

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**DEPOSIÇÃO DE GOTAS E MANEJO DE
FUNGICIDAS PARA O CONTROLE DA FERRUGEM
ASIÁTICA DA SOJA**

ANTONIO LUIZ VIEGAS NETO

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2019**

DEPOSIÇÃO DE GOTAS E MANEJO DE FUNGICIDAS PARA O CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA

ANTONIO LUIZ VIEGAS NETO
Engenheiro Agrônomo

Orientador: PROF. DR. CRISTIANO MÁRCIO ALVES DE SOUZA

Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de Doutor.

Dourados
Mato Grosso do Sul
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

V656d Viegas Neto, Antonio Luiz

DEPOSIÇÃO DE GOTAS E MANEJO DE FUNGICIDAS PARA O CONTROLE DA
FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA [recurso eletrônico] / Antonio Luiz Viegas Neto. -- 2019.
Arquivo em formato pdf.

Orientador: CRISTIANO MARCIO ALVES DE SOUZA.

Tese (Doutorado em Agronomia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2019.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:

<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. 2. Fitopatologia. 3. *Phakopsora pachyrhizi*.
4. Fungicidas. 5. Pulverizadores. I. Souza, Cristiano Marcio Alves De. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

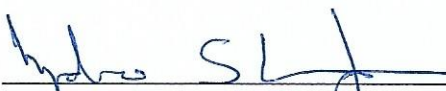
DEPOSIÇÃO DE GOTAS E MANEJO DE FUNGICIDAS PARA O CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA

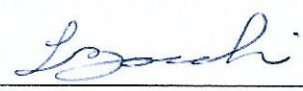
por

ANTONIO LUIZ VIEGAS NETO

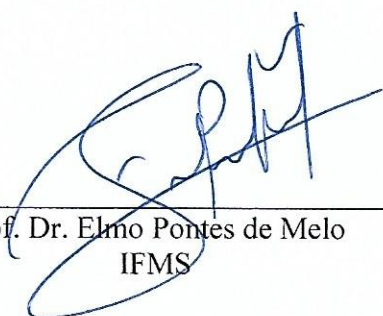
Tese apresentada como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de
DOUTOR EM AGRONOMIA

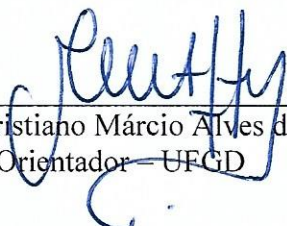
Aprovada em: 22 de fevereiro de 2019


Prof. Dr. Izidro dos Santos de Lima Júnior
IFMS


Profa. Dra. Lillian Maria de Arruda Bacchi
UFGD


Prof. Dr. Roberto Carlos Orlando
UFGD


Prof. Dr. Elmo Pontes de Melo
IFMS


Prof. Dr. Cristiano Márcio Alves de Souza
Orientador UFGD

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais João Viegas Aguirre e Izabel Barros do Nascimento,
minha esposa Vânia Tomazelli de Lima, pelo apoio e compreensão.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, a quem eu sirvo e amo acima de tudo.

À Universidade Federal da Grande Dourados, pela oportunidade de ingressar na graduação e na Pós-graduação em Agronomia, Mestrado e Doutorado em Produção Vegetal.

Ao Professor Dr. Cristiano Márcio Alves de Souza, pela amizade e orientação durante a Graduação e Pós-graduação.

Aos meus pais João Viegas Aguirre e Izabel Barros do Nascimento, a minha esposa Vânia, pelo apoio e companheirismo.

Ao estudante Daniel Gustavo de Souza Medeiros, pela ajuda no desenvolvimento do programa computacional.

Aos meus orientados e amigos Karina de Jesus Egues Martins, Bruno Fernandes Bertoncello, Matheus Marques Miliati, Lorena Cunha de Abreu e Paulo Giovani Caetano da Silva, pela ajuda no trabalho de campo e execução das atividades planejadas.

À CAPES, CNPq, UFGD e IFMS, pelo apoio financeiro e à pesquisa.

BIOGRAFIA

Antonio Luiz Viegas Neto, filho de João Viegas Aguirre e Izabel Barros do Nascimento, nasceu em 14 de abril de 1988, em Dourados-MS.

Iniciou o curso de Agronomia em 2006, pela Universidade Federal da Grande Dourados, obtendo o título de Engenheiro Agrônomo em 2010. Durante a graduação trabalhou com iniciação científica, atuando nas áreas de Melhoramento de Plantas, Mecanização Agrícola e Agricultura de Precisão, trabalhando como bolsista ou colaborador.

Ingressou na Pós-graduação em Agronomia, área de concentração de Produção Vegetal, nível de Mestrado, em 2011 pela Universidade Federal da Grande Dourados, concluindo em 2013.

Começou a trabalhar na UNIGRAN como professor dos cursos de Agronomia e Tecnologia em Produção Agrícola em 2013, em 2014 começou a trabalhar também como coordenador do curso de Tecnologia em Produção Agrícola.

Ingressou na Pós-graduação em Agronomia, área de concentração de Produção Vegetal, nível de Doutorado, no ano de 2015 na Universidade Federal da Grande Dourados.

Começou a trabalhar no IFMS como professor EBTT em 2016, ministrando aula nos cursos Técnico em Agricultura e Agronomia.

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS	vii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMO GERAL	xi
GENERAL ABSTRACT	xii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	4

CAPÍTULO 1. DEPOSIÇÃO DE GOTAS E CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA EM FUNÇÃO DO TIPO DE PONTA DE PULVERIZAÇÃO EM TRÊS CULTIVARES DE SOJA.....7

Resumo.....	7
Abstract	7
Introdução	8
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	13
Conclusões	20
Referências Bibliográficas	20

CAPÍTULO 2. MANEJO DE FUNGICIDAS NO CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA 23 |

Resumo.....	23
Abstract	23
Introdução	24
Material e Métodos	25
Resultados e Discussão	28
Conclusões	31
Referências Bibliográficas	32

CAPÍTULO 3. ESTIMATIVA DE OCORRÊNCIA DE DIAS FAVORÁVEIS AO TRABALHO COM PULVERIZADORES AGRÍCOLAS 35 |

Resumo.....	35
Abstract	35

Introdução	35
Material e Métodos	36
Resultados e Discussão	39
Conclusões	44
Referências Bibliográficas	44
 CONSIDERAÇÕES FINAIS	 46
 APÊNDICES	 47

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO 1

- QUADRO 1. Descrição das pontas de pulverização utilizadas e das principais características das cultivares de soja11
- QUADRO 2. Diâmetro mediano volumétrico (DMV, μm) obtido após a primeira aplicação de fungicida com três pontas de pulverização em três cultivares de soja nas safras 2016/17 e 2017/18. Ponta Porã, MS, 201815
- QUADRO 3. Densidade de gotas (gotas cm^{-2}) obtido após a primeira aplicação de fungicida com três pontas de pulverização em três cultivares de soja nas safras 2016/17 e 2017/18. Ponta Porã, MS, 201817
- QUADRO 4. Cobertura de gotas (%) obtida após a primeira aplicação de fungicida com três pontas de pulverização em três cultivares de soja, nas safras 2016/17 e 2017/18. Ponta Porã, MS, 2018.....20
- QUADRO 5. Índice de área foliar de cultivares de soja nas safras 2016/17 e 2017/18. Ponta Porã, MS, 2018.....21
- QUADRO 6. Área abaixo da curva do progresso da doença, massa de 1000 grãos e produtividade em três cultivares de soja com aplicação de fungicida por três pontas de pulverização, avaliados nas safras 2016/17 e 2017/18. Ponta Porã, MS, 2018.....23

CAPÍTULO 2

- QUADRO 1. Épocas de aplicação pela escala de Fehr e Caviness (1977) e tratamentos utilizados31
- QUADRO 2. Resumo das análises de variâncias da severidade (SEV), da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), da massa de 1000 grãos g (M1000) e da produtividade de grãos kg ha^{-1} (PROD). Ponta Porã, MS, 2018.....33

QUADRO 3. Severidade da doença, eficiência no controle (%) e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para cada tratamento com fungicida. Ponta Porã, 2018	34
QUADRO 4. Massa de 1000 grãos (g) e produtividade (kg ha ⁻¹) da soja para cada tratamento com fungicida. Ponta Porã, 2019	35
QUADRO 5. Distância euclidiana entre os sete tratamentos com aplicações de fungicidas. Ponta Porã, 2018.....	55

CAPÍTULO 3

QUADRO 1. Probabilidade de condição favorável para aplicação para cada hora do dia para a região de Dourados, MS, dados de 2009 a 2018	46
--	----

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

FIGURA 1. Precipitação, temperaturas máxima e mínima e umidade relativa do ar durante o ciclo da cultura da soja, nas safras 2016/17 (A) e 2017/18 (B) em Ponta Porã, MS. Fonte: INMET.....	10
---	----

CAPÍTULO 2

FIGURA 1. Precipitação, temperaturas máxima e mínima e umidade relativa do ar durante o ciclo da cultura da soja, na safra 2017/18 em Ponta Porã, MS. Fonte: INMET.....	30
FIGURA 2. Dendrograma mostrando a hierarquia de grupos de sete tratamentos com aplicações de fungicidas. Ponta Porã, MS, 2018	36

CAPÍTULO 3

FIGURA 1. Diagrama de blocos do programa para estimar os dias favoráveis para pulverização	43
FIGURA 2. Janela principal do programa computacional desenvolvido	44
FIGURA 3. Janela da opção “Gráficos e tabelas” do programa computacional desenvolvido.	45
FIGURA 4. Porcentagens das condições desfavoráveis para aplicação	46
FIGURA 5. Números de horas limitante para a pulverização pelas horas do dia, valores trimestrais. Médias anuais (A); Janeiro a Março (B); Abril a Junho (C); Julho a Setembro (D) e Outubro a Dezembro (E).....	47
FIGURA 6. Gráficos das condições boas e ruins para pulverização, anual e trimestrais. Médias anuais (A); Janeiro a Março (B); Abril a Junho (C); Julho a Setembro (D) e Outubro a Dezembro (E)	48

RESUMO GERAL

VIEGAS NETO, Antônio Luiz. **Deposição de gotas e manejo de fungicidas para o controle da ferrugem asiática da soja.** Fevereiro de 2019. 49 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS.

O controle da ferrugem asiática da soja depende da eficácia do fungicida e da tecnologia de aplicação empregada. O objetivo do trabalho foi avaliar a deposição de gotas de pontas de pulverização em cultivares de soja, o controle e o manejo de fungicidas para a ferrugem asiática da soja e as condições climáticas para pulverização. Realizou-se um experimento com delineamento experimental em blocos ao acaso, com tratamentos arranjados em esquema de parcelas subdivididas, em que as parcelas eram três cultivares de soja (SYN 13651, AS 3680 e AS 3610) e as subparcelas três pontas de pulverização (11002 BD, AIXR 110015 e TTJ60) + 1 testemunha sem aplicação, com quatro repetições. Na deposição de gotas foram avaliados o diâmetro da mediana volumétrica (DMV), densidade de gotas (gotas cm^{-2}) e cobertura de gotas (%), para o dossel foi avaliado o índice de área foliar (IAF) e para o controle da ferrugem da soja foi avaliado a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), massa de 1000 grãos e produtividade (kg ha^{-1}). As pontas 11002 BD e AIXR 110015 proporcionaram maior cobertura e densidade de gotas nas cultivares AS 3610 e AS 3680. O controle da ferrugem da soja foi significativo em todos os tratamentos com aplicação de fungicida. Realizou-se um experimento com delineamento experimental em blocos ao acaso com quatro repetições e sete tratamentos com diferentes combinações de fungicidas + 1 testemunha sem aplicação. Foram avaliados a severidade da ferrugem, área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), eficiência do controle, massa de 1000 grãos e produtividade. Aplicações preventivas de fungicida apresentaram controle mais eficiente que aplicações no momento da detecção da ferrugem da soja. O fungicida protetor mancozebe em misturas com fungicidas sistêmicos aplicados preventivamente foram eficientes para o controle da ferrugem da soja. Utilizou-se informações meteorológicas horárias de 2009 a 2018 do município de Dourados-MS, Brasil, em um programa computacional para estimar a probabilidade de ocorrência de dias favoráveis ao trabalho com pulverizadores agrícolas. Com o programa, foi realizada análise das horas limitantes para pulverização em função da hora do dia, da probabilidade de condição favorável para aplicação para cada hora do dia, das porcentagens das condições desfavoráveis para aplicação e da porcentagem de condição favorável para pulverização em cada trimestre do ano. O programa computacional desenvolvido foi capaz de analisar os horários mais favoráveis para pulverização para Dourados-MS, baseado nas condições climáticas do local, favorecendo um planejamento agrícola mais otimizado e com menor contaminação ambiental.

Palavras-chave: tecnologia de aplicação; condições climáticas; densidade de gotas; *Phakopsora pachyrhizi*, *Glycine max*.

GENERAL ABSTRACT

VIEGAS NETO, A.L. **Drops deposition and fungicides management for the control of soy asian rust.** February 2019. 49 p. Thesis (Dr. in Agronomy) – Federal University of the Grande Dourados, Dourados, MS.

The control of Asian rust depends on the action of the fungicide and the fungicide application technology employed. The objective of this work was to evaluate the climatic conditions for spraying, the deposition of spray tips in soybean cultivars, and the control and management of fungicides for Asian soybean rust. In chapter 1, hourly meteorological information from 2009 to 2018 of the municipality of Dourados-MS, Brazil, was used to make a computational program to predict the probability of occurrence of days favorable to work with agricultural sprays. With the program, it was carried out an analysis of the limiting hours for spraying as a function of time of day, the probability of favorable condition for application for each hour of the day, the percentages of unfavorable conditions for application and the percentage of favorable conditions for spraying in each quarter of the year. The computer program developed was able to analyze the times and days favorable for spraying to Dourados-MS, based on the climatic conditions of the place. In chapter 2, a randomized block experimental design was carried out with treatments arranged in subdivided plots scheme, in which the plots were three soybean cultivars (SYN 13651, AS 3680 and AS 3610) and the three-split subplots (11002 BD, AIXR 110015 and TTJ60) + 1 control without application, with four replicates. In the deposition of droplets, the diameter of the volumetric median (DMV), density of droplets (drops cm⁻²) and droplet coverage (%) were evaluated. Leaf area index (LAI) and leaf area index soybean rust was evaluated the area under the disease progress curve (AACPD), mass of 1000 grains and productivity (kg ha⁻¹). Tips 11002 BD and AIXR 110015 provided higher coverage and droplet density on cultivars AS 3610 and AS 3680. Control of soybean rust was significant in all treatments with fungicide application. In chapter 3 an experiment was carried out with a randomized block design with four replicates and seven treatments with different combinations of fungicides + 1 control without application. Rust severity, area under the disease progress curve (AACPD), control efficiency, 1000 grain mass and productivity were evaluated. Preventive applications of fungicide presented more efficient control than applications at the time of detection of soybean rust. The protective fungicide mancozeb in mixtures with systemic fungicides applied preventively were efficient for the control of soybean rust.

Keywords: Application technology; climate conditions; droplet density; *Phakopsora pachyrhizi*, *Glycine max*.

INTRODUÇÃO GERAL

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é a principal cultura de grãos do Brasil e uma das mais importantes do mundo, sua produção pode ser afetada por problemas fitossanitários que ocorrem nas diversas regiões de cultivo da soja, um deles é a ferrugem asiática da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & Sydow. Até o ano de 2001, a América do Sul estava livre do ataque desse patógeno (FREIRE et al., 2008). Ano, a partir do qual, a doença foi encontrada no Paraguai e no Brasil, tornando-se uma pandemia que trouxe grandes desafios a produção de soja no país (YORINORI et al., 2005).

O método de controle mais utilizado no manejo da ferrugem da soja é o químico, através do uso de fungicidas (GODOY et al., 2018; LAUGENBACH et al., 2016). A eficiência no controle de doenças com fungicidas está diretamente ligado à tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários (CUNHA et al., 2016).

A tecnologia de aplicação visa desenvolver novas técnicas e procedimentos para a melhor aplicação de produtos fitossanitários sobre um alvo biológico definido e indesejável, de maneira técnica e segura, eficiente e cuidadosa, sem danos à espécie humana, animais e ao meio ambiente (ZAMBOLIM et al., 2008). Consiste no emprego de todos os conhecimentos científicos que proporcionem a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo (MATUO, 1990). Assim, a tecnologia de aplicação é uma ferramenta que pode ser usada para evitar as perdas na produtividade quando utilizada de maneira correta (CUNHA et al., 2011).

A maioria das aplicações de produtos fitossanitários é feita por pulverização hidráulica. As pontas de pulverização podem ser consideradas como os componentes mais importantes dos pulverizadores hidráulicos, pois afetam diretamente a eficiência do controle (NUYTTENS et al., 2007). As pontas de pulverização têm como funções: fragmentar o líquido em pequenas gotas, distribuir as gotas em uma pequena área e controlar a saída do líquido por unidade de área (MINGUELA e CUNHA, 2010).

A cobertura das gotas produzidas durante o processo de pulverização na aplicação de fungicida sobre o dossel da soja, em geral, é pouco uniforme, principalmente na parte inferior, resultando em controle ineficiente, mesmo com fungicidas sistêmicos e/ou mesostêmicos (CUNHA et al., 2014). Estes produtos, em geral, apresentam translocação limitada em plantas de soja (BOLLER et al., 2007) e exigem, igualmente,

boa distribuição ao longo do dossel. Assim, para o sucesso da aplicação, é necessário dominar a técnica adequada de aplicação, de modo a garantir que o produto alcance o alvo de forma eficiente, minimizando as perdas e reduzindo a contaminação do ambiente. Muitas vezes, parte do produto aplicado se perde (CUNHA et al., 2014; NUYTSENS et al., 2011).

O sucesso do controle químico da ferrugem asiática da soja depende da tecnologia de aplicação empregada. O princípio ativo do defensivo agrícola precisa atingir do alvo em quantidade suficiente para o controle. Neste sentido, o transporte do ingrediente ativo para o interior do dossel é condição básica para o controle eficaz e, à medida em que o ciclo da cultura avança, atingir as camadas inferiores do dossel se torna um desafio cada vez maior (TORMEN et al., 2012). Desta forma, a penetração de gotas no dossel da cultura é aspecto fundamental sobremaneira para doenças que iniciam a patogênese nas folhas baixas, como é o caso de *Phakopsora pachyrhizi* (RAETANO, 2007).

As características morfológicas das plantas envolvem a arquitetura da planta, a altura e a área foliar, que podem afetar a qualidade da aplicação dos fungicidas, como a trajetória do jato, uniformidade, número de gotas, diâmetro das gotas, gotas que atingem o alvo, a evaporação de gotas e a deriva (CUNHA et al., 2018; LIMA JÚNIOR et al., 2018).

Outro fator que pode interferir na deposição de gotas é a condição climática, as condições ideais para a pulverização, de maneira geral, seriam: umidade relativa do ar mínima de 55%; velocidade do vento de 3 a 10 km h⁻¹, temperatura abaixo de 30°C (ANDEF, 2004; RAETANO, 2011).

Estratégias como rotação de grupos químicos de fungicidas são importantes no manejo para evitar a resistência do patógeno (GODOY et al., 2016). Os principais fungicidas utilizados para manejo químico da ferrugem da soja pertencem aos grupos químicos dos inibidores da respiração celular do fungo, agindo na quinona externa nas cristas mitocondriais (Estrobilurinas, QoIs – Quinone outside Inhibitors), os inibidores da desmetilação da cadeia carbônica na síntese de esteróis nas membranas celulares (Triazois, DMIs – DeMethylation Inhibitors) (GODOY et al., 2018; LAUGENBACH et al., 2016), e as carboxamidas, que pertencem ao grupo químico dos inibidores da respiração mitocondrial, os quais se ligam ao complexo II da cadeia de transporte de elétrons, tendo como alvo a enzima succinato desidrogenase (SDHI - Succinate DeHydrogenase Inhibitors) (KEON et al., 1991). Esses grupos químicos de fungicidas

agem em sítios específicos no metabolismo do patógeno e por isso são considerados de alto risco à perda de sensibilidade e resistência do patógeno (BRENT e HOLLOMON, 2007).

Buscando estratégias de manejo contra a resistência do patógeno aos fungicidas, surge no mercado a possibilidade de incorporação aos programas de controle fungicidas protetores com mecanismo de ação em múltiplos sítios conferindo amplo espectro de controle (GODOY et al., 2016; SILVA et al., 2015). Dentre estes produtos, destaca-se o mancozebe, tendo esse fungicida a utilização em misturas em tanque com produtos sítio-específico para aumentar o espectro de ação, aumentar eficácia de controle e reduzir o risco de resistência (GODOY et al., 2016).

Dessa forma, o trabalho teve como hipóteses que a deposição de gotas e, conseqüentemente, o controle da ferrugem asiática, podem ser afetados pela arquitetura das cultivares de soja e as pontas de pulverização utilizadas; que o manejo da aplicação de fungicidas podem afetar o controle da ferrugem asiática da soja e que a análise dos histórico das condições climáticas pode proporcionar a estimativa dos horários mais favoráveis para pulverizações agrícolas.

Diante desse contexto, objetivou-se avaliar qual a deposição de gotas de pontas de pulverização em cultivares de soja, o controle e o manejo de fungicidas para a ferrugem asiática da soja e as condições climáticas para pulverização para a região de Dourados, MS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA VEGETAL – ANDEF. Manual de Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários. 1ª edição, Campinas: Linea Creativa, 2004. 50 p.

BOLLER, W.; FORCELINI, C.A.; HOFFMANN, L.L. Tecnologia de aplicação de fungicidas - parte I. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 15, p. 243-276, 2007.

BRENT, K.J.; HOLLOMON, D.W. **Fungicide Resistance in Crop Pathogens: How Can it be Managed?** FRAC Monograph 1. 2nd Ed. Brussels, CropLife International, Brussels: 2007. 55p.

CUNHA, J.P.A.R.; VICTOR, A.P.; SALES, C.G.R. Spray deposition on soybean crop using different travel speeds and application rates. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 38, n. 1, p. 82-87, 2018.

CUNHA, J.P.A.R.; MARQUES, R.S.; ALVES, G.S. Deposição da calda na cultura da soja em função de diferentes pressões de trabalho e pontas de pulverização. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 63, n. 6, p. 761-768, 2016.

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.

CUNHA, J.P.A.R.; FARNESE, A.C.; OLIVET, J.J.; VILLALBA, J. Deposição de calda pulverizada na cultura da soja promovida pela aplicação aérea e terrestre. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 343-351, 2011.

FREIRE, M.C.M. OLIVEIRA, L.O.; ALMEIDA, A.M.R.; SCHUSTER, I.; MOREIRA, M.A.; LIEBENBERG, M.M.; MIENIE, C.M.S. Evolutionary history of *Phakopsora pachyrhizi* (the Asian soybean rust) in Brazil based on nucleotide sequences of the internal transcribed spacer region of the nuclear ribosomal DNA. **Genetic Molecular Biology**, v. 31, p. 920–931, 2008.

GODOY C.V.; UTIAMADA, C.M.; MEYER, M.C.; CAMPOS, H.D.; LOPES, I.O.N.; DIAS, A.R.; DEUNER, C.C.; PIMENTA, C.B.; JACCOUD FILHO, D.S.; MOREIRA, E.N.; BORGES, E.P.; ANDRADE JUNIOR, E.R.; SIQUERI, F.V.; JULIATTI, F.C.; JULIATTI, F.C.; FAVERO, F.; FEKSA, H.R.; ARAÚJO JÚNIOR, I.P.; GRIGOLLI, J.F.J.; NUNES JUNIOR, J.; BELUFI, L.M.R.; CARNEIRO, L.C.; CARREGAL, L.H.; SATO, L.N.; CANTERI, M.G.; VOLF, M.R.; GOUSSAIN, M.; DIAS, M.D.; DEBORTOLI, M.P.; MARTINS, M.C.; BALARDIN, R.S.; FURLAN, S.H.; MADALOSSO, T.; CARLIN, V.J.; VENANCIO, W.S. **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2017/2018: Resultados sumarizados dos ensaios cooperativos**. Londrina, Embrapa Soja. 2018. 8p (Circular Técnica, 138).

GODOY, C.V.; SEIXAS, C.D.S.; SOARES, R.M.; MARCELINO-GUIMARÃES, F.C.; MEYER, M.C.; COSTAMILAN, L.M. Asian soybean rust in Brazil: past, present, and future. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 5, p. 407-421, 2016.

KEON, J.P.R.; WHITE, G.A.; HARGREAVES, J.A. Isolation, characterization and sequence of a gene conferring resistance to the systemic fungicide carboxin from the maize smut pathogen, *Ustilago maydis*. **Current Genetics**, v. 19, p. 475-481, 1991.

LANGENBACH, C.; CAMPE, R.; BEYER, S.F.; MUELLER, A.N.; CONRATH, U. Fighting Asian Soybean Rust. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, p. 1-13, 2016.

LIMA JUNIOR, I.S.; DEGRANDE, P.E.; SOUZA, C.M.A.; VIEGAS NETO, A.L. Droplet distribution as a function of cotton interrow spacing and angles of sprayer displacement. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 38, n. 6, p. 927-933, 2018.

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

MINGUELA, V.J.; CUNHA, J.P.A.R. **Manual de aplicação de produtos fitossanitários**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2010. 588 p.

NUYTTENS, D.; BAETENS, K.; SCHAMPHELEIRE, M.; SONCK, B. Effect of nozzle type, size and pressure on spray droplet characteristics. **Biosystems Engineering**, v.97, n.3, p.333-345, 2007.

NUYTTENS, D.; DE SCHAMPHELEIRE, M.; BAETENS, K.; BRUSSELMAN, E.; DEKEYSER, D.; VERBOVEN, P. Drift from field crop sprayers using an integrated approach: results of a five-year study. **Transactions of the ASABE**, St. Joseph, v. 54, n. 2, p. 403-408, 2011.

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**, v. 33, p. 105-6, 2007.

RAETANO, C. G. Introdução ao estudo da tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários. In: ANTUNIASI, U. R.; BOLLER, W. (Org.). **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. Passa Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2011. cap. 1, p. 15-26.

SILVA, L.H.C.P.; CAMPOS, H.D.; CAMPOS SILVA, J.R.C.; REIS, E.M. Control of Asian soybean rust with mancozeb, a multi-site fungicide. **Summa Phytopathologica**, v. 41, n. 1, p. 64-67, 2015.

TORMEN, N.R.; SILVA, F.D.L.; DEBORTOLI, M.P.; UEBEL, J.D.; FÁVERA, D.D.; BALARDIN, R. 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.

YORINORI, J.T.; PAIVA, W.M.; FREDERICK, R.D.; COSTAMILAN, L.M.; BERTAGNOLLI, P.F.; HARTMAN, G.E.; GODOY, C.V.; NUNES, JR. J. Epidemics of

soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay from 2001 to 2003. **Plant Disease**, v. 89, p. 675-677, 2005.

ZAMBOLIM, L.; CONCEIÇÃO, M.Z.; SANTIAGO, T. **O que os engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários**. 3º ed. Viçosa: UFV, 2008. 464p.

DEPOSIÇÃO DE GOTAS E CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA EM FUNÇÃO DO TIPO DE PONTA DE PULVERIZAÇÃO EM TRÊS CULTIVARES DE SOJA

RESUMO: O controle da ferrugem asiática da soja depende da eficácia do fungicida e da tecnologia de aplicação de fungicida empregada. O objetivo do trabalho foi avaliar a deposição de calda fungicida e o controle da ferrugem asiática da soja utilizando pontas de pulverização em três cultivares de soja. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com tratamentos arranjados em esquema de parcelas subdivididas, em que as parcelas eram três cultivares de soja (SYN 13651, AS 3680 e AS 3610) e as subparcelas três pontas de pulverização (11002 BD, AIXR 110015 e TTJ60), + 1 testemunha sem aplicação, com quatro repetições. Na deposição de gotas foram avaliados: diâmetro da mediana volumétrica (DMV), densidade de gotas (gotas cm⁻²) e cobertura de gotas (%), para o dossel foi avaliado o índice de área foliar (IAF) e para o controle da ferrugem da soja foram avaliados: área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), massa de 1000 grãos e produtividade (kg ha⁻¹). As pontas 11002 BD e AIXR 110015 proporcionaram maior cobertura e deposição de gotas nas cultivares AS 3610 e AS 3810. O controle da ferrugem da soja foi significativo em relação a testemunha para todos os tratamentos com aplicação de fungicida.

PALAVRAS-CHAVE: Tecnologia de aplicação, fungicidas, densidade de gotas, *Phakopsora pachyrhizi*, *Glycine max*.

DEPOSITION OF DROPS AND CONTROL OF ASIAN RUST IN THE FUNCTION OF THE TYPE OF PULVERIZATION IN THREE SOY CULTIVARS

ABSTRACT: The control of Asian soybean rust depends on the effectiveness of the fungicide and the fungicide application technology employed. The objective of this work was to evaluate the fungicidal fungus deposition and control of soybean Asian rust using spray tips in three soybean cultivars. The experimental design was a randomized block design, with treatments arranged in subdivided plots scheme, in which the plots were three soybean cultivars (SYN 13651, AS 3680 and AS 3610) and the subplots three spray tips (11002 BD, AIXR 110015 and TTJ60), + 1 control without application, with four replicates. In the deposition of droplets, the diameter of the volumetric median (DMV), density of droplets (drops cm⁻²) and droplet cover (%) were evaluated; leaf area index (LAI) and leaf area index soybean rust were evaluated: area under the disease progress curve (AACPD), mass of 1000 grains and productivity (kg ha⁻¹). Tips 11002 BD and AIXR 110015 provided higher coverage and dropping on cultivars AS 3610 and AS 3810. Control of soybean rust was significant in relation to control for all treatments with fungicide application.

KEY WORDS: Application technology, fungicides, droplet density, *Phakopsora pachyrhizi*, *Glycine max*.

INTRODUÇÃO

A principal doença que ocorre na maioria dos países que cultivam soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é a ferrugem asiática, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & Sydow, na qual os primeiros sintomas da doença são pequenas lesões foliares com coloração castanha a marrom-escura na parte abaxial da folha (GODOY et al., 2018). Durante o processo de controle da ferrugem da soja, normalmente é dada maior importância ao fungicida aplicado do que à forma de utilização (BUENO et al., 2011).

O manejo para o controle desta doença envolve a redução da dispersão de inóculo, uso da resistência parcial, fungicidas de maior eficácia e tecnologia de aplicação do fungicida (JULIATTI et al., 2005; TORMEN et al., 2012). Mesmo com tudo isso, o controle da ferrugem da soja é feito principalmente com o uso de fungicidas (GODOY et al., 2018).

A tecnologia de aplicação é uma ferramenta que pode ser usada para evitar perdas na produtividade quando utilizada de maneira correta (CUNHA et al., 2011). A cobertura obtida pela aplicação de produtos fitossanitários sobre o dossel da soja, em geral, é pouco uniforme, principalmente na parte inferior, resultando em controle ineficiente, mesmo com produtos sistêmicos (CUNHA et al., 2014). Estes produtos, em geral, apresentam translocação limitada em plantas de soja e exigem, igualmente, boa distribuição ao longo do dossel (BOLLER et al., 2007).

Para uma aplicação eficiente, onde se atinja o alvo de forma satisfatória, a seleção de pontas de pulverização é muito importante, devido à existência de variação do alvo e das condições climáticas, porém, a maioria dos agricultores não se atenta para esses fatores, realizando aplicações com baixa eficiência (CHECHETTO et al., 2013). A utilização de pontas de pulverização de boa qualidade, que proporcionem cobertura homogênea com espectro de gotas uniforme, é importante para uma eficiente aplicação de defensivo agrícola, assim, é necessário dominar a forma adequada de aplicação, de modo a garantir que o produto alcance o alvo de forma eficiente, minimizando as perdas e reduzindo a contaminação do ambiente (NASCIMENTO et al., 2013).

O sucesso da deposição de gotas em atingir as camadas inferiores do dossel da soja depende, também, das características de arquitetura da cultivar utilizada. Cultivares que possuem maior índice de área foliar (IAF) e mais ramificações laterais

possibilitam mais rapidamente o fechamento das entrelinhas dificultando, assim, a passagem das gotas para as camadas inferiores do dossel (TORMEN et al., 2012).

Ozkan et al. (2006), em trabalho de deposição de gotas no dossel das plantas de soja, verificaram que para um IAF de 6,4 a maioria das gotas produzidas ficaram retidas na parte superior do dossel, o que, segundo os autores, favorece a proliferação da ferrugem da soja na parte inferior das plantas. Os autores ressaltam, ainda, que além de estarem quimicamente desprotegidas, as plantas possuem um microclima mais propício ao desenvolvimento da doença.

Diante desse contexto, acredita-se ser necessário estudar a deposição de gotas no terço inferior das plantas de soja e que as pontas de pulverização podem proporcionar resultados diferentes de acordo com a arquitetura foliar das plantas de soja. Objetivou-se avaliar a deposição de calda fungicida e o controle da ferrugem asiática da soja utilizando três pontas de pulverização em três cultivares de soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido nas safras 2016/2017 e 2017/2018 no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, campus Ponta Porã, MS, localizado na rodovia BR 463, km 14, 755m de altitude. As condições climáticas do período estão apresentadas na Figura 1. A área experimental foi preparada de maneira a adequar-se às condições físicas, químicas e biológicas do solo à cultura da soja, adubação de base de 350 kg ha⁻¹ do formulado 02-20-20. As sementes foram inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum*, na dose de 300 mL 100 kg⁻¹ de semente. O espaçamento entrelinhas utilizado foi de 0,45 m, 13 plantas por metro e população final de 290.000 plantas por hectare.

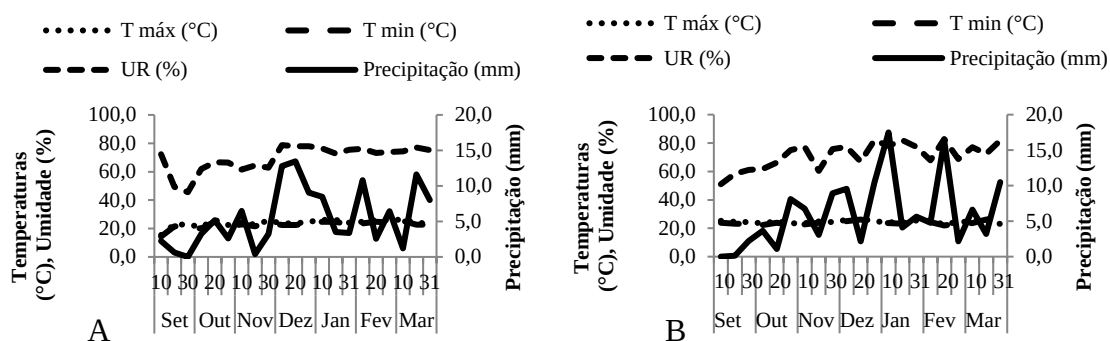


FIGURA 1. Precipitação, temperaturas máxima e mínima e umidade relativa do ar durante o ciclo da cultura da soja, nas safras 2016/17 (A) e 2017/18 (B) em Ponta Porã, MS. Fonte: INMET.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com tratamentos arranjados em esquema de parcelas subdivididas, em que as parcelas eram as três cultivares de soja e as subparcelas as pontas de pulverização (Quadro 1) + 1 testemunha sem aplicação, com quatro repetições. Cada unidade experimental teve uma área com 10 fileiras de soja e 15 metros de comprimento, sendo desconsiderada as fileiras externas e dois metros iniciais e finais de cada unidade experimental, tendo área útil de 29,7 m².

Para a aplicação do fungicida utilizou-se um pulverizador hidráulico com tanque de capacidade de 600 L e barras de 12 m de largura operacional, sendo os bicos espaçados a cada 50 cm, com volume de aplicação de 200 L ha⁻¹. As pressões de trabalho das pontas foram: 11002 BD de 200 kPa, AIXR 110015 de 400 kPa, TTJ60 de 500 kPa. Utilizou-se o fungicida Fluxapiroxade + Piraclostrobina (167 + 333 g L⁻¹) 350 mL p.c. ha⁻¹ + óleo mineral 0,5 L ha⁻¹, sendo a primeira aplicação realizada quando as plantas atingiram o estágio fenológico R.1 (FEHR e CAVINESS, 1981) e uma segunda aplicação 14 dias após a primeira. Durante as aplicações do fungicida, monitoraram-se as condições ambientais de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento com auxílio de um Termo-Higroanemômetro Luxímetro Digital, modelo LM8000. O espectro de gotas foi obtido a partir da escolha da ponta de pulverização, do ajuste da pressão de trabalho e da velocidade de caminhamento, sem alteração no volume de aplicação.

QUADRO 1. Descrição das pontas de pulverização utilizadas e das principais características das cultivares de soja

Ponta	Descrição	Fabricante	Tamanho de gotas*
Magno 11002 BD	Jato plano simples	Magno Jet	Fina
AIXR 110015	Jato plano duplo com indução de ar	Teejet	Grossa
TTJ60	Jato plano duplo	Teejet	Média
Características	Cultivares		
	SYN 13561 IPRO	AS 3610 IPRO	AS3680 IPRO
Época de plantio	01/10 a 15/11	20/09 a 31/10	01/10 a 31/10
População de plantas (plantas ha ⁻¹)	280 – 300 mil	280 – 300 mil	300 – 320 mil
Hábito de crescimento	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado
Grupo de maturação	5.6	6.1	6.8
Resistência/tolerância**			
Cancro da haste	R	R	MR
Pústula bacteriana	S	MR	MR
Mancha olho-de-rã	MR	MR	MR
Mancha alvo	MS	MR	MS

* Informações dos fabricantes. ** R – resistente, MR – moderadamente resistente, MS – moderadamente suscetível, S – suscetível.

A deposição de gotas foi avaliada após a primeira aplicação de fungicida, para isso utilizou-se papéis hidrossensíveis, específicos para esse tipo de avaliação. A disposição dos papéis no interior do dossel foi realizada grampeando-se os papéis na parte adaxial das folhas. As cultivares de soja estavam em estágio R.1 com $0,85 \pm 0,06$ m de altura, as plantas foram divididas igualmente em três partes no sentido vertical (superior, médio e inferior), em cada uma dessas partes foram alocados dois papéis hidrossensíveis.

Os papéis foram armazenados em caixa de madeira com sílica gel azul logo após a pulverização, para evitar que a umidade do ambiente interferisse nos resultados. Estes foram digitalizados sendo posteriormente avaliados no programa de análise de imagens GOTAS[®]. Determinando-se o diâmetro da mediana volumétrica (DMV), a densidade de gotas (gotas cm⁻²) e a cobertura de gotas (%).

A arquitetura das plantas foi avaliada por meio da determinação do índice de área foliar (IAF) no momento das aplicações, segundo metodologia de Peixoto (1998). Foram coletadas aleatoriamente três plantas em cada uma das parcelas experimentais, das quais foram retiradas todas as folhas. Com o auxílio de um perfurador metálico foram

retirados discos foliares de área conhecida em quatro posições do limbo foliar, em cada folíolo, evitando-se a amostragem da nervura central; em seguida, os discos foliares de área conhecida foram colocados em estufa com circulação de ar a 70°C durante 36 h, visando à obtenção da matéria seca. Utilizou-se o mesmo procedimento para a secagem das folhas das quais foram retirados os discos foliares. Obteve-se o IAF pela relação entre a matéria seca dos discos foliares e a matéria seca total (folhas + discos foliares).

A partir da aplicação do fungicida, foram realizadas cinco coletas com 10 trifólios removidos dos terços inferior e médio das plantas de cada unidade experimental, aos 0, 7, 14, 21 e 28 dias após a primeira aplicação do fungicida.

A severidade de ferrugem da soja foi avaliada mediante determinação do percentual de área foliar com sintomas da doença, utilizando-se a escala proposta por Godoy et al. (2006). A partir dos dados da severidade da doença, foi construída a curva de progresso e à determinação da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) calculada a partir da metodologia proposta por Campbell e Madden (1990).

$$AACPD = \sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{y_i + y_{i+1}}{2} \right) (t_{i+1} - t_i)$$

em que,

AACPD - área abaixo da curva de progresso da doença;

y_i - proporção da doença na i -ésima observação;

t_i - tempo em dias na i -ésima observação;

n - número total de observações.

Avaliou-se a massa de 1000 grãos e a produtividade (kg ha^{-1}). A colheita dos grãos de soja foi realizada pela remoção manual de todas as plantas presentes em uma área de 5,4 m^2 , e em seguida foi feita a trilha. Após a trilha, os grãos foram acondicionados em sacos de papel, sendo devidamente identificados e armazenados para posterior limpeza manual e determinação da umidade. As amostras foram pesadas e o valor convertido para 13% de umidade, e estes resultados foram expressos em kg ha^{-1} . A massa de 1000 grãos foi obtida a partir de três amostras aleatórias dos grãos de cada parcela experimental (SARAIVA et al. 2009).

Os dados foram submetidos às análises de variância comparadas pelo teste F a 5% de probabilidade. As comparações entre médias foram realizadas pelo teste Tukey,

a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo das pontas de pulverização e das cultivares de soja para o DMV, densidade e cobertura de gotas nas safras 2016/17 e 2017/18. A ponta TTJ60 obteve menores valores de DMV nos terços médio e inferior para as cultivares AS 3680 e AS 3610 na safra 2016/17 (Quadro 2). As pontas 11002 BD e TTJ60 produziram gota finas e a ponta AIXR 110015 produziu gotas que variaram de fina a média, conforme classificação de tamanho de gotas ASAE (2000). A ponta AIXR 110015 proporcionou maior DMV nas cultivares AS 3680 e AS 3610. Pontas com indução de ar, como a AIXR 110015, tendem a produzir gotas mais grossas (SASAKI et al., 2016).

Analizando a densidade de gotas, na safra 2016/17 verificou-se que, no terço inferior, as pontas 11002 BD e AIXR 110015 proporcionaram maior densidade nas cultivares AS 3680 e AS 3610 (Quadro 3). Para a cultivar SYN 13651 não houve diferença entre as pontas em nenhuma safra.

QUADRO 2. Diâmetro mediano volumétrico (DMV, μm) obtido na primeira aplicação de fungicida com três pontas de pulverização em três cultivares de soja nas safras 2016/17 e 2017/18. Ponta Porã, MS, 2018

Safr 2016/17				
Pontas	Cultivares			
	SYN 13651	AS 3680	AS 3610	Média
DMV terço superior				
11002BD	295,2 Aa	275,2 Aa	263,3 Aa	277,9 A
AIXR110015	278,7 Aa	272,7 Aa	222,1 Aa	257,8 A
TTJ60	275,5 Aa	303,89 Aa	256,5 Aa	278,6 A
Média	283,1 a	283,9 a	247,3 a	
DMV terço médio				
11002BD	184,0 ABab	250,9 Aa	171,4 Ab	202,1 AB
AIXR110015	240,3 Aa	214,9 ABa	235,5 Aa	230,2 A
TTJ60	163,0 Ba	167,4 Ba	192,4 Aa	174,3 B
Média	195,8 a	211,1 a	199,8 a	
DMV terço inferior				
11002BD	182,1 Aa	164,6 Ba	158,3 Aba	168,3 A
AIXR110015	118,5 Bb	214,2 Aa	201,2 Aa	177,9 A
TTJ60	183,2 Aa	161,2 Ba	141,0 Ba	161,8 A
Média	161,2 a	180,0 a	167,8 a	
	Safr 2017/18			
DMV terço superior				
11002BD	322,2 Aa	293,3 Aa	282,0 Aa	299,2 A
AIXR110015	306,8 Aab	286,2 Aa	307,7 Aa	300,2 A
TTJ60	260,8 Ab	266,2 Aa	266,1 Aa	264,4 A
Média	296,6 a	281,9 a	285,3 a	
DMV terço médio				
11002BD	190,5 Ab	226,9 Aa	210,0 Aab	209,1 B
AIXR110015	248,1 Aa	218,9 Aa	245,6 Aa	237,5 A
TTJ60	201,2 Ab	207,4 Aa	196,2 Ab	201,6 B
Média	213,3 a	217,7 a	217,3 a	
DMV terço inferior				
11002BD	158,8 Aa	191,0 Aa	175,5 Aa	175,1 A
AIXR110015	192,6 Aa	155,2 Aa	142,0 Aa	163,2 A
TTJ60	175,1 Aa	163,6 Aa	170,2 Aa	169,6 A
Média	175,5 a	169,9 a	162,6 a	

* Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na coluna (entre pontas) e minúsculas na linha (entre cultivares), não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

QUADRO 3. Densidade de gotas (gotas cm⁻²) obtido após a primeira aplicação de fungicida com três pontas de pulverização em três cultivares de soja nas safras 2016/17 e 2017/18. Ponta Porã, MS, 2018

Pontas	Safr 2016/17			
	Cultivares			
	SYN 13651	AS 3680	AS 3610	Média
Densidade terço superior				
11002 BD	41,7 Aa	23,7 Aa	31,9 Aa	32,4 A
AIXR110015	22,6 Aa	21,8 Aa	32,8 Aa	25,8 A
TTJ60	38,8 Aa	30,5 Aa	48,9 Aa	39,4 A
Média	34,4 a	25,3 a	37,9 a	
Densidade terço médio				
11002 BD	28,3 Aa	17,2 Aa	11,9 Aa	19,1 A
AIXR110015	34,4 Aa	18,5 Aa	24,5 Aa	25,8 A
TTJ60	17,9 Aa	9,6 Aa	17,4 Aa	14,9 A
Média	26,8 a	15,1 a	17,9 a	
Densidade terço inferior				
11002 BD	6,6 Ab	7,0 ABb	18,3 Aa	10,6 A
AIXR 110015	12,3 Aa	17,0 Aa	11,7 ABa	13,7 A
TTJ60	9,6 Aa	4,4 Ba	4,7 Ba	6,2 A
Média	9,5 a	9,5 a	11,6 a	
Safr 2017/18				
Densidade terço superior				
11002 BD	10,5 Aa	11,3 Aa	11,9 Aa	11,2 A
AIXR110015	11,5 Aa	9,1 Aa	10,5 Aa	10,4 A
TTJ60	13,5 Aa	12,6 Aa	9,0 Aa	11,7 A
Média	11,8 a	11,0 a	10,5 a	
Densidade terço médio				
11002 BD	6,2 Aa	6,2 Aa	13,6 Aa	8,6 A
AIXR110015	8,2 Aa	4,6 Aa	8,5 Aa	7,1 A
TTJ60	9,8 Aa	5,7 Aa	5,4 Aa	6,9 A
Média	8,0 a	5,5 a	9,2 a	
Densidade terço inferior				
11002 BD	4,6Aa	3,5 Aa	14,0 Aa	7,3 A
AIXR 110015	1,8 Aa	0,9 Aa	2,3 Aa	1,7 B
TTJ60	1,8 Aa	2,2 Aa	2,2 Aa	2,0 AB
Média	2,7 a	2,2 a	6,1 a	

* Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na coluna (entre pontas) e minúsculas na linha (entre cultivares), não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tormen et al. (2012) relataram que gotas com menor diâmetro podem gerar maior cobertura nos terços médio e inferior das plantas de soja. Segundo Cunha et al. (2014) não há uma clara definição quanto à seleção da ponta de pulverização ideal, mas de forma geral, pontas que produzem gotas médias podem proporcionar maiores densidades e coberturas de gotas. Na safra 2016/17 a ponta AIXR 110015, com gotas de

tamanho médio, proporcionaram maior densidade e na safra 2017/18 foi a ponta 11002 BD, com gotas de tamanho fina, indicando que os resultados podem variar provavelmente devido as condições climáticas no momento da aplicação. Na safra 2016/17, no momento da aplicação dos tratamentos, a temperatura do ar variou de 23,9 a 26,0 °C, a umidade de 64,5 a 75,0% e a velocidade do vento de 3,8 a 7,4 km h⁻¹. Durante a safra 2017/18 a temperatura do ar variou de 27,4 a 31,3°C, a umidade de 55,0 a 77,0% e a velocidade do vento de 2,5 a 5,4 km h⁻¹. A velocidade do vento pode ter sido o fator que prejudicou as gotas mais finas de se depositarem no alvo na safra 2016/17. Gotas finas são facilmente transportadas pelo vento, embora podem proporcionar maior cobertura do alvo (CUNHA et al., 2006).

A densidade de gotas nos terços inferior, médio e superior das plantas de soja foram inferiores a 100 gotas por cm², valor que seria apropriado para aplicação de fungicidas (CHRISTOFOLETTI, 1999), e os valores foram diminuindo do terço superior para o inferior.

Em trabalho com espectro de gotas pulverizadas em duas cultivares de soja, Debortoli et al. (2012) obtiveram valores que chegaram a superar 250 gotas por cm². Segundo os autores, espera-se que espectros de gotas muito finos e finos proporcionem maior deposição de gotas que espectros médios e grossos. Mas, os mesmos autores verificaram redução de mais de 10 vezes na deposição de gotas no terço inferior em comparação ao terço superior. Cunha et al. (2014) ressaltam a importância de buscar estratégias que incrementem a deposição, principalmente na parte inferior da cultura da soja.

Para a cobertura de gotas, de maneira geral, as pontas 11002 BD e AIXR 110015 proporcionaram maior cobertura (Quadro 4). A cobertura de gotas foi diminuindo a medida que se penetrou no dossel das plantas, resultado esperado já que as gotas começam a encontrar barreiras para penetrar no dossel. Farinha et al. (2009), estudando a deposição da aplicação em duas cultivares de soja, observaram depósitos no terço superior quase três vezes superior aos do terço inferior.

QUADRO 4. Cobertura de gotas (%) obtida após a primeira aplicação de fungicida com três pontas de pulverização em três cultivares de soja, nas safras 2016/17 e 2017/18. Ponta Porã, MS, 2018

Pontas	Safr 2016/17			
		Cultivares		
	SYN 13651	AS 3680	AS 3610	Média
Cobertura terço superior				
11002 BD	41,7 Aa	40,7 Aa	29,6 Aa	37,3 A
AIXR110015	31,0 Aa	34,7 Aa	22,6 Aa	29,4 A
TTJ60	34,6 Aa	54,0 Aa	30,9 Aa	39,8 A
Média	35,7 a	43,1 a	27,7 a	
Cobertura terço médio				
11002 BD	13,0 Aa	26,9 Aa	10,4 Aa	16,8 AB
AIXR110015	24,7 Aa	13,4 Aa	18,2 Aa	18,8 A
TTJ60	8,4 Aa	8,0 Aa	14,4 Aa	10,3 B
Média	15,4 a	16,1 a	14,3 a	
Cobertura terço inferior				
11002 BD	5,7 Aa	6,1 Ba	6,9 Aa	6,2 A
AIXR110015	4,4 Ab	15,3 Aa	4,9 Ab	8,2 A
TTJ60	7,8 Aa	3,2 Ba	2,1 Aa	4,4 A
Média	5,9 a	8,2 a	4,6 a	
Safr 2017/18				
Cobertura terço superior				
11002 BD	47,1 Aa	33,9 Aa	33,4 Aa	38,1 A
AIXR110015	39,7 Aa	31,7 Aa	42,3 Aa	37,3 A
TTJ60	32,9 Aa	29,9 Aa	30,7 Aa	31,7 A
Média	39,9 a	31,8 a	35,4 a	
Cobertura terço médio				
11002 BD	7,5 Aa	12,7 Aa	16,2 Aa	12,1 A
AIXR110015	18,5 Aa	8,5 Aa	17,3 Aa	14,7 A
TTJ60	12,6 Aa	9,3 Aa	8,2 Aa	10,1 A
Média	12,9 a	10,2 a	13,9 a	
Cobertura terço inferior				
11002 BD	4,6Aa	4,7 Aa	13,2 Aa	7,5 A
AIXR110015	2,9 Aa	4,8 Aa	3,6 Aa	3,8 AB
TTJ60	2,1 Aa	2,2 Aa	2,9 Aa	2,4 B
Média	3,2 a	2,6 a	6,6 a	

* Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na coluna (entre pontas) e minúsculas na linha (entre cultivares), não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na safra 2016/17 a ponta AIXR 110015 obteve maior cobertura que a ponta TTJ60 no terço médio, e para a cultivar AS 3680 no terço inferior a ponta AIXR 110015 proporcionou maior cobertura que as demais pontas. Pelos dados obtidos, pode-se verificar que a ponta de indução de ar, de espectro de gotas médio, foi mais eficiente na

cobertura no terço inferior das plantas. Para Wolf e Daggupati (2009) a densidade das folhas das plantas de soja é o fator que mais influencia a penetração das gotas.

O índice de área foliar das três cultivares variou de 4,1 a 5,2. A cultivar SYN 13651 obteve o maior IAF nas duas safras (Quadros 5). Outros fatores como fechamento das entrelinhas de semeadura, ângulo e posição dos trifólios e altura das plantas podem interferir, também, na penetração e cobertura das gotas pulverizadas.

QUADRO 5. Índice de área foliar de cultivares de soja nas safras 2016/17 e 2017/18. Ponta Porã, MS, 2018

Cultivares	Safra 2016/17	Safra 2017/18
SYN 13651	5,2	5,0
AS 3680	4,8	4,2
AS 3610	4,0	4,1

Tormen et al. (2012) obtiveram maior porcentagem de deposição de gotas nos terços inferior e médio em duas cultivares de soja na aplicação em R1, quando comparada com a aplicação em R4, provavelmente, devido às diferenças de arquitetura e ao fechamento do dossel, no momento das aplicações. Segundo os mesmos autores, as condições meteorológicas, o arranjo de plantas e o melhoramento genético, podem alterar a arquitetura das plantas.

Durão e Boller (2017) obtiveram as menores AACPD da ferrugem da soja com o uso de ponta de gotas de tamanho médio. Na aplicação de fungicida sistêmico, as gotas pulverizadas devem permanecer em contato com a folha por um período mínimo, para que a planta possa absorver o princípio ativo (YU et al., 2009). Portanto, gotas muito finas podem evaporar antes da absorção pela planta.

A cultivar SYN 13651 teve maior massa de 1000 grãos nas duas safras e maior produtividade na safra 2017/18, em comparação com as cultivares AS 3680 e AS 3610 (Quadro 6). As diferenças entre produtividade e massa de 1000 grãos pode ser devido também as diferenças nas características genéticas entre as cultivares, conforme descrito no Quadro 1.

QUADRO 6. Área abaixo da curva do progresso da doença, massa de 1000 grãos e produtividade em três cultivares de soja com aplicação de fungicida por três pontas de pulverização, avaliados nas safras 2016/17 e 2017/18. Ponta Porã, MS, 2018

Safr 2016/17				
Pontas	Cultivares			Média
	SYN 13651	AS 3680	AS 3610	
AACPD				
11002 BD	6,3 Aa	2,5 Aa	4,3 Aa	4,4 A
AIXR110015	7,7 Aa	2,0 Aa	8,9 Aa	6,2 A
TTJ60	10,6 Aa	3,1 Aa	9,6 Aa	7,8 A
Média	8,1 a	2,6 a	7,6 a	
Massa de 1000 grãos (g)				
11002 BD	169,5 Aa	149,1 ABb	154,2 Ab	157,6 A
AIXR110015	168,1 Aa	158,1 Aab	150,0 Ab	158,7 A
TTJ60	172,3 Aa	146,1 Bb	152,9 Ab	157,1 A
Média	169,9 a	151,1 b	152,3 b	
Produtividade (kg ha ⁻¹)				
11002 BD	3.635,1 Aa	3.665,5 Aa	4.096,1 Aa	3.798,9 A
AIXR110015	3.637,6 Aa	4.186,5 Aa	4.125,7 Aa	3.983,3 A
TTJ60	4.125,7 Aa	4.430,4 Aa	4.321,1 Aa	4.292,4 A
Média	3.799,5 a	4.094,1 a	4.181,0 a	
Safr 2017/18				
Pontas	Cultivares			Média
	SYN 13651	AS 3680	AS 3610	
AACPD				
11002 BD	33,2 Aa	22,4 Aa	30,8 Aa	28,8 A
AIXR110015	30,7 Aa	23,7 Aa	19,2 Aa	24,5 A
TTJ60	32,7 Aa	20,7 Aa	34,3 Aa	29,2 A
Média	32,2	22,3	28,1	
Massa de 1000 grãos (g)				
11002 BD	166,8 Aa	149,1 Bb	157,0 Ab	157,6 A
AIXR110015	164,4 Aa	158,1 Aab	151,1 Ab	157,8 A
TTJ60	164,2 Aa	147,4 Bb	156,5 Aa	156,0 A
Média	165,1 a	151,5 b	154,9 b	
Produtividade (kg ha ⁻¹)				
11002 BD	3664,5 Aa	3328,7 Ab	3041,7 Ab	3345,0 A
AIXR110015	3554,2 Aa	3104,2 Ab	2986,1 Ab	3214,8 A
TTJ60	3626,4 Aa	3398,6 Aa	2868,1 Ab	3297,7 A
Média	3615,0 a	3277,2 b	2965,3 c	

* Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na coluna (entre pontas) e minúsculas na linha (entre cultivares), não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

As pontas 11002 BD e AIXR 11005 proporcionam maior densidade e cobertura de gotas nas cultivares AS 3610 e AS 3810.

Gotas de tamanho médio sofreram menor influência das condições climáticas do que as gotas finas, principalmente do vento, e proporcionaram maior deposição nos terços médio e inferior das plantas de soja.

A deposição de gotas no terço inferior das plantas de soja foi baixa em todas as cultivares avaliadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERING. Spray nozzle classification by droplet spectra. St. Joseph: ASAE, 2000. p.389-391. (ASAE Standard S572).

BOLLER, W.; FORCELINI, C.A.; HOFFMANN, L.L. Tecnologia de aplicação de fungicidas - parte I. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 15, p. 243-276, 2007.

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**, v. 54, n. 3, p. 225-234, 2011.

CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. Monitoring epidemics: Diseases. In: Campbell, C. L.; Madden, L. V. (ed.) **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: J. Wiley, 1990. cap.6, p.107-128.

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

CHRISTOFOLETTI, J.C. **Considerações sobre tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**. São Paulo: Teejet, 1999. 15p.

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**, v. 30, n. 4. p. 950-957, 2014.

CUNHA, J.P.; FARNESE, A.C.; OUVET, J.J.; VILLALBA, J. Deposição de calda pulverizada na cultura da soja promovida pela aplicação aérea e terrestre. **Engenharia Agrícola**, v. 31, n. 2, p. 343-351, 2011.

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

DEBORTOLI, M.P.; TORMEN, N.R.; BALARDIN, R.S.; FAVERA, D.D.; STEFANELLO, M.T.; PINTO, F.F.; UEBEL, J.D. Espectro de gotas de pulverização e controle da ferrugem asiática da soja em cultivares com diferentes arquiteturas de planta. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.47, n.7, p.920-927, 2012.

DURÃO, C.F.; BOLLER, W. Spray nozzles performance in fungicides applications for asian soybean rust control. **Engenharia Agrícola**, v.37, n.4, p.709-716, 2017.

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

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University, 1981. 12p. Special Report, 80

GODOY, C.V.; KOGA, L.J.; CANTERI, M.G. Diagrammatic Scale for Assessment of Soybean Rust Severity. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 1, 2006.

GODOY C.V. **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, Phakopsora pachyrhizi, na safra 2017/2018: Resultados sumarizados dos ensaios cooperativos**. Londrina, Embrapa Soja. 2018. 8p (Circular Técnica, 138).

NASCIMENTO, J.M.; GAVASSONI, W.L.; SOUZA, C.M.A.; BACCHI, L.M. A.; SERRA, A.P.; ZACCARON, M.L. Pontas de pulverização e horários de aplicação no controle químico de ferrugem asiática da soja. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 5, p. 2037-2048, 2013.

NUYTTENS, D.; DE SCHAMPHELEIRE, M.; BAETENS, K.; BRUSSELMAN, E.; DEKEYSER, D.; VERBOVEN, P. Drift from field crop sprayers using an integrated approach: results of a five-year study. **Transactions of the ASABE**, 2011.

OZKAN, H. E.; ZHU, H.; DERKSEN, R. C.; GULER, H.; KRAUSE, C. R. Evaluation of various spraying equipment for effective application of fungicides to control asian soybean rust. **Aspects of Applied Biology** 77. International Advances in Pesticide Applications 2006, Cambridge: Robinson College, 2006. p.423-431.

PEIXOTO, C. P. **Análise de crescimento e rendimento de três cultivares de soja (Glycyne max (L) Merrill) em três épocas de semeadura e três densidades de plantas**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1998. 151p. Tese Doutorado.

SARAIVA, O.F.; LEITE, R.M.V.B.C.; CASTRO, C. **Ata XXX Reunião de Pesquisa de soja da Região Central do Brasil**, Londrina: Embrapa Soja, 2009. p. 249.

SASAKI, R.S.; TEIXEIRA, M.M.; MACIEL, C.F.S.; ALVARENGA, C.B. FORASTIERE, P.R. Espectro das gotas produzidas por pontas de jato plano duplo defasado com indução de ar. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 23 n. 3, 2016.

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 Ambiental**, v. 16, n. 7, p. 802–808, 2012.

WOLF, R.E.; DAGGUPATI, N.P. Nozzle type effect on soybean canopy penetration. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 25, p. 23-30, 2009.

YU, Y.; ZHU, H.; OZKAN, H.E.; DERKSEN, R.C.; KRAUSE, C.R. Evaporation and deposition coverage area of droplets containing insecticides and spray additives on hydrophilic, hydrophobic, and crabapple leaf surfaces. **Transactions of the ASAE** v. 52, p. 39-49, 2009.

MANEJO DE FUNGICIDAS NO CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA

RESUMO: A ferrugem asiática da soja é a principal doença da cultura e o manejo no uso de fungicidas é importante para se evitar a resistência do patógeno. O objetivo do trabalho foi avaliar o manejo de fungicidas com aplicações sequenciais para o controle da ferrugem asiática da soja. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com quatro repetições e oito tratamentos com diferentes combinações de fungicidas dos grupos químicos: triazol, estrobilurina, carboxamida e ditiocarbamato. As aplicações foram realizadas com um equipamento de pulverização costal à pressão constante (CO₂) e volume de calda de 200 L ha⁻¹. Foram avaliadas a severidade da ferrugem, área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), eficiência do controle, massa de 1000 grãos e produtividade. O fungicida protetor mancozebe, em misturas com fungicidas sistêmicos, foram mais eficazes para o controle da ferrugem asiática da soja do que fungicidas sistêmicos aplicados sem o fungicida protetor.

Palavras-chave: Tecnologia de aplicação, *Phakopsora pachyrhizi*, mancozebe.

MANAGEMENT OF FUNGICIDES IN THE CONTROL OF ASIAN SOYBEAN RUST

ABSTRACT: Asian soybean rust is the main disease of soybean cultivation and management in the use of fungicide is important to avoid resistance of the pathogen. The objective of this work was to evaluate the fungicide management with sequential applications for the control of Asian soybean rust. The experimental design was a randomized block design with four replicates and eight treatments with different combinations of fungicides of the chemical groups: triazole, strobilurin, carboxamide and dithiocarbamate. The applications were carried out with a constant pressure (CO₂) costal spraying equipment and 200 L ha⁻¹ syrup volume. Rust severity, area under the disease progress curve (AACPD), control efficiency, 1000 grain mass and productivity were evaluated. Fungicide control of Asian soybean rust resulted in lower disease growth. The

fungicide mancozeb, in mixtures with systemic fungicides, were more effective for the control of Asian soybean rust than systemic fungicides applied without the protective fungicide.

Keywords: Application technology, *Phakopsora pachyrhizi*, mancozeb.

INTRODUÇÃO

A principal doença da cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é a ferrugem asiática da soja causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & Sydow, na qual os primeiros sintomas da doença são pequenas lesões foliares com coloração castanha a marrom-escura na parte abaxial da folha (GODOY et al., 2018). No campo, o fungo infecta o tecido foliar de uma ampla gama de hospedeiros, seus uredósporos são liberados por um ostíolo na urédia (GOELLNER et al., 2010).

A ferrugem da soja é a mais destrutiva doença foliar da soja, e perdas de rendimento superiores a 50% são comuns sob condições ambientais favoráveis para o desenvolvimento da doença. Temperaturas de 15°C a 25°C e o mínimo de seis horas de molhamento foliar são condições climáticas que favorecem o progresso da doença (NASCIMENTO et al., 2018; EMBRAPA, 2011).

Segundo Weirich et al. (2013), a resistência genética é a maneira mais eficaz e econômica de evitar danos causados por doenças em plantas cultivadas. Por não haver cultivares de soja resistentes à ferrugem asiática devido à grande variabilidade do patógeno, há dificuldade no controle da doença (NEVES e BLUM, 2013).

O uso de fungicida torna-se uma alternativa eficiente para o controle da doença (GODOY et al., 2018). A aplicação de mais de um grupo de fungicida, com diferentes modos de ação, melhora o controle da doença e prolonga a vida útil dos fungicidas (NASCIMENTO et al., 2018). O uso de fungicidas com o mesmo modo de ação gera um grande risco de seleção de populações resistentes do patógeno (FRAC, 2010).

A dificuldade em controlar a ferrugem da soja com fungicidas está se tornando cada vez mais evidente, comprovada a alta capacidade de adaptação e variabilidade do fungo (SCHMITZ et al., 2014). A resistência / menor sensibilidade do fungo *P. pachyrhizi* a fungicidas do grupo dos inibidores da desmetilação (IDM),

inibidores da quinona externa (IQe) e inibidores da succinato desidrogenase (ISDH) já foi confirmada no Brasil (SCHMITZ et al., 2014; KLOSOWSKI et al., 2016; SIMÕES et al., 2018).

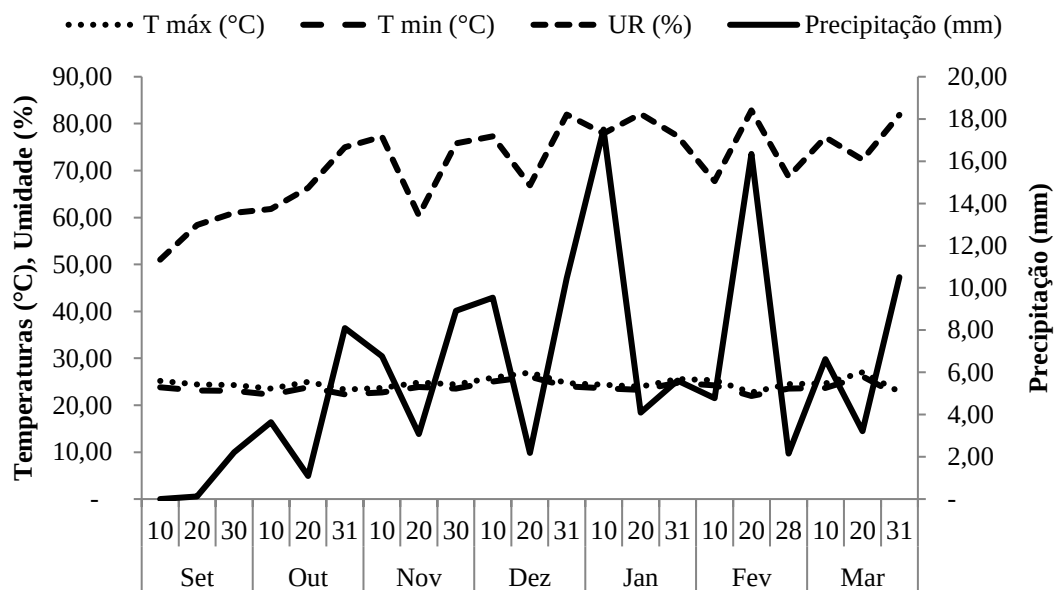
A adaptação de *P. pachyrhizi* a fungicidas e sua capacidade de superar genes de resistência mostram que nenhuma solução única será capaz de manter a sustentabilidade da cultura (GODOY et al., 2016). É necessário desenvolver estratégias para garantir o controle econômico da doença, para se ter um máximo de produtividade e rentabilidade.

O uso de fungicidas com ação multi-sítio é uma estratégia importante que pode contribuir para reverter a diminuição da sensibilidade a fungicidas sistêmicos. Fungicidas com maior espectro de ação, como mancozebe, podem ser aliados no controle da ferrugem da soja (GULLINO et al., 2010). São encontrados relatos do uso desse ativo para aumentar o espectro de ação de programas de controle contendo fungicidas sítio-específico (GODOY et al., 2018).

Diante desse contexto, objetivou-se avaliar o manejo de fungicidas com aplicações sequenciais para o controle da ferrugem asiática da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na safra 2017/2018 no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, campus Ponta Porã, MS, localizada na rodovia BR 463, km 14, 755m de altitude, as condições climáticas do período estão apresentadas na Figura 1. A área experimental foi preparada de maneira a adequar-se às condições físicas, químicas e biológicas do solo à cultura da soja, sendo que as adubações de base foram feitas de acordo com a análise de solo e as recomendações da cultura para a região. O espaçamento entrelinhas utilizado foi de 0,45 m, cultivar de soja M6410, estande de 13 plantas por metro e população final de 290.000 plantas por hectare.



Fonte: INMET.

FIGURA 1. Precipitação, temperaturas máxima e mínima e umidade relativa do ar durante o ciclo da cultura da soja, na safra 2017/18 em Ponta Porã, MS.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com quatro repetições, sete tratamentos com aplicações de fungicidas + 1 testemunha sem aplicação (Quadro 1). As parcelas tinham 8 linhas de semeadura com cinco metros de comprimento, sendo a área útil de 5,4 m². As aplicações foram realizadas com um equipamento de pulverização costal à pressão constante (CO₂) dotado de uma barra porta-bicos de 3 metros, com pontas de pulverização AIXR 110015, pressão na barra regulada a 350 kPa e volume de calda de 200 L ha⁻¹.

Foi realizado um monitoramento semanal para detecção da ferrugem asiática da soja por meio de coletas de 30 trifólios do terço inferior e médio da cultura, a primeira aplicação foi realizada no dia 20/12/2017, estágio fenológico V8, de maneira preventiva, sem a detecção da doença, a segunda aplicação realizada em 04/01/2018, estágio fenológico R1, onde surgiram os primeiros sinais da doença, e a terceira aplicação realizada em 20/01/2018, estágio fenológico R4. A partir da primeira aplicação do fungicida, foram realizadas coletas semanais de 10 trifólios removidos dos terços inferior e médio das plantas de cada parcela. Avaliou-se a severidade da doença, a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), a massa de 1000 grãos e a produtividade (kg ha⁻¹).

QUADRO 1. Épocas de aplicação pela escala de Fehr e Caviness (1977) e tratamentos utilizados

Tratamentos	Época de aplicação		
	V8	R1	R4
T1	Testemunha	-	-
T2	trifloxistrobina + protioconazol ²	azoxistrobina + benzovindiflupir ¹	azoxistrobina + ciproconazol ¹
T3	-	azoxistrobina + benzovindiflupir ¹	azoxistrobina + ciproconazol ¹
T4	-	picoxistrobina + ciproconazol ¹	picoxistrobina + ciproconazol ¹
T5	azoxistrobina + ciproconazol ¹ + mancozebe	azoxistrobina + benzovindiflupir ¹	picoxistrobina + ciproconazol ¹
T6	trifloxistrobina + protioconazol ²	azoxistrobina + benzovindiflupir ¹ + mancozebe	picoxistrobina + ciproconazol ¹ + mancozebe
T7	trifloxistrobina + protioconazol ² + mancozeb	azoxistrobina + benzovindiflupir ¹ + mancozebe	picoxistrobina + ciproconazol ¹ + mancozebe
T8	-	azoxistrobina + benzovindiflupir ¹ + mancozebe	azoxistrobina + ciproconazol ¹ + mancozebe

¹Adicionado Nimbus 0,5 L ha⁻¹; ²adicionado Aureo 0,5 L ha⁻¹.

A severidade de ferrugem asiática foi avaliada mediante determinação do percentual de área foliar com sintomas da doença, utilizando-se a escala proposta por Godoy et al. (2006). As avaliações foram realizadas aos 0, 7, 14, 21, 28 e 35 dias após a primeira aplicação do fungicida. Com os dados de severidade da última avaliação, se determinou a eficiência de controle (%) dos fungicidas, conforme Godoy et al. (2018).

A partir dos dados da severidade da doença, foi construído a curva de progresso e à determinação da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) calculada a partir da metodologia proposta por Campbell e Madden (1990).

$$AACPD = \sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{y_i + y_{i+1}}{2} \right) (t_{i+1} - t_i) \quad (1)$$

em que,

AACPD - área abaixo da curva de progresso da doença;

y_i - proporção da doença na i-ésima observação;

t_i - tempo em dias na i-ésima observação;

n - número total de observações.

Avaliou-se a massa de 1000 grãos e a produtividade (kg ha^{-1}). A colheita dos grãos de soja foi realizada pela remoção manual de todas as plantas presentes em uma área de $5,4 \text{ m}^2$, e em seguida foi feita a trilha. Após a trilha, os grãos foram acondicionados em sacos de papel, sendo devidamente identificados e armazenados para posterior limpeza manual e determinação da umidade. As amostras foram pesadas e o valor convertido para 13% de umidade, e estes resultados foram expressos em kg ha^{-1} . A massa de 1000 grãos foi obtida a partir de três amostras aleatórias dos grãos de cada parcela experimental (SARAIVA et al. 2009).

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade, por meio do teste de Ryan-Joiner, a 1% de probabilidade. Foi feita análise de variância comparadas pelo teste F a 5% de probabilidade. As comparações entre médias foram realizadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Aplicou-se a análise de agrupamento utilizando o método de Ward com a medida de similaridade dada pela distância euclidiana, com o objetivo de agrupar os tratamentos com aplicações de fungicidas, definindo a distância de corte igual a 50% da distância euclidiana máxima.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ferrugem da soja foi detectada pela primeira vez na área experimental no dia 04/01/2018, estágio fenológico R1. A condição climática é um fator determinante para o aparecimento da ferrugem da soja. A sobrevivência dos uredósporos é bastante afetada pela temperatura e umidade relativa. Uredósporos expostos a temperaturas acima de 40°C e umidade relativa entre 12 a 20%, mostraram-se inviáveis após 4 a 6h. Em trabalho realizado por Twizeyimana e Hartman (2010) esporos em folhas mantidas a 25°C , com 34% de umidade relativa sobreviveram por apenas 15h. No experimento No Quadro 2 está apresentado o resumo da análise de variância. Houve efeito significativo dos tratamentos para AACPD, massa de 1000 grãos e produtividade.

QUADRO 2. Resumo das análises de variâncias da severidade (SEV), da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), da massa de 1000 grãos g (M1000) e da produtividade de grãos kg ha⁻¹ (PROD). Ponta Porã, MS, 2018

FV	Sev	AACPD	M1000	Prod
Bloco	0,92	21,0	45,2	649782,9*
Trat	0,99	46,7**	216,4*	750720,2**
Resíduo	0,72	11,4	63,3	163914,3

^{ns} não significativo, **, * Significativo a 1 e 5% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

Os resultados de severidade, porcentagem de controle e AACPD são mostrados no Quadro 3. Nos tratamentos T2, T5, T6 e T7 a AACPD foram menores significativamente que a testemunha. Nesses tratamentos a aplicação de fungicida começou de maneira preventiva no estágio V8, os tratamentos T3, T4 e T8 as aplicações começaram com o aparecimento dos primeiros sintomas da doença, estágio R1.

QUADRO 3. Severidade da doença, eficiência no controle (%) e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para cada tratamento com fungicida. Ponta Porã, 2018

Tratamentos	Severidade	Controle	AACPD
Testemunha	1,8 A	-	14,5 A
T2	0,7 A	63,9	5,2 B
T3	0,9 A	49,9	8,9 AB
T4	1,3 A	29,7	7,9 AB
T5	0,5 A	70,6	5,2 B
T6	0,4 A	79,6	4,6 B
T7	0,5 A	75,6	3,8 B
T8	0,9 A	49,6	7,5 AB
CV (%)	96,1	-	46,5

* Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Aplicações de fungicidas preventivas ou mais próximos da detecção de ferrugem em soja proporcionam maior controle da doença do que aquelas efetuadas tardiamente (NASCIMENTO et al., 2018). Rios et al. (2010) ao inocularem artificialmente plantas de soja com uredósforo de *P. pachyrhizi* observaram reduções nos efeitos protetor e curativo de fungicidas à medida que as aplicações foram feitas mais distante da inoculação.

A massa de 1000 grãos e a produtividade estão apresentados no Quadro 4. Os tratamentos T6 e T7 foram estatisticamente diferentes da testemunha para massa de 1000

grãos e os tratamentos T5, T6, T7 e T8 foram diferentes da testemunha para a produtividade. Nesses tratamentos houve a adição do fungicida protetor mancozebe.

QUADRO 4. Massa de 1000 grãos (g) e produtividade (kg ha⁻¹) da soja para cada tratamento com fungicida. Ponta Porã, 2019

Tratamentos	Massa 1000 grãos	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Testemunha	121,7 B	2.130,2 B
T2	136,0 AB	2.722,9 AB
T3	127,1 AB	3.047,7 AB
T4	134,8 AB	2.966,7 AB
T5	136,5 AB	3.307,7 A
T6	143,6 A	3.393,6 A
T7	142,8 A	3.265,3 A
T8	135,7 AB	3.405,3 A
CV (%)	5,9	5,9

* Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O mancozeb é um dos fungicida não sistêmicos mais extensivamente utilizados no mundo, com mecanismo de ação multi-sítio (GULLINO et al., 2010). Fungicidas protetores, como o mancozeb, vem sendo utilizados no manejo antirresistência da Ferrugem da soja (GODOY et al., 2018). No experimento, a aplicação de mancozeb de maneira preventiva ou na detecção na doença, em misturas com fungicidas sistêmicos, apresentou menor redução na produtividade.

No Quadro 5 estão apresentadas as distâncias euclidianas entre os sete tratamentos que tiveram aplicações de fungicidas para o controle da ferrugem da soja. Na Figura 2 pode-se verificar a análise de agrupamento utilizando o método de Ward com a medida de similaridade dada pela distância euclidiana. Os tratamentos T5, T6, T7 e T8 formaram o grupo 1 (G1), enquanto os tratamentos T2, T3 e T4 formaram o grupo 2 (G2).

QUADRO 5. Distância euclidiana entre os sete tratamentos com aplicações de fungicidas

	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
T2	0	325	244	585	671	542	682
T3		0	81	260	346	218	358
T4			0	341	427	299	439
T5				0	86	43	98
T6					0	128	14
T7						0	140
T8							0

Os tratamentos do grupo 1 obtiveram os melhores resultados e foram os tratamentos que tiveram acrescido o fungicida protetor mancozeb, mesmo o tratamento T8 onde a aplicação começou em R1, após a identificação da doença (Figura 2). A associação de mancozebe com fungicidas triazois e estrobilurinas apresentam ação sinérgica ou aditiva (MARQUES, 2017).

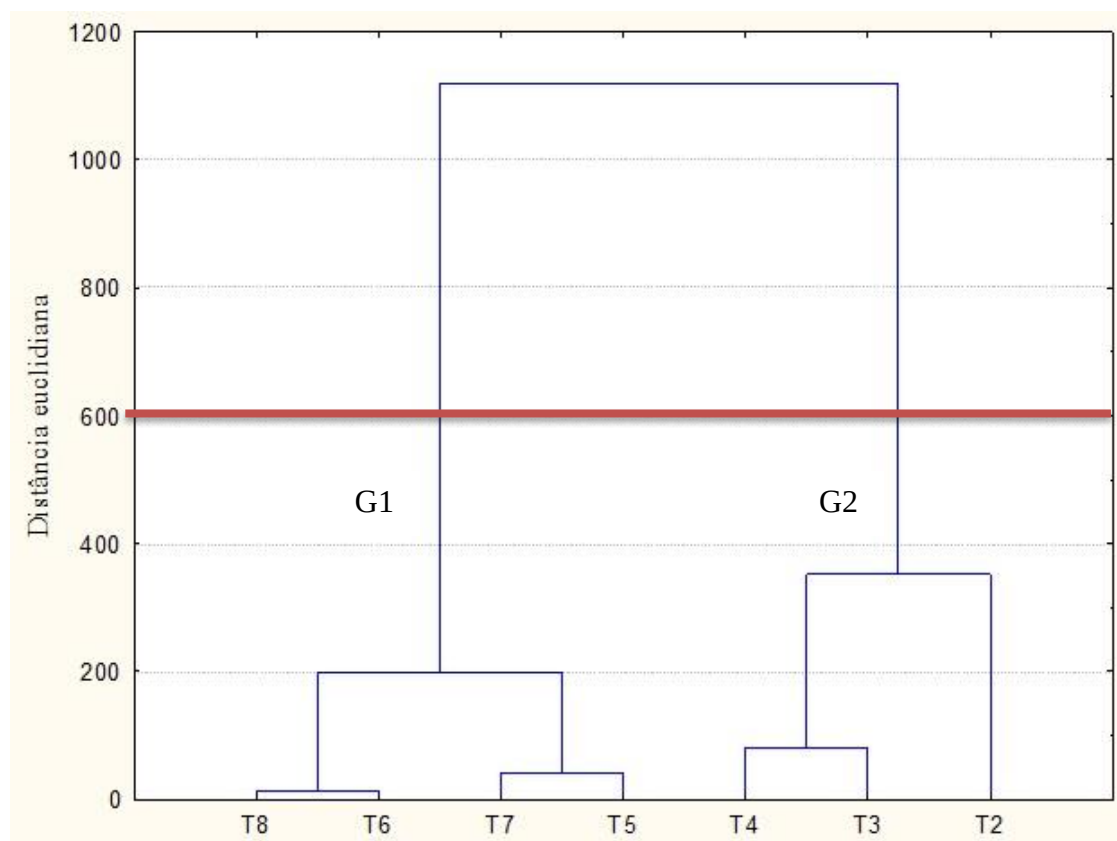


FIGURA 2. Dendrograma mostrando a hierarquia de grupos de sete tratamentos com aplicações de fungicidas. Ponta Porã, MS, 2018.

CONCLUSÕES

O fungicida protetor mancozebe, em misturas com fungicidas sistêmicos, foram mais eficazes para o controle da ferrugem asiática da soja do que fungicidas sistêmicos aplicados sem o fungicida protetor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, M.C.; POZZA, E.A.; FERREIRA, J.B.; ARAÚJO, D.V.; COSTA, J.C.B.; DEUNER, C.C.; MUNIZ, M.F.S.; ZAMBENEDETTI, E.B.; MACHADO, J.C. Intensidade da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & P. Sydow) da soja [*Glycine max* (L.) Merr.] nas cultivares Conquista, savana e suprema sob diferentes temperaturas e períodos de molhamento foliar. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 3, p. 239-244, 2007.
- AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; REZENDE, J.A.M. **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. Vol. 1. 5ª ed. Piracicaba: Agronômica Ceres. 2018. 573p.
- BARRO, J.P.; FORTE, C.T.; TRENTIN, D.; SCARIOT, M.; MILANESI, P.M. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 43, n. 4, p. 276-280, 2017.
- CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley & Sons, 1990. 655 p.
- 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 estudo em Minas Gerais e Goiás. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 4, p. 950-957, 2014.
- EMBRAPA, Tecnologias de produção de soja região central do Brasil 2012 e 2013. **Londrina: Embrapa Soja**, n. 14, 261 p., 2011.
- FEHR, W.R., CAVINESS, C.E. **Stage of soybeans development**. Ames: Iowa State University, 1977. 12p. (Special Report, 80.)
- FRAC. **FRAC recommendations for fungicide mixtures designed to delay resistance evolution**. Jan. 2010. 7p. Disponível em: <<http://www.frac.info/frac/index.htm>>. Acesso em: 09 nov. 2018.
- GODOY, C.V.; KOGA, L.J.; CANTERI, M.G. Diagrammatic Scale for Assessment of Soybean Rust Severity. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 1, 2006.
- GODOY, C.V.; SEIXAS, C.D.S.; SOARES, R.M.; MARCELINO-GUIMARÃES, F.C.; MEYER, M.C.; COSTAMILAN, L.M. Asian soybean rust in Brazil: past, present, and future. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.51, n.5, p.407-421, 2016.
- GODOY C.V.; UTIAMADA, C.M.; MEYER, M.C.; CAMPOS, H.D.; LOPES, I.O.N.; DIAS, A.R.; DEUNER, C.C.; PIMENTA, C.B.; JACCOUD FILHO, D.S.; MOREIRA, E.N.; BORGES, E.P.; ANDRADE JUNIOR, E.R.; SIQUERI, F.V.; JULIATTI, F.C.; JULIATTI, F.C.; FAVERO, F.; FEKSA, H.R.; ARAÚJO JÚNIOR, I.P.; GRIGOLLI, J.F.J.; NUNES JUNIOR, J.; BELUFI, L.M.R.; CARNEIRO, L.C.; CARREGAL, L.H.; SATO, L.N.; CANTERI, M.G.; VOLF, M.R.; GOUSSAIN, M.; DIAS, M.D.; DEBORTOLI, M.P.; MARTINS, M.C.; BALARDIN, R.S.; FURLAN, S.H.; MADALOSSO, T.; CARLIN, V.J.; VENANCIO, W.S. **Eficiência de fungicidas para o**

controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2017/2018: Resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina, Embrapa Soja. 2018. 8p (Circular Técnica, 138).

GOELLNER, K.; LOEHRER, M.; LANGENBACH, C.; CONRATH, E.K.; SCAFFRATH, U. *Phakopsora pachyrhizi*, the causal agent of Asian soybean rust. **Molecular Plant Pathology**, Malden, v. 11, n. 2, p. 169-177. 2010.

GULLINO, M.L.; TINIVELLA, F.; GARIBALDI, A.; KEMMITT, G.M.; BACCI, L.; SHEPPARD, B. Mancozeb, past, present and future. **Plant Disease**, v.94, n.9, p.1076-1087, 2010.

HENDERSON, C.F.; TILTON, E. W. Tests with acaricides against the brow wheat mite, **Journal of Economic Entomology**, v.48, n.2, p.157-161. 1955.

KLOSOWSKI, A.C.; MAY DE MIO, L.L.; MIESSNER, S.; RODRIGUES, R.; STAMMLER, G. Detection of the F129L mutation in the cytochrome b gene in *Phakopsora pachyrhizi*. **Pest Management Science**, v. 72, p. 1211–1215, 2016.

MARQUES, L.N. **Mancozebe associado ao patossistema *Phakopsora pachyrhizi* × *Glycine max*: respostas fisiológicas das plantas.** 2017. TESE – Universidade Federal de Santa Maria.

NASCIMENTO, J.M.; GAVASSONI, W.L.; BACCHI, L.M.A.; OLIVEIRA, J.L.; LABORDE, M.C.; PONTIM, B.C.A.; MENDES, M.P. Manejo da ferrugem asiática da soja com aplicações de fungicidas iniciadas na detecção do patógeno ou posteriores. **Agrarian**, Dourados, v. 11, n. 39, p. 42-49, 2018.

NEVES J.S.; BLUM L.E.B. Influência de fungicidas e fosfito de potássio no controle da ferrugem asiática e na produtividade da soja. **Revista Caatinga**, v. 2, n. 1, p. 75-82, 2013.

RIOS, J.A.; ZAMBORLIM, L.; DUARTE, H.S.S.; LOPES, J.P.; NOGUEIRA JUNIOR, A.F. Efeito protetor e curativo do epoxiconazole mais piraclostrobina no controle da ferrugem asiática da soja. **Revista Tropica – Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadinha, v. 4, n. 2, p. 3-7, 2010.

SARAIVA, O.F.; LEITE, R.M.V.B.C.; CASTRO, C. **Ata XXX Reunião de Pesquisa de soja da Região Central do Brasil**, Londrina: Embrapa Soja, 2009. p. 249.

SCHMITZ, H.K.; MEDEIROS, A.C.; CRAIG, I.R.; STAMMLER, G. Sensitivity of *Phakopsora pachyrhizi* towards quinone-outsideinhibitors and demethylation-inhibitors, and corresponding resistance mechanisms. **Pest Management Science**, v. 7, p. 378-88, 2014.

SILVA, J.V., JULIATTI, F.C., SILVA, J.R.V., BARROS, F.C. Soybean cultivar performance in the presence of soybean Asian rust, in relation to chemical control programs. **European Journal of Plant Pathology**, Wageningen, v. 31, p. 409-418, 2011.

SIMÕES, K.; HAWLIK, A.; REHFUS, A.; GAVA, F.; STAMMLER, G. First detection of a SDH variant with reduced SDHI sensitivity in *Phakopsora pachyrhizi*. **Journal of Plant Diseases and Protection**, v. 125, p. 21-26, 2018.

TWIZEYIMANA, M.; HARTMAN, G.L. Culturing *Phakopsora pachyrhizi* on detached leaves and urediniospore survival at different temperatures and relative humidities. **Plant Disease**, St Paul, v. 94, n. 12, p. 1453-1460, 2010.

WEIRICH, P.H.W.; FORNARI, A.J.; BAUER, F.C.; JUSTINO, A.; GARCIA, L.C. Aplicação de fungicidas em soja com barra de arrasto. **Engenharia Agrícola**, v. 33, n. 4, p. 876-882, 2013.

ESTIMATIVA DE OCORRÊNCIA DE DIAS FAVORÁVEIS AO TRABALHO COM PULVERIZADORES AGRÍCOLAS

RESUMO: Condições climáticas como: velocidade do vento, temperatura, umidade relativa do ar e as precipitações, interferem na qualidade e no planejamento das pulverizações agrícolas. O objetivo do trabalho foi estimar a ocorrência de dias favoráveis ao trabalho com pulverizadores agrícolas, utilizando-se informações meteorológicas horárias de 2009 a 2018 do município de Dourados-MS, Brasil. Utilizou-se de um programa para analisar as horas limitantes para pulverização em função da hora do dia, da probabilidade de condição favorável para aplicação para cada hora do dia, das porcentagens das condições desfavoráveis para aplicação e da porcentagem de condição favorável para pulverização no ano e em cada trimestre do ano. Com auxílio de um programa foi possível estabelecer os horários e períodos do ano mais favoráveis ao trabalho com pulverizadores agrícolas.

Palavras-chave: Tecnologia de aplicação, Planejamento agrícola, condições climáticas.

ESTIMATION OF OCCURRENCE OF DAYS FAVORABLE TO WORK WITH AGRICULTURAL SPRAYERS

ABSTRACT: Climatic conditions such as wind speed, temperature, relative humidity and rainfall, interfere with the quality and planning of agricultural sprays. The objective of this work was to estimate the occurrence of days favorable to work with agricultural sprays, using hourly meteorological information from 2009 to 2018 of the municipality of Dourados-MS, Brazil. A program was used to analyze the limiting hours for spraying as a function of time of day, the probability of favorable conditions for application for each hour of the day, the percentages of unfavorable conditions for application and the percentage of favorable conditions for spraying in the year and in each quarter of the year. With the help of a program it was possible to establish the times and periods of the year that are most favorable to working with agricultural sprayers.

Key words: Application technology, Agricultural planning, climatic conditions.

INTRODUÇÃO

Os pulverizadores agrícolas são máquinas muito importantes no controle de pragas, doenças e plantas daninhas das principais culturas agrícolas do Brasil. Os pulverizadores são utilizados para aplicar produtos fitossanitários e fazer com que estes

produtos atinjam o alvo desejado (FARIAS et al., 2015). No mercado brasileiro, existem diversos tipos, desde os mais simples, do tipo costal, utilizados para atender pequenas áreas, até os pulverizadores autopropelidos, os quais possuem alta tecnologia e elevada capacidade operacional, capazes de atender grandes áreas com qualidade na pulverização (CASALI et al., 2011).

A escolha da máquina e sua correta utilização são fatores fundamentais para se obter qualidade na aplicação e eficácia dos produtos fitossanitários (FARIAS et al., 2015). Para se obter qualidade nas aplicações, deve-se possuir o maior conhecimento sobre quatro fatores: máquina agrícola, alvo biológico, fatores climáticos e produtos fitossanitários (SCHLOSSER, 2002).

O uso de produtos fitossanitários ocupa um lugar de destaque entre as técnicas utilizadas para melhorar tanto a produção como a qualidade dos produtos da agricultura (GANDOLFO et al., 2013). Cunha e Ruas (2006) relataram que na maioria das vezes durante o controle químico de pragas, doenças e plantas daninhas, há muita importância para o produto fitossanitário e pouco foco na aplicação técnica.

Durante a aplicação, alguns fatores podem determinar a interrupção da pulverização. Ventos podem proporcionar deriva, a temperatura e, principalmente, a umidade relativa do ar, contribuem para a evaporação rápida das gotas. As condições ideais para a pulverização, de maneira geral, seriam: umidade relativa do ar mínima de 55%, velocidade do vento de 3 a 10 km h⁻¹, temperatura abaixo de 30°C (ANDEF, 2004; RAETANO, 2011).

O objetivo do trabalho foi estimar a ocorrência de dias favoráveis ao trabalho com pulverizadores agrícolas, utilizando-se informações meteorológicas horárias de 2009 a 2018 do município de Dourados-MS, Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Projeto de Máquinas da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, localizada no município de Dourados, estado de Mato Grosso do Sul. O clima da região é do tipo Am monçônico, com inverno seco, precipitação média anual de 1.500 mm e temperatura média de 22°C (ALVARES et al., 2013).

Para o desenvolvimento do programa computacional foi adotado como

linguagem de programação o Microsoft Visual Basic 2010 “Express Edition”, *software* que permite a criação de programa para serem executados em ambiente Windows. O Visual Basic é uma linguagem de programação que é parte integrante do pacote Microsoft Visual Studio.

Este trabalho foi desenvolvido com base nos dados meteorológicos obtidos nas estações automáticas fornecidos pela Embrapa Agropecuária Oeste. Foram considerados dados horários coletados do período de 01 de Janeiro de 2009 à 31 de Dezembro de 2018, totalizando 87.488 horas para cada fator climático: temperatura (°C), umidade relativa do ar (%), velocidade do vento (km h^{-1}) e precipitação (mm). Os fatores climáticos escolhidos para o programa são as que interferem na pulverização agrícola.

Com o programa foi realizado análise das horas limitantes para pulverização em função da hora do dia, da probabilidade de condição favorável para aplicação para cada hora do dia, das porcentagens das condições desfavoráveis para aplicação e da porcentagem de condição favorável para pulverização no ano e em cada trimestre do ano. Na Figuras 1 está apresentado o diagrama de blocos referente ao programa computacional.

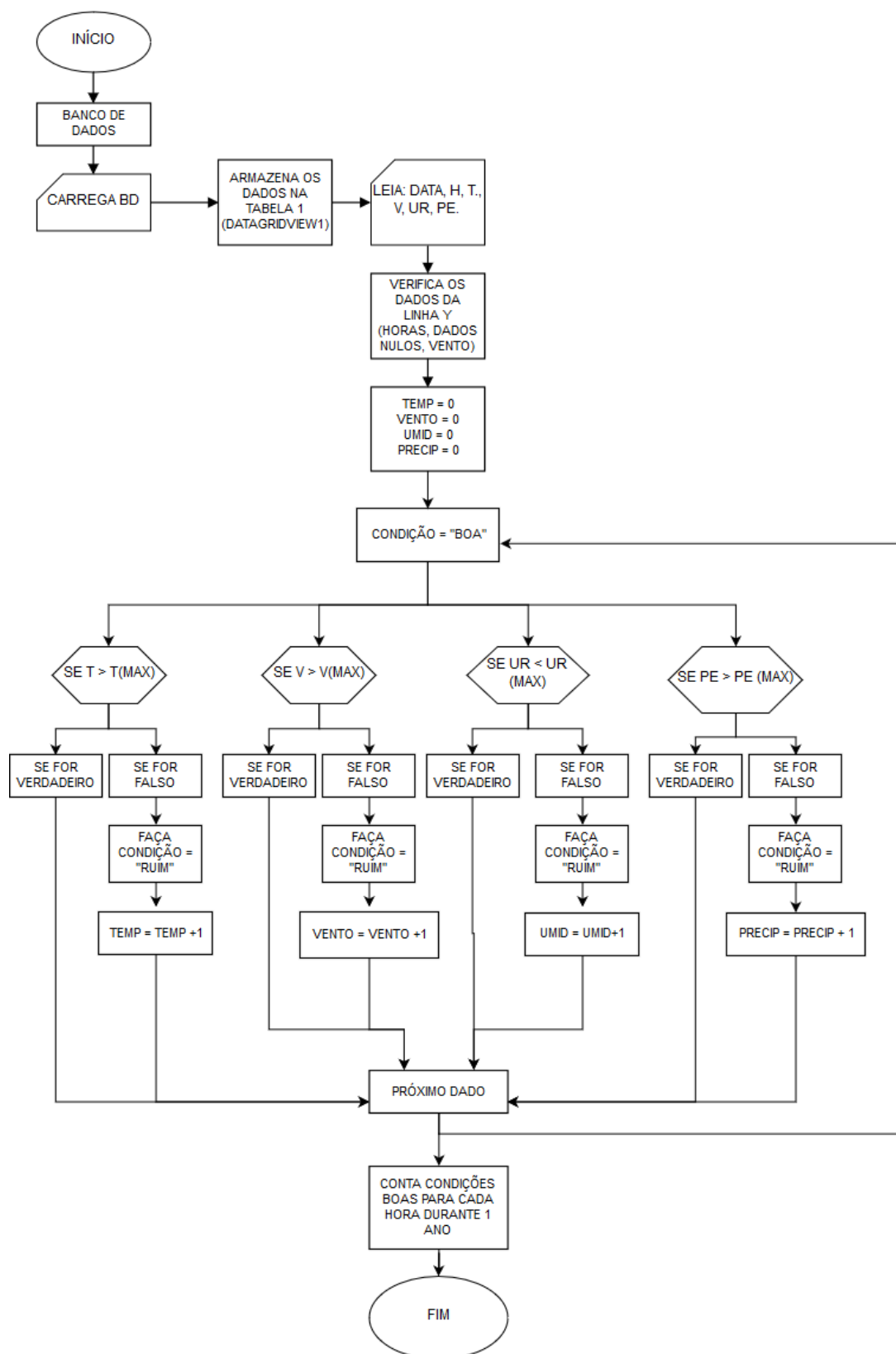


FIGURA 1. Diagrama de blocos do programa para estimar os dias favoráveis para pulverização.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 está apresentada a janela principal do programa computacional. O programa dispõe de um banco de dados climáticos de: velocidade do vento (km h^{-1}), temperatura ($^{\circ}\text{C}$), umidade relativa (%) e precipitação (mm).

Com o programa pode-se verificar todo o histórico de 2009 a 2018, de Dourados, MS, das condições climáticas por hora. Pode-se verificar a probabilidade de se ter uma condição ideal para pulverização para cada hora do dia, além da opção de alterar a condição climática favorável. Na opção gráficos e tabelas pode-se gerar gráficos do número de horas limitantes para pulverização por horas do dia e a porcentagem de horas boas e ruins para pulverização, para o ano inteiro ou para cada trimestre do ano (Figura 3).



FIGURA 2. Janela principal do programa computacional desenvolvido.

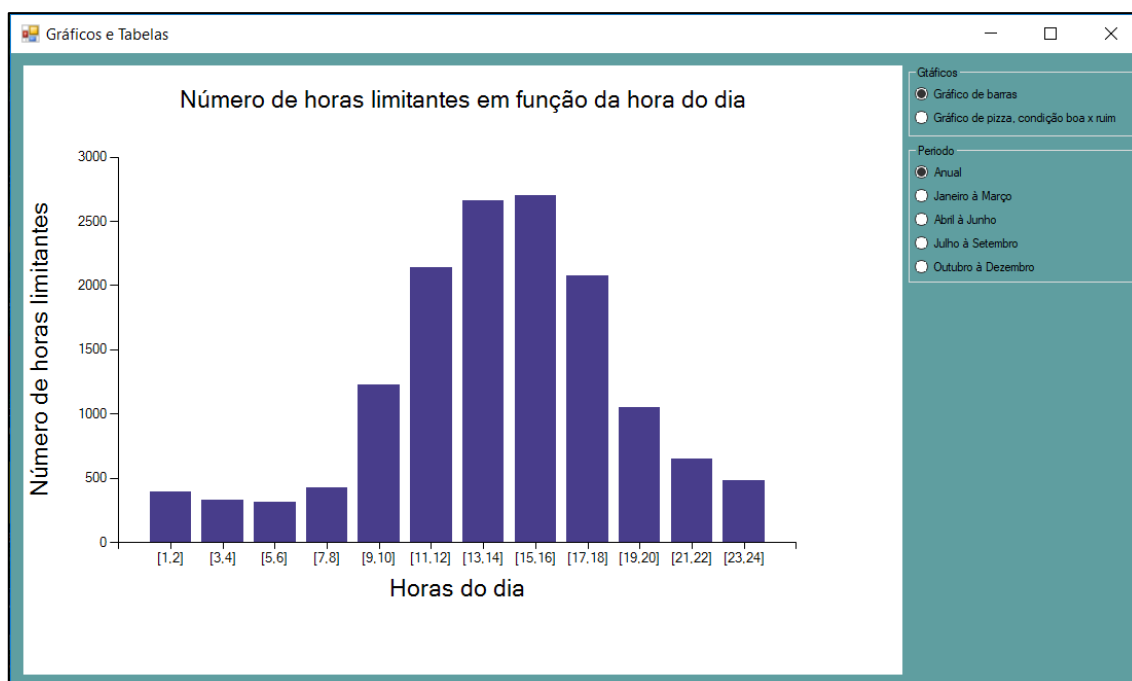


FIGURA 3. Janela da opção “Gráficos e tabelas” do programa computacional desenvolvido.

As probabilidades de se ter condições favoráveis para pulverização acima de 80%, vão das 21:00 às 08:00, os horários mais críticos são das 11:00 às 18:00, em que a probabilidade de se ter uma condição favorável fica abaixo dos 50%. Se conhecer as condições mais críticas ou mais favoráveis a pulverização é importante para a escolha da ponta de pulverização e do momento de aplicação de determinado produto.

Em condições climáticas não favoráveis para aplicação ou em condições próximas as limitantes, são mais indicadas para pulverização pontas de pulverização que produzam gotas grossas (NASCIMENTO et al., 2013; CUNHA et al., 2014). Mendes e Cabeda (2005) verificaram que gotas mais finas apresentaram melhor desempenho no horário das 19:00 em comparação à aplicação às 13:00.

QUADRO 1. Probabilidade de condição favorável para aplicação para cada hora do dia para a região de Dourados, MS, dados de 2009 a 2018

Hora do dia	Condição boa (%)*
1:00	88,9
2:00	89,7
3:00	91,0
4:00	91,0
5:00	91,2
6:00	91,4
7:00	91,2
8:00	85,4
9:00	73,1
10:00	59,6
11:00	46,9
12:00	35,8
13:00	29,0
14:00	25,3
15:00	24,5
16:00	27,5
17:00	35,4
18:00	50,7
19:00	67,1
20:00	75,2
21:00	80,8
22:00	83,8
23:00	85,8
24:00	87,7

*Probabilidade para temperatura < 30°C, umidade relativa do ar > 55%, velocidade do vento < 10 km h⁻¹ e não estar chovendo.

Na Figura 4 estão apresentadas as porcentagens das condições que mais afetam a pulverização em Dourados, MS. Pode-se verificar que a temperatura é a principal condição climática que interfere no momento de se realizar uma pulverização.

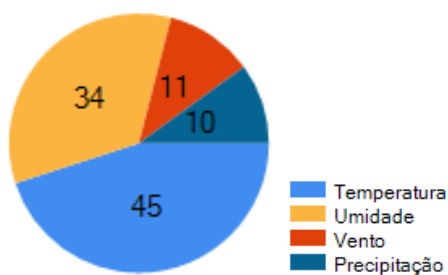


FIGURA 4. Porcentagens das condições desfavoráveis para aplicação.

De acordo com a época do ano as condições climáticas mudam e também

alteram os fatores que interferem na pulverização. Na Figura 5 pode-se verificar que os períodos de julho à dezembro são os que possuem o maior número de horas limitantes a pulverização.

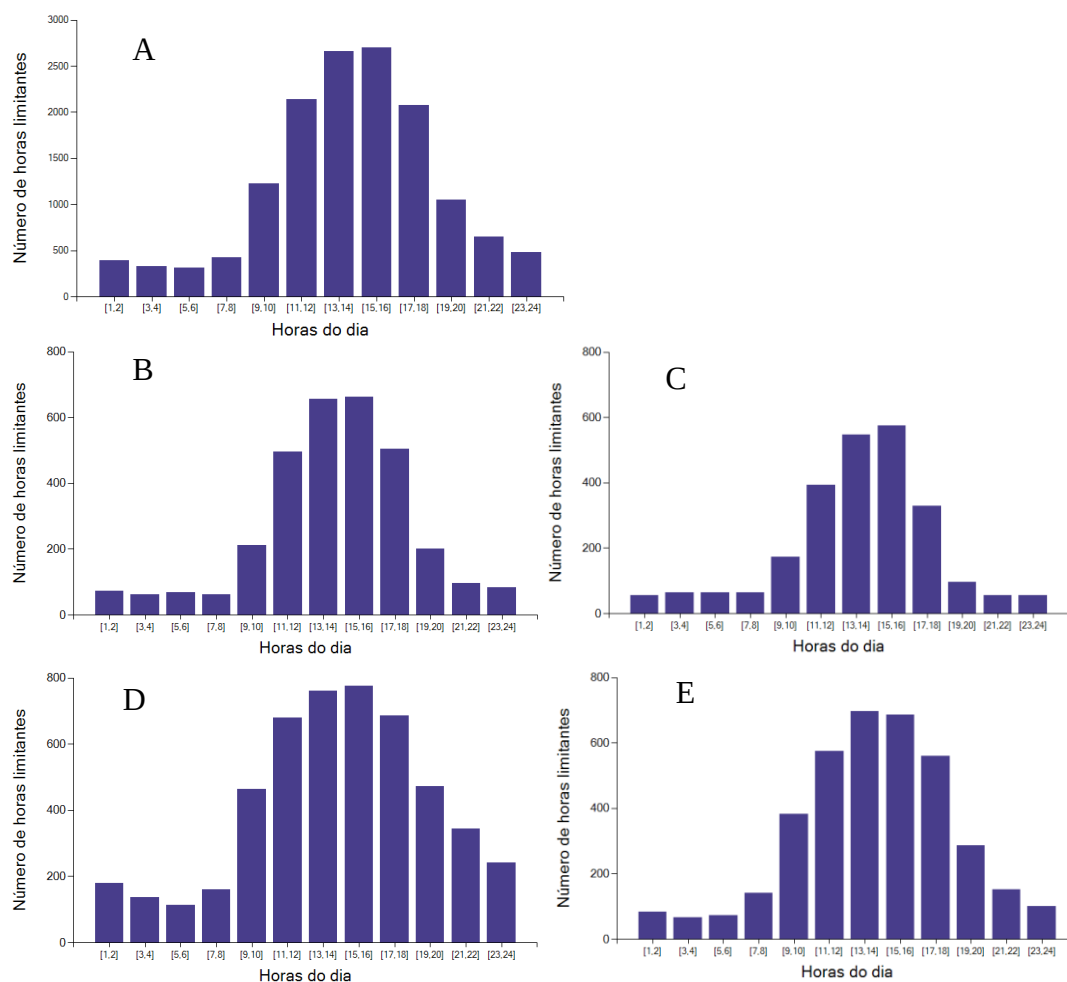


FIGURA 5. Números de horas limitante para a pulverização pelas horas do dia, valores trimestrais. Médias anuais (A); Janeiro a Março (B); Abril a Junho (C); Julho a Setembro (D) e Outubro a Dezembro (E).

Há dificuldade em se realizar uma pulverização no município de Dourados principalmente de Julho a Setembro (Figuras 5 e 6), período em que há menor quantidades de horas favoráveis, aumentando a importância do planejamento agrícola para essa atividade. Esse período diminui o tempo disponível para se ter uma condição climática adequada à pulverização, levando-se a necessidade de pulverizações mais rápidas, para se aproveitar a melhor condição climática, aumentando o tamanho dos equipamentos e os seus custos de inadequação.

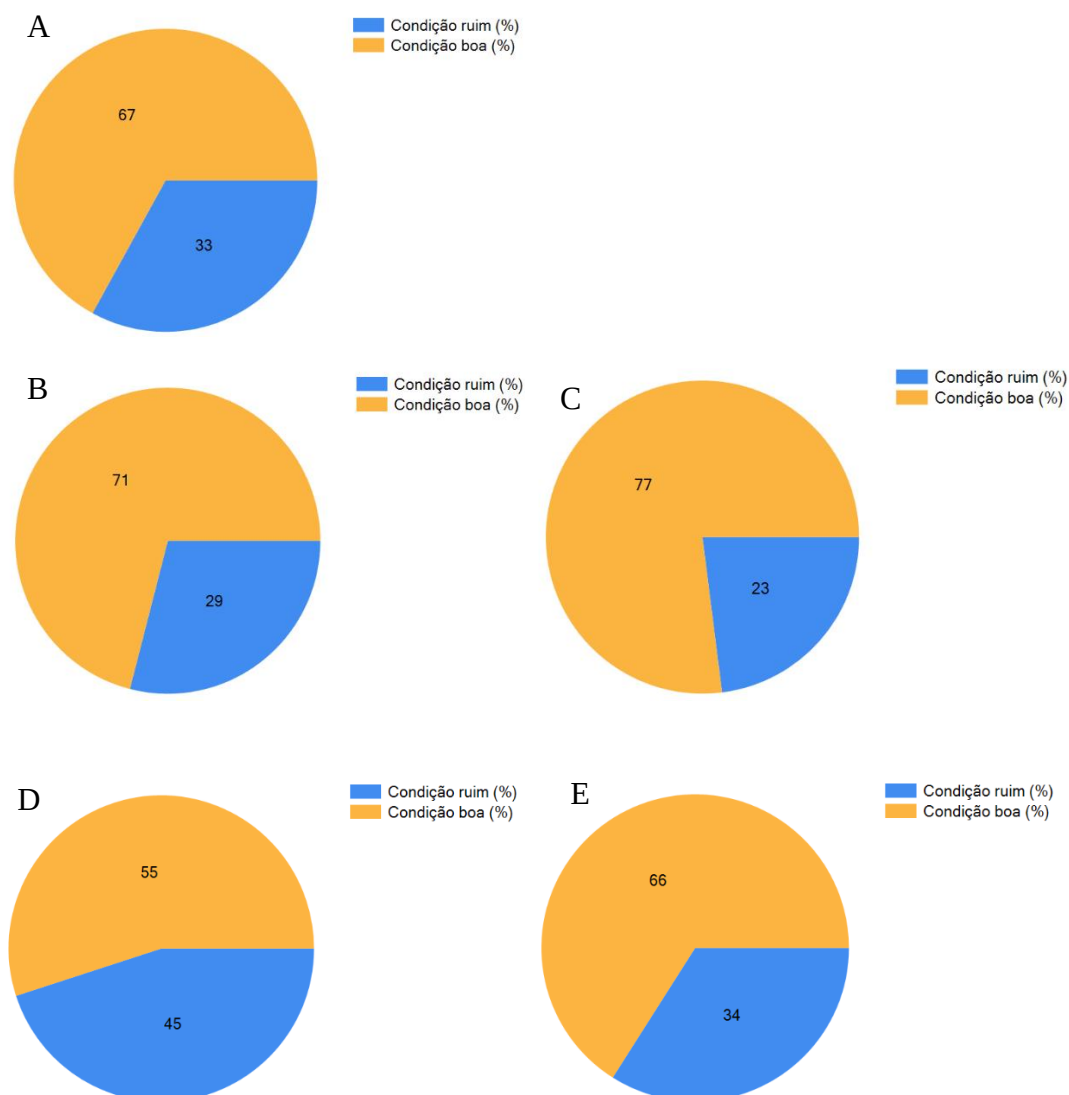


FIGURA 6. Gráficos das condições boas e ruins para pulverização, anual e trimestrais. Médias anuais (A); Janeiro a Março (B); Abril a Junho (C); Julho a Setembro (D) e Outubro a Dezembro (E).

Silva et al. (2016), em trabalho com avaliação de pulverizadores para a região de Minas Gerais, verificaram que 90% dos operadores conheciam as condições climáticas para realizar a aplicação, porém, frequentemente realizavam as aplicações em horários inadequados, como nas horas mais quentes do dia e com baixa umidade relativa do ar, devido à urgência das aplicações e de não terem no momento necessário condições climáticas favoráveis.

Deve-se dar preferências para operações de pulverizações realizadas fora do período de 10 às 18 h, correspondendo a mais de 70% das horas limitantes (Figura 5).

Com o acompanhamento periódico dos dados do clima, e com o conhecimento do histórico climático do local e da capacidade operacional do

equipamento pode-se otimizar a operação com ferramentas de tecnologia de aplicação, agricultura de precisão e engenharia de sistemas agrícolas.

CONCLUSÕES

Com auxílio de programa computacional foi possível estimar os horários e dias mais favoráveis para pulverização agrícola para o município de Dourados-MS, baseado nas condições climáticas do local.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C.A., STAPE, J.L.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Koppn´climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v.22, n.6 p.711-728, 2013.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA VEGETAL – ANDEF. Manual de Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários. 1ª edição, Campinas: Linea Creativa, 2004. 50 p.

CASALI, A.L. **Condições de uso de pulverizadores e tratores na região Central do Rio Grande do Sul**. 2012. 109f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria, RS.

CIESLIK, L.F., VIDAL, R.A.; TREZZI, M.M. Fatores ambientais que afetam a eficácia de herbicidas inibidores da ACCase: Revisão. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 31, n. 2, p. 483-489, 2013.

CUNHA, J.P.A.R.; RUAS, R.A.A. Uniformidade de distribuição volumétrica de pontas de pulverização de jato plano duplo com indução de ar. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.36, n.1, p.61-66, 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.

FARIAS, M.S.; SCHLOSSER, J.F.; ESTRADA, J.S.; MARTINI, A.T.; BARBIERI, J.P. Critérios técnicos para a seleção de pulverizadores autopropelidos comercializados no mercado brasileiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.5, 2015.

GANDOLFO, M.A.; ANTUNIASSI, U.R.; GANDOLFO, U.D.; MORAES, E.D.; RODRIGUES, E.B.; ADEGAS, F.S. Periodic inspection of sprayers: diagnostic to the northern of paraná. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.33, n.2, p.411-421, 2013.

MENDES, C. S.; CABEDA, R. Pontas para fungicidas foliares na cultura da soja. In: TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS, 3., 2005. Cascavel. **Encontro...** Cascavel: Grupo TA, 2005. p. 72-98.

NASCIMENTO, J.M.; GAVASSONI, W.L.; SOUZA, C.M.A.; BACCHI, L.M. A.; SERRA, A.P.; ZACCARON, M.L. Pontas de pulverização e horários de aplicação no controle químico de ferrugem asiática da soja. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 5, p. 2037-2048, 2013.

RAETANO, C. G. Introdução ao estudo da tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários. In: ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. (Org.). **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. Passa Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2011. cap. 1, p. 15-26.

SCHLOSSER, J.F. **Tecnologia de aplicação e uso de máquinas: uso de agroquímicos**. Santa Maria: Departamento de Engenharia Rural, 2002. 51p.

VIDAL, R. A. **Ação dos herbicidas: Absorção, translocação e metabolização**. Porto Alegre: Evangraf, 2002. 89 p.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Tecnologia de aplicação é um fator importante a se considerar no manejo da ferrugem asiática da soja. Considerando, dentre todos os aspetos, as pontas de pulverização, as condições climáticas e a cultivar de soja a ser utilizada.

As pontas de pulverização 11002 BD e AIXR 11005 proporcionaram maior densidade e cobertura de gotas nas cultivares AS 3610 e AS 3810. A deposição de gotas no terço inferior das plantas de soja foi baixa em todas as cultivares avaliadas.

O fungicida protetor mancozebe, em misturas com fungicidas sistêmicos, foram mais eficazes para o controle da ferrugem asiática da soja do que fungicidas sistêmicos aplicados sem o fungicida protetor.

As condições climáticas podem ser estimadas para melhor planejamento do momento de pulverizações agrícolas.

APÊNDICES



FIGURA 1. Área experimental, safra 2017/2018.



FIGURA 2. Realizando pulverização e coleta dos papéis hidrossensíveis, safra 2017/2018.



FIGURA 3. Aplicação de fungicida com pulverizador de pesquisa, safra 2017/2018.



FIGURA 4. Análise da severidade da ferrugem da soja.