recomendada pelo fabricante), caracterizando um esquema fatorial 3x3. Utilizou-se um pulverizador costal pressurizado com CO₂, dotado de barra de carbono com quatro pontas (distanciadas em 0,5 m) de jato plano simples da série Teejet® XR 110015, pressão de 2 bar (200 kPa) para a aplicação dos volumes de 100 e 150 L/ha de calda e Teejet® XR 11002, pressão de 3 bar (300 kPa) para o volume de 200 L/ha, formando gotas finas.

Tabela 2 – Volumes de calda e doses de fungicida utilizados nas aplicações. Passo Fundo/RS, 2015

Tratamento	Volume de calda (L/ha)	Dose comercial do fungicida (%)
1	-	-
2	100	100
3	100	125
4	100	75
5	150	100
6	150	125
7	150	75
8	200	100
9	200	125
10	200	75

Tabela 3 – Data e horário das aplicações dos tratamentos e respectivas temperatura e umidade relativa do ar, Passo Fundo/RS, 2015

	14/01/15	02/02/15	23/02/15
Hora	11:30 – 12:30	18:30 – 19:30	17:30 – 18:30
Temperatura (°C)	30	27	27
UR (%)	66	78	65

As avaliações de incidência e severidade das doenças foram realizadas quinzenalmente a partir da data da primeira aplicação de fungicida (14/01/15). Para isso, realizou-se a coleta de três plantas por parcela e avaliação da severidade da ferrugem asiática e manchas

foliares através de escalas diagramáticas de Godoy et al. (2006) e Martins et al. (2005), respectivamente (Anexos I e II). A porcentagem de controle da doença foi calculada pela fórmula: $PC (\%) = (T - t) * 100 / T$ (ABOOTT, 1925), em que T é a severidade da testemunha e t é a severidade encontrada no tratamento. A área de progresso abaixo da curva de progresso da doença relativa foi determinada pela fórmula: $AACPD = \sum [(y_1 + y_2) / 2] * (t_2 - t_1) / D$, onde y_1 e y_2 são duas avaliações consecutivas realizadas nos tempos t_1 e t_2 , respectivamente e, D é o número de dias do ciclo da cultivar.

Entre os 55 e 100 DAS fez-se a coleta de três plantas por parcela em cada cultivar para medição da área foliar, através de integralizador de área foliar marca Licor®. A área foliar da planta foi multiplicada pela suas respectivas populações para estimar o índice de área foliar.

A colheita foi realizada nos dias 02 e 23 de abril de 2015 em 6,75 m² de cada parcela através de uma colhedora Wintersteiger, modelo Nursey-Master. Após a colheita, as sementes foram beneficiadas, medidas quanto ao teor de umidade e pesadas. Foi realizado o cálculo para uniformizar a umidade das sementes para 13% para determinação do rendimento (kg/ha) e massa de mil sementes (g). O coeficiente de correlação foi calculado pela fórmula: $r = [Cov(x,y)] / (s_x * s_y)$, ou seja, o coeficiente de correlação r para o par de variáveis (x,y) é o quociente entre a covariância amostral das variáveis x e y e o produto dos desvios padrões.

As análises estatísticas foram realizadas no programa Assistat® e Infostat®. Os dados de severidade de doenças foram submetidos a transformação logarítmica por estarem na forma de

percentagem. Como não houve interação significativa entre as variáveis doses de fungicida e volumes de calda, os dados foram analisados apenas em delineamento de blocos ao acaso. Foram utilizados o teste de F para verificação da variância e Skott-Knott para classificação das médias.

3 RESULTADOS

3.1 Ferrugem-asiática

O dose de fungicida e o volume de água na calda variaram de acordo com o índice de área foliar, influenciando a severidade da ferrugem asiática e a produtividade da soja.

Para a cv. Nidera 5445, a incidência da doença em todos os tratamentos passou a ser de 100 % a partir da avaliação aos 70 DAS. A severidade da ferrugem-asiática chegou a 52% na testemunha (Tabela 4, Figura 1 e Apêndice 1). Os tratamentos mais eficientes no controle da ferrugem foram com 200 L/ha de calda, tanto com a dose comercial e a dose 25% maior.

A incidência da doença atingiu 100% para todos os tratamentos já na primeira avaliação para as cultivares BMX Vanguarda e BMX Ponta. A severidade final da ferrugem para a primeira foi de 65% (Apêndice 3). Os tratamentos que melhor controlaram a doença foram compostos por 150 L/ha calda e 125% da dose, e 200 L/ha tanto com 100% como 125% da dose. Para a segunda cultivar, a severidade atingiu 78,4% para a testemunha ao final do enchimento de sementes (Apêndice 5). O melhor tratamento foi com o volume de 200 L/ha de calda e com o incremento de 25% da dose

comercial do fungicida. A dose reduzida de fungicida foi apenas superior a testemunha para todas as cultivares, independentemente do volume aplicado.

Tabela 4 – Severidade da ferrugem-asiática da soja ao final do enchimento de sementes de acordo com cada cultivar e tratamentos aplicados. Passo Fundo/RS, 2015

Tratamentos (volumes e doses)	Cultivares		
	NS 5445	BMX Vanguarda	BMX Ponta
	-----%-----		
Testemunha	52,2 a	64,5 a	78,4 a
100 L/ha e 100%	26,2 d	35,9 b	43,8 d
100 L/ha e 125%	26,5 d	29,3 c	38,2 e
100 L/ha e 75%	32,9 b	42,1 b	54,4 b
150 L/ha e 100%	24,9 d	29,5 c	39,5 d
150 L/ha e 125%	23,9 d	24,2 d	34,4 e
150 L/ha e 75%	30,1 c	38,9 b	46,5 c
200 L/ha e 100%	16,5 e	22,4 d	29,4 f
200 L/ha e 125%	15,6 e	18,4 d	24,7 g
200L/ha e 75%	30,4 c	40,2 b	46,2 c
CV (%)	2,03	3,39	2,59

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem pelo teste de Skott-Knott, a 5% de probabilidade de erro.

O controle da doença para a cv. NS 5445 variou entre 35% e 53% em relação a testemunha na primeira aplicação, 35% e 63,5% na segunda e 37% e 70,1% na terceira aplicação (Apêndice 2 e Tabela 5). Para a cv. BMX Vanguarda, a variação ficou entre 25% a 46,4% na primeira aplicação, 33,4% a 68,7% na segunda e 34,7% a 71,5% na terceira aplicação (Apêndice 4). O controle da ferrugem para a cv. BMX Ponta variou entre 24,5% a 59,4% na primeira aplicação, 29,9% a 66,4% na segunda e 30,6% a 68,5% na terceira (Apêndice 6). As

doses inferiores a dose comercial, concordando com os resultados anteriores, apresentaram os menores valores de controle para todos as cultivares.

Tabela 5 - Porcentagem de controle da severidade da ferrugem-asiática da soja ao final do enchimento de sementes comparada com a testemunha, de acordo com cada tratamento e cultivar. Passo Fundo/RS, 2015

Tratamentos (volumes e doses)	Cultivares		
	NS 5445	BMX Vanguarda	BMX Ponta
	-----%-----		
100 L/ha e 100%	49,8	44,3	44,1
100 L/ha e 125%	49,4	54,6	51,3
100 L/ha e 75%	37,0	34,7	30,6
150 L/ha e 100%	52,3	54,3	49,6
150 L/ha e 125%	54,2	62,5	56,1
150 L/ha e 75%	42,3	39,7	40,7
200 L/ha e 100%	68,4	65,3	62,5
200 L/ha e 125%	70,1	71,5	68,5
200L/ha e 75%	41,8	37,7	41,1

Quanto a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), a cultivar de menor IAF acumulou 1077,5 unidades da doença, enquanto a de IAF médio e alto acumularam 1229,4 e 1506,1 unidades, respectivamente. Porém, quando realizada a AACPDR (AACPD relativa), a qual elimina o efeito dos diferentes ciclos das cultivares, os valores ficaram similares, entre 9 e 11 unidades da doença (Figura 2), indicando que as cultivares tem características similares de resistência/suscetibilidade à ferrugem-asiática da soja.

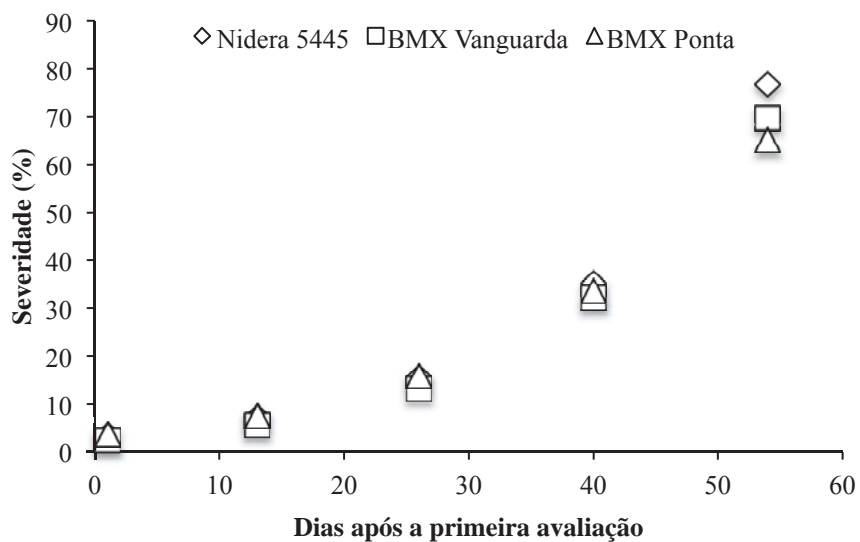


Figura 1 – Severidade da ferrugem-asiática na testemunha, para as cultivares de soja testadas, representada pelo modelo logístico.

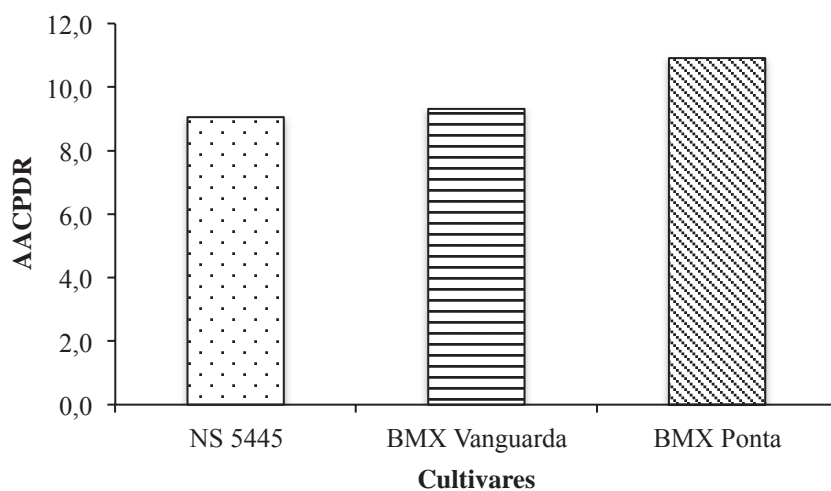


Figura 2 – Área abaixo da curva de progresso da doença relativa da soja para as cultivares testadas.

3.2 Manchas foliares

Quanto às manchas foliares, houve diferença entre os tratamentos estudados, porém elas não apresentaram a mesma amplitude quando comparados com os resultados obtidos para a ferrugem asiática da soja. A mancha que mais se destacou foi o crestamento foliar de cercospora.

Para a cv. Nidera 5445, a severidade máxima de manchas foliares na testemunha chegou a 28,9% (Tabela 6; Figura 3; Apêndice 7), enquanto o melhor tratamento apresentou cerca de dez pontos percentuais a menos na escala de severidade (T8). Os melhores controles obtidos foram com as doses de 100% e 125% do produto comercial, independentemente dos volumes estudados, uma vez que não houve diferença entre eles. As doses de 75% do produto comercial foram inferiores a esses tratamentos, porém, superiores a testemunha nas avaliações a partir dos 75 DAS.

A cv. BMX Vanguarda apresentou 28,7% de severidade máxima para a testemunha (Apêndice 9). As doses de 75% do produto comercial mostraram-se superiores a testemunha nas avaliações aos 70 e 85 DAS, e nas demais, não se diferenciou da testemunha. Os melhores tratamentos foram compostos pelo volume de 100 L/ha e a dose 25% maior do produto ou com os volumes de 150 L/ha e 200 L/ha, tanto com a dose comercial, como com a dose 25% superior a ela. Esses resultados mostraram que, o volume de 100 L/ha de calda já não é suficiente para a cobertura foliar e posterior controle das manchas foliares com a dose normal de fungicida.

A cv. BMX Ponta apresentou 21,6% de severidade para a testemunha (Apêndice 11). Pela alta severidade da ferrugem-asiática, havia menos sítios de infecção disponíveis nas folhas para que os patógenos causadores de manchas pudessem se instalar nelas, o que gerou o menor valor de severidade de manchas entre as testemunhas das distintas cultivares. Os tratamentos com 100 L/ha e 150 L/ha de calda, tanto com a dose comercial e a dose 25% maior foram similares segundo a análise estatística, juntamente com o volume de 200 L/ha e dose normal do produto. Nas avaliações aos 55, 70 e 85 DAS, as subdoses não foram diferentes dos tratamentos citados anteriormente, porém na última avaliação elas foram inferiores a eles. O melhor tratamento apresentou 13,4% de severidade e foi composto de 200 L/ha de calda e 125% da dose comercial do produto. Foi necessário uma maior dose do produto juntamente com um maior volume de calda para obter um melhor controle sobre as manchas foliares para esta cultivar.

Tabela 6 – Severidade das manchas foliares da soja ao final do enchimento de sementes de acordo com cada cultivar e tratamentos aplicados. Passo Fundo/RS, 2015

Tratamentos (volumes e doses)	Cultivares		
	NS 5445	BMX Vanguarda	BMX Ponta
	-----%-----		
Testemunha	28,9 a	28,7 a	21,6 a
100 L/ha e 100%	19,9 c	23,7 a	19,4 b
100 L/ha e 125%	20,7 c	19,2 b	17,9 b
100 L/ha e 75%	24,0 b	22,2 a	21,2 a
150 L/ha e 100%	20,0 c	20,5 b	17,5 b
150 L/ha e 125%	21,9 c	19,2 b	17,1 b
150 L/ha e 75%	24,4 b	23,9 a	21,3 a
200 L/ha e 100%	18,8 c	17,7 b	18,1 b
200 L/ha e 125%	19,3 c	16,4 b	13,4 c
200L/ha e 75%	24,4 b	24,3 a	21,5 a
CV (%)	3,64	5,18	3,43

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem pelo teste de Skott-Knott, a 5% de probabilidade de erro.

A porcentagem de controle das manchas para a cv. NS 5445 comparada com a testemunha variou entre 13,6% a 39,4% na primeira aplicação, 16% a 46,4% na segunda e 15,4% a 35% na terceira (Tabela 7; Apêndice 8). Para a cv. BMX Vanguarda, a porcentagem de controle variou entre 14,9% a 35,2% na primeira aplicação, 8,8% a 20,9% na segunda e 13,6% a 31,5% na terceira (Apêndice 10). Para a cv. BMX Ponta, a variação de controle ficou entre 15,2% a 50,9% na primeira aplicação, 17,2% a 57,5% na segunda e 0,5% a 38,0% na terceira (Apêndice 12). As doses compostas por 75% da dose comercial apresentaram os menores valores de controle.

Tabela 7 - Porcentagem de controle da severidade das manchas foliares da soja ao final do enchimento de sementes comparada com a testemunha, de acordo com cada tratamento e cultivar. Passo Fundo/RS, 2015

Tratamentos (volumes e doses)	Cultivares		
	NS 5445	BMX Vanguarda	BMX Ponta
	-----%-----		
100 L/ha e 100%	31,1	17,6	10,2
100 L/ha e 125%	28,3	33,0	17,1
100 L/ha e 75%	16,9	22,6	1,9
150 L/ha e 100%	30,9	28,7	9,7
150 L/ha e 125%	24,2	33,1	11,6
150 L/ha e 75%	15,4	16,7	1,4
200 L/ha e 100%	35,0	38,4	16,2
200 L/ha e 125%	33,3	42,8	38,0
200L/ha e 75%	15,4	15,3	0,5

Quanto à AACPD, a cv. NS 5445 acumulou 599,8 unidades da doença, e as cvs. BMX Vanguarda e BMX Ponta acumularam 544,15 e 583,21 unidades, respectivamente. Porém, quando realizada a AACPD, a qual elimina o efeito dos diferentes ciclos das cultivares, os valores ficaram similares, entre 4 e 5 unidades de doença (Figura 4), indicando que as cultivares tem características similares de resistência/suscetibilidade às manchas foliares.

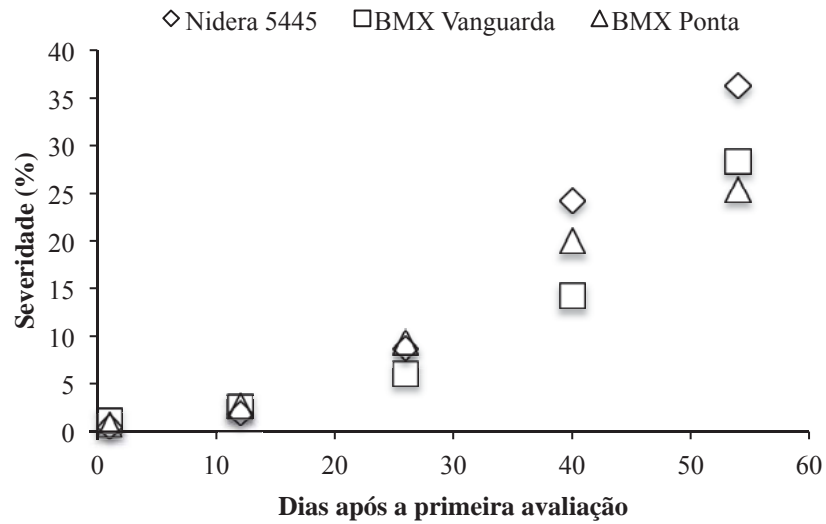


Figura 3 – Severidade das manchas foliares na testemunha, para as cultivares de soja testadas, representada pelo modelo logístico.

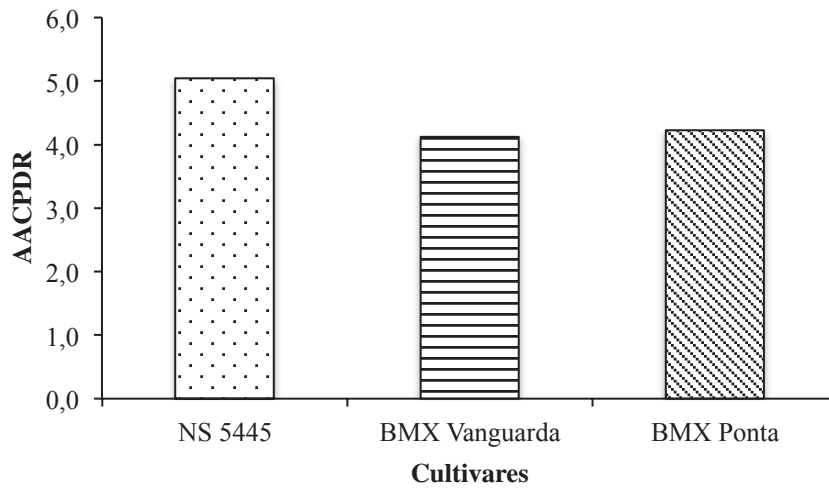


Figura 4 – Área abaixo da curva de progresso da doença relativa da soja para as cultivares testadas.

Essas diferenças de severidade final aconteceram, principalmente, pelas diferenças entre as cultivares. Um dos fatores que geraram essa diferença na severidade da doença foi a área foliar. Utilizando-se o mesmo volume de calda em uma cultivar com maior IAF comparado a outra cultivar com menor área foliar, haverá menor cobertura da planta. O maior valor de área foliar para as cultivares foram de 5,9 (NS 5445) 7,2 (BMX Vanguarda) e 8,2 (BMX Ponta) nos melhores tratamentos. Este incremento na área foliar ocorreu devido as condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento da cultura que ocorreram nesta safra. Para a cv. NS 5445, o valor de IAF ao final do enchimento de sementes (estádio R6) foi maior que nas outras cultivares, sendo os valores, de 2,9 (NS 5445), 2,2 (BMX Vanguarda) e 2,0 (BMX Ponta), o que, comparado com os valores de severidade final da ferrugem asiática da soja nos melhores tratamentos (15,5 %, 18,5% e 25%, respectivamente) confirmam a hipótese de que distintos volumes de calda são necessários para o controle da doença em cultivares de soja com diferentes índices de área foliar.

Outro fator a ser levado em consideração é que a infecção pela ferrugem asiática está ocorrendo cada vez mais precocemente, portanto, quanto antes a cultivar concluir o seu ciclo, menor a severidade da ferrugem. Enquanto a cv. Nidera 5445 finalizou seu ciclo aproximadamente aos 120 dias, as outras duas continuaram no campo, à mercê do fungo por mais dias. Como ele se multiplica rapidamente, com o passar do tempo, a concentração de inóculo presente no local aumenta, intensificando a doença enquanto existirem sítios de infecção disponíveis nas folhas. As outras cultivares permaneceram cerca de 12 a 18 dias a mais no campo, o que resultou

em maiores valores de severidade da doença, principalmente na cultivar com maior IAF.

Estes resultados reforçam a hipótese de que o IAF é uma característica que deve ser levada em consideração na escolha do volume da calda para aplicação. Adicionalmente, quanto maior o ciclo da cultivar, maior a quantidade de doença acumulada, o que depois, reflete no rendimento de sementes.

3.3 Índice de área foliar, rendimento e massa de mil sementes

O IAF apresentou seu menor valor para a testemunha, em todos os experimentos. Para a cv. Nidera 5445, todos os tratamentos resultaram em IAF de 74% a 162% superiores à testemunha ao final do enchimento de sementes (Tabela 8; Apêndice 13). Não houve diferença significativa nos valores de área foliar entre os volumes utilizados. Porém, a dose de 75% do produto comercial foi inferior a dose normal. Essa, por sua vez, não apresentou diferença estatística para com os tratamentos com adição de 25% na dose.

Para a cv. BMX Vanguarda, o IAF foi de 30% a 105% superior a testemunha ao final do enchimento de sementes. (Apêndice 14). Os melhores tratamentos foram compostos pelos volumes de 150 e 200L/ha de calda, juntamente com a dose comercial e a adição de 25% a ela.

Já para a cv. BMX Ponta, os valores de IAF foram 19% a 92,5% superiores ao tratamento controle, porém, foram os menores valores encontrados entre as cultivares (Apêndice 15). Isso deve-se ao fato do momento da medição ter sido realizado em R6 (ao final do

enchimento de sementes) e por esta cultivar, por ter maior ciclo, permanecer mais tempo no campo, acumulando uma maior quantidade de doença, o que gera uma maior desfolha e resulta em menor área foliar. O melhor tratamento foi com o volume de calda de 200 L/ha e com a dose comercial e 25% maior.

Tabela 8 – Evolução do índice de área foliar avaliado ao final do estágio de enchimento de sementes da soja, de acordo com cada tratamento e cultivares testadas. Passo Fundo/RS, 2015

Tratamentos (volumes e doses)	Cultivares		
	NS 5445	BMX Vanguarda	BMX Ponta
Testemunha	1,10 c	4,14 b	4,08 b
100 L/ha e 100%	2,62 a	5,79 a	5,59 a
100 L/ha e 125%	2,72 a	5,67 a	5,71 a
100 L/ha e 75%	1,97 b	4,74 b	4,48 b
150 L/ha e 100%	2,54 a	5,52 a	5,31 a
150 L/ha e 125%	2,55 a	5,90 a	5,84 a
150 L/ha e 75%	1,92 b	4,58 b	4,35 b
200 L/ha e 100%	2,87 a	5,51 a	5,70 a
200 L/ha e 125%	2,88 a	5,80 a	5,64 a
200L/ha e 75%	1,99 b	4,83 b	4,22 b
CV (%)	13,78	12,57	11,81

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem pelo teste de Skott-Knott, a 5% de probabilidade de erro.

Os resultados referentes a volumes e doses também demonstraram a necessidade de adequação do volume de calda ao índice de área foliar da cultivar, de acordo com os rendimentos e massa de mil sementes obtidos (Tabelas 9 e 10). Para a cv. NS 5445, o tratamento com o volume de calda de 100 L/ha e a dose comercial do fungicida mostrou-se o mais adequado. Para a cv. BMX Vanguarda, foi necessário o volume de, no mínimo, 150 L/ha de calda

juntamente com a dose comercial do fungicida para um controle satisfatório das doenças. Já, na cv. BMX Ponta, o melhor controle foi obtido com 200 L/ha e incremento de 25% na dose comercial.

Quanto à variação nas doses, as cvs. NS 5445 e BMX Vanguarda apresentaram bons resultados com o uso da dose comercial do produto. Já, para a cv. BMX Ponta, foi necessário o incremento de 25% na dose comercial para obter-se um melhor rendimento.

As doses inferiores a dose comercial do produto não apresentaram controle eficiente da doença, com danos de mais de 500 kg/ha quando comparados com os melhores tratamentos, além de serem responsáveis pela seleção de fungos resistentes ao princípio ativo usado.

Os dados de IAF (ao final do enchimento de sementes), massa de mil sementes e rendimento de sementes se correlacionaram, mostrando que quanto maior o IAF da cultivar, maior o rendimento e o massa de mil sementes (MMS) (Figura 5). Para todas as cultivares, os menores rendimentos e massa de mil sementes foram observados na testemunha. Todos os demais tratamentos, para a cv. Nidera 5445, resultaram em maior rendimento de sementes (entre 55% e 95%) e maior MMS (entre 20% e 45%), quando comparados com a testemunha. Para a cv. BMX Vanguarda, o rendimento foi 10% a 66% superior a testemunha e apresentou incremento até 44% na massa de mil sementes. A cv. BMX Ponta apresentou variação de rendimento entre 65% e 103% e a massa de mil sementes teve incremento entre 12% e 30% comparado com a testemunha.

Tabela 9 – Rendimento de sementes de acordo com cada tratamentos para as cultivares testadas. Passo Fundo/RS, 2015

Tratamentos (volumes e doses)	Cultivares		
	NS 5445	BMX Vanguarda	BMX Ponta
	-----kg/ha-----		
Testemunha	1848 c	2388 e	1482 c
100 L/ha e 100%	3422 a	3124 c	2561 b
100 L/ha e 125%	3529 a	3289 b	2626 b
100 L/ha e 75%	2861 b	2740 d	2506 b
150 L/ha e 100%	3526 a	3645 a	2530 b
150 L/ha e 125%	3586 a	3753 a	2587 b
150 L/ha e 75%	2894 b	2634 d	2450 b
200 L/ha e 100%	3601 a	3786 a	2629 b
200 L/ha e 125%	3550 a	3963 a	3007 a
200 L/ha e 75%	2914 b	2738 d	2557 b
CV (%)	11,5	6,34	8,90

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem pelo teste de Skott-Knott, a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 10 – Massa de mil sementes de acordo com cada tratamento para as cultivares testadas. Passo Fundo/RS, 2015

Tratamentos (volumes e doses)	Cultivares		
	NS 5445	BMX Vanguarda	BMX Ponta
	-----g/1000 sementes-----		
Testemunha	120,3 b	126,9 c	124,6 c
100 L/ha e 100%	170,9 a	154,9 b	142,7 b
100 L/ha e 125%	172,9 a	160,7 b	148,0 b
100 L/ha e 75%	148,1 b	147,9 b	144,1 b
150 L/ha e 100%	166,5 a	164,4 a	146,0 b
150 L/ha e 125%	173,6 a	177,7 a	148,5 b
150 L/ha e 75%	144,5 b	152,2 b	147,7 b
200 L/ha e 100%	174,5 a	182,6 a	150,0 b
200 L/ha e 125%	173,5 a	176,3 a	162,3 a
200L/ha e 75%	146,3 b	152,9 b	140,4 b
CV (%)	9,93	10,43	5,68

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem pelo teste de Skott-Knott, a 5% de probabilidade de erro.

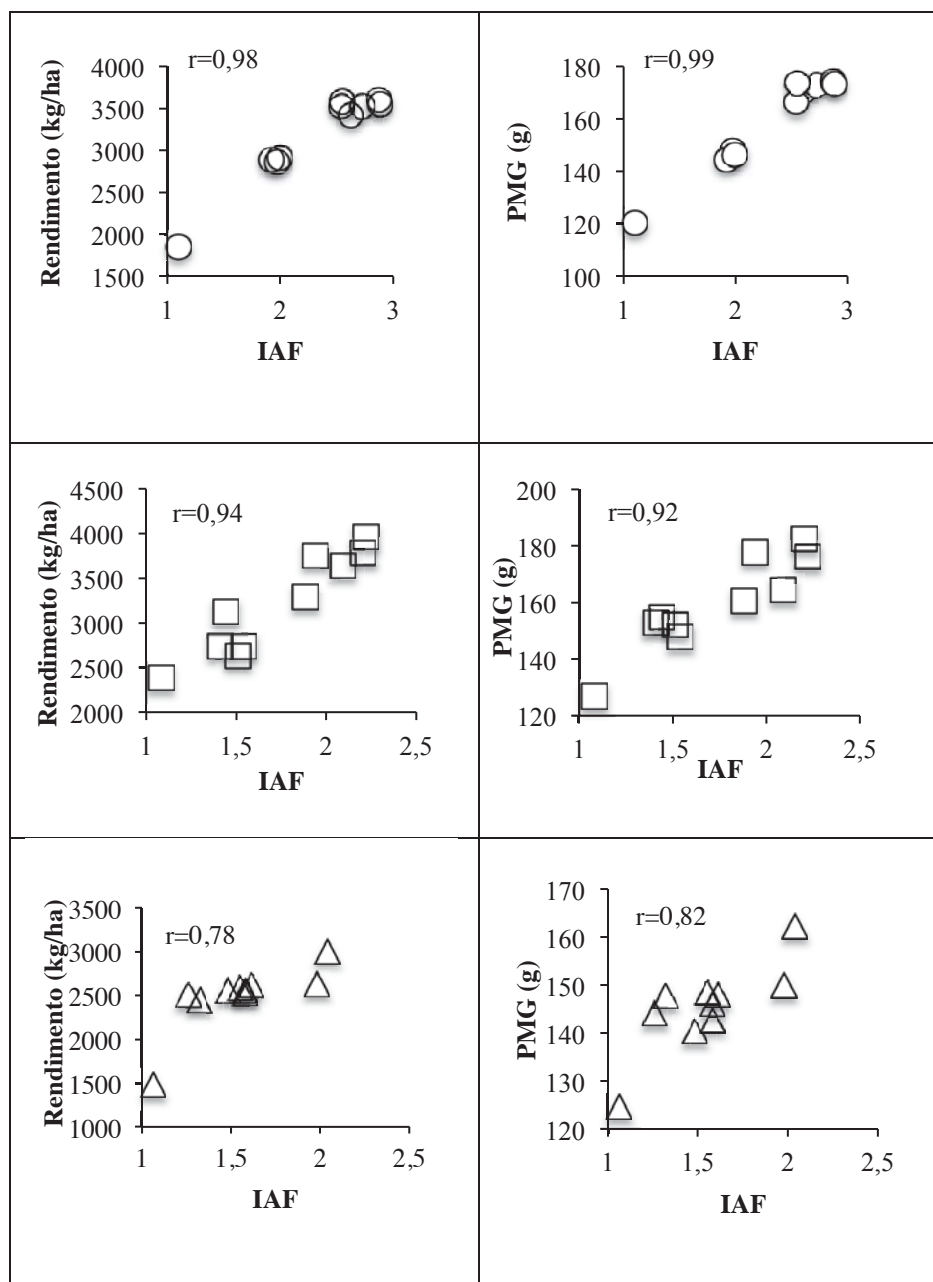


Figura 5 – Correlação entre IAF e rendimento de sementes (esquerda) e IAF e massa de mil sementes (direita). Cv. NS 5445 (círculo), cv. BMX Vanguarda (quadrado) e cv. BMX Ponta (triângulo); r = coeficiente de correlação.

Como houve correlação positiva entre o IAF e o rendimento e entre IAF e MMG para todas as cultivares, pôde-se perceber que os volumes e doses que se destacaram como melhores, reduziram a severidade da doença e permitiram que a área foliar continuasse saudável por mais tempo. Assim, o período de fotossíntese foi maior, resultando em maior rendimento e massa de sementes.

São utilizadas as mesmas doses e volumes de calda para todas as cultivares de soja e, portanto, o controle de doenças não é satisfatório, impedindo as diferentes cultivares de expressar melhor produtividade. Quanto maior a área foliar, maior o requerimento de volume de calda e dose do fungicida, permitindo a máxima cobertura e proteção da área foliar.

4 DISCUSSÃO

Cultivares com maior quantidade de ramificações e maior área foliar necessitam de maior cobertura de gotas (DEBORTOLI et al., 2012). Segundo Butzen et al. (2005) e Ozkan et al. (2007), o aumento na taxa de aplicação pode fornecer cobertura e penetração adequadas para proteger as folhas da soja contra o patógeno quando há maior quantidade de folhas.

A diversidade de cultivares de soja existentes no mercado possuem características fisiológicas que variam na mesma magnitude (MADALOSSO et al., 2012). Segundo o autor, parâmetros como área foliar, número de ramos, forma e posição do folíolo são decisivos para

o sucesso da aplicação, sendo o estudo do volume de calda para um tamanho adequado de gotas uma alternativa a esta diversidade.

Os resultados obtidos por Tormen et al. (2012) mostraram que a cobertura das folhas do terço inferior do dossel da planta com fungicida é dependente da arquitetura da cultivar, incluindo o índice de área foliar, no momento da aplicação, uma vez que as folhas da parte superior do dossel interceptam boa parte das gotas pulverizadas e são uma barreira para que as folhas baixas recebam a mesma quantidade de ingrediente ativo. Cada cultivar possui características próprias no que diz respeito à sua estrutura e variam conforme a época de semeadura, condições climáticas e estágio de desenvolvimento da cultura (WILSON et al., 1998). Essas características geram condições de microclima dentro do dossel que podem favorecer a ocorrência da doença (WILSON et al., 1998). Por exemplo, Madalosso et al. (2012), afirmaram que cultivares de soja com características mais eretas e com trifólios lanceolados, possibilitam maior entrada de luz e, por conseguinte maior penetração de gotas na parte interna do dossel, permitindo ainda menor microclima para desenvolvimento de doença. Já aquelas com hábito foliar mais palmado, dificultam a penetração de luz e gotas, reduzindo a eficiência da aplicação pela falta de ingrediente ativo na área foliar tratada (MADALOSSO et al., 2012).

Em trabalho realizado Cunha et al. (2008), avaliando diferentes volumes de calda na aplicação de fungicidas, não foi encontrada diferença na densidade de gotas depositadas, tanto na posição superior quanto na inferior do dossel. Porém, com o aumento do volume de aplicação houve tendência de incremento da deposição do fungicida no alvo. O mesmo ocorreu em experimento similar

realizado pelo mesmo autor em 2006, no qual o volume de aplicação de 160 L/ha propiciou maior retenção de calda no dossel quando comparado ao volume de 115 L/ha. Em geral, espera-se que o aumento do volume de aplicação proporcione incremento do volume de calda retido até certo ponto, a partir do qual a superfície não consegue mais reter o líquido, passando a ocorrer o escoamento, que não é desejável (CUNHA et al., 2008). Derksen & Sanderson (1996), avaliando a influência da taxa de aplicação na deposição foliar de defensivos agrícolas, perceberam melhor cobertura e menores variações de deposição ao longo do dossel com o uso de maiores volumes de calda. Os autores explicaram que a utilização de maiores volumes permitiram uma redistribuição de produto por meio do escoamento da parte superior para a parte inferior, com isso, maior uniformidade de deposição. Todos esses resultados indicam que com maior volume de aplicação, maior a distribuição da calda no alvo e, conseqüentemente, melhor é o controle de doenças.

No entanto, Cunha et al. (2014), resumindo os resultados de pesquisa sobre tecnologia de aplicação e controle de ferrugem-asiática concluíram que há viabilidade, em aplicações terrestres, do uso de volumes de calda reduzidos, próximos a 130 L/ha. Essa redução requer incremento da tecnologia de aplicação e o constante acompanhamento e atenção às condições climáticas (CUNHA et al., 2014). O uso de volumes de calda reduzidos, que são utilizadas para aumentar a capacidade operacional dos pulverizadores, podem causar efeitos negativos à eficácia de controle (MADALOSSO et al., 2012). Aplicações de fungicida com diferentes volumes de calda podem resultar em diferentes porcentagens de controle do patógeno, ainda

mais quando realizadas em cultivares com distintas arquiteturas (MADALOSSO et al., 2012). O autor ressalta, ainda, que com a redução da água para a mesma quantidade de ativo, ocorre menor diluição, exigindo maior precisão na aplicação. A simples redução do volume de calda por hectare traz riscos diretamente ligados a eficiência de controle do fungicida e seu residual (MADALOSSO et al., 2012).

Em trabalho realizado por Navarini et al. (2007), no qual foram avaliadas diferentes doses de fungicidas, foi observado que o aumento da dose foi eficiente para alguns fungicidas do grupo dos triazóis no controle da ferrugem-asiática da soja, o que refletiu em maior produtividade.

5 CONCLUSÃO

O uso racional de fungicidas para o controle da ferrugem asiática e das manchas foliares em soja requer o ajuste da dose e do volume de calda ao IAF da cultura, que depende da sua genética e do seu estágio fenológico.

CAPÍTULO II

RELAÇÃO ENTRE DOSE DE FUNGICIDA E CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA EM CASA DE VEGETAÇÃO

AMANDA CHECHI¹

RESUMO - Um dos principais fatores que afetam o rendimento da cultura da soja são as doenças. A principal delas é a ferrugem-asiática e o seu controle é baseado principalmente em fungicidas. O objetivo deste trabalho foi de verificar se a variação da dose entre 0% e 100% da dose comercial de fungicidas afeta o controle da doença. O experimento foi realizado em câmara de crescimento na Universidade de Passo Fundo, em delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições. Para isso, foram retirados os folíolos centrais da sétima folha de plantas de soja (cv. Nidera 5445) cultivadas em casa-de-vegetação. Foram preparadas soluções de 0% a 100% com dois fungicidas, um composto por trifloxistrobina + protioconazol (T+P) e outro por azoxistrobina + solatenol (A+S), em copos plásticos. Os folíolos foram mergulhados nas devidas soluções fungicidas e dispostos em caixas gerbox, nas quais foram montadas câmaras úmidas. No dia seguinte, foi preparada uma suspensão de esporos de *Phakopsora pachyrhizi* (50.000 esporos/mL), que foi borrifada nos

¹ Eng.^a. Agr.^a, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, área de concentração em Proteção de Plantas

folíolos tratados. As caixas foram deixadas no escuro durante 24 horas à temperatura de 23 °C. Após isso, foram colocadas em câmara de crescimento, com fotoperíodo de 12 horas luz/escuro e temperatura constante de 23 °C. Após 22 dias incubados, foi realizada a contagem de pústulas/cm² de cada folíolo. Na testemunha, sem aplicação de fungicida houve, em média, 79 pústulas/cm² (T+P) e 80 pústulas/cm² (A+S). Houve redução no número de pústulas nos folíolos quando aumentou-se a dose do fungicida. O controle da ferrugem-asiática da soja é proporcional à dose de fungicida contida na calda.

Palavras-chave: azoxistrobina + solatenol, *Phakopsora pachyrhizi*, pústulas, trifloxistrobina + protioconazol.

RELATIONSHIP BETWEEN FUNGICIDE DOSE AND ASIAN SOYBEAN RUST CONTROL IN GREENHOUSE

ABSTRACT – One of the factors affecting the soybean crop yield are the diseases. The main one is the Asian soybean rust and its control is mainly based on fungicides. The objective of this study was to verify if the use of 0 to 100% of the commercial fungicide rate affects the control of the disease. The experiment was conducted in a growth chamber at the University of Passo Fundo, in a completely randomized design with six replications. For this, the central leaflets of the seventh leaf of soybean plants (Cv. Nidera 5445) grown in a greenhouse were collected. The solutions from 0% to 100% of the dose were prepared using two fungicides, one consisting of trifloxystrobin + prothioconazole and the other of azoxystrobin +

solatenol, in plastic cups. The leaflets were dipped in appropriate fungicide solutions and deposited in gerbox boxes, where humid chambers were set up. In the next day, a suspension of *Phakopsora pachyrhizi* spores (50,000 spores/mL) was prepared, which was sprayed on the treated leaflets. The boxes were left in the dark for 24 hours at a temperature of 23 °C. After this, they were placed in a growth chamber with a photoperiod of 12 hours light/dark and constant temperature of 23 °C. After 22 days incubated, the number of pustules/cm² was counted in each leaflet. The control without application of fungicide showed an average of 79 pustules/cm² (T+P) and 80 pustules/cm² (A+S). There was a reduction in the number of pustules when the fungicide dose was increased. The Asian soybean rust control depends on the fungicide dose in the spraying.

Key words: azoxystrobin + sonatenol, *Phakopsora pachyrhizi*, pustules, trifloxystrobin + prothioconazole.

1 INTRODUÇÃO

Na cultura da soja ocorrem duas doenças com o nome de ferrugem: uma chamada de ferrugem-americana e a outra, de ferrugem-asiática (REIS et al., 2012). Essa última é considerada uma das doenças mais agressivas e é a que causa maiores danos em várias plantas da família das fabáceas, das quais se destaca a soja (REIS et al., 2012). Como os esporos do patógeno são facilmente disseminados pelo vento, ela é encontrada em praticamente todas as regiões produtoras do Brasil, com danos de até 75% de produtividade

(ALMEIDA et al., 2011). Danos de 80% a 90% de rendimento foram detectados na Austrália e na Índia, respectivamente; em Taiwan foram observados danos de 70% a 80% (ALMEIDA et al., 2011).

A existência de raças do patógeno dificulta o controle por meio de resistência vertical, e o controle químico acaba sendo a forma mais viável para manejar a ferrugem e evitar danos e perdas na cultura (ALMEIDA et al., 2011). Ao realizar as aplicações para o controle da doença, os produtores utilizam doses reduzidas de fungicidas, para diminuir os custos. Por consequência, ocorre a redução do controle da doença e, ainda, podem surgir problemas como a redução da eficiência dos fungicidas pela perda da sensibilidade do fungo a eles. O objetivo deste trabalho foi de verificar se a redução da dose de fungicidas afeta o controle da ferrugem-asiática da soja.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em laboratório, casa-de-vegetação e câmara climatizada em Passo Fundo, de outubro de 2015 a fevereiro de 2016.

Foram semeadas em cinquenta vasos de 2000 mL com substrato, três sementes de soja cada, com a cv. Nidera 5445, em casa-de-vegetação, para se obter folíolos para a realização dos experimentos.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com seis repetições. As unidades experimentais foram as caixas gerbox, cada uma compondo uma repetição. Utilizaram-se caixas gerbox, nas quais foram montadas câmaras úmidas, formadas

por uma unidade de espuma de polietileno do tamanho do gerbox (121 cm²) e duas folhas, do mesmo tamanho, de papel filtro. Em seguida as câmaras foram umedecidas com água destilada.

Os tratamentos foram compostos de 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60 70, 80 90 e 100% da dose comercial de dois fungicidas, Fox[®] e Elatus[®]. O primeiro composto por triazol (protioconazol – 175 g/L i.a.) + estrobilurina (trifloxistrobina – 150 g/L i.a.), cuja dose comercial é 3 mL/L e o segundo por estrobilurina (azoxistrobina – 300 g/kg i.a.) + carboxamida (solatenol – 150 g/kg i.a.), cuja dose comercial é 2 g/L. O volume de calda utilizado foi de 100 L/ha. Os tratamentos-fungicida foram preparados em copos plásticos de 500 mL, em um volume de água destilada de 300 mL. As doses foram preparadas de acordo com o volume. Não foram utilizados adjuvantes na calda.

Aos quarenta dias após a semeadura foi coletado o folíolo central da sétima folha de cada planta que estava em casa-de-vegetação. Foram utilizados seis folíolos para cada dose de fungicida. Estes foram mergulhados nas suas respectivas soluções-fungicida durante cinco segundos para simular uma cobertura perfeita. Em seguida foram colocados no gerbox, com a face adaxial voltada para cima e deixados à sombra, em temperatura ambiente, para secar. Foi adicionado um pedaço de algodão saturado com água destilada aos pecíolos dos folíolos para que eles se mantessem viáveis por mais tempo.

Vinte e quatro horas após o tratamento fungicida, os folíolos foram inoculados com uma suspensão de esporos de *P. pachyrhizi* (50.000 esporos/mL). O inóculo foi coletado em área

semeada com soja. O inóculo, proveniente de folíolos de soja, foi levado ao laboratório para o preparo da suspensão de esporos. Em um erlenmeyer de 500 mL foram adicionados 200 mL de água destilada, uma gota de espalhante Tween[®] e folíolos de soja com ferrugem. Após agitação, foram separadas as folhas da suspensão de esporos. Com uma micropipeta, foi retirada uma alíquota de 10 µL da suspensão e colocada em uma lâmina, coberta por lamínula e visualizada em microscópio ótico para realizar a contagem de esporos. Esse procedimento foi repetido três vezes e calculada a média das contagens. Em seguida, a suspensão foi colocada em um borrifador de 500 mL e aplicada sobre os folíolos. Para a germinação dos esporos, as caixas gerbox foram deixados durante 24 h no escuro, com temperatura de 23 °C.

Após esse período, as caixas foram dispostas em bancadas em câmara-de-crescimento, com fotoperíodo de 12 horas luz/escuro e temperatura constante de 23 °C. A cada dois dias, com uma pisseta, foi adicionada água, para a manutenção da umidade. Após 22 dias de incubação, foi realizada a contagem de pústulas de cada folíolo. Para isso, uma área de 2 cm²/folíolo: 1 cm² de cada lado dos folíolos, foi avaliada em microscópio estereoscópico. A porcentagem de controle da doença foi calculada pela fórmula $PC(\%) = (T-t) \cdot 100 / T$ (ABOOTT, 1925), em que T é a severidade da testemunha e t é a severidade encontrada no tratamento. Os experimentos com ambos os fungicidas foram repetidos duas vezes. Os dados foram submetidos a análise de variância e análise de regressão pelo programa Assistat[®].

3 RESULTADOS

A análise de variância revelou que o modelo linear simples foi significativo a nível de 1% de probabilidade de erro ($p < 0,01$) para as duas repetições dos experimentos. Houve relação de causa e efeito similar para as doses de ambos os fungicidas e o número de pústulas/cm² nos dois experimentos. Houve redução no número de pústulas/cm² nos folíolos quando aumentou-se a dose do fungicida.

As testemunhas, sem aplicação de fungicidas, chegaram a apresentar uma média de 85,4 e 75,3 pústulas/cm² para o primeiro e segundo ensaios, respectivamente, com o fungicida composto por protioconazol + trifloxistrobina e 83,5 e 74,7 pústulas/cm² para o composto por azoxistrobina + solatenol.

Para o primeiro experimento, o coeficiente de determinação da regressão linear foi de 0,975, o que indica que 97,5% da redução do número de pústulas/cm² foi devida a variação da dose de trifloxistrobina + protioconazol na calda fungicida (Figura 1). Houve redução de aproximadamente 0,58 pústulas/cm² para cada aumento de 1% (uma unidade no gráfico) na dose do fungicida. Com 100% da dose comercial, o número de pústulas/cm² foi de 2,9 (controle de 96,6%). Para o segundo experimento com o mesmo fungicida, o coeficiente de determinação da regressão foi ainda maior (Figura 2), sendo que 99,4% da variação no número de pústulas/cm² foi devida a variação da dose do fungicida. Neste caso, houve variação de 0,61 pústulas/cm² para cada variação de 1% na dose do fungicida. Com 100% da dose comercial, o número de pústulas/cm² foi de 4,2

(controle de 94,5%).

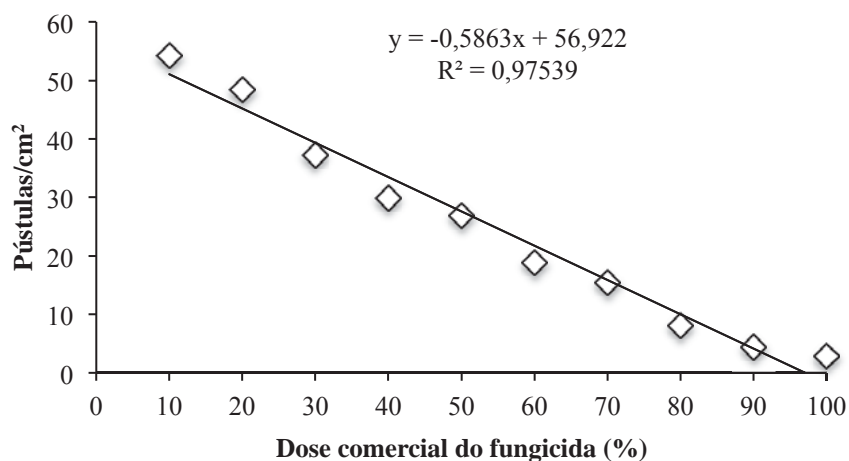


Figura 1 – Regressão linear simples para o número de pústulas de *P. pachyrhizi* em soja em função do aumento na dose do fungicida trifloxistrobina + protioconazol para o primeiro experimento.

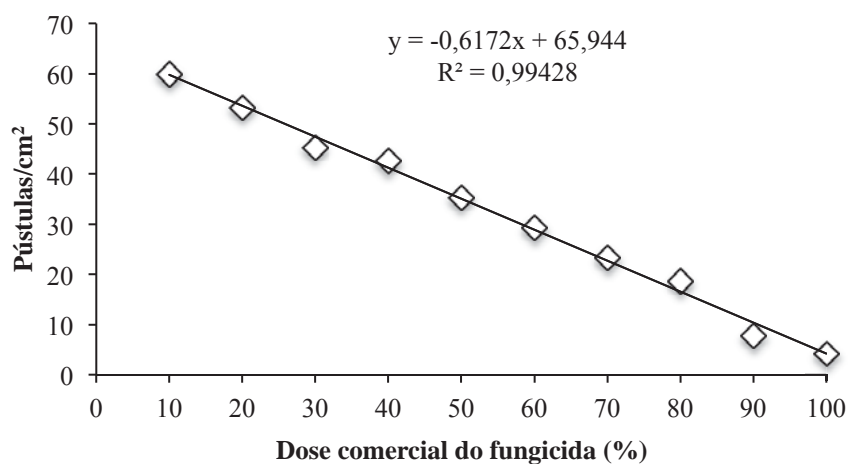


Figura 2 – Regressão linear simples para o número de pústulas de *P. pachyrhizi* em soja em função do aumento na dose do fungicida trifloxistrobina + protioconazol para o segundo experimento.

O coeficiente de determinação da regressão linear foi de 0,978 para o primeiro experimento com azoxistrobina + solatenol e 0,994 para o segundo, o que indica que 97,8% e 99,4%, respectivamente, da variação da dose da mistura de azoxistrobina + solatenol explicou a variação no número de pústulas/cm² nos dois ensaios (Figuras 3 e 4). Houve uma redução de aproximadamente 0,57 (experimento 1) e 0,64 (experimento 2) pústulas/cm² quando aumentou-se em 1% (uma unidade no gráfico) a dose do fungicida. Com 100% da dose comercial, o número de pústulas/cm² foi de 1,9 (controle de 97,7%) para o primeiro experimento e 4,0 (controle de 94,6%) para o segundo.

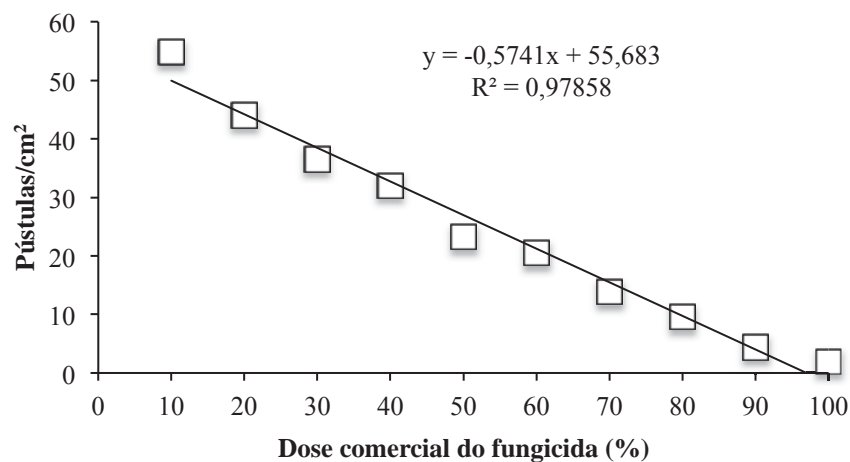


Figura 3 – Regressão linear simples para o número de pústulas de *P. pachyrhizi* em soja em função do aumento na dose do fungicida azoxistrobina + solatenol para o primeiro experimento.

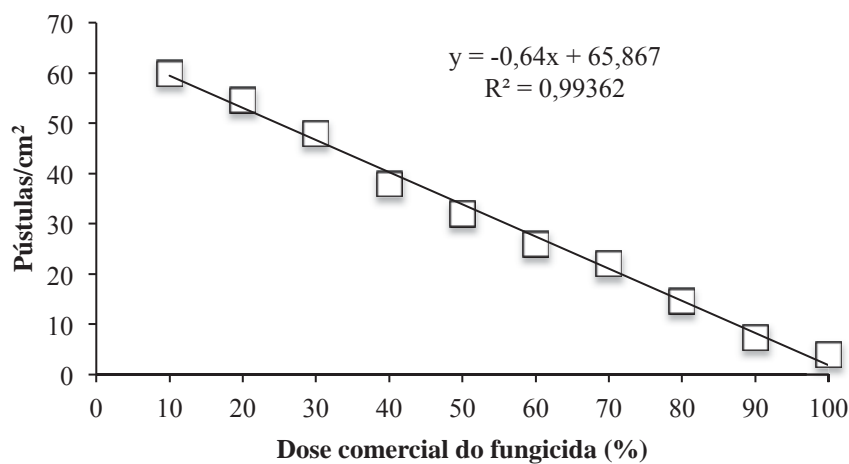


Figura 4 – Regressão linear simples para o número de pústulas de *P. pachyrhizi* em soja em função do aumento na dose do fungicida azoxistrobina + solatenol para o segundo experimento.

O melhor resultado, para os dois experimentos realizados com os dois fungicidas foi obtido com o uso de 100% da dose comercial, a qual apresentou a maior porcentagem de redução no número de pústulas/cm² (Tabelas 1 e 2). As outras doses também reduziram o número de pústulas/cm², porém, nenhuma foi tão eficiente quanto a indicada na bula do defensivo agrícola. A prática de utilizar apenas a metade da dose indicada reduziu cerca de 25% a 30% o controle da doença no primeiro experimento e aproximadamente 36% a 38% no segundo.

Tabela 1 – Porcentagem de controle da doença de acordo com cada tratamento comparado com a testemunha para o primeiro experimento. Passo Fundo/RS, 2016

Tratamentos (% da dose comercial do fungicida)	Fungicidas	
	Trifloxistrobina + protioconazol	Azoxistrobina + Solatenol
	-----%	
10	36,4	34,2
20	43,3	47,2
30	56,4	56,3
40	65,0	61,6
50	68,5	72,2
60	77,9	75,3
70	81,9	83,4
80	90,4	88,5
90	94,8	94,8
100	96,6	97,7

Tabela 2 – Porcentagem de controle da doença de acordo com cada tratamento comparado com a testemunha para o segundo experimento. Passo Fundo/RS, 2016

Tratamentos (% da dose comercial do fungicida)	Fungicidas	
	Trifloxistrobina + protioconazol	Azoxistrobina + Solatenol
	-----%	
10	20,4	19,6
20	29,2	26,8
30	39,8	35,7
40	43,4	49,1
50	53,1	57,1
60	61,1	65,2
70	69,0	70,5
80	75,2	80,4
90	89,6	90,2
100	94,5	94,6

Estes resultados mostraram a importância da utilização da dose correta (indicada na bula) do fungicida para que um melhor

controle da doença seja obtido. Este trabalho também pode ser utilizado para relacionar os valores de porcentagem de controle obtidos no capítulo anterior com a porcentagem de perda de ingrediente ativo do produto.

4 DISCUSSÃO

Estudos de redução de taxas de aplicação têm sido desenvolvidos com o objetivo de diminuir custos nos tratamentos químicos (SAUER, 1999). O mesmo ocorre com as doses dos fungicidas para a soja. Azevedo (2003) relatou que as aplicações de fungicidas necessitam de melhor cobertura do alvo biológico do que os demais defensivos agrícolas.

Nos trabalhos realizados em soja apresentados nesse capítulo, os fungicidas trifloxistrobina + prothioconazol e azoxistrobina + solatenol, apresentaram respostas similares, e quanto maior for a dose, maior o controle da doença, até atingir a dose comercial. O contrário também foi verdadeiro, quanto menor a dose, menor o controle da doença, sendo o menor valor de controle encontrado com o uso da menor porcentagem da dose comercial (10%). Os resultados obtidos ocorreram pelo fato de ter sido simulada uma aplicação perfeita de fungicida em ambos os lados do folíolo, sem nenhuma interferência. Já, no campo, muitos fatores podem interferir na cobertura do alvo pelo fungicida, incluindo erros de aplicação, não observação das condições meteorológicas ideais, características intrínsecas do cultivar, incluindo o IAF, entre outros. O IAF é um dos

fatores que interfere na deposição de fungicidas no alvo, o que pode gerar prejuízos no controle da doença.

Os resultados obtidos por Tormen et al. (2012) mostraram que a cobertura das folhas do terço inferior do dossel da planta com fungicida é dependente das características de arquitetura da cultivar, incluindo seu índice de área foliar no momento da aplicação, uma vez que as folhas da parte superior do dossel recebem a maior parte das gotas pulverizadas e impedem que as folhas da parte inferior recebam a mesma quantidade de ingrediente ativo. Cultivares que possuem maior densidade de folhas e mais ramificações laterais tem a capacidade realizar o fechamento das entrelinhas mais rapidamente, dificultando a passagem das gotas para as camadas inferiores do dossel (TORMEN et al., 2012). A deposição, em geral, é menor nas partes inferiores e internas do dossel das culturas; no caso de fungicidas, os quais necessitam de cobertura uniforme da planta, essa desuniformidade propicia baixa eficácia no controle de doenças. (CUNHA et al., 2006).

Cunha et al. (2008), estudando diferentes pontas de pulverização no controle da ferrugem-asiática da soja, perceberam que na parte inferior do dossel a cobertura proporcionada com a utilização das pontas foi inferior a 7% da área, sendo, portanto, necessário buscar estratégias de manejo que aumentem essa deposição. Essa pequena quantidade de ingrediente ativo que chega na parte inferior do dossel é um fator para que ocorra a perda de sensibilidade do patógeno aos fungicidas. No caso do triazol, quanto menor a dose utilizada, maior o risco de ocorrência da perda de sensibilidade do fungo ao ativo. Para as carboxamidas, o problema encontra-se na

reaplicação do mesmo ingrediente ativo, várias vezes na safra, para tentar controlar a doença.

Antuniassi et al. (2004) e Cunha et al. (2006), ao avaliar a deposição de fungicidas com diferentes pontas, observaram que houve maior cobertura do terço inferior do dossel da soja quando se utilizaram pontas com espectro de gota menor. Derksen et al. (2008), estudando diferentes estratégias de aplicação de agrotóxicos, observaram menor quantidade de ingrediente ativo na parte inferior do dossel do que na parte mediana; foi detectado menor resíduo de pesticidas nas hastes do que nas folhas que estavam na mesma posição do dossel.

Com o presente trabalho, também, pode-se reafirmar que as subdoses não são tão eficientes no controle da ferrugem-asiática da soja quanto o uso da dose indicada pelo fabricante. Em trabalho realizado por Oliveira et al. (2007), testando diferentes doses e taxas de aplicação em aveia, concluíram que o aumento do volume de calda, combinado com a diminuição da dose dos fungicidas, proporcionou resultados semelhantes à utilização da dose comercial com volume reduzido no controle da ferrugem-da-folha em aveia. No mesmo estudo eles verificaram que com o uso do fungicida epoxiconazol + piraclostrobina, o resultado econômico não depende da dose utilizada, enquanto, para o tebuconazol, o aumento da dose relaciona-se com a redução da relação custo/benefício.

Navarini et al. (2007), testando fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, perceberam que as variações nas doses dos fungicidas apresentaram efeito positivo somente para propiconazol, ciproconazol e propiconazol + ciproconazol, em que foi

observado um aumento na eficácia de controle devido ao incremento de dose. Já para os fungicidas difenoconazol + propiconazol, difenoconazol e tebuconazol não houve variação na eficácia de controle da ferrugem da soja devido ao incremento de dose. Bianchini et al. (2004) também verificaram aumento na eficácia de ciproconazol com incremento da dose, refletindo em maior rendimento.

5 CONCLUSÃO

A redução da dose recomendada dos fungicidas trifloxistrobina + protioconazol e azoxistrobina + solatenol implica em redução diretamente proporcional do controle da ferrugem-asiática da soja.

CAPÍTULO III

REDUÇÃO DO CONTROLE DA FERRUGEM-ASIÁTICA DA SOJA EM RESPOSTA À OCORRÊNCIA DE CHUVA ARTIFICIAL APÓS A APLICAÇÃO DE FUNGICIDA

AMANDA CHECHI¹

RESUMO – Um dos fatores que pode afetar a eficiência dos fungicidas é ocorrência de chuva após a aplicação dos mesmos. Este trabalho teve por objetivo quantificar a redução no controle da ferrugem asiática da soja em resposta a ocorrência de chuva simulada em diferentes intervalos de tempo após a aplicação de fungicida. O trabalho foi realizado em casa-de-vegetação e câmara-de-crescimento, de novembro de 2015 a fevereiro de 2016, em delineamento inteiramente casualizado. Foram semeadas sementes de soja em vasos com a cv. Nidera 5445. As plantas, aos quarenta dias após a semeadura, foram submetidas a tratamentos com diferentes doses do fungicida azoxistrobina + solatenol (75%, 100% e 125% da dose recomendada) e diferentes volumes de calda (100, 150 e 200 L/ha). Após a pulverização, as plantas foram submetidas a uma chuva artificial de 20 mm em tempos distintos: 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 horas após a aplicação. Foi mantida uma testemunha com e uma sem a aplicação do fungicida. Foram coletados os folíolos centrais da sétima

¹ Eng^a. Agr^a., mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, área de concentração em Proteção de Plantas.

folha de cada planta, inoculados com uma suspensão de esporos de *Phakopsora pachyrhizi* (50.000 esporos/mL) e dispostos em caixas gerbox e mantidos em câmaras úmidas. As caixas permaneceram no escuro durante 24 h, em temperatura de 23 °C. Em seguida, foram dispostas em câmara climatizada, com fotoperíodo de 12 horas luz/escuro e com a mesma temperatura. Após 26 dias de incubação, foi realizada a contagem de pústulas/cm² em cada um dos folíolos. Os resultados mostraram que quanto mais próximo da aplicação ocorrer a chuva, menor o controle da doença. O maior controle da ferrugem foi obtido com volume de calda de 200 L/ha e com a dose comercial do fungicida. A chuva após a aplicação do fungicida reduziu o controle da ferrugem-asiática da soja.

Palavras-chave: azoxistrobina + solatenol, *Glycine max*, simulador de chuva, *Phakopsora pachyrhizi*.

REDUCTION IN SOYBEAN ASIAN RUST CONTROL IN RESPONSE TO ARTIFICIAL RAIN OCCURENCE AFTER FUNGICIDE APPLICATION

ABSTRACT - One of the factors that affect the fungicide efficiency is when rain occurs after its application. This work aimed to quantify the Asian soybean rust control reduction after the occurrence of rain simulated in different times after the fungicide application. The study was conducted in a greenhouse and a growth chamber, during November 2015 to February 2016, in a completely randomized design. For this, some pots were seeded with cv. Nidera 5445. Forty

days after sowing, some plants were submitted to treatments with different fungicide rates (75%, 100% and 125% of the recommended dose) and different spray volumes (100 150 and 200 L/ha). After spraying, the plants were submitted to an artificial rain of 20 mm at different times: 0.5; 1.0; 1.5; 2.0; 2.5 and 3.0 hours after the application, and a control with and without spraying of the commercial product. The central leaflets of the seventh leaf of each plant were collected and inoculated with a suspension of *Phakopsora pachyrhizi* spores (50,000 spores/mL) and placed in humid chambers. The humid chambers were left in the dark for 24 h at a temperature of 23 °C. After that time, they were placed in a climatic chamber with photoperiod of 12 hours light/dark and at the same temperature. After 26 days incubated, the pustules/cm² count was performed. The results have shown that the closer to the application the rain occurs, the less disease control. The best treatment was with spray volume of 200 L/ha and using a commercial fungicide rate. The rain influenced the control efficiency of the Asian soybean rust.

KEY WORDS: azoxystrobin + solatenol, *Glycine max*, *Phakopsora pachyrhizi*, rainfall simulator.

1 INTRODUÇÃO

A ferrugem-asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*), é uma das doenças mais agressivas que acomete a cultura da soja, com danos variando de 10% a 90% nos diversos locais onde foi relatada (SINCLAIR & HARTMAN, 1999; YORINORI et al., 2005). Segundo

Tecnologias... (2013), a aplicação de fungicidas no aparecimento dos sintomas ou de maneira preventiva é uma das estratégias de manejo recomendadas no país. Mais de 110 fungicidas apresentam-se registrados no Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento para o controle desta doença (GODOY et al., 2015). Mesmo com essa quantidade de fungicidas registrados no país, o controle da doença ainda não é eficiente. Isto pode ser devido a várias falhas na tecnologia de aplicação, incluindo a não atenção as condições climáticas locais e a ocorrência de chuvas após a aplicação.

A resposta dos fungicidas pulverizados nas folhas das plantas pode ser influenciada pelas características da cultura e também por fatores meteorológicos (PIRES et al., 2000). Dentre os fatores climáticos, umidade do solo e a ocorrência de chuva podem interferir de significativamente no desempenho desses produtos (PIRES et al., 2000). A precipitação pluvial pode ser considerada como uma das principais causadoras de perdas e responsável pela lavagem acelerada dos depósitos de fungicidas sobre vegetais, atuando na diluição, redistribuição e remoção dos mesmos (OLIVEIRA, 2009). Vários são os fatores que interferem na relação entre a chuva e os defensivos agrícolas, sendo os mais importantes a intensidade, a quantidade, o intervalo de tempo entre a aplicação e a chuva, a formulação utilizada, sua solubilidade em água e o tipo de cultura (OLIVEIRA, 2009).

Com a ocorrência de chuva, logo após a aplicação, parte do fungicida que foi recentemente aplicado, acaba escorrendo e, assim, a pulverização acaba sendo ineficiente, não controlando devidamente o desenvolvimento do patógeno. Conseqüentemente, a doença continua a evoluir no campo, acarretando mais danos à

cultura. A reaplicação é prática que aumenta os custos de produção, requer mais tempo de trabalho e gera maior poluição ambiental (PEDRINHO JÚNIOR et al., 2002).

O presente trabalho teve por objetivo verificar se há redução no controle da ferrugem-asiática da soja em resposta à ocorrência de chuva simulada, em diferentes intervalos de tempo, após a aplicação de fungicida.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi inicialmente realizado em casa-de-vegetação durante o período de novembro de 2015 a fevereiro de 2016. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições.

Foram semeadas em vasos de 2000 mL preenchidos com substrato comercial, três sementes de soja da cv. Nidera 5445. Após a germinação, foi realizado um desbaste, mantendo-se uma plântula por vaso. As plantas receberam apenas água durante seu desenvolvimento.

Aos quarenta dias após a semeadura, as plantas foram submetidas a nove tratamentos (Tabela 1) com diferentes doses do fungicida Elatus[®], composto por azoxistrobina (300 g/kg i.a.) + solatenol (150 g/kg i.a.), na dose de 2,0 g/L, juntamente com o óleo mineral Nimbus[®] (6,0 mL/L) e distintos volumes de calda (100, 150 e 200 L/ha), mais uma testemunha com a aplicação de fungicida e outra sem aplicação, ambas sem a sem a presença de chuva artificial. Sete plantas foram submetidas a cada um dos tratamentos.

Tabela 1 – Volumes de calda e doses do fungicida utilizados nas aplicações. Passo Fundo/RS, 2016

Tratamento	Volume de água (L/ha)	Dose comercial do fungicida (%)
1	-	-
2	100	100
3	100	125
4	100	75
5	150	100
6	150	125
7	150	75
8	200	100
9	200	125
10	200	75

As plantas foram pulverizadas com o auxílio de um pulverizador costal pressurizado com CO₂, dotado de barra de aço carbono com quatro pontas de jato plano simples da série Teejet® XR 110015, distanciadas em 0,5 m, e operadas à pressão de 2,0 bar – 200 kPa - para os volumes de 100 e 150 L/ha e XR 11002 com pressão de 3,0 bar – 300 kPa - para 200 L/ha, formando gotas finas.

Após a pulverização, as plantas foram submetidas a uma chuva artificial de 20 mm em tempos distintos: 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 horas após a aplicação do fungicida, mantendo-se uma testemunha com e outra sem aplicação do fungicida, e sem o molhamento. Foi utilizada uma torre com um simulador de chuva acoplado, o qual emitia uma lâmina de água 1,38 mm/minuto, demorando 14,5 minutos para formar a lâmina de 20 mm, utilizada neste experimento.

As plantas foram secas à sombra, à temperatura ambiente. Posteriormente, foi coletado o folíolo central da sétima folha de cada

planta de soja. Esses foram levados ao laboratório para dar continuidade ao ensaio. Foram utilizadas caixas gerbox, nas quais foram montadas câmaras úmidas, formadas por uma unidade de espuma de polietileno com espessura de 5 mm, do tamanho do gerbox (121 cm²) e duas folhas, do mesmo tamanho, de papel filtro. Em seguida, as câmaras foram umedecidas com água destilada. Os folíolos, devidamente identificados, foram depositados nos gerboxes, com a face adaxial voltada para cima. Um pedaço de algodão saturado com água destilada foi colocado no pecíolo de cada folíolo para mantê-los vivos durante o experimento. Cada caixa constituiu uma repetição.

Vinte e quatro horas após o tratamento fungicida, os folíolos foram inoculados com uma suspensão de esporos de *Phakopsora pachyrhizi* (50.000 esporos/mL). O inóculo foi coletado no campo experimental da Universidade de Passo Fundo, em uma área semeada com soja. O inóculo, proveniente de folíolos de soja foi levado ao laboratório para o preparo da suspensão de esporos. Em um erlenmeyer de 500 mL foram adicionados 200 mL de água destilada, uma gota de espalhante Tween[®] e folíolos de soja com ferrugem. Após agitação, foram separadas as folhas da suspensão de esporos. Com uma micropipeta, foi retirada uma alíquota de 10 µL da suspensão e colocada em uma lâmina, coberta por lamínula e colocada em microscópio ótico para fazer a contagem de esporos. Este procedimento foi repetido três vezes e calculada a média das contagens. A suspensão foi colocada em um borrifador de 500 mL e aplicada sobre os folíolos. Para a germinação dos esporos, as caixas gerbox foram mantidas durante 24 h no escuro, com temperatura de

23 °C.

Após este período, os gerboxes foram dispostos em bancadas em câmara de crescimento, com fotoperíodo de 12 horas luz/escuro e temperatura constante de 23 °C. A cada dois dias, com uma pisseta, foi adicionada água nas caixas gerbox para a manutenção da umidade. Após 26 dias incubados, foi realizada a contagem de pústulas /cm² de cada folíolo. Para isso, uma área de 2,0 cm²/folíolo: 1,0 cm² de cada lado dos folíolos, foi avaliada em microscópio estereoscópico. A porcentagem de controle da doença foi calculada pela fórmula $PC (\%) = (T-t)*100/T$ (Aboott, 1925), em que T é a severidade da testemunha e t é a severidade encontrada no tratamento. Os dados foram submetidos à análise de variância, com comparação de médias pelo teste Skott-Knott e regressão polinomial. Foi utilizado o software Assistat[®].

3 RESULTADOS

Houve relação de causa e efeito, mostrando que o quanto antes ocorrer a chuva após uma aplicação, menor o controle da doença, neste caso, representado pelo aumento no número de pústulas/cm². A testemunha, sem aplicação de fungicida, apresentou uma média de 97 pústulas/cm².

Para o volume de 100 L/ha de calda, o número de pústulas/cm² foi menor para o tratamento com 125% da dose comercial, quando comparado com o tratamento de 100% (Figura 1). As doses de 75% da dose comercial, independentemente do volume aplicado, geraram os maiores valores de pústulas/cm².

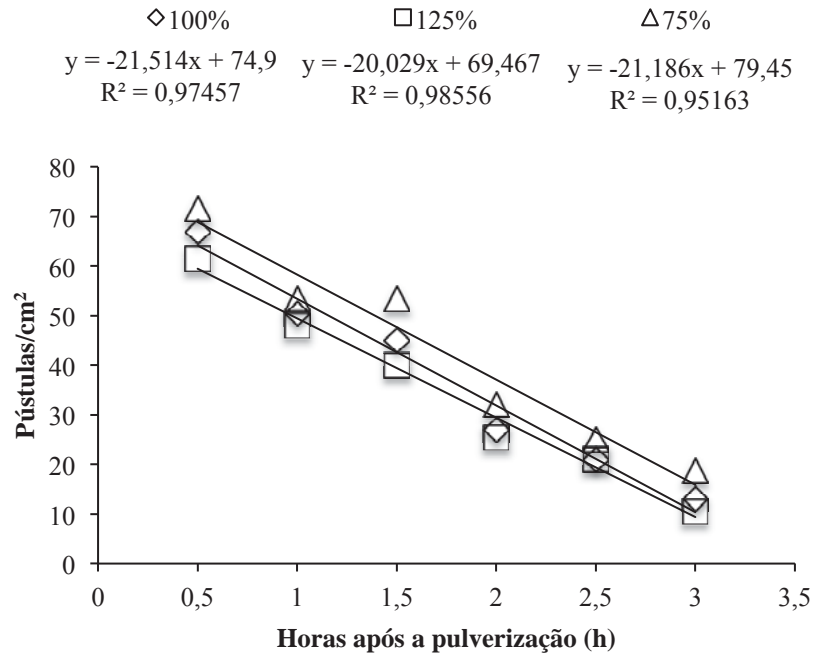


Figura 1 – Regressão linear simples para o número de pústulas de *P. pachyrhizi* em função do tempo de ocorrência de chuva após a aplicação para as diferentes doses de fungicida com o uso do volume de calda de 100L/ha.

Já com o uso de 150 L/ha de calda, a dose 25% maior do fungicida apresentou menor número de pústulas/cm² quando ocorreu a chuva nas primeiras horas após a aplicação (Figura 2). Quando a chuva ocorreu a partir de duas horas após a pulverização, o tratamento com 100% da dose apresentou o menor número de pústulas/cm².

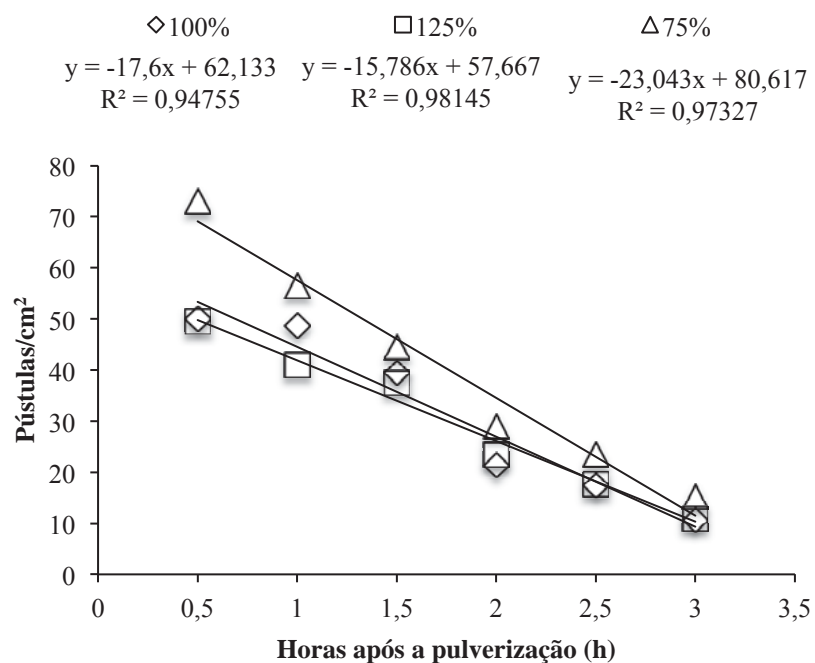


Figura 2 – Regressão linear simples para o número de pústulas de *P. pachyrhizi* em função do tempo de ocorrência de chuva após a aplicação para as diferentes doses de fungicida com o uso do volume de calda de 150L/ha.

Para o volume de calda de 200 L/ha, nos primeiros horários em que ocorreu a chuva após a aplicação, o aumento de 25% da dose comercial apresentou os menores valores de pústulas/cm² (Figura 3). Porém, duas horas depois da pulverização, os valores de pústulas/cm² foram similares para 100% e 125% da dose.

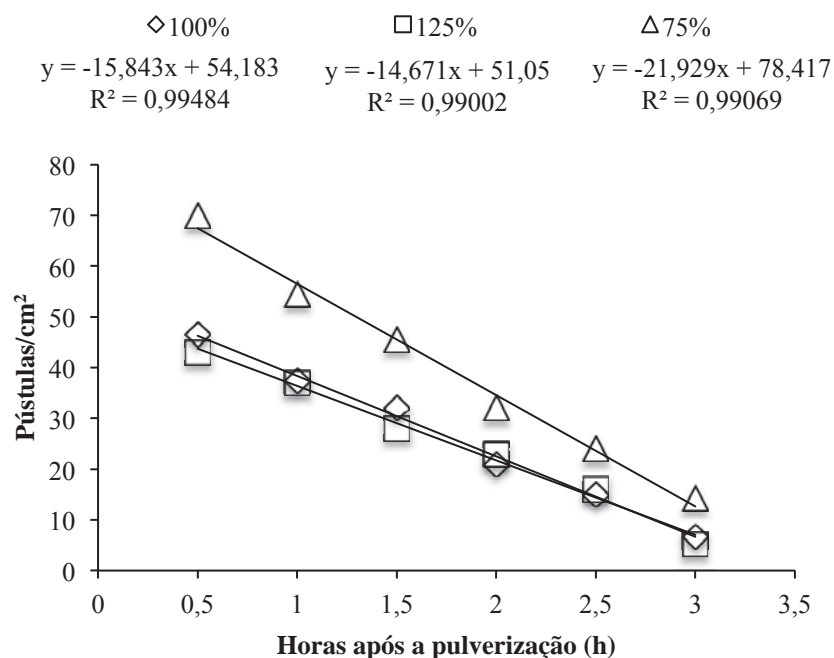


Figura 3 – Regressão linear simples para o número de pústulas de *P. pachyrhizi* em função do tempo de ocorrência de chuva após a aplicação para as diferentes doses de fungicida com o uso do volume de calda de 200L/ha.

Quando realizado o teste F para análise de variância da interação entre momentos de chuva após a aplicação, doses e volumes, constatou-se que não houve interação tripla significativa. Porém, houve interação entre horários de molhamento e doses ($p < 0.01$), horários de molhamento e volumes de calda ($p < 0.01$) e, também, entre doses e volumes ($p < 0.05$).

Os melhores tratamentos, para o primeiro caso de interação, foram aqueles em que não houve chuva após a aplicação, não havendo diferenças entre os volumes de calda (Tabela 2). Dentre os períodos em que ocorreu chuva após a aplicação, o tratamento que

se destacou foi com 200 L/ha de calda e três horas após o molhamento.

Tabela 2 – Efeito da interação entre horário de chuva após a aplicação do fungicida e volume de calda sobre o número de pústulas de *P. pachyrhizi* em soja. Passo Fundo/RS, 2016

Horários (h)	Volumes de calda (L/ha)		
	100	150	200
	-----n° pústulas/cm ² -----		
0,5	66,6 aA	57,5 aB	53,2 aC
1,0	50,6 bA	48,7 bA	43,0 bB
1,5	46,2 cA	40,5 cB	35,2 cC
2,0	28,2 dA	24,6 dA	25,3 dA
2,5	22,3 eA	19,2 eA	17,8 eA
3,0	14,1 fA	12,3 fA	8,7 fB
Sem chuva	5,7 gA	5,6 gA	3,7 gA

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem pelo teste de Skott-Knott, a 1% de probabilidade de erro.

Os melhores tratamentos, para o segundo caso de interação, foram aqueles em que não houve chuva após a aplicação, com a dose comercial e a dose 25% maior (Tabela 3). O uso de subdoses foi inferior a estes tratamentos, porém superior aos tratamentos em que houve chuva após a aplicação. Dentre os períodos em que ocorreu chuva após a aplicação, os tratamentos que se destacaram foram com 100 e 125% da dose comercial do defensivo agrícola e três horas após o molhamento.

Tabela 3 – Efeito da interação entre horários de chuva após a aplicação do fungicida e doses, sobre o número de pústulas de *P. pachyrhizi* em soja. Passo Fundo/RS, 2016

Horários (h)	Doses de fungicida (%)		
	100	125	75
	-----n° pústulas/cm ² -----		
0,5	54,5 aB	51,3 aB	71,5 aA
1,0	45,6 bB	42,0 bB	54,8 bA
1,5	38,8 cB	35,2 cB	47,8 cA
2,0	23,2 dB	24,0 dB	31,0 dA
2,5	18,8 eA	18,2 eA	22,3 eA
3,0	10,2 fB	8,9 fB	16,1 fA
Sem chuva	3,6 gB	3,2 gB	8,2 gA

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem pelo teste de Skott-Knott, a 1% de probabilidade de erro.

No caso da interação entre doses e volumes de calda, os melhores tratamentos foram com 200 L/ha de calda e com 100% e 125% da dose comercial do fungicida (Tabela 4). As doses de 75% da dose comercial apresentaram os maiores valores de pústulas/cm². O coeficiente de variação foi de 16,95% para esse experimento.

Tabela 4 - Efeito da interação entre doses de fungicida e volumes de calda, sobre o número de pústulas de *P. pachyrhizi* em soja. Passo Fundo/RS, 2016

Volumes de calda (L/ha)	Doses do fungicida (%)		
	100	125	75
	-----n° pústulas/cm ² -----		
100	32,6 aB	30,0 aB	37,6 aA
150	27,4 bB	26,2 bB	35,8 aA
200	23,5 cB	22,1 cB	34,5 aA

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula, na linha não diferem pelo teste de Skott-Knott, a 5% de probabilidade de erro.

As doses inferiores a dose comercial foram as menos eficientes no controle da ferrugem asiática da soja, concordando com os experimentos dos capítulos anteriores. Esses resultados reforçam a

ideia do o uso de volumes de calda adequados as condições, tanto ambientais, como as características da cultivar a ser utilizada.

O controle da ferrugem asiática variou de 90,7% a 97,4% para os tratamentos que não foram submetidos a chuva artificial (Tabela 5). Já os tratamentos que foram submetidos ao simulador de chuva, a porcentagem de controle variou entre 24,7% e 55,7% (0,5 h após a aplicação); 41,8% e 61,9% (1,0 h); 44,8% e 71,1% (1,5 h); 67% e 78,4% (2,0 h); 74,2% e 84,5% (2,5 h); 80,7% e 94,6% (3,0 h).

Tabela 5 – Porcentagem de controle da ferrugem-asiática da soja de acordo com as doses de fungicida, volumes de calda e horários em que foi realizada a simulação de chuva. Passo Fundo/RS, 2016

Horas	100			150			200		
	------(L/ha)-----								
	100	125	75	100	125	75	100	125	75
------(%)-----									
0,5	30,9	36,6	26,3	48,5	49,0	24,7	52,1	55,7	27,8
1,0	47,9	50,5	44,8	49,7	57,7	41,8	61,3	61,9	43,8
1,5	53,6	58,8	44,8	59,3	61,3	54,1	67,0	71,1	53,1
2,0	72,2	73,7	67,0	77,8	75,8	70,1	78,4	76,3	67,0
2,5	78,4	78,4	74,2	82,0	81,7	75,8	84,5	83,5	75,3
3,0	86,6	89,2	80,7	88,9	88,7	84,3	93,0	94,6	85,3
S/chuva	95,4	96,1	90,7	96,1	96,6	89,9	97,2	97,4	93,8

Ao estimar a porcentagem de redução na eficácia do controle do fungicida, causada pela chuva, observaram-se perdas entre 45,1% e 66% (0,5 h após a aplicação do fungicida); 35,6% e 50% (1,0 h); 26,3% e 45,9% (1,5 h); 18,3% e 26,8% (2,0 h); 12,6% e 18,6% (2,5 h); 2,8% e 10,1% (3,0 h) (Tabela 6). Com a ocorrência de chuva em apenas uma hora após a aplicação, a maioria dos tratamentos apresentou cerca de 50% de redução na eficácia do controle da

ferrugem asiática, enquanto os tratamentos compostos por 200 L/ha de calda e 100 e 125% da dose mostraram perdas em torno de 35%. Mesmo três horas após a aplicação do fungicida, ainda houve redução na quantidade de princípio ativo nos folíolos.

Tabela 6 – Porcentagem de redução na eficácia de controle do fungicida causada pela chuva em diferentes horários após a pulverização. Passo Fundo/RS, 2016

Horas	100			150			200		
	------(L/ha)-----								
	100	125	75	100	125	75	100	125	75
----- (%)-----									
0,5	64,4	59,5	64,4	47,7	47,7	65,2	45,1	41,8	66,0
1,0	47,4	45,6	45,9	46,4	46,4	48,2	35,8	35,6	50,0
1,5	41,8	37,4	45,9	36,9	36,9	35,8	30,2	26,3	40,7
2,0	23,2	22,4	23,7	18,3	18,3	19,8	18,8	21,1	26,8
2,5	17,0	17,8	16,5	14,2	14,2	14,2	12,6	13,9	18,6
3,0	8,8	7,0	10,1	7,2	7,2	5,7	4,1	2,8	8,5

4 DISCUSSÃO

A eficácia de um defensivo agrícola aplicado nas folhas das plantas está atrelado ao processo de absorção, tanto para aqueles que possuam ação local quanto para os sistêmicos. Por isso, a ocorrência de chuvas após a aplicação interfere na sua eficiência.

Debortoli (2008), estudando a lavagem de fungicida ocasionada pela chuva, verificou que a precipitação pluvial afetou negativamente o controle da ferrugem-asiática. Quando a simulação de chuva ocorreu aos 0 e 30 minutos após a aplicação dos tratamentos, houve a maior influência sobre a eficácia do controle da ferrugem-asiática. Neste trabalho, o efeito negativo da lavagem pela chuva está

atrelado ao tempo de intervalo entre a aplicação e a ocorrência da chuva.

Em trabalho realizado por Oliveira (2009), avaliando a remoção pela chuva de diferentes formulações de flutriafol aplicados em soja, com e sem adição de óleo, concluiu que a remoção do fungicida foi maior ou igual nas caldas sem adição de óleo mineral, comparadas com as com a adição. Não houve diferença entre as concentrações do fungicida utilizados no experimento. Os percentuais visualizados 1, 2 e 48 horas após a pulverização não mostraram o senso comum do mercado de fungicidas que utiliza o valor de 2 horas como intervalo mínimo entre a aplicação e a chuva. Segundo a autora, a maior parte dos obtentores de fungicidas para ferrugem da soja e os consultores agrônômicos que atuam nesta área recomendam atenção para este intervalo mínimo de duas horas. No entanto, quantidades substanciais do ingrediente ativo podem ser removidas em até 48 horas após da aplicação. Assim, é importante lembrar que esse valor considerado como intervalo mínimo de segurança continua questionável, merecendo a atenção de futuros pesquisadores (OLIVEIRA, 2009).

Tofoli et al. (1998) verificaram que a a simulação de chuva de 30 mm, aos 60 e 120 min após a pulverização, causou redução na eficácia de oxiclureto de cobre no controle da ferrugem do cafeeiro. Oliveira et al. (1995) e Tofoli et al. (1996) perceberam baixa persistência do fungicida mancozebe em trigo e em tomate, sob simulação de chuva.

Arrué et al. (2014) avaliaram os efeitos da precipitação artificial após a aplicação do inseticida clorotraniliprole e concluíram

que a simulação de chuva, um minuto após a aplicação de clorantraniliprole, diminuiu a mortalidade da lagarta *Anticarsia gemmatalis* em soja; já a ocorrência de chuva após 240 minutos da aplicação do inseticida não afetaram sua eficácia.

Contrariamente, Oliveira et al. (2002), estudando o efeito da chuva na eficácia de fungicidas cúpricos para a ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*), observaram que não houve diferenças de incidência e severidade da doença para a maioria dos tratamentos, com e sem precipitação, o que indica boa persistência dos cúpricos.

Chuva e orvalho são fatores climáticos que necessitam de atenção no momento do planejamento das pulverizações. No caso da chuva, é importante respeitar o intervalo mínimo de tempo entre a aplicação do fungicida e a ocorrência da chuva, buscando permitir o tempo mínimo para a ação dos defensivos agrícolas (QUANTICK, 1985).

5 CONCLUSÕES

A ocorrência de chuva influencia o controle da ferrugem asiática da soja, reduzindo a eficiência do controle da doença. Quanto mais próximo do momento de aplicação a chuva ocorrer, menor o controle da doença. Adicionalmente, o tratamento composto pelo volume de 200 L/ha de calda e a dose indicada na bula do fungicida destaca-se como o melhor.

REFERÊNCIAS

ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of on insecticide. *Journal Economic Entomology*, Lanham, v.18, n.2, p.265-267, 1925.

AGRIOS, G. N. *Plant Pathology*. 5. Ed. San Diego: Elsevier Academic Press, 2005. 316 p.

ALMEIDA, A. M. R.; FERREIRA, L. P.; YORINORI, J. T.; SILVA, J. F. V.; HENNING, A. A. Doenças da Soja (*Glycine max* L.). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, L. (Eds.) *Manual de Fitopatologia*. São Paulo: Ceres, 1997. 706 p.

ALMEIDA, A. M. R.; FERREIRA, L. P.; YORINORI, J. T.; SILVA, J. F. V.; HENNING, A. A.; GODOY, C. V.; COSTAMILAN, L. M.; MEYER, M. C. Doenças da soja. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. *Manual de Fitopatologia*. 4. Ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2011. 663 p.

ALMEIDA, A. M. R.; MACHADO, C. C.; FERREIRA, L. P.; LEHMAN, O. S.; ANTONIO, H. Ocorrência de *Corynespora cassicola* no Estado de São Paulo. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 1, n. 2, p. 111-112, 1976.

ANTUNIASSI, U. R.; BAILO, F. H. R. Tecnologia de aplicação de defensivos. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. (Eds). *Manual de manejo e controle de plantas daninhas*. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 145-184.

ANTUNIASSI, U. R. Avanços tecnológicos em equipamentos para aplicação de herbicidas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 26., 2008, Ouro Preto, *Anais...* Ouro Preto: Embrapa Milho e Sorgo, 2008, CD ROM.

ANTUNIASSI, U. R. *Conceitos básicos da tecnologia de aplicação de defensivos na cultura da soja*. Rondonópolis: Fundação MT, 2009. (Boletim, n. 13).

ANTUNIASSI, U. R. Tecnologia de aplicação de defensivos na cultura da soja. In: SUZUKI, S., YUYAMA, M. M., CAMACHO, S. A. Rondonópolis: Fundação Mato Grosso, 2006. (Boletim Técnico de Pesquisa Soja 2006).

ANTUNIASSI, U. R. Tecnologia de aplicação para o controle da ferrugem da soja. In: WORKSHOP BRASILEIRO SOBRE A FERRUGEM ASIÁTICA, 1., 2005, Uberlândia. *Coletânea...* Uberlândia: EDUFU, 2005. p. 193-219.

ANTUNIASSI, U. R.; CAMARGO, T. V.; BONELLI, M. A. P. O.; ROMAGNOLE, E. W. C. Avaliação da cobertura de folhas de soja em aplicações terrestres com diferentes tipos de pontas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 3, 2004, Botucatu. *Anais...* Botucatu: FEPAF, 2004. p.48-51.

ARRUÉ, A.; GUEDES, J. V. C.; STORCK, L.; SWAROWSKY, A.; CAGLIARI, D.; BURTET, L. M.; ARNEMANN, J. A. Precipitação artificial após aplicação do inseticida clorantraniliprole associado com adjuvante em plantas de soja. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 44, n. 12, p. 2118-2123, 2014.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA VEGETAL. Disponível em: <<http://www.undef.com.br/2008/agri01.asp>>. Acesso em: 25 nov. 2015.

AVOZANI, A.; FERREIRA, A. S. Mancha-alvo da soja. In: REIS, E. M.; CASA, R. T. *Doenças da soja*. Passo Fundo: Berthier, 2012. 436 p.

AZEVEDO, L. A. S. *Proteção integrada de plantas com fungicidas*. São Paulo: s.n., 2001. 230 p.

AZEVEDO, L. A. S. Qualidade da aplicação de fungicidas protetores. In: _____. *Fungicidas protetores: fundamentos para o uso racional*. Campinas: Camopi, 2003. p 121-32.

BARNET, H. L.; HUNTER, B. B. *Illustrated genera of imperfect fungi*. Mineapolis: Burgess. 3. Ed., 1972.

BIANCHINI, F. G.; CAMPOS, H. D.; SILVA, L. H. C. P.; SILVA, J. R. C.; JUNIOR, J. N. Avaliação de triazóis no controle da ferrugem da soja. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 29, p. 239, 2004.

BUENO, M. R.; CUNHA, J. P. A. R.; ALVES, G. S. Estudo do espectro de gotas produzidas nas pulverizações aérea e terrestre na cultura da batata. *Revista de Ciências Agrárias*, Belém, v. 54, n. 3, p. 225-234, 2011.

BUTZEN, S.; MARCON, A.; MCINNES, B.; SCHUH, W. Asian soybean rust: fungicide application technology. *Crop Insights*, Johnston, v. 15, n. 1, p. 1-6, 2005.

CABRAS, P.; ANGIIONI, A.; GARAU, V. L.; MELIS, M.; PIRISI, F. M.; CABITZA, F.; PALA, M. The effect of simulated rain on folpet and mancozeb residues on grapes and wine leaves. *Journal of environmental Science and Health*, New York, v. 36, n. 5, p. 609-618, 2001.

CARMONA, M.; SCANDIANI, M.; LUQUE, A. Severe outbreaks of soybean frog-eye leaf spot caused by *Cercospora soja* in the Pampean Region, Argentina. *Plant disease*, St. Paul, v. 93, p. 9-966, 2009.

CHAIM, A.; CASTRO, V. L. S. S.; CORRALES, M. C.; GALVÃO, J. A. H.; ABRAL, O. M. R.; NICOLELLA, G. Método para monitorar perdas de agrotóxicos na cultura do tomate. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 34, n. 5, p. 741-747, 1999.

CHRISTOFOLETTI, J. C. *Manual Shell de máquinas agrícolas e técnicas de aplicação de defensivos*. São Paulo: Shell Brasil, 1992. 122 p.

CHRISTOFOLETTI, J.C. *Considerações sobre a tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas*. São Paulo: Teejet, 1999. (Boletim técnico, n. 5).

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO.
Acompanhamento da safra brasileira de grãos - Safra 2014/2015, v. 2. n. 12. Brasília, 2015. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 22 jan. 2015.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO.
Acompanhamento da safra brasileira de grãos - Safra 2015/2016, v. 3. n. 2. Brasília, 2015. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 22 jan. 2015.

CRUZ FILHO, J.; CHAVES, G. M. *Antibióticos, fungicidas e nematocidas empregados no controle de doenças de plantas*. Viçosa: UFV, 1979. 257p.

CUNHA, J. P. A. R. da; COELHO, L.; ARAÚJO, R. G. C. Spray nozzle and adjuvant effects on fungicidal control of soybean Asian rust. *Interciência*, Caracas, v. 35, n. 10, p. 765-768, 2010.

CUNHA, J. P. A. R. da; MOURA, E. A. C.; SILVA JUNIOR, J. L.; ZAGO, F. A.; JULIATTI, F. C. Efeito de pontas de pulverização no controle químico da ferrugem da soja. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 283-291, 2008.

CUNHA, J. P. A. R. da; REIS, E. F.; SANTOS, R. O. Controle químico da ferrugem asiática da soja em função de ponta de pulverização e volume de calda. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 36, n. 5, p. 1360-1366, 2006.

CUNHA, J. P. A. R.; JULIATTI, F. C.; REIS, E. F. Tecnologia de aplicação de fungicida no controle da ferrugem asiática da soja: resultados de oito anos de estudos em Minas Gerais e Goiás. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 30, n. 4, p. 950-957, 2014.

DEBORTOLI, M. P. *Efeito do “rainfastness” e adjuvante na aplicação de fungicidas foliares em cultivares de soja*. 56 f. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Agrícola – Proteção de plantas) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

DEBORTOLI, M. P.; TORMEN, N. R.; BALARDIN, R. S.; FÁVERA, D. D.; STEFANELLO, M. T.; PINTO, F. F.; UEBEL, J. D. Efeito dos espectros de gota associados a diferentes arquiteturas de cultivares de soja no controle da ferrugem. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, v. 47, n. 7, p. 920-927, 2012.

DERKSEN, R. C.; SANDERSON, J. P. Volume, speed and distribution technique effects on poinsettia foliar deposits. *Transactions of the ASABE*, St. Joseph, n. 39, n. 1, p. 5-9, 1996.

DERKSEN, R. C.; ZHU, H.; OZKAN, H. E.; HAMMOND, R. B.; DORRANCE, A. E.; SPONGBERG, A. L. Determining the influence of spray quality, nozzle type, spray volume, and air assisted application strategies on deposition of pesticides in soybean canopy. *Transactions of the ASABE*, St. Joseph, v. 51, n. 5, p. 1529-1537, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Tecnologias de produção de soja - região central do Brasil* 2004. Embrapa Soja: Londrina, 2004. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/SojanoBrasil.htm>>. Acesso em: 22 jan. 2015.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. *El cultivo de la soja en los trópicos: mejoramiento y produccion*. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1995.

FERREIRA, L.P.; LEHMAN, P.S.; ALMEIDA, A.M.R. *Doenças da soja no Brasil*. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1979. (Circular Técnica, n. 1).

GODOY, C. V.; CANTERI, M. G. Efeitos protetor, curativo e erradicante de fungicidas no controle da ferrugem da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi*, em casa de vegetação. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 29, n. 1, p. 97-101, 2004.

GODOY, C. V.; KOGA, L. J.; CANTERI, M. G. Escala diagramática para avaliação da severidade da ferrugem da soja. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 31, n. 1, p. 63-68, 2006.

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

GÓMEZ, D. E. *Cercospora sojina: Produção de esporos, densidade de inóculo e reação de cultivares de soja*. 2011. 94f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2011.

GREEN, J. M. Factors that influence adjuvant performance. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ADJUVANTS FOR AGROCHEMICALS, 6., 2001, Amsterdam. *Proceedings...* Amsterdam: ISAA Foundation, 2001. p.179-190.

HARTMAN, G. L.; MILES, M. R.; FREDERICK, R. D. Breeding for resistance to soybean rust. *Plant Disease*, v. 89, n. 6, p. 664-666, 2005.

HARTMAN, G. L.; SINCLAIR, J. B.; RUPE, J. C. *Compendium of soybean disease*. 4. ed. St. Paul: The American Phytopathological Society, 1999. 128 p.

HENNING, A. A.; ALMEIDA, A. M. R.; GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; YORINORI, J. T.; COSTAMILAN, L. M.; FERREIRA, L. P.; MEYER, M. C.; SOARES, R. M.; DIAS, W. P. *Manual de identificação de doenças de soja*. Londrina: Embrapa Soja, 2005.

HOFFMANN, L. L. *Controle de oídio e doenças de final de ciclo em soja*. 2002. 168f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2002.

HOLLOWAY, P. Y. J. Surface factors affecting the wetting of leaves. *Pestic Science*, Kyoto, v. 1, p. 56-63, 1970.

HOLLY, K. Selectivity in relation to formulation and application methods. In: AUDS, L. J. *Herbicides biochemistry, Ecology*. 2. ed. London: Academic Press, 1976. p. 251-277.

KIMATI, H. Controle Químico. In: AMORIN, L; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. *Manual de Fitopatologia*. 4. Ed. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2011. 704 p.

LEE, G. B.; HARTMAN, G. L. Reactions of *Glycines* species and other legumes to *Septoria glycines*. *Plant Disease*, St. Paul, v. 80, n. 1, p. 90-94, 1996.

MADALOSSO, M.; DALLA FÁVERA, D.; BALARDIN, R. *Aplicação planejada: Taxas de aplicação no controle da ferrugem asiática em diferentes cultivares de soja*. Santa Maria: Intituto Phytus, 2012. 7 p.

MARCANDALLI, L. H.; LAZARINI, E.; OLIVEIRA, W. A. S; FRANZOTE, F. H., MARCO, R. G. Análise econômica da cultura da soja cultivada no sistema plantio direto com duas culturas de coberturas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 5. Goiânia, 2009. *Anais...* Goiânia: Embrapa Soja, 2009, CD ROM.

MAROCHI, A.I., SCHMIDT, W. *Plantio direto na palha: tecnologia de aplicação de Scorpion no sistema*. Castro: Fundação ABC; DowElanco, 1996. 43 p.

MARTINS, M. C; GUERZONI, R. A.; CÂMARA, G. M. S.; MATTIAZZI, P.; LOURENÇO, S. A.; AMORIM, L. Escala diagramática para a quantificação do complexo de doenças foliares de final de ciclo em soja. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 29, n. 2; p. 179-184, 2005.

MATTHEWS, G. A. The application of chemicals for plant disease control. In: WALLER, J. M.; LENNÉ, J. M.; WALLER, S. J. *Plant pathologist's pocketbook*. London: CAB, 2002. p. 345-353.

MATUO, T. Fundamentos da tecnologia de aplicação de agrotóxicos. In: *Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias*. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária. 1998. p. 95–103.

MATUO, T. *Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas*. Jaboticabal: FUNEP, 1990. 139 p.

MEDICE, R.; ALVES, E.; ASSIS, R. T de; MAGNO JUNIOR, R. G.; LOPES, E. A. G. L. Óleos essenciais no controle da ferrugem asiática da soja *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 31, n. 1, p. 83-90, 2007.

METHA, Y. R.; BAREA, G. *Enfermedades de soya y su manejo*. Londrina-Santa Cruz de La Sierra: IAPAR-CIAT, 1994. 88 p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. *Soja*. Brasília, 2015. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/soja>>. Acesso em: 22 jan. 2015.

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

NUNES JÚNIOR, J. Evolução e perspectivas para a próxima safra. *Revista Plantio Direto*, Passo Fundo, p. 28-31, 2004.

OLIVEIRA, A. R.; BOLLER, W.; FORCELINI C. A.; BLUM, R.; LOPES, A. Fungicidas, doses e volumes de calda no controle químico da ferrugem da folha da aveia (*Puccinia coronata* f. sp. *avenae*). *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 27, p. 48-55, 2007.

OLIVEIRA, S. H.; SANTOS, J. M.; GUZZO, S. D. Efeito da chuva sobre a tenacidade e eficiência de fungicidas cúpricos associados ao óleo vegetal no controle da ferrugem do cafeeiro. *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, v. 69, n. 1, p. 45-49, 2002.

OLIVEIRA, S. H. F. *Remoção pela chuva de diferentes formulações de flutriafol aplicada em soja, com e sem a adição de óleo mineral na calda*. 2009. 95f. (Tese – Doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Unesp, Botucatu, 2009.

OLIVEIRA, S. H. F.; TOFOLI, J. G.; DOMINGUES, R. J. Persistência agrônômica de mancozeb em diferentes concentrações de óleo vegetal e óleo mineral na cultura do trigo. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 18., 1995, Piracicaba. *Resumos...* Piracicaba: CPF. 1995. p. 21.

OZEKI, Y.; KUNZ, R. P. Tecnologia de aplicação aérea – aspectos práticos. In: *Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias*. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária. 1998. p. 65–78.

OZKAN, E.; BRETTHAUER, S.; MILES, M.; WOLF, R. Application basics. In: DORRANCE, A. E.; DRAPER, M. A.; HERSHMAN, D. E. (Ed.). *Using foliar fungicides to manage soybean rust*. Columbus: The Ohio State University, 2007. p. 61-70.

PEDRINHO JÚNIOR, A. F. F.; MARTINI, G.; FELICI, G. V.; PIVA, F. M.; DURIGAN, J. C. Momento da chuva após a aplicação e a eficácia dos herbicidas sulfosate e glyphosate aplicados em diferentes formulações. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 20, n. 1; p. 115-123, 2002.

PETERSON, D. J.; EDWARDS, H. H. Effects of temperature and leaf wetness period on brown spot disease of soybeans. *Plant Disease*, St. Paul, v. 66, p. 995-998, 1982.

PHILLIPS, D. V. Frogeye leaf spot. In: HARTMAN, G. L.; SINCLAIR, J. B.; RUPE, J. C. *Compendium of soybean diseases*. St. Paul: APS, 1999.

PICCININI, E. C.; FERNANDES, J. M. *Doenças da soja: diagnose, epidemiologia e controle*. Passo Fundo: Embrapa CNPT, 1998. 91 p.

PIRES, N. M.; FERREIRA, F. A.; SILVA, A. A.; CARDOSO, A. A.; OLIVEIRA, V. R. Quantificação dos herbicidas glyphosate e sulfosate na água após simulação de chuva. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 18, n. 3, p. 491-499, 2000.

PRADO, L. C.; YORINORI, J. T. Efeito da aplicação de fungicida foliar sobre a produtividade da soja no Estado da Bahia. Congresso Brasileiro de Soja, Londrina, 1999. *Anais...* Londrina: Embrapa, 1999. p. 450.

PRESTES, A. (trad.) Fungicidas: mecanismos de ação e resistência. In: LUZ, W. C. (ed.) *Revisão Anual de Patologia de Plantas*. Passo Fundo: Revisão Anual de Patologia de Plantas, 2003. p. 43-69.

QUANTICK, H. R. *Aviation in crop protection, pollution and insect control*. London: Collins, 1985. 428 p.

RAETANO, C. G. Assistência de ar e outros métodos de aplicação a baixo volume em culturas de baixo fuste: a soja como modelo. *Summa Phytopathologica*, Botucatu, v. 33, n. 1, p. 105-106, 2007.

RAMOS, H. H. Tecnologia de aplicação de agrotóxicos. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 25, p. 275-284, 2000. (Suplemento).

REIS, E. M.; BRESOLIN, A. C. R.; CARMONA, M. *Doenças da soja I: Ferrugem asiática*. Passo Fundo: UPF, 2006. 48 p.

REIS, E. M.; REIS, A. C.; CARMONA, M.; DANELLI, A. L. D. Ferrugem Asiática. In: REIS, E. M.; CASA, R. T. *Doenças da soja*. Passo Fundo: Berthier, 2012. 436 p.

REIS, E. M.; REIS, A. C.; CASA, R. T. Mancha foliar olho-de-rã. In: REIS, E. M.; CASA, R. T. *Doenças da soja*. Passo Fundo: Berthier, 2012. 436 p.

REYNOLDS, K. L.; REILLY, C. C.; HOTCHKISS, M. W. Removal of fentin hydroxide from pecan seedlings by simulated rain. *Plant Disease*, St. Paul, v. 78, n. 9, p. 857-860, 1994.

RICH, S. Dynamics of deposition and tenacity of fungicides. *Phytopathology*, St. Paul, v. 44, p. 203- 213, 1954.

ROCHA, C. L.; GUERRA, D. S.; RODRIGUES M. A. T.; BEGLIOMINI, E. E. Ciência do fungicida piraclostrobin + metconazole no controle da ferrugem asiática da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 37., 2009, Porto Alegre. *Resumos...* Porto Alegre: UFRGS, 2009.

SANTOS, J. A.; JULIATTI, F. C.; SANTOS, V. A.; POLIZEL, A. C.; JULIATTI, F. C.; HAMAWAKI, O. T. Caracteres epidemiológicos e uso da análise de agrupamento para resistência parcial à ferrugem da soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 42, n. 3, p. 443-447, 2007.

SANTOS, J. M. F. *Aviação Agrícola – Manual de tecnologia de aplicação de agroquímicos*. São Paulo: Rhodia Agro, 1992. 100 p.

SANTOS, J. M.; OLIVEIRA, S. H; GUZZO, S. D. Avaliação da eficácia de fungicidas sistêmicos no controle da ferrugem (*Hemileia vastatrix* L.) do cafeeiro, sob chuva simulada. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 27, n. 6, 2002.

SAUER, R. Fungizide brauchen “ziehlwasser”. *DLL-Agrarmagazin*, München, v. 2, n. 1, p 76-77, 1999.

SINCLAIR, J. B.; HARTMAN, G. L. Soybean rust. In: HARTMAN, G. L.; SINCLAIR, J. B.; RUPE, J. C. (Ed.). *Compendium of soybean diseases*. 4. ed. Saint Paul: APS Press, 1999. p. 25-26.

SOARES, R. M.; RUBIN, S. de A. L; WIELEWICKI, A. P; OZELAME, J. G.; Fungicidas no controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e produtividade da soja. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1245-1247, 2004.

SOUZA, R. T.; PALLADIN, L. A.; VELINI, E. D.; KAMINSKI, V.; BRAUN, S. Pulverização eletrostática. Pelotas: Cultivar, 2003. (Caderno técnico, máquinas; n. 21).

SUHERI, B.; LATIN, C. Retention of fungicides for control of *Alternaria* leaf blight of muskmelon under greenhouse conditions. *Plant Disease*, St. Paul, v. 75 p. 1013-1015, 1991.

TALAMINI, V.; POZZA, E. A.; PAVÃO, J. R.; FRANÇA, R. M. G.; MACHADO, J. C. Níveis de *Colletotrichum truncatum* em sementes e o progresso da antracnose da soja. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 26, p. 389, 2001. (Suplemento).

TECNOLOGIAS de produção de soja – Região Central do Brasil 2014. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 265 p. (Embrapa Soja. Sistemas de produção, 16).

TOFOLI, J.G., OLIVEIRA, S.H.F. & DOMINGUES, R.J. Efeito de diferentes concentrações de óleo vegetal na persistência agrônômica de mancozeb em tomateiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, Itajaí, 1996. *Resumos...* Itajaí: CBF, 1996. p.21.

TOFOLI, J.G., OLIVEIRA, S.H.F., DOMINGUES, R.J., SANTOS, J.M.F. & MARTINS, E.M.S. Efeito da chuva sobre a sistemicidade, tenacidade e eficiência de azoxystrobin (Amistar 500 WG) no controle da ferrugem (*Hemileia vastatrix*) em cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 24., Poços de Caldas, 1998. *Anais...* Poços de Caldas: CBPC, 1998. p.180-182.

TORMEN, N. R.; SILVA, F. D. L.; DEBORTOLI, M. P.; UEBEL, J. D.; FÁVERA, D. D.; BALARDIN, R. S. Deposição de gotas no dossel e controle químico de *Phakopsora pachyrhizi* na soja. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 16, n. 7, p. 802-808, 2012.

UNDERWOOD, A. K. Adjuvant trends for the new millennium. *Weed Technology*, Champaign, v. 14, n. 4, p. 765-772, 2000.

VELLOSO, J. A. R. de O.; JACOBSEN, A.; GASSEN, D. N. *Informações sobre pulverização de defensivos agrícolas*. Passo Fundo: Embrapa/Emater, 1983. 36 p.

WEBER, A. L.; MCLEAN, H. C.; DRIGGERS, B. F.; ONEIL, W. J. Influence of different materials on coverage and adhesiveness of sprays and their effect on residue removal from apples. *Agricultural Experiment Station Bull.*, New Jersey, v. 627, p. 1-16, 1937.

WILSON, P. A.; CHAKRABORTY, S. The virtual plant: a new tool for the study and management of plant diseases. *Crop Protection*, Guildford, v. 17, n. 3, p. 231–239, 1998.

YANG, X. B.; TSCHANZ, A. T.; DOWLER, W. M.; WANG, T. C. Development of yield loss models in relation to reductions of components of soybeans infected with *Phakopsora pachyrhizi*. *Phytopathology*, St. Paul, v. 81, n. 11, p. 1420-1426, 1991.

YORINORI, J. T. *Doenças fúngicas e anomalias da soja*. Londrina: EMBRAPA-CNPSO. 2000. 46 p.

YORINORI, J. T. Evolução da ocorrência e da severidade da podridão vermelha da raiz da soja (PVR/SDS) e reação das cultivares comerciais à doenças. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 22. 2000, Cuiabá. *Resumos...* Londrina: Embrapa Soja, 2000. 94 p.

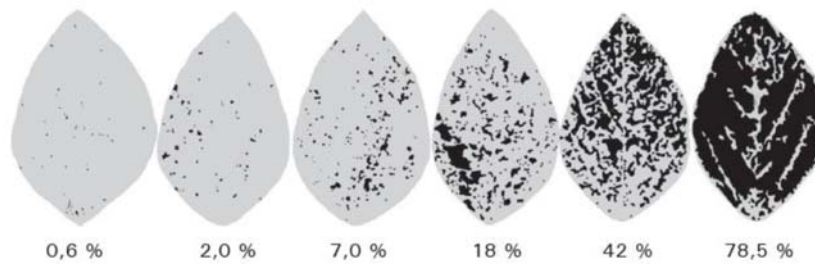
YORINORI, J. T.; KIIHL, R. A. S.; ARIAS, C. A. A.; ALMEIDA, L. A.; YORINORI, M. A.; GODOY, C. V. Reações de cultivares de soja a ferrugem “asiática” (*Phakopsora pachyrhizi*). In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 24., 2002, São Pedro. *Resumos...* São Pedro: Embrapa, 2002. p. 149.

YORINORI, J. T.; NUNES JUNIOR, J.; LAZZAROTTO, J. J. *Ferrugem asiática da soja no Brasil: evolução, importância econômica e controle*. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 36 p.

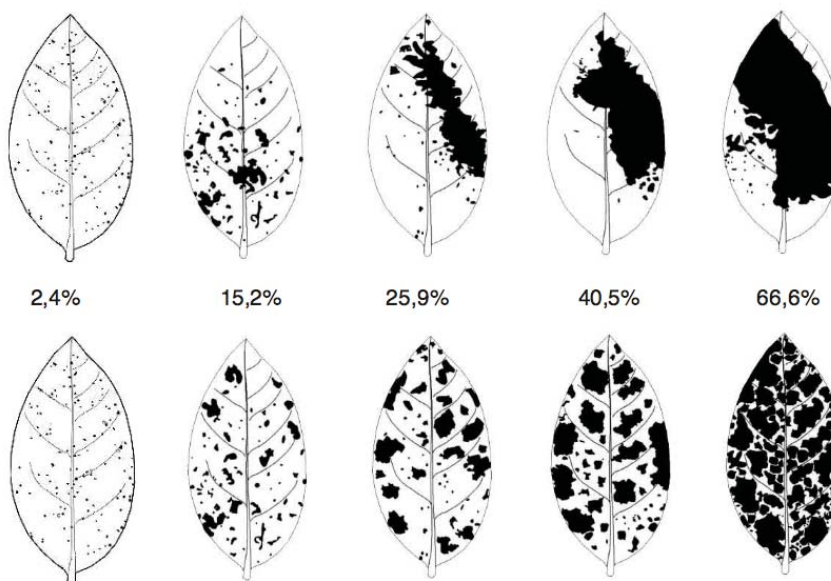
YORINORI, J. T.; PAIVA, W. M., FREDERICK, R. D.; COSTAMILAN, L. M.; BERTAGNOLLI, P. F.; HARTMAN, G. L.; GODOY, C. V.; NUNES JUNIOR, J. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay. *Plant Disease*, St. Paul, v. 89, n. 6, p. 675-677, 2005.

ANEXOS

ANEXO I – Escala diagramática para a avaliação da severidade da ferrugem asiática da soja (GODOY et al., 2006).



ANEXO II - Escala diagramática para a avaliação da severidade das doenças de final de ciclo da soja (MARTINS et al., 2005).



APÊNDICES

Apêndice 1 - Porcentagem de severidade da ferrugem-asiática da soja de acordo com os dias após a semeadura e tratamentos aplicados para a cultivar Nidera 5445. Passo Fundo/RS, 2015

Tratamentos (volumes e doses)	Dias após a semeadura			
	55	70	85	100
	------(%)-----			
Testemunha	10,0 a	17,4 a	27,3 a	52,2 a
100 L/ha e 100%	4,8 c	7,8 c	11,8 d	26,2 d
100 L/ha e 125%	4,9 c	7,4 c	11,7 d	26,5 d
100 L/ha e 75%	6,3 b	10,1 b	17,7 b	32,9 b
150 L/ha e 100%	5,0 c	7,4 c	10,7 d	24,9 d
150 L/ha e 125%	5,1 c	7,6 c	10,8 d	23,9 d
150 L/ha e 75%	6,5 b	10,5 b	16,3 c	30,1 c
200 L/ha e 100%	4,7 c	7,0 c	10,0 e	16,5 e
200 L/ha e 125%	4,7 c	6,8 c	10,3 e	15,6 e
200L/ha e 75%	6,0 b	9,5 b	16,5 c	30,4 c
CV (%)	5,98	5,68	2,93	2,03

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem pelo teste de Skott-Knott, a 5% de probabilidade de erro.

Apêndice 2 – Porcentagem de controle da severidade da ferrugem-asiática da soja comparada com a testemunha, de acordo com cada aplicação e tratamento para a cultivar Nidera 5445. Passo Fundo/RS, 2015

Tratamentos (volumes e doses)	Aplicações			
	Primeira	Segunda	Terceira	Média
	------(%)-----			
100 L/ha e 100%	52,0	56,8	49,8	52,9
100 L/ha e 125%	51,0	57,1	49,4	52,5
100 L/ha e 75%	37,0	35,2	37,0	36,4
150 L/ha e 100%	50,0	60,8	52,3	54,4
150 L/ha e 125%	49,0	60,4	54,2	54,6
150 L/ha e 75%	35,0	40,3	42,3	39,2
200 L/ha e 100%	53,0	63,4	68,4	61,6
200 L/ha e 125%	53,0	62,3	70,1	61,8
200L/ha e 75%	40,0	39,6	41,8	40,4

Apêndice 3- Porcentagem de severidade da ferrugem-asiática da soja de acordo com os dias após a semeadura e tratamentos aplicados para a cultivar BMX Vanguarda. Passo Fundo/RS, 2015

Tratamentos (volumes e doses)	Dias após a semeadura			
	55	70	85	100
	------(%)-----			
Testemunha	8,4 a	14,4 a	33,5 a	64,5 a
100 L/ha e 100%	5,6 c	8,8 c	19,2 b	35,9 b
100 L/ha e 125%	5,3 c	8,2 c	15,9 c	29,3 c
100 L/ha e 75%	6,3 b	10,1 b	22,3 b	42,1 b
150 L/ha e 100%	5,5 c	8,4 c	16,0 c	29,5 c
150 L/ha e 125%	4,9 d	7,4 d	13,4 d	24,2 d
150 L/ha e 75%	6,2 b	9,8 b	20,7 b	38,9 b
200 L/ha e 100%	4,5 d	6,5 c	12,4 d	22,4 d
200 L/ha e 125%	4,6 d	6,6 c	10,5 d	18,4 d
200L/ha e 75%	6,2 b	10,0 b	21,3 b	40,2 b
CV (%)	5,16	5,29	3,99	3,39

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem pelo teste de Skott-Knott, a 5% de probabilidade de erro.

Apêndice 4 – Porcentagem de controle da severidade da ferrugem-asiática da soja comparada com a testemunha, de acordo com cada aplicação e tratamento para a cultivar BMX Vanguarda. Passo Fundo/RS, 2015

Tratamentos (volumes e doses)	Aplicações			
	Primeira	Segunda	Terceira	Média
	------(%)-----			
100 L/ha e 100%	33,3	42,7	44,3	40,1
100 L/ha e 125%	36,9	52,5	54,6	48,0
100 L/ha e 75%	25,0	33,4	34,7	31,1
150 L/ha e 100%	34,5	52,2	54,3	47,0
150 L/ha e 125%	41,7	60,0	62,5	54,7
150 L/ha e 75%	26,2	38,2	39,7	34,7
200 L/ha e 100%	46,4	63,0	65,3	58,2
200 L/ha e 125%	45,2	68,7	71,5	61,8
200L/ha e 75%	26,2	36,4	37,7	33,4

Apêndice 5 - Porcentagem de severidade da ferrugem-asiática da soja de acordo com os dias após a semeadura e tratamentos aplicados para a cultivar BMX Ponta. Passo Fundo/RS, 2015

Tratamentos (volumes e doses)	Dias após a semeadura			
	55	70	85	100
	------(%)-----			
Testemunha	10,6 a	18,6 a	40,5 a	78,4 a
100 L/ha e 100%	6,2 c	10,0 c	23,2 c	43,8 d
100 L/ha e 125%	6,7 c	10,9 c	20,0 d	38,2 e
100 L/ha e 75%	7,7 b	12,9 b	28,4 b	54,4 b
150 L/ha e 100%	6,1 c	9,7 c	20,0 d	39,5 d
150 L/ha e 125%	6,5 c	10,5 c	18,5 d	34,4 e
150 L/ha e 75%	8,0 b	13,5 b	24,5 c	46,5 c
200 L/ha e 100%	5,4 c	8,4 c	16,0 e	29,4 f
200 L/ha e 125%	4,3 d	6,1 d	13,6 f	24,7 g
200L/ha e 75%	7,4 b	12,3 b	24,3 c	46,2 c
CV (%)	9,25	9,62	2,75	2,59

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem pelo teste de Skott-Knott, a 5% de probabilidade de erro.

Apêndice 6 - Porcentagem de controle da severidade da ferrugem-asiática da soja comparada com a testemunha, de acordo com cada aplicação e tratamento para a cultivar BMX Ponta. Passo Fundo/RS, 2015

Tratamentos (volumes e doses)	Aplicações			
	Primeira	Segunda	Terceira	Média
	------(%)-----			
100 L/ha e 100%	41,5	42,7	44,1	42,8
100 L/ha e 125%	36,8	50,6	51,3	46,2
100 L/ha e 75%	27,4	29,9	30,6	29,3
150 L/ha e 100%	42,5	48,1	49,6	46,7
150 L/ha e 125%	38,7	54,3	56,1	49,7
150 L/ha e 75%	24,5	39,5	40,7	34,9
200 L/ha e 100%	49,1	60,7	62,5	57,4
200 L/ha e 125%	59,4	66,4	68,5	64,8
200L/ha e 75%	30,2	40,0	41,1	37,1

Apêndice 7 - Porcentagem de severidade das manchas foliares da soja de acordo com os dias após a semeadura e tratamentos aplicados para a cultivar Nidera 5445. Passo Fundo/RS, 2015

Tratamentos (volumes e doses)	Dias após a semeadura			
	55	70	85	100
	------(%)-----			
Testemunha	1,9 a	10,0 a	17,1 a	28,9 a
100 L/ha e 100%	1,0 b	6,4 c	9,9 c	19,9 c
100 L/ha e 125%	1,1 b	6,6 c	10,3 c	20,7 c
100 L/ha e 75%	1,4 a	8,7 b	14,3 b	24,0 b
150 L/ha e 100%	1,0 b	6,5 c	9,9 c	20,0 c
150 L/ha e 125%	1,1 b	6,5 c	10,2 c	21,9 c
150 L/ha e 75%	1,4 a	7,7 b	12,5 b	24,4 b
200 L/ha e 100%	1,2 b	6,2 c	9,2 c	18,8 c
200 L/ha e 125%	1,1 b	6,1 c	9,2 c	19,3 c
200L/ha e 75%	1,4 a	8,0 b	13,0 b	24,4 b
CV (%)	10,24	4,91	5,21	3,64

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem pelo teste de Skott-Knott, a 5% de probabilidade de erro.

Apêndice 8 – Porcentagem de controle da severidade das manchas foliares da soja comparada com a testemunha, de acordo com cada aplicação e tratamento para a cultivar Nidera 5445. Passo Fundo/RS, 2015

Tratamentos (volumes e doses)	Aplicações			
	Primeira	Segunda	Terceira	Média
	------(%)-----			
100 L/ha e 100%	35,8	42,1	31,1	36,3
100 L/ha e 125%	33,9	39,8	28,3	34,0
100 L/ha e 75%	13,6	16,0	16,9	15,5
150 L/ha e 100%	35,9	42,3	30,9	36,4
150 L/ha e 125%	34,2	40,3	24,2	32,9
150 L/ha e 75%	22,8	26,8	15,4	21,7
200 L/ha e 100%	39,4	46,4	35,0	40,3
200 L/ha e 125%	39,4	46,3	33,3	39,7
200L/ha e 75%	20,1	23,7	15,4	19,7

Apêndice 9 - Porcentagem de severidade das manchas foliares da soja de acordo com os dias após a semeadura e tratamentos aplicados para a cultivar BMX Vanguarda. Passo Fundo/RS, 2015

Tratamentos (volumes e doses)	Dias após a semeadura			
	55	70	85	100
	------(%)-----			
Testemunha	1,8 a	8,5 a	14,5 a	28,7 a
100 L/ha e 100%	1,0 b	6,6 c	10,7 c	23,7 a
100 L/ha e 125%	1,1 b	5,9 d	9,3 d	19,2 b
100 L/ha e 75%	1,6 a	7,2 b	12,0 b	22,2 a
150 L/ha e 100%	1,0 b	6,4 c	10,3 c	20,5 b
150 L/ha e 125%	1,0 b	6,0 d	9,6 d	19,2 b
150 L/ha e 75%	1,5 a	7,1 b	11,6 b	23,9 a
200 L/ha e 100%	1,0 b	5,5 d	8,5 d	17,7 b
200 L/ha e 125%	1,2 b	5,8 d	9,1 d	16,4 b
200L/ha e 75%	1,8 a	7,1 b	11,8 b	24,3 a
CV (%)	12,80	4,39	4,31	5,18

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem pelo teste de Skott-Knott, a 5% de probabilidade de erro.

Apêndice 10 – Porcentagem de controle da severidade das manchas foliares da soja comparada com a testemunha, de acordo com cada aplicação e tratamento para a cultivar BMX Vanguarda. Passo Fundo/RS, 2015

Tratamentos (volumes e doses)	Aplicações			
	Primeira	Segunda	Terceira	Média
	------(%)-----			
100 L/ha e 100%	22,5	13,3	17,6	17,8
100 L/ha e 125%	30,6	18,1	33,0	27,2
100 L/ha e 75%	14,9	8,8	22,6	15,5
150 L/ha e 100%	24,5	14,5	28,7	22,6
150 L/ha e 125%	28,9	17,1	33,1	26,4
150 L/ha e 75%	17,0	10,1	16,7	14,6
200 L/ha e 100%	35,2	20,9	38,4	31,5
200 L/ha e 125%	31,9	18,9	42,8	31,2
200L/ha e 75%	16,0	9,5	15,3	13,6

Apêndice 11 - Porcentagem de severidade das manchas foliares da soja de acordo com os dias após a semeadura e tratamentos aplicados para a cultivar BMX Ponta. Passo Fundo/RS, 2015

Tratamentos (volumes e doses)	Dias após a semeadura			
	55	70	85	100
	------(%)-----			
Testemunha	1,5 a	10,8 a	19,1 a	21,6 a
100 L/ha e 100%	0,7 b	8,1 b	13,8 b	19,4 b
100 L/ha e 125%	0,8 b	7,8 b	13,1 b	17,9 b
100 L/ha e 75%	1,0 b	8,6 b	14,6 b	21,2 a
150 L/ha e 100%	0,7 b	7,4 b	12,4 b	17,5 b
150 L/ha e 125%	0,7 b	6,3 c	10,2 c	17,1 b
150 L/ha e 75%	1,0 b	9,0 b	15,4 b	21,3 a
200 L/ha e 100%	0,5 c	7,1 c	11,7 c	18,1 b
200 L/ha e 125%	0,3 c	5,3 d	8,1 d	13,4 c
200L/ha e 75%	1,0 b	8,9 b	15,2 b	21,5 a
CV (%)	17,66	6,55	6,29	3,43

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem pelo teste de Skott-Knott, a 5% de probabilidade de erro.

Apêndice 12 - Porcentagem de controle da severidade das manchas foliares da soja comparada com a testemunha, de acordo com cada aplicação e tratamento para a cultivar BMX Ponta. Passo Fundo/RS, 2015

Tratamentos (volumes e doses)	Aplicações			
	Primeira	Segunda	Terceira	Média
	------(%)-----			
100 L/ha e 100%	24,8	28,1	10,2	21,0
100 L/ha e 125%	28,0	31,7	17,1	25,6
100 L/ha e 75%	20,9	23,6	1,9	15,5
150 L/ha e 100%	31,4	35,5	9,7	25,5
150 L/ha e 125%	41,5	46,9	11,6	33,3
150 L/ha e 75%	15,2	17,2	1,4	11,3
200 L/ha e 100%	34,5	39,0	16,2	29,9
200 L/ha e 125%	50,9	57,5	38,0	48,8
200L/ha e 75%	18,1	20,5	0,5	13,0

Apêndice 13 - Evolução do índice de área foliar avaliado em diferentes dias após a semeadura da soja, de acordo com cada tratamento para a cultivar Nidera 5445. Passo Fundo 2015

Tratamentos (volumes e doses)	Dias após a semeadura			
	55	70	85	100
Testemunha	2,93	4,14 b	4,08 b	1,10 c
100 L/ha e 100%	2,93	5,79 a	5,59 a	2,62 a
100 L/ha e 125%	2,93	5,67 a	5,71 a	2,72 a
100 L/ha e 75%	2,93	4,74 b	4,48 b	1,97 b
150 L/ha e 100%	2,93	5,52 a	5,31 a	2,54 a
150 L/ha e 125%	2,93	5,90 a	5,84 a	2,55 a
150 L/ha e 75%	2,93	4,58 b	4,35 b	1,92 b
200 L/ha e 100%	2,93	5,51 a	5,70 a	2,87 a
200 L/ha e 125%	2,93	5,80 a	5,64 a	2,88 a
200L/ha e 75%	2,93	4,83 b	4,22 b	1,99 b
CV (%)		12,57	11,81	13,78

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem pelo teste de Skott-Knott, a 5% de probabilidade de erro.

Apêndice 14 – Evolução do índice de área foliar avaliados em diferentes dias após a semeadura, de acordo com cada tratamento para a cultivar BMX Vanguarda. Passo Fundo 2015

Tratamentos (volumes e doses)	Dias após a semeadura			
	55	70	85	100
Testemunha	3,10	5,87 b	4,85 c	1,08 b
100 L/ha e 100%	3,10	6,60 a	5,85 b	1,44 b
100 L/ha e 125%	3,10	6,59 a	5,71 b	1,88 b
100 L/ha e 75%	3,10	5,85 b	5,61 b	1,54 b
150 L/ha e 100%	3,10	7,04 a	6,62 a	2,09 a
150 L/ha e 125%	3,10	7,04 a	6,76 a	1,94 a
150 L/ha e 75%	3,10	5,89 b	5,77 b	1,51 b
200 L/ha e 100%	3,10	7,16 a	6,84 a	2,20 a
200 L/ha e 125%	3,10	7,15 a	6,73 a	2,22 a
200L/ha e 75%	3,10	5,83 b	5,81 b	1,41 b
CV (%)		10,01	6,77	9,18

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem pelo teste de Skott-Knott, a 5% de probabilidade de erro.

Apêndice 15 – Evolução do índice de área foliar avaliados em diferentes dias após a semeadura da soja, de acordo com cada tratamento para a cultivar BMX Ponta. Passo Fundo, 2015

Tratamentos (volumes e doses)	Dias após a semeadura			
	55	70	85	100
Testemunha	3,32	5,14 c	5,21 d	1,06 c
100 L/ha e 100%	3,32	6,04 b	7,00 b	1,57 b
100 L/ha e 125%	3,32	6,19 b	7,47 b	1,61 b
100 L/ha e 75%	3,32	6,21 b	6,36 c	1,26 c
150 L/ha e 100%	3,32	6,30 b	7,55 b	1,58 b
150 L/ha e 125%	3,32	6,44 b	7,56 b	1,55 b
150 L/ha e 75%	3,32	6,11 b	6,11 c	1,32 c
200 L/ha e 100%	3,32	6,44 b	7,61 b	1,98 a
200 L/ha e 125%	3,32	7,08 a	8,25 a	2,04 a
200L/ha e 75%	3,32	6,18 b	6,56 c	1,48 b
CV (%)		7,16	6,01	15,93

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem pelo teste de Skott-Knott, a 5% de probabilidade de erro.