

FÁBIO GOMES NASCIMENTO

CONTROLE DE DOENÇAS EM SOJA COM DIFERENTES MANEJOS E
MOMENTOS DE APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS BASEADOS NO ÍNDICE DE
ÁREA FOLIAR

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-
graduação em Agronomia – Mestrado, área de concentração
em Fitotecnia, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. João Paulo Arantes Rodrigues da Cunha

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2018

FÁBIO GOMES NASCIMENTO

CONTROLE DE DOENÇAS EM SOJA COM DIFERENTES MANEJOS E
MOMENTOS DE APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS BASEADOS NO ÍNDICE DE
ÁREA FOLIAR

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-
graduação em Agronomia – Mestrado, área de concentração
em Fitotecnia, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 01 de outubro de 2018.

Prof. Dr. Alison Talis Martins Lima

UFU

Prof. Dr. Igor Souza Pereira

IFTM

Dr. Sérgio Tadeu Decaro Júnior

UPL


Prof. Dr. João Paulo Arantes Rodrigues da Cunha
ICIAG-UFU
(Orientador)

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

N244c
2018 Nascimento, Fábio Gomes, 1988
 Controle de doenças em soja com diferentes manejos e momentos de aplicação de fungicidas baseados no índice de área foliar [recurso eletrônico] / Fábio Gomes Nascimento. - 2018.

 Orientador: João Paulo Arantes Rodrigues da Cunha.
 Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

 Modo de acesso: Internet.

 Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2018.829>

 Inclui bibliografia.

 Inclui ilustrações.

 1. Agronomia. 2. Soja - Doenças e pragas - Controle. 3. Fungicidas.
 I. Cunha, João Paulo Arantes Rodrigues da, (Orient.) II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

CDU: 631

Angela Aparecida Vicentini Tzi Tziboy – CRB-6/947

A Deus.

Aos meus pais, Celso e Maria Aparecida.

À minha esposa, Carolina.

Aos amigos

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por permitir a realização de um sonho em um momento de recomeço da vida profissional.

À Universidade Federal de Uberlândia e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade de aprendizado e aprimoramento.

Aos meus professores, em especial ao meu orientador pela oportunidade de orientação para aperfeiçoar-me nos estudos, pela boa vontade e atenção em ensinar e pelo exemplo de dedicação e profissionalismo.

À empresa UPL do Brasil, em especial à Flávia Ferreira Megda, pela disponibilidade de trabalhar e fazer o curso de Pós-Graduação em Agronomia, pelo suporte de equipamentos e produtos para desenvolvimento do trabalho de dissertação.

Aos meus amigos, pela colaboração, ensinamentos e ajuda fundamental para execução do trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	6
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	11
4. CONCLUSÕES	27
REFERÊNCIAS	28

RESUMO

NASCIMENTO, FÁBIO GOMES. **Controle de doenças em soja com diferentes manejos e momentos de aplicação de fungicidas baseados no índice de área foliar.** 2018. 39P. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, 2018¹.

As perdas anuais causadas por doenças na cultura da soja são estimadas em cerca de 15% a 20%, por afetarem diretamente o índice de área foliar (IAF) das plantas, principal componente da produção, devido à realização da fotossíntese. A menor sensibilidade dos patógenos aos fungicidas sítio-específicos altera de maneira significativa o manejo adotado nas lavouras do país, dessa forma, o objetivo deste trabalho foi propor nova metodologia de recomendação para início das aplicações de fungicidas, baseada no índice de área foliar da cultura e um sistema de manejo mais eficiente. O trabalho foi conduzido em duas localidades dentro do município de Uberlândia-MG, em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições, em esquema fatorial triplo com adicional, 4x2x2+1, sendo quatro índices de área foliar (IAF) para início das aplicações dos fungicidas (0,9; 1,8; 3,6 e 6,1), dois volumes de calda (70 e 120 L ha⁻¹), presença ou não de fungicida multissítio (mancozeb – 1.125 g i.a. ha⁻¹) e um tratamento adicional correspondente à testemunha, sem aplicação. Calculou-se o IAF ao longo do desenvolvimento da cultura para início das aplicações, ao todo foram realizadas três aplicações de fungicidas para cada tratamento; seis avaliações de severidade de cada doença (ferrugem-asiática, oídio-da-soja e mancha-parda) e uma avaliação de deposição de calda nas partes inferior e superior da cultura em cada IAF estudado. Ao final do ciclo da cultura calculou-se a área abaixo da curva de progresso das doenças e a produtividade da cultura. Os resultados obtidos para deposição de calda mostraram que para os IAF de 1,8 e 3,6 não houve diferenças entre os tipos de manejos adotados para os dois terços estudados, embora a tendência tenha sido de menor deposição no terço inferior com o maior desenvolvimento da cultura. No controle de doenças, todos os tratamentos diferiram estatisticamente da testemunha nas duas áreas conduzidas, com destaque para os tratamentos com mancozeb e volume de calda de 120 L ha⁻¹, que apresentaram melhores controles das doenças, que por sua vez requereram o IAF mais adequado, oídio-da-soja e mancha-parda (0,9); e ferrugem-asiática (3,6), para as três aplicações de fungicidas no intervalo de 14 dias. Os melhores rendimentos foram obtidos quando as aplicações foram iniciadas com IAF de 3,6 para os dois volumes de calda e na presença ou não de mancozeb. Pode-se concluir que para três aplicações de fungicidas, a melhor relação entre controle e rendimento deu-se com aplicações iniciadas com IAF próximo de 3,6 na presença de mancozeb para os dois volumes de calda (70 e 120 L ha⁻¹).

Palavras-chave: proteção de plantas, *Glycine max*, controle de doenças, fungicidas, volume de calda.

¹ Orientador: João Paulo Arantes Rodrigues da Cunha - UFU

ABSTRACT

NASCIMENTO, FÁBIO GOMES. **Control of soybean diseases with different management and application times of fungicides based on leaf area index.** 2018. 39P. Dissertation (Master in Agriculture) – Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, 2018¹.

The annual losses caused by diseases in the soybean crop are estimated in around 15% to 20%, as they directly affect the leaf area index (LAI) of the plants, the main component of the production due to photosynthesis. The lower sensitivity of the pathogens to the site-specific fungicides significantly alters the management adopted in the country's crops, thus, the objective of this work was to propose a new recommendation methodology for the beginning of fungicide applications, based on the leaf area index of the crop and a more efficient management system. The work was conducted in two locations within the municipality of Uberlândia-MG, in a randomized complete block with four replications, in a triple factorial scheme with additional, $4 \times 2 \times 2 + 1$, being four leaf area indexes (LAI) for the beginning of fungicide applications (0.9; 1.8; 3.8 and 6.1), two sprays volumes (70 and 120 L ha⁻¹), presence or absence of multisite fungicide (mancozeb - 1,125 g ai ha⁻¹) and one additional treatment corresponding to the control, without any application. The LAI was calculated during the development of the culture for the beginning of the applications, in total three fungicide applications were carried out for each treatment; six severity assessments of each disease (Asian rust, soybean powdery mildew and brown spot) and an evaluation of the deposition of spray in the lower and upper parts of the culture in each LAI studied. At the end of the crop cycle the area under the disease progress curve and crop productivity were calculated. The results obtained for the deposition of spray showed that for the LAIs of 1.8 and 3.6 there were no differences between the types of managements adopted for the two thirds studied, although the trend was of lower deposition in the lower third with the greater development of culture. In the control of diseases, all the treatments differed statistically from the control in the two areas, with emphasis on treatments with mancozeb and application volume of 120 L ha⁻¹, which presented better controls of the diseases, which in turn required the most appropriate LAI, soybean powdery mildew and brown spot (0.9); and Asian rust (3.6), for the three applications of fungicides in the 14-day interval. The best yields were obtained when the applications were started with LAI of 3.6 for the two applications volumes and in the presence or not of mancozeb. It can be concluded that for three applications of fungicides, the best relationship between control and yield was obtained with applications starting with LAI close to 3.6 in the presence of mancozeb for the two applications volumes (70 and 120 L ha⁻¹).

Key words: plant protection, *Glycine max*, disease control, fungicides, application volume

¹ Advisor: João Paulo Arantes Rodrigues da Cunha - UFU

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o Brasil tem se mantido como um dos principais produtores de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) do mundo, atrás apenas dos EUA, com produção superior a 118 milhões de toneladas na safra 2017/18 e área plantada de aproximadamente 35,2 milhões de hectares (CONAB, 2018), tornando-se a principal cultura em termos econômicos, ocupação territorial e importância social do país. De acordo com o Agrostat (2018) foram movimentados mais de 22,3 bilhões de dólares em exportação de grãos e subprodutos da soja até junho de 2018.

Inúmeras cultivares estão no mercado hoje e tantas outras são lançadas todos os anos, conseqüentemente há mudanças na interação entre as cultivares de soja cultivadas e suas pragas, patógenos e plantas daninhas. Aproximadamente 40 doenças causadas por fungos, bactérias, nematoides e vírus já foram identificadas no Brasil. Esse número continua aumentando com a expansão da soja para novas áreas e também em consequência da monocultura. A importância econômica de cada doença varia de ano para ano e de região para região, dependendo das condições climáticas de cada safra. As perdas anuais de produção por doenças são estimadas em cerca de 15% a 20%, entretanto, algumas doenças podem ocasionar perdas de até 100% sob condições específicas (EMBRAPA, 2008).

Segundo Zanon et al. (2015) a produtividade máxima da soja é determinada pela capacidade das plantas interceptarem radiação solar através do índice de área foliar (IAF) e converterem essa radiação em matéria seca pelo processo fotossintético. O IAF é a relação entre a área foliar (AF) e a área de solo ocupada pelo cultivo (HEIFFIG et al., 2006). A evolução do IAF ao longo do ciclo de desenvolvimento depende da época de semeadura, genótipo, densidade de plantas, espaçamento entre linhas e manejo fitossanitário (ZANON et al., 2015).

A utilização de fungicidas para o controle de doenças na cultura da soja iniciou-se com o surto epidêmico de oídio-da-soja, causada pelo fungo *Erysiphe diffusa* (Cooke & Peck) U. Braun & S. Takamatsu, na safra 1996/97. Posteriormente, o aumento da incidência das doenças de final de ciclo, *Septoria glycines* Hemmi e *Cercospora kikuchii* (T. Matsu. & Tomoyasu) Gardner, principalmente em função do cultivo intensivo e da ausência de rotação de culturas, também demandaram o registro de fungicidas (EMBRAPA, 2013). Nessa época, a metodologia e número de aplicações eram bem diferentes das praticadas atualmente. Era comum lavouras de soja sem aplicação de fungicidas e, nos casos que tinham aplicação, utilizavam alto volume de calda (superior

a 200 L ha⁻¹) que garantia boa cobertura foliar e proteção das plantas. Atualmente, o agricultor brasileiro realiza em média três aplicações de fungicidas com volume de calda inferior a 150 L ha⁻¹, o que requer maior eficiência na tecnologia de aplicação empregada.

O oídio-da-soja é considerado por muitos doença secundária na cultura e de pouca importância há alguns anos. Entretanto perdas significativas foram observadas em determinadas regiões e condições climáticas. Os sintomas podem variar de clorose, ilhas verdes, manchas ferruginosas a cinza e desfolha acentuada dependendo da reação das variedades. A disseminação ocorre facilmente pelo vento e as condições que favorecem a ocorrência da doença são temperaturas amenas entre 18-24°C (ALMEIDA et al., 2005).

A mancha-parda ou septoriose é uma das doenças mais disseminadas do País, podendo causar redução de rendimento acima de 30%. Os primeiros são pequenas pontuações ou manchas de contornos angulares, castanho-avermelhado, nas folhas unifolioladas. Nas folhas verdes, surgem pontuações pardas, menores que 1 mm de diâmetro, as quais evoluem e formam manchas com halos amarelados e centro de contornos angulares, de coloração parda na parte superior da folha e rosada na parte inferior. Em infecções severas, a doença pode causar desfolha e maturação prematura. A temperatura ótima para seu desenvolvimento é de 25°C, com desenvolvimento dos sintomas entre 15-30°C (ALMEIDA et al., 2005).

No Brasil, a ferrugem-asiática, doença causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & P. Sydow, foi constatada em lavouras comerciais na safra 2000/01 no Estado do Paraná e disseminou-se rapidamente para outros estados brasileiros (YORINORI et al., 2002). Na safra 2002, a doença foi relatada nos estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo, e na safra 2003/04 ocorreu de forma generalizada, em quase todo o País, causando grandes prejuízos (YORINORI et al., 2005). A partir daí iniciou-se uma intensa busca por ingredientes ativos eficazes, resultando-se em vários produtos com bom controle do fungo, principalmente em estudos sob condições controladas.

Os primeiros sintomas da ferrugem-asiática são visíveis na face inferior da folha com o auxílio de uma lupa de bolso, quando colocada contra uma superfície clara, como o céu. Esses pontos minúsculos, de até 1 mm de diâmetro, são as pústulas do fungo. As lesões podem ser mais facilmente visualizadas quando formam pústulas de cor castanha a marrom-escura, na parte inferior da folha, nas quais se observam as urédias, caracterizadas por elevações que se rompem, liberando os uredíniosporos. Nesse estágio,

o fungo já infectou a planta, está se reproduzindo e disseminando seus esporos, pelo vento, para outras plantas (YORINORI et al., 2003).

O processo de infecção depende da disponibilidade de água livre na superfície da folha, sendo necessárias no mínimo seis horas, com o máximo de infecção ocorrendo com 10 a 12 horas de molhamento foliar, sendo temperaturas entre 18 e 26,5 °C favoráveis para a infecção. A alta severidade provoca desfolha precoce da cultura, causando perda de rendimento e da qualidade (HENNING, 2014).

As estratégias de manejo recomendadas no Brasil para essas doenças incluem: a utilização de cultivares de ciclo precoce e semeaduras no início da época recomendada; a eliminação de plantas de soja voluntárias; a ausência de cultivo de soja na entressafra por meio do vazio sanitário; o monitoramento da lavoura desde o início do desenvolvimento da cultura; a utilização de fungicidas no aparecimento dos sintomas ou preventivamente e a utilização de cultivares com genes de resistência (EMBRAPA, 2013).

Assim que a ferrugem-asiática surgiu em lavouras comerciais no Brasil não havia produtos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para controle da doença. Inúmeras pesquisas foram desenvolvidas para determinar o melhor manejo da doença na época. Soares et al. (2004) concluíram que uma única aplicação de fungicidas (a maioria testada com apenas um ativo) no estágio R4 foi eficaz no controle da doença. Anos mais tarde Godoy et al. (2009) concluíram que aplicações sequenciais em R2 e R5.1 de um fungicida (mistura triazol e estrobilurina) apresentaram menor severidade da doença e maior produtividade.

O uso de fungicidas é, atualmente, a ferramenta mais importante no controle de ferrugem-asiática, evitando baixos rendimentos e perdas aos agricultores (GARCÉS-FIALLOS, 2011). Por meio do monitoramento constante, isso pode ser feito com maior eficiência, pois é possível identificar o patógeno com antecedência, evitando um número maior de aplicações (GOMES, 2005). Informações sobre a eficácia dos fungicidas; época, intervalo e número de aplicações são muito importantes para o controle da doença, considerando sua agressividade (FURLAN, 2013).

Freitas et al. (2016) concluíram que o melhor controle de ferrugem-asiática foi obtido quando se misturou três grupos químicos de fungicidas em quatro aplicações durante o ciclo da soja. Ao longo dos anos, os trabalhos mostram que o início das aplicações é baseado no estágio fenológico da cultura ou calendarizado pelos dias após emergência ou semeadura. Contudo, esses fatores não levam em conta a real área foliar a

ser protegida. Uma alternativa para minimizar esse problema seria empregar IAF para determinar o início das aplicações, no entanto, ainda faltam estudos para subsidiar a metodologia. No campo, o IAF poderia ser calculado com o emprego de papel quadriculado e fórmula de área foliar, a partir de comprimento e largura dos folíolos, esse valor seria multiplicado pelo número de folíolos por planta e pelo número de plantas por metro quadrado resultando no valor de IAF momentâneo.

Baseado no espectro de ação, os fungicidas podem ser classificados em sítio-específicos ou multissítios. Fungicidas sítio-específicos são ativos contra um único ponto da via metabólica de um patógeno ou contra uma única enzima ou proteína necessária para o fungo. Uma vez que esses fungicidas são específicos em sua toxicidade, eles podem ser absorvidos pelas plantas e tendem a ter propriedades sistêmicas (McGRATH, 2004). Dentre os principais modos de ação sítio-específicos utilizados no controle de doenças na cultura da soja destacam-se os fungicidas dos grupos: Metil Benzimidazol Carbamato (MBC, benzimidazóis), os Inibidores da Desmetilação (IDM, triazóis), os Inibidores de Quinona Externa (IQe, estrobilurinas) e os Inibidores da Succinato Desidrogenase (ISDH, carboxamidas). Como resultado dessa ação específica, os fungos são mais propensos a se tornarem resistentes a tais fungicidas porque uma única mutação no patógeno pode reduzir a sensibilidade ao fungicida (EMBRAPA, 2017).

Desde a safra 2003/04, a Embrapa realiza ensaios em rede e cooperativos para a comparação da eficácia de fungicidas registrados e em fase de registro. Além da comparação de eficácia, os ensaios em rede e cooperativos são utilizados para monitoramento da sensibilidade do fungo aos fungicidas nas diferentes regiões produtoras do país (EMBRAPA, 2017). A resistência ou menor sensibilidade de *P. pachyrhizi* aos fungicidas dos grupos 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; FRAC, 2017).

Fungicidas multissítios afetam diferentes pontos metabólicos do fungo e oferecem menor risco de surgimento de patógenos menos sensíveis, tendo um papel importante no manejo antirresistência para os fungicidas sítio-específicos (McGRATH, 2004). Em razão da maior frequência de fungos menos sensíveis aos fungicidas sítio-específicos na cultura da soja, os multissítios têm sido reavaliados para aumentar as opções de controle de doenças na cultura (EMBRAPA, 2017).

Independente do produto empregado, frequentemente é dada maior importância ao ingrediente ativo a ser utilizado no controle, e menor à forma de utilização (BUENO

et al., 2011). Mesmo com a existência de moléculas de boa eficácia, a tecnologia de aplicação ainda é um fator limitante ao controle eficiente (CUNHA et al., 2016). Segundo Cunha et al. (2008), a cobertura do dossel da soja, proporcionada pela aplicação de fungicida em geral é baixa, principalmente na parte inferior das folhas, causando controle ineficiente, que se dá pelo fato de a doença iniciar-se nas partes mais baixas da planta. Por essa razão, as aplicações precisam vencer a barreira imposta pela massa de folhas e, assim, promover boa cobertura no interior do dossel da planta (OZKAN et al., 2006).

Cunha et al. (2011) mostraram que, mesmo usando diferentes tipos de pontas de pulverização, permanece a dificuldade de se atingir as folhas situadas junto ao terço inferior da cultura da soja. Da mesma forma em relação aos volumes de calda, Cunha et al. (2014) avaliaram desde 115 até 250 L ha⁻¹ e não encontraram grandes melhorias no controle da ferrugem-asiática ou aumento de produtividade com a utilização de maiores volumes.

Diante do novo cenário para controle das doenças na cultura da soja, o objetivo desse trabalho foi propor nova metodologia para início das aplicações de fungicidas, baseada no índice de área foliar da cultura e um sistema de manejo mais eficiente.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em duas áreas distintas do município de Uberlândia, Minas Gerais: área experimental da Fazenda Capim Branco, da Universidade Federal de Uberlândia - UFU, cujas coordenadas geográficas são 18° 52' S e 48° 20' W, com altitude de 805 metros (Área 1); e área da estação experimental MR Agropesquisa, também no município de Uberlândia, Minas Gerais, cujas coordenadas geográficas são 18° 50' S e 48° 06' W, com altitude de 887 metros (Área 2).

Foi utilizada a cultivar de soja MONSOY 7739 IPRO, com evento transgênico que atribui à variedade características de resistência ao herbicida glifosato e lagartas, além de apresentar características de crescimento indeterminado. Seu ciclo na região do Triângulo Mineiro varia de 110 a 120 dias, caracterizada como alto potencial produtivo. A semeadura na área 1 ocorreu no dia 29/11/2017 e na área 2, dia 11/12/2017. O espaçamento adotado foi de 0,5 m entre linhas (plantio convencional), com densidade de 16 sementes por metro linear, conforme recomendação para a cultivar, de forma a se obter stand final de 13 plantas por metro linear.

A parcela experimental foi constituída por uma área de 18 m² (3,0 m de largura x 6,0 m de comprimento), composta por 6 linhas semeadas com 6 m de comprimento, considerando-se como parcela útil as 4 linhas centrais, desprezando-se uma linha de cada lateral da parcela e 0,5 m de cada extremidade.

Para as aplicações foi utilizado um pulverizador costal pressurizado a CO₂, equipado com uma barra contendo seis bicos, espaçados de 0,5 m entre si, com pontas de jato plano tipo leque Magnojet 110015 BD, regulada para pressão constante de 250 kPa (2,5 Bar) para o equipamento disponível, promovendo um espectro de gotas finas, de acordo com o fabricante, conforme recomendação para aplicação dos fungicidas. A velocidade de trabalho foi diferente para os tratamentos com diferentes volumes de calda; para 70 L ha⁻¹ padronizou-se uma velocidade média de 8,5 km h⁻¹, enquanto que para 120 L ha⁻¹ foi utilizada uma velocidade média de 5,0 km h⁻¹. A altura de barra em relação à cultura foi de 0,5 m.

Definiu-se realizar três aplicações de fungicidas com intervalo de 14 dias entre elas. Os fungicidas sítio-específicos empregados para controle de doenças na cultura da soja estão descritos na Tabela 1. Para a primeira aplicação, foi utilizado o adjuvante metilado de soja na concentração de 0,25% V/V junto ao fungicida protioconazol + trifloxistrobina, conforme recomendação do fabricante. Da mesma forma, junto ao fungicida da segunda aplicação, epoxiconal + fluxapiroxade + piraclostrobina, foi

utilizado um adjuvante a base de óleo mineral (0,5% V/V), enquanto que, para a terceira aplicação, não foi utilizado adjuvante junto a calda de pulverização, conforme recomendação do fabricante. Nos tratamentos que receberam o fungicida multissítio, foi utilizado o mancozeb na concentração de 750 g i.a. kg⁻¹ na formulação WG (granulado dispersível).

TABELA 1. Fungicidas sítio-específicos empregados para controle de doenças na cultura da soja.

Ingrediente Ativo	Formulação	Concentração g i.a. L ⁻¹	Dose L ha ⁻¹	Aplicação
protioconazol + trifloxistrobina	SC	175 + 150	0,4	Primeira
epoxiconazol + fluxapiroxade + priraclostrobina	EC	50 + 50 + 81	0,8	Segunda
picoxistrobina + benzovindiflupir	EC	100 + 50	0,6	Terceira

O delineamento experimental seguiu o modelo de blocos ao acaso, com 17 tratamentos e 4 repetições, em esquema fatorial 4x2x2+1, sendo quatro índices de área foliar (IAF) para início das aplicações de fungicidas (0,9; 1,8; 3,6 e 6,1), dois volumes de calda (70 e 120 L ha⁻¹), presença ou não de fungicida multissítio (mancozeb na dose de 1.125 g i.a. ha⁻¹) adicionado à calda com fungicida sítio-específico e um tratamento adicional correspondente à testemunha sem aplicação, conforme descritos na Tabela 2.

TABELA 2. Descrição dos tratamentos experimentais.

Tratamento	IAF ¹	Volume de Calda (L ha ⁻¹)	Fungicida Multissítio	Estágio Fenológico ²
1			Testemunha	
2	0,9	70	Sim	V4
3	0,9	70	Não	V4
4	0,9	120	Sim	V4
5	0,9	120	Não	V4
6	1,8	70	Sim	V6
7	1,8	70	Não	V6
8	1,8	120	Sim	V6
9	1,8	120	Não	V6
10	3,6	70	Sim	Vn
11	3,6	70	Não	Vn
12	3,6	120	Sim	Vn
13	3,6	120	Não	Vn
14	6,1	70	Sim	R3
15	6,1	70	Não	R3
16	6,1	120	Sim	R3
17	6,1	120	Não	R3

¹Índice de área foliar para início das aplicações de fungicidas. ²Estádio fenológico da cultura no momento da primeira aplicação de cada tratamento.

As condições meteorológicas durante as aplicações foram monitoradas por meio de um termo-higro-anemômetro-luxímetro digital, modelo AKSO LM 8000 (Tabela 3 para a área 1 e Tabela 4 para a área 2).

TABELA 3. Condições meteorológicas durante as aplicações realizadas na área 1.

IAF*		0,9					
Aplicações	Data	Temperatura (° C)		UR (%)		Velocidade do Vento (km h ⁻¹)	Nebulosidade (%)
		Inicial	Final	Inicial	Final		
1 ^a	28/12/2017	26,6	28,7	67,3	61,7	4,1	80
2 ^a	11/01/2018	29,5	29,4	53,2	54,5	2,5	20
3 ^a	25/01/2018	26,1	26,7	67,9	68,5	4,9	80
IAF		1,8					
1 ^a	04/01/2018	25,7	26,9	73,2	70,8	2,3	100
2 ^a	18/01/2018	28,3	28,1	55,4	56,3	3,7	0
3 ^a	01/02/2018	29,8	29,6	68,1	68,5	6,8	0
IAF		3,6					
1 ^a	09/01/2018	24,7	25,1	84,3	82,4	3,1	90
2 ^a	23/01/2018	27,6	27,1	66,7	70,2	3,7	90
3 ^a	06/02/2018	26,3	25,4	78,6	77,9	3,8	100
IAF		6,1					
1 ^a	23/01/2018	27,6	27,1	66,7	70,2	3,7	0
2 ^a	06/02/2018	26,3	25,4	78,6	77,9	3,8	100
3 ^a	20/02/2018	27,8	27,1	57,9	59,6	4,6	20

*Índice de área foliar para início das aplicações de fungicidas. UR – umidade relativa do ar.

TABELA 4. Condições meteorológicas durante as aplicações realizadas na área 2.

IAF*		0,9					
Aplicações	Data	Temperatura (° C)		UR (%)		Velocidade do Vento (km h ⁻¹)	Nebulosidade (%)
		Inicial	Final	Inicial	Final		
1 ^a	11/01/2018	24,3	25,3	72,3	71,4	5,7	20
2 ^a	25/01/2018	29,8	29,1	59,3	60,6	4,7	50
3 ^a	08/02/2018	25,6	26,9	68,9	70,2	2,1	30
IAF		1,8					
1 ^a	16/01/2018	27,5	26,3	64,3	65,9	3,6	100
2 ^a	30/01/2018	28,5	27,6	66,7	67,9	2,9	100
3 ^a	13/02/2018	26,5	27,9	61,5	59,6	5,1	0
IAF		3,6					
1 ^a	25/01/2018	29,8	29,1	59,3	60,6	4,7	50
2 ^a	08/02/2018	25,6	26,9	68,9	70,2	2,1	30
3 ^a	22/02/2018	28,6	29,1	65,4	63,2	4,3	50
IAF		6,1					
1 ^a	06/02/2018	26,5	27,2	75,4	74,5	2,1	50
2 ^a	20/02/2018	26,5	27,1	67,3	66,1	3,8	70
3 ^a	06/03/2018	28,9	29,4	64,1	65,4	2,9	70

*Índice de área foliar para início das aplicações de fungicidas. UR – umidade relativa do ar.

Para determinar o índice de área foliar das plantas de soja ao longo do seu desenvolvimento e dar início às aplicações de fungicidas nos momentos predefinidos,

realizou-se a coleta de 10 plantas, de forma aleatória dentro da área de bordadura em cada experimento. Elas foram levadas ao laboratório, onde tiveram seus folíolos destacados para medição da respectiva área foliar, por meio do medidor de área foliar da marca Licor, modelo LI 3100C. A média de área foliar das 10 plantas coletadas foi multiplicada pelo número de plantas por metro quadrado, determinando-se o IAF em cada momento de coleta.

Para a avaliação da deposição de calda nas plantas promovidas pelas aplicações, utilizou-se um traçador adicionado à calda composto do corante alimentício azul, catalogado internacionalmente pela “Food, Drug & Cosmetic”, como FD&C Blue no.1 (azul brilhante), na dose de $0,5 \text{ kg ha}^{-1}$ para ser detectado por absorbância em espectrofotometria. Para tanto, utilizou-se um espectrofotômetro (fotômetro fotoelétrico de filtro), com lâmpada de tungstênio-halogênio. A quantificação da coloração foi feita por absorbância em 630 nm, faixa de detecção do corante utilizado, conforme metodologia apresentada por Palladini et al. (2005).

Após a primeira pulverização em cada IAF estudado, foram selecionadas dez plantas, escolhidas ao acaso, sendo coletadas dois folíolos em cada planta, um no terço superior e outro no terço inferior. Os 10 folíolos de cada posição foram colocados em recipientes plásticos e acondicionadas imediatamente em caixa térmica, sob ausência de luz, e levados, no mesmo dia, ao laboratório para extração do traçador, adicionando-se 0,1 L de água destilada em cada saco. Após agitação por 10 segundos, a solução foi acondicionada em copos plásticos e deixada em repouso por 24 horas na ausência de luz para posterior leitura da absorbância. A área dos folíolos de extração foi medida também pelo aparelho da marca Licor, modelo LI 3100C. Com o uso da curva de calibração, obtida por meio de solução-padrão, os dados de absorbância foram transformados para a unidade de massa do traçador em relação à área foliar ($\mu\text{g cm}^{-2}$).

Foram realizadas no total seis avaliações, visando quantificar a severidade das doenças presentes nas parcelas, sendo a primeira caracterizada como prévia, a qual foi realizada momentos antes da primeira aplicação do IAF de 0,9. As demais foram executadas a partir de R1 até o estágio R6 (total enchimento de grãos). Para todas as avaliações, foi determinada a severidade das doenças por parcela, avaliando-se 10 trifólios coletados de forma aleatória dentro de cada parcela. Para auxílio e padronização das avaliações foram utilizadas escalas diagramáticas de nota de severidade das doenças avaliadas. Para ferrugem-asiática foi utilizada a escala proposta por Godoy et al. (2006);

para mancha-parda utilizou-se a escala proposta por Martins et al. (2004) e para oídio-da-soja a escala proposta por Polizel; Juliatti (2010).

De posse desses resultados, os dados de severidade das doenças foram integrados para obtenção da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) por meio da fórmula proposta por Campbell e Madden (1990).

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

em que:

AACPD: Área abaixo da curva de progresso da doença;

X = valor obtido na avaliação para cada variável analisada;

t = tempo;

n = número de avaliações no tempo.

A eficácia dos tratamentos com fungicidas em relação ao tratamento testemunha foi calculada sob os valores obtidos da AACPD, utilizando a formula proposta por Abbott (1925).

$$E = \left(1 - \frac{Nt}{Nc} \right) \times 100$$

em que:

E: Porcentagem de controle (%);

Nt = AACPD do tratamento com fungicida;

Nc = AACPD da testemunha.

Ao final do ciclo da cultura realizou-se avaliação de produtividade de cada tratamento colhendo-se 5m² de cada parcela (4 linhas centrais de 2,5 m de comprimento) e os resultados extrapolados para quilogramas por hectare e corrigidos para umidade de 13%.

Para fins de análise estatística, os dados foram submetidos à análise de variância, a testemunha foi comparada com os tratamentos pelo teste de Dunnet a 0,05 de probabilidade; as médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de Tukey, a 0,05 de probabilidade e estudo de regressão para índice de área foliar para início das aplicações de fungicidas. Foram aplicados os testes de Shapiro-Wilk e Levene para verificar a normalidade dos resíduos e a homogeneidade das variâncias. Essas análises foram realizadas utilizando-se dos softwares IBM SPSS Statistics 20.0.0 (IBM CORP. RELEASED, 2011) e R 3.4.4 (R CORE TEAM, 2018) além do o pacote ExpDes.pt 1.1.2. (FERREIRA, et al., 2013).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No resumo da análise de variância para deposição de calda nos terços inferior e superior, em diferentes manejos nas áreas 1 e 2, observou-se que as interações duplas entre índice de área foliar (IAF) com a presença ou não de fungicida multissítio e também com o volume de calda aplicado foram significativas para as duas áreas de condução do experimento (Tabela 5).

TABELA 5. Resumo da análise de variância para deposição de calda nos terços inferior e superior da cultura da soja, em diferentes manejos nas áreas 1 e 2. Uberlândia/MG, 2018.

Fonte de Variação	GL	QM - Área 1		QM - Área 2	
		Terço Inferior	Terço Superior	Terço Inferior	Terço Superior
IAF	3	39,93*	16,25*	38,76*	17,81*
Volume de Calda (VOL)	1	0,60ns	12,20*	1,46*	8,99*
Mancozeb (MANC)	1	2,98*	17,91*	2,40*	19,45*
IAF*VOL	3	0,85*	1,92*	1,52*	1,54*
IAF*MANC	3	4,87*	10,54*	5,78*	9,83*
VOL*MANC	1	0,04 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,03 ^{ns}
IAF*VOL*MANC	3	0,11 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,19 ^{ns}
Bloco	3	0,28	0,05	0,10	0,07
Resíduo	45	0,22	0,41	0,21	0,27
TOTAL	63	2,53	2,26	2,54	2,15
Coefficiente de Variação		15,86%	13,58%	15,64%	11,28%

* significativo a 0,05 de significância. ^{ns} não significativo a 0,05 de significância. GL – grau de liberdade; QM – quadrado médio; IAF – índice de área foliar para início das aplicações de fungicidas.

A deposição de calda do terço inferior teve uma queda gradativa, nas duas áreas conduzidas, com o aumento do IAF para início das aplicações, o que pode ter comprometido a eficácia dos produtos nesse terço, seja na presença ou não do fungicida multissítio ou para os diferentes volumes de calda aplicados (Figura 1).

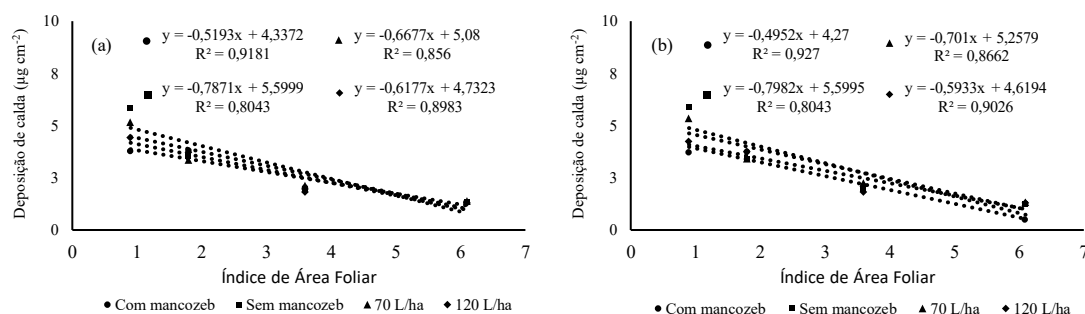


FIGURA 1. Análise de regressão para deposição de calda ($\mu\text{g cm}^{-2}$) no terço inferior da soja em dois volumes de calda (70 e 120 L ha^{-1}) na presença ou não de mancozeb para as áreas 1 (a) e 2 (b). Uberlândia/MG, 2018.

Ao avaliar cada situação, na presença ou não de mancozeb e em cada volume de calda aplicado, foi possível observar que no terço inferior, apenas no IAF de 0,9 para início das aplicações de fungicidas foram identificadas diferenças significativas de deposição, nas duas áreas conduzidas, entre os tratamentos. Provavelmente, a diferença entre os volumes aplicados foi causada pelo possível escoamento ocorrido no maior volume de calda, que em condições de baixo desenvolvimento da cultura e sem impedimentos físicos para a cobertura foliar, igualou-se ao volume de 70 L ha⁻¹ em quantidade de gotas por folha. Portanto a maior concentração de corante por gotas no menor volume refletiu em maior leitura no espectrofotômetro, proporcionando maiores valores de deposição de calda (Tabela 6).

A presença do fungicida multissítio diminuiu a deposição de calda, nas duas áreas estudadas, apenas quando as aplicações iniciaram com IAF de 0,9, diferindo dos tratamentos sem o fungicida mancozeb nesse momento. Nos demais IAF estudados o resultado esperado, deposição de calda semelhante nas duas situações, aconteceu e essa diferença não foi detectada (Tabela 6).

TABELA 6. Deposição de calda ($\mu\text{g cm}^{-2}$) no terço inferior da soja dentro de cada IAF de início das aplicações, com dois volumes de calda e na presença ou não de mancozeb. Uberlândia/MG, 2018.

IAF	Área 1				Área 2			
	CM	SM	70 L ha ⁻¹	120 L ha ⁻¹	CM	SM	70 L ha ⁻¹	120 L ha ⁻¹
0,9	3,76 b	5,84 a	5,17 a	4,43 b	3,70 b	5,88 a	5,34 a	4,24 b
1,8	3,79 a	3,54 a	3,36 a	3,72 a	3,75 a	3,40 a	3,41 a	3,75 a
3,6	2,03 a	1,90 a	2,13 a	1,81 a	2,12 a	1,96 a	2,26 a	1,82 a
6,1	1,33 a	1,36 a	1,38 a	1,31 a	1,38 a	1,26 a	1,33 a	1,31 a

Médias seguidas por letras distintas nas linhas diferem significativamente entre si, a 0,05 de significância, pelo teste de Tukey. IAF – índice de área foliar para início das aplicações de fungicidas; CM – com mancozeb; SM – sem mancozeb. CV – Coeficiente de variação.

O comportamento da deposição de calda no terço superior, nas duas áreas estudadas, foi diferente daquele observado para o terço inferior. O modelo quadrático, nesse terço, foi significativo para todos os manejos empregados, sendo que, a menor deposição foi observada próxima do IAF 3,6 para início das aplicações de fungicidas. Nesse momento tinha-se a maior quantidade de folhas passíveis de amostragem e a definição clara do terço superior e inferior, distribuindo o volume aplicado nessa quantidade de folhas. No IAF de 6,1, foi observado a queda das folhas do baixeiro das plantas de soja, provocando mudança no local de coleta para as folhas mais expostas à

calda de aplicação, consequentemente aumentou-se a deposição de calda no terço superior para todos os manejos utilizados (Figura 2).

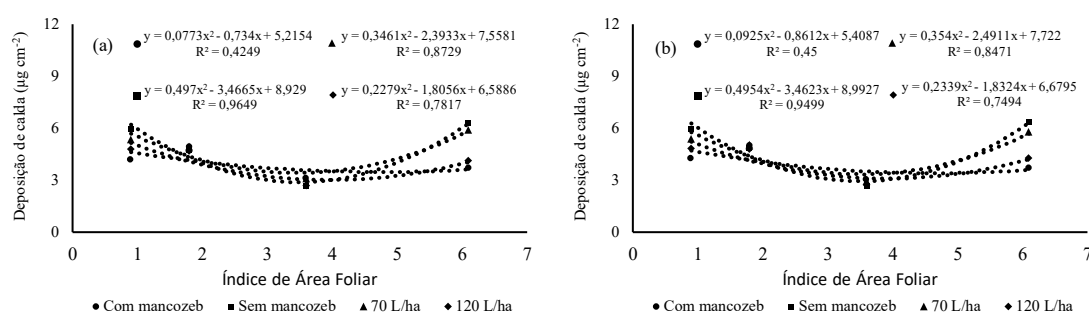


FIGURA 2. Análise de regressão para deposição de calda ($\mu\text{g cm}^{-2}$) no terço superior da soja em função do índice de área foliar, em dois volumes de calda (70 e 120 L ha^{-1}) na presença ou não de mancozeb para as áreas 1 (a) e 2 (b). Uberlândia/MG, 2018.

Diferente do terço inferior, ao avaliar os manejos no terço superior, foi possível observar que no IAF de 0,9 para início das aplicações de fungicidas, não foi observada diferença entre os volumes de calda aplicados na área 1. Enquanto que para o IAF de 6,1 foram observadas diferenças entre os manejos adotados, nos quais a maior deposição de calda, nas duas áreas conduzidas, foi observada na ausência de fungicida mancozeb e no menor volume de calda estudado (Tabela 7).

TABELA 7. Deposição de calda ($\mu\text{g cm}^{-2}$) no terço superior da soja dentro de cada IAF de início das aplicações, com dois volumes de calda e na presença ou não de mancozeb. Uberlândia/MG, 2018.

IAF	Área 1				Área 2			
	CM	SM	70 L ha^{-1}	120 L ha^{-1}	CM	SM	70 L ha^{-1}	120 L ha^{-1}
0,9	4,19 b	5,98 a	5,36 a	4,81 a	4,25 b	6,00 a	5,40 a	4,85 b
1,8	4,92 a	4,72 a	4,96 a	4,69 a	4,99 a	4,87 a	5,05 a	4,81 a
3,6	3,13 a	2,65 a	3,09 a	2,69 a	3,03 a	2,66 a	2,96 a	2,73 a
6,1	3,71 b	6,33 a	5,91 a	4,13 b	3,70 b	6,37 a	5,78 a	4,29 b

Médias seguidas por letras distintas nas linhas diferem significativamente entre si, a 0,05 de significância, pelo teste de Tukey. IAF – índice de área foliar para início das aplicações de fungicidas; CM – com mancozeb; SM – sem mancozeb.

Villalba et al. (2009), estudando a deposição em cultivares de soja no estágio R1, encontraram depósitos no terço superior quase três vezes superiores aos do terço inferior, concordando com esse trabalho para o IAF de 6,1. Boschini et al. (2008) também mostraram que as deposições de calda ocorridas no terço inferior da cultivar de soja CD

202 foram significativamente inferiores às obtidas no terço superior, independentemente da ponta e do volume de calda utilizado.

Tormen et al. (2012) concluíram que o IAF das cultivares estudadas afetou a deposição de gotas no seu dossel e deve ser considerado na escolha da ponta de pulverização adequada. Victor et al. (2015) concluíram que o volume de calda de 80 L ha⁻¹ proporcionou, em geral, maior retenção de calda nas plantas de soja em relação a 150 L ha⁻¹ assim como nesse trabalho, no qual o menor volume aplicado apresentou maior deposição no IAF de 0,9 para os terços inferior e superior e no IAF de 6,1 apenas no terço superior.

Com relação ao controle de doenças, notaram-se comportamentos diferentes de acordo com a doença avaliada. Começando a análise pela principal doença da cultura da soja, ferrugem-asiática: ela apresentou grau de severidade diferente nas duas áreas conduzidas, sendo que na área 1 houve menor pressão da doença e ocorrência tardia quando comparada com a área 2, provocando diferença no modo de análise de cada resultado. Enquanto na área 1 apenas o efeito de IAF para início das aplicações de fungicidas foi significativo, na área 2 ocorreu a interação tripla entre os fatores estudados influenciando o controle da doença (Tabela 8).

TABELA 8. Resumo da análise de variância para área abaixo da curva de progresso da doença para ferrugem-asiática em diferentes manejos nas áreas 1 e 2. Uberlândia/MG, 2018.

Fonte de Variação	GL	QM	
		Área 1	Área 2
IAF	3	14555,81*	118372,52*
Volume de Calda (VOL)	1	37,52 ^{ns}	50176,00*
Mancozeb (MANC)	1	2232,56 ^{ns}	240958,27*
IAF*VOL	3	319,27 ^{ns}	23263,77*
IAF*MANC	3	494,08 ^{ns}	22259,02*
VOL*MANC	1	3,06 ^{ns}	39800,25*
IAF*VOL*MANC	3	14,29 ^{ns}	10719,71*
Bloco	3	299,28	11052,08
Adicional vs Fatorial	1	40902,80*	3763176,63*
Resíduo	48	375,08	3337,517
TOTAL	67	1615,34	71810,6
Coeficiente de Variação		35,77%	20,66%

* significativo a 0,05 de significância. ^{ns} não significativo a 0,05 de significância. GL – grau de liberdade; QM – quadrado médio; IAF – índice de área foliar para início das aplicações de fungicidas.

Nas duas áreas, o controle de ferrugem-asiática tendeu a aumentar à medida que se iniciaram as aplicações com maiores IAF, até certo ponto, devido a época de ocorrência da doença em condições normais de campo e as melhores condições recomendadas para

o seu controle (preventivo). Destaque-se que, tanto na área 1 quanto na área 2, na maioria dos casos foi possível observar a queda de controle da doença quando as aplicações se iniciaram com IAF de 6,1, a única exceção para essa condição foi na área 2 quando se utilizou volume de calda de 120 L ha⁻¹ na presença do fungicida mancozeb (120 L ha⁻¹ - CM), nesse caso o modelo quadrático não foi significativo, gerando a falsa impressão de aumento de controle ao passar do tempo. Na prática isso não acontece devido às características da doença que têm seu controle reduzido em condições curativas. Por outro lado, pode-se avaliar que essa condição foi a única capaz de manter o controle mesmo em condições de presença da doença no campo (Figura 3).

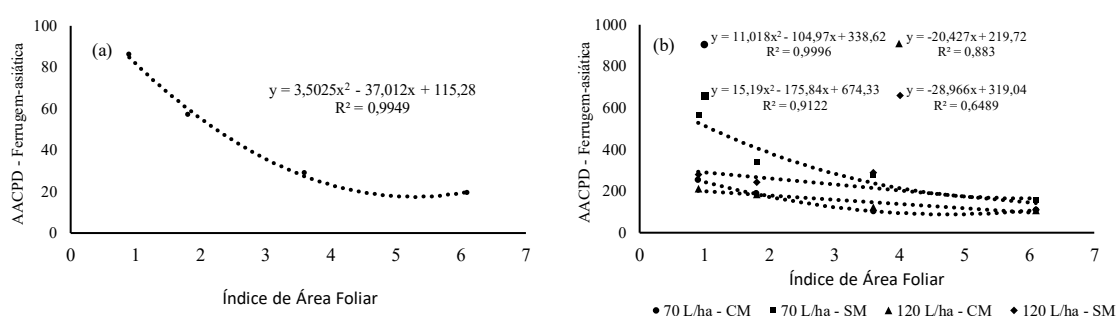


FIGURA 3. Análise de regressão para área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para ferrugem-asiática em função do índice de área foliar, em dois volumes de calda (70 e 120 L ha⁻¹) na presença (CM) ou não (SM) de mancozeb, para as áreas 1 (a) e 2 (b). Uberlândia/MG, 2018.

Na área 1 não houve diferença entre as diferentes condições de manejo, seja pela presença ou não de mancozeb ou pelo volume de calda aplicado dentro de cada IAF. A única diferença observada nessa área para o controle de ferrugem-asiática foi entre o tratamento testemunha (sem aplicação de fungicidas) e os tratamentos com aplicações, mesmo quando essas se iniciaram com IAF de 0,9. A mesma diferença foi observada na área 2. Nessa área, o controle da doença foi influenciado pelo IAF de início das aplicações, volume de calda aplicado e presença ou não do fungicida mancozeb (Tabela 9).

TABELA 9. Eficácia e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para ferrugem-asiática com dois volumes de calda, na presença ou não de mancozeb, para as áreas 1 e 2. Uberlândia/MG, 2018.

IAF	Área 1								Área 2											
	Com Mancozeb				Sem Mancozeb				70 L ha ⁻¹				120 L ha ⁻¹							
	AACPD		E (%)		AACPD		E (%)		AACPD		E (%)		AACPD		E (%)					
	AACPD	E (%)	AACPD	E (%)	AACPD	E (%)	AACPD	E (%)	AACPD	E (%)	AACPD	E (%)	AACPD	E (%)	AACPD	E (%)				
	AACPD	E (%)	AACPD	E (%)	AACPD	E (%)	AACPD	E (%)	AACPD	E (%)	AACPD	E (%)	AACPD	E (%)	AACPD	E (%)				
0,9	73,1	52	99,8	33	87,5	41	85,3	43	252,0	Aa	79	566,1	Bb	54	211,8	Aa	83	280,0	Aa	77
1,8	56,9	61	57,3	60	50,3	66	63,9	55	187,3	Aa	85	338,6	Bb	72	184,6	Aa	85	240,6	Aa	80
3,6	25,4	82	32,8	77	32,8	76	25,4	83	102,4	Aa	92	277,4	Ab	77	121,6	Aa	90	287,0	Ab	76
6,1	13,1	92	25,8	83	18,4	88	20,6	87	108,5	Aa	91	158,4	Aa	87	107,6	Aa	91	109,4	Aa	91
Testemunha	152.3*								1220.6*											

Médias seguidas por letras minúsculas, para mesmo volume de calda, e maiúsculas, para diferentes volumes de calda na mesma condição de presença ou não de mancozeb, distintas nas linhas diferem significativamente entre si, a 0,05 de significância, pelo teste de Tukey. *todos os tratamentos com fungicidas diferiram do tratamento adicional testemunha pelo teste de Dunnett a 0,05 de significância. IAF – índice de área foliar; E (%) – Eficácia pela fórmula de Abbott (1925).

Na área 2, a presença de mancozeb foi importante para melhorar o controle da ferrugem-asiática, principalmente quando se utilizou o volume de calda de 70 L ha⁻¹ e as aplicações iniciadas até IAF de 3,6, fato que se relaciona com a melhor proteção da planta devido à utilização de fungicidas classificados como protetor multissítio no manejo da doença. Apesar de melhorar o controle da doença também no maior volume aplicado em todas épocas de aplicação, a presença de mancozeb só foi superior estatisticamente quando as aplicações se iniciaram com IAF de 3,6, o que mostra a sinergia entre a época de aplicação e tipo de manejo utilizado. O volume de calda de 120 L ha⁻¹ melhorou o controle da doença em relação a 70 L ha⁻¹ principalmente na ausência do fungicida multissítio para as aplicações iniciadas mais cedo (IAF 0,9 e 1,8) (Tabela 9).

Nascimento et al. (2018) concluíram que o emprego do controle químico é uma medida essencial no manejo da ferrugem-asiática, porém a decisão sobre a época de aplicação depende de fatores como monitoramento, pressão de inóculo e condições climáticas favoráveis à doença. O mesmo foi observado nesse trabalho, no qual o controle eficiente da doença foi influenciado diretamente pela época de início das aplicações e pela pressão de inóculo na área. Em geral, as melhores épocas de controle foram aquelas que também apresentaram a menor diferença entre a deposição de calda no terço inferior e superior.

Souza et al. (2015) concluíram que três aplicações de fungicidas para controle da ferrugem-asiática iniciadas em R1 foram mais eficazes no controle; nesse trabalho esse estágio ocorreu entre os IAF de 3,6 e 6,1, quando também apresentou o melhor controle da doença. Lucion et al. (2017) concluíram que os fungicidas multissítios melhoraram a eficácia dos fungicidas sistêmicos, proporcionando melhor controle para o complexo de doenças, e que o mancozeb foi o fungicida multissítio que obteve os melhores resultados, assim como nesse trabalho, onde também se observou a importância de se utilizar o fungicida multissítio para aumentar ou manter o controle da doença, além do manejo de resistência do fungo.

Semelhante ao que ocorreu para a ferrugem-asiática, o oídio-da-soja também teve grau de severidade diferente nas duas áreas conduzidas, no qual na área 1 houve maior pressão da doença quando comparada com a área 2, provocando diferença no modo de análise de cada resultado. Na área 1, apenas a interação entre IAF e presença ou não de mancozeb foi significativa, o mesmo aconteceu para a área 2 que, por sua vez, também apresentou a interação entre IAF e volume de calda significativa (Tabela 10).

TABELA 10. Resumo da análise de variância para área abaixo da curva de progresso da doença para oídio-da-soja em diferentes manejos nas áreas 1 e 2. Uberlândia/MG, 2018.

Fonte de Variação	GL	QM	
		Área 1	Área 2
IAF	3	277503,66*	104367,19*
Volume de Calda (VOL)	1	97929,88*	2848,89*
Mancozeb (MANC)	1	298047,75*	3234,77*
IAF*VOL	3	3244,25 ^{ns}	13161,86*
IAF*MANC	3	25479,44*	3412,90*
VOL*MANC	1	133,69 ^{ns}	1287,02 ^{ns}
IAF*VOL*MANC	3	1673,67 ^{ns}	254,44 ^{ns}
Bloco	3	2200,88	304,09
Adicional vs Fatorial	1	9746091,59*	274987,32*
Resíduo	48	7281,69	674,52
TOTAL	67	170478,06	10137,86
Coefficiente de Variação		22,22%	11,81%

* significativo a 0,05 de significância. ^{ns} não significativo a 0,05 de significância. GL – grau de liberdade; QM – quadrado médio; IAF – índice de área foliar para início das aplicações de fungicidas.

Pode-se observar que o controle de oídio-da-soja apresentou comportamento inverso daquele observado para ferrugem-asiática, no qual o controle tendeu a diminuir à medida que as aplicações foram iniciadas com maiores IAF, esse comportamento foi observado para as duas áreas conduzidas. Fica claro então a diferença entre a melhor época de aplicação visando controle de oídio-da-soja e a melhor época para controle da ferrugem-asiática (Figura 4).

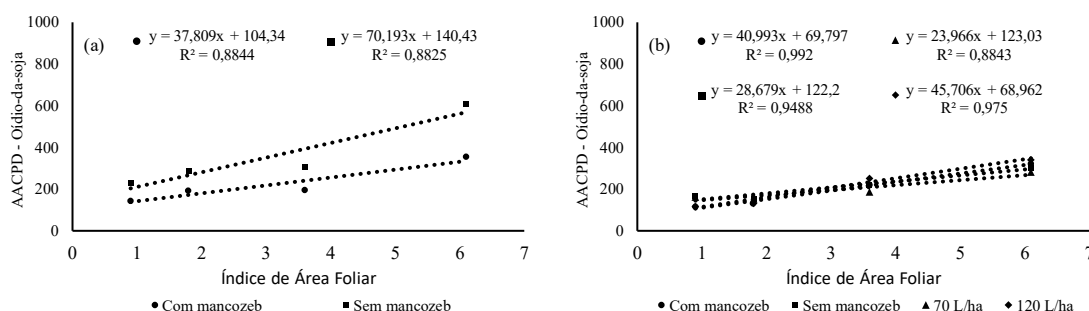


FIGURA 4. Análise de regressão para área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para oídio-da-soja em função do índice de área foliar, em dois volumes de calda (70 e 120 L ha⁻¹) na presença ou não de mancozeb, para as áreas 1 (a) e 2 (b). Uberlândia/MG, 2018.

O melhor controle de oídio-da-soja foi observado no manejo com a presença do fungicida multissítio para todas as épocas de aplicação, principalmente na área 1, na qual a pressão da doença foi maior, o que também evidenciou a diferença entre os volumes de

calda aplicados. O maior volume apresentou melhor controle na área 1, enquanto que na área 2, apenas quando as aplicações foram iniciadas com IAF de 0,9, essa diferença foi observada. A deposição de calda nessa época para início das aplicações de fungicidas indicou o menor volume com maior deposição, assim esperava-se melhor controle do menor volume (Tabela 11).

Pasqua et al. (2015) concluíram que duas e três aplicações de fungicida triazol + estrobilurina iniciadas no estágio V9 com volume de calda de 200 L ha⁻¹ mostraram-se eficientes no controle do oídio-da-soja. No presente trabalho, esse estágio foi atingindo logo após o IAF 1,8, no qual não se observaram grandes diferenças na deposição de calda nos diferentes manejos. Os resultados mostraram bom controle da doença, mas apenas na área 1 notou-se diferença entre os volumes de calda.

TABELA 11. Eficácia e área abaixo da curva de progresso da doença para oídio-da-soja com dois volumes de calda, na presença ou não de mancozeb, para as áreas 1 e 2. Uberlândia/MG, 2018.

IAF	Área 1								Área 2							
	Com Mancozeb		Sem Mancozeb		70 L ha ⁻¹		120 L ha ⁻¹		Com Mancozeb		Sem Mancozeb		70 L ha ⁻¹		120 L ha ⁻¹	
	AACPD	E (%)	AACPD	E (%)	AACPD	E (%)	AACPD	E (%)	AACPD	E (%)	AACPD	E (%)	AACPD	E (%)	AACPD	E (%)
0,9	144,8	a 92	230,6	b 88	216,1	88	159,3	92	115,5	a 75	165,4	b 65	164,5	b 65	116,4	a 75
1,8	191,4	a 90	284,6	b 85	263,3	86	212,8	89	132,1	a 72	154,9	a 67	154,9	a 67	132,1	a 72
3,6	194,4	a 90	306,3	b 84	301,1	84	199,5	89	218,8	a 54	221,8	a 53	187,3	a 60	253,3	b 46
6,1	355,6	a 81	610,6	b 68	535,1	72	431,1	77	321,1	a 32	302,3	a 36	282,6	a 40	340,8	b 28
Média	221,6	88	358	81	328,9	b 82	250,7	a 87	196,9	58	211,1	55	197,3	58	210,7	55
Testemunha	1898,8*								474,3*							

Médias seguidas por letras distintas nas linhas diferem significativamente entre si, a 0,05 de significância, pelo teste de Tukey. *todos os tratamentos com fungicidas diferiram do tratamento adicional testemunha pelo teste de Dunnett a 0,05 de significância. IAF – índice de área foliar; E (%) – Eficácia pela formula de Abbott (1925).

Diferente do que ocorreu com as outras doenças avaliadas, a mancha-parda teve grau de severidade semelhante nas duas áreas conduzidas, mas a época de ocorrência foi diferente, na área 1 houve ocorrência mais tardia quando comparada com a área 2, o que foi suficiente para alterar o modo de análise de cada resultado. Enquanto na área 1 apenas a interação entre IAF e presença ou não de mancozeb foi significativa, na área 2 ocorreu a interação tripla entre os fatores estudados, influenciando o controle da doença (Tabela 12).

TABELA 12. Resumo da análise de variância para área abaixo da curva de progresso da doença para mancha-parda em diferentes manejos, nas áreas 1 e 2. Uberlândia/MG, 2018.

Fonte de Variação	GL	QM	
		Área 1	Área 2
IAF	3	277503,66*	361108,05*
Volume de Calda (VOL)	1	97929,88*	1620,06 ^{ns}
Mancozeb (MANC)	1	298047,75*	361877,44 ^{ns}
IAF*VOL	3	3244,25 ^{ns}	22932,51*
IAF*MANC	3	25479,44*	7318,55*
VOL*MANC	1	133,69 ^{ns}	28077,19*
IAF*VOL*MANC	3	1673,67 ^{ns}	11908,72*
Bloco	3	3039,50	4805,36
Adicional vs Fatorial	1	2769674,75*	4681950,72*
Resíduo	48	6878,37	1625,79
TOTAL	67	66101,03	95160,94
Coefficiente de Variação		15,35%	6,98%

* significativo a 0,05 de significância. ^{ns} não significativo a 0,05 de significância. GL – grau de liberdade; QM – quadrado médio; IAF – índice de área foliar para início das aplicações de fungicidas.

Pode-se observar que o controle de mancha-parda também apresentou comportamento inverso daquele observado para ferrugem-asiática e semelhante ao de oídio-da-soja, no qual o controle tendeu a diminuir à medida que as aplicações foram iniciadas com maiores IAF. Esse comportamento foi observado para as duas áreas conduzidas. Mais uma vez observou-se diferença entre a melhor época de aplicação visando controle de mancha-parda, comparada com ferrugem-asiática (Figura 5).

Um destaque importante para a área 2 no controle de pragas foi o modelo quadrático ter o melhor ajuste, indicando que a melhor época de início das aplicações de fungicidas para controle de mancha-parda está entre os IAF de 1,8 e 3,6 quando se utilizou 70 L ha⁻¹ na ausência de mancozeb.

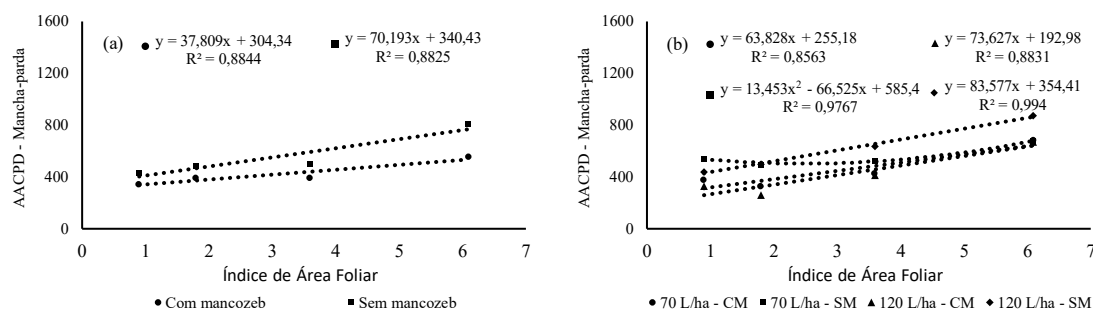


FIGURA 5. Análise de regressão para área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para mancha-parda em função do índice de área foliar, em dois volumes de calda (70 e 120 L ha⁻¹) na presença (CM) ou não (SM) de mancozeb, para as áreas 1 (a) e 2 (b). Uberlândia/MG, 2018.

O maior controle de mancha-parda foi observado no manejo com a presença do fungicida multissítio para todas as épocas de aplicação nas duas áreas, com exceção dos tratamentos com aplicações iniciadas com IAF de 6,1 e volume utilizado de 70 L ha⁻¹ na área 2 (Tabela 13). Quando se avaliou o volume de calda aplicado, na área 1, independente da época de início das aplicações, o maior volume apresentou melhor controle da doença, enquanto que na área 2, o melhor controle devido ao maior volume de calda aplicado foi influenciado pela época de aplicação e presença ou não de mancozeb. Considerando a presença do fungicida multissítio, o maior volume apresentou controle superior apenas quando as aplicações foram iniciadas com IAF de 1,8; nessa mesma época no manejo sem mancozeb, essa diferença não foi observada.

Finoto et al. (2011) concluíram que uma aplicação em R5 utilizando volume de calda de 300 L ha⁻¹ apresentou o melhor resultado para controle de mancha-parda, assim como o maior incremento em produtividade. Carniel et al. (2014), em trabalho com diferentes cultivares com e sem aplicação de fungicidas, encontraram maior controle da doença quando realizadas três aplicações de fungicidas nos estádios R1; R4 e R5.4. No presente trabalho, diferindo dos autores citados anteriormente, as aplicações iniciadas próximas do estágio reprodutivo (IAF entre 3,6 e 6,1) apresentaram o pior controle da doença para as duas áreas, em todos os manejos estudados.

TABELA 13. Eficácia e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para mancha-parda com dois volumes de calda, na presença ou não de mancozeb, para as áreas 1 e 2. Uberlândia/MG, 2018.

IAF	Área 1 ¹								Área 2 ²							
	Com Mancozeb				Sem Mancozeb				70 L ha ⁻¹				120 L ha ⁻¹			
	AACPD		E (%)		AACPD		E (%)		AACPD		E (%)		AACPD		E (%)	
	AACPD	E (%)	AACPD	E (%)	AACPD	E (%)	AACPD	E (%)	AACPD	E (%)	AACPD	E (%)	AACPD	E (%)	AACPD	E (%)
0,9	344,8	a	74		430,6	b	68		416,1	69		359,3	73		376,3	Aa
1,8	391,4	a	71		484,6	b	63		463,3	65		412,8	69		327,3	Ba
3,6	394,4	a	70		506,3	b	62		501,1	62		399,5	70		426,1	Aa
6,1	555,6	a	58		810,6	b	39		735,1	44		631,1	53		682,5	Aa
Média	421,6	68			558,0	58			528,9	b	60		450,7	a	66	
Testemunha	1347,5*								1627,5*							

¹Médias seguidas por letras distintas nas linhas diferem significativamente entre si, a 0,05 de probabilidade, pelo teste de Tukey. ²Médias seguidas por letras minúsculas, para mesmo volume de calda, e maiúsculas, para diferentes volumes de calda na mesma condição de presença ou não de mancozeb, distintas nas linhas diferem significativamente entre si, a 0,05 de significância, pelo teste de Tukey. *todos os tratamentos com fungicidas diferiram do tratamento adicional testemunha pelo teste de Dunnett a 0,05 de probabilidade. IAF – índice de área foliar; E (%) – Eficácia pela fórmula de Abbott (1925).

Com relação à produtividade da cultura ao final do ciclo, nas duas áreas conduzidas a interação tripla entre os fatores foi significativa, o que indica que essa variável é influenciada pelo IAF para início das aplicações, volume de calda e tipo de manejo (com ou sem mancozeb) (Tabela 14).

TABELA 14. Resumo da análise de produtividade em diferentes manejos nas áreas 1 e 2. Uberlândia/MG, 2018.

Fonte de Variação	GL	QM	
		Área 1	Área 2
IAF	3	203,29*	237,30*
Volume de Calda (VOL)	1	483,45*	41,43*
Mancozeb (MANC)	1	1,79*	128,91*
IAF*VOL	3	39,08*	18,35*
IAF*MANC	3	3,62 ^{ns}	73,09*
VOL*MANC	1	123,49*	13,42*
IAF*VOL*MANC	3	17,03*	27,17*
Bloco	3	0,49	0,69
Adicional vs Fatorial	1	467,64*	2524,28*
Resíduo	48	2,03	2,40
TOTAL	67	29,32	58,10
Coeficiente de Variação		2,90%	2,62%

* significativo a 0,05 de significância. ^{ns} não significativo a 0,05 de significância. GL – grau de liberdade; QM – quadrado médio; IAF – índice de área foliar para início das aplicações de fungicidas.

Em todas as situações de manejo, nas duas áreas, os melhores rendimentos estimados ocorreram próximos de aplicações iniciadas com IAF de 3,6, sugerindo ser nesse momento a melhor relação entre época de aplicação e controle de doenças com três aplicações de fungicidas, por apresentar controle satisfatório para todas as doenças e as maiores produtividades (Figura 6).

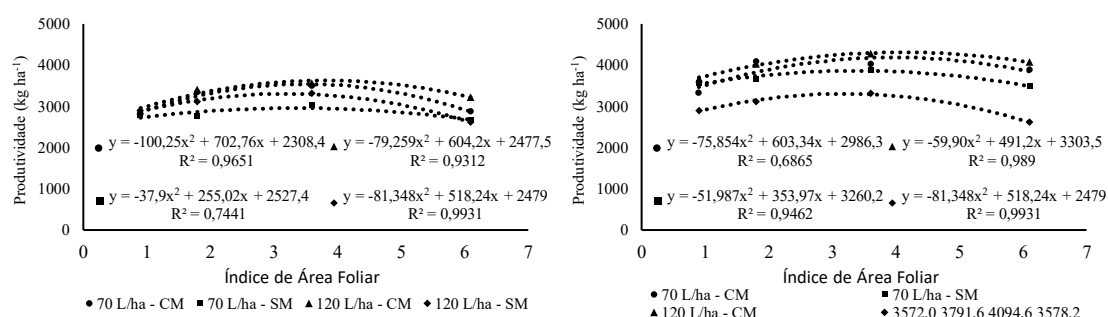


FIGURA 6. Análise de regressão para produtividade (kg ha^{-1}) em função do índice de área foliar, em dois volumes de calda (70 e 120 L ha^{-1}) na presença (CM) ou não (SM) de mancozeb, para as áreas 1 (a) e 2 (b). Uberlândia/MG, 2018.

Na área 1, quando se avaliou o rendimento dentro do volume de calda de 70 L ha⁻¹, apenas quando as aplicações foram iniciadas com IAF igual a 0,9, a presença de mancozeb não diferiu do manejo sem mancozeb, conforme pode ser observado nos demais IAF estudados para início das aplicações de fungicidas. O mesmo aconteceu para o volume de 120 L ha⁻¹. Na presença de mancozeb, apenas quando as aplicações iniciaram com IAF de 6,1 notou-se diferença significativa de rendimentos entre os volumes de calda utilizados, no qual o maior volume proporcionou maior produtividade; já no manejo sem mancozeb a diferença de produtividade entre os volumes aplicados ficou mais evidente, exceto quando as aplicações foram iniciadas com IAF de 0,9 (Tabela 15).

Na área 2, ao contrário do que aconteceu na área 1, apenas quando as aplicações foram iniciadas com índice de área foliar igual a 0,9, no volume de calda de 70 L ha⁻¹, o manejo com mancozeb apresentou menor produtividade que o manejo sem mancozeb. Dentro do manejo com 120 L ha⁻¹, apenas nos tratamentos que tiveram o início das aplicações com IAF de 0,9 não foi observada diferença de produtividade entre os manejos com e sem mancozeb. De maneira geral, o maior volume utilizado auxiliou o manejo de doenças sem o fungicida multissítio, enquanto que no manejo com mancozeb, nos tratamentos com aplicações iniciadas com IAF de 0,9 e 6,1, o maior volume foi superior ao menor volume (Tabela 15).

Alessio (2008) concluiu que as aplicações de fungicidas de forma preventiva são estratégicas para o melhor controle das doenças foliares e manutenção da área foliar sadia, contribuindo para maior massa dos grãos. Em contrapartida, Sarto et al. (2013) concluíram que a aplicação de fungicida nos diferentes estágios reprodutivos da cultura da soja não influenciou a massa de cem grãos, e as maiores produtividades foram observadas com aplicações em R2, R4 e R6. No presente trabalho os melhores rendimentos de grãos foram atingidos com aplicações iniciadas na fase de transição entre os estádios vegetativo e reprodutivo. De maneira geral, os melhores controles das doenças e a menor influência do tipo de manejo adotado na deposição de calda também foram observados nesses tratamentos com aplicações de fungicidas iniciadas nessa fase de transição.

TABELA 15. Produtividade (kg ha⁻¹) da cultura da soja dentro de cada IAF de início das aplicações de fungicidas, com dois volumes de calda, na presença ou não de mancozeb para as áreas 1 e 2. Uberlândia/MG, 2018.

IAF	Área 1				Área 2			
	70 L ha ⁻¹		120 L ha ⁻¹		70 L ha ⁻¹		120 L ha ⁻¹	
	CM	SM	CM	SM	CM	SM	CM	SM
0,9	2813,1 Aa	2782,2 Aa	2901,3 Aa	2898,2 Aa	3322,6 Bb	3567,5 Aa	3677,6 Aa	3572,0 Aa
1,8	3333,0 Aa	2762,1 Bb	3409,5 Aa	3114,5 Ab	4090,0 Aa	3673,0 Ab	4028,7 Aa	3791,6 Ab
3,6	3490,6 Aa	3012,5 Bb	3567,4 Aa	3309,8 Ab	4024,2 Aa	3892,8 Ba	4275,2 Aa	4094,6 Ab
6,1	2875,3 Ba	2660,1 Ab	3226,5 Aa	2609,1 Ab	3877,0 Ba	3478,0 Ab	4075,1 Aa	3578,2 Ab
Testemunha	2310,4*				2218,3*			

Médias seguidas por letras minúsculas, para mesmo volume de calda, e maiúsculas, para diferentes volumes de calda na mesma condição de presença ou não de mancozeb, distintas nas linhas diferem significativamente entre si, a 0,05 de significância, pelo teste de Tukey. *todos os tratamentos com fungicidas diferiram do tratamento adicional testemunha pelo teste de Dunnett a 0,05 de probabilidade. IAF – índice de área foliar; CM – com mancozeb; SM – sem mancozeb.

4. CONCLUSÕES

A deposição de calda nos índices de área foliar (IAF) de 1,8 e 3,6 para o início das aplicações de fungicidas não sofreu grandes variações com a mudança de volume de calda ou tipo de manejo (com ou sem mancozeb) adotado.

O aumento de volume de calda de 70 para 120 L ha⁻¹ não proporcionou maior deposição de calda no terço inferior, que tendeu a cair com desenvolvimento da cultura, mas aumentou o controle de doenças (oídio-da-soja e mancha-parda) e, de maneira geral, aumentou o rendimento da cultura na presença ou não do fungicida multissítio.

A presença do fungicida multissítio, na maioria dos casos, aumentou o controle do complexo de doenças e consequentemente proporcionou os maiores rendimentos.

Os maiores controles de ferrugem-asiática foram observados quando as aplicações de fungicidas iniciaram entre o IAF de 3,6 e 6,1, na presença de mancozeb para os dois volumes de calda de 70 ou 120 L ha⁻¹.

Os maiores controles de oídio-da-soja e mancha-parda foram observados quando as aplicações de fungicidas iniciaram no IAF de 0,9, na presença de mancozeb com volume de calda de 120 L ha⁻¹.

As aplicações de fungicidas iniciadas com IAF próximo de 3,6, na presença de mancozeb, para os dois volumes de calda de 70 ou 120 L ha⁻¹, apresentaram a melhor relação entre controle do complexo de doenças e rendimento da cultura da soja.

Sugere-se que o início das aplicações de fungicidas para controle do complexo de doenças e melhor rendimento da cultura da soja seja realizado baseado no índice de área foliar, em substituição, quando possível, ao estágio de desenvolvimento da cultura ou calendarizado pelos dias após emergência ou semeadura.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 18, n. 2, p. 265-267, 1925.
<https://doi.org/10.1093/jee/18.2.265a>
- AGROSTAT. Sistema de Estatística de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro. **Indicadores Gerais Agrostat**. [S.l.: s.n.], 2018. Disponível em:
<<http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>>. Acesso em 21 de julho de 2018.
- ALESSIO, D. **Momento e número de aplicações de fungicidas e seu efeito sobre a duração da área foliar sadia e o rendimento de grãos em soja**. Passo Fundo: UPF, 2008.
- ALMEIDA, A. M. R. et al. Doenças da soja (*Glycine max*). In: KIMATI, H. et al. **Manual de fitopatologia doenças das plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2005. p. 575. v. 2.
- BOSCHINI, L. et al. Avaliação da deposição da calda de pulverização em função da vazão e do tipo de bico hidráulico na cultura da soja. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 171-175, 2008.
- BUENO, M. R.; CUNHA, J. P. A. R.; ALVES, G. S. Estudo do espectro de gotas produzidas nas pulverizações aérea e terrestre na cultura da batata. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 54, n. 3, p. 225-234, 2011.
- CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley, 1990. 532 p.
- CARNIEL, L. A.; MENOSSO, R.; BALBINOT JUNIOR, A. A. Reação de cultivares de soja às doenças de final de ciclo com e sem aplicação de fungicidas. **Uniesc & Ciência – ACET**, Joaçaba, v. 5, n. 1, p. 83-90, 2014.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Brasil). **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, Safra 2017/2018: Décimo Levantamento**. Brasília, 2018. Disponível em:
<www.conab.gov.br>. Acesso em: 20 jul. 2018.
- CUNHA, J. P. A. R et al. Efeito de pontas de pulverização no controle químico da ferrugem da soja. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v, 28, n. 2, p. 283-291, 2008.
- CUNHA, J. P. A. R.; SILVA, R. A. M.; OLIVET, J. J. Avaliação de pontas e volumes de pulverização na aplicação de fungicida na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Revista de la Facultad de Agronomía**, Luz, v. 28, n. 3, p. 344-359, 2011.
- 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.; MARQUES, R. S.; ALVES, G. S. Deposição de 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.

EMBRAPA. **Tecnologia de Produção de Soja**: região central do Brasil 2009 e 2010. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 261 p.

EMBRAPA. **Tecnologia de produção de soja**: região central do Brasil 2014. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 265 p.

EMBRAPA. **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2016/17**: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina: Embrapa Soja, 2017. 12 p.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. **ExpDes.pt**: Experimental Designs package (Portuguese). Version 1.1.2., 2013. 1 CD-ROM.

FINOTO, E. L. et al. Efeito da aplicação de fungicida sobre caracteres agrônômicos e severidade das doenças de final de ciclo na cultura da soja. **Revista Agroambiente**, Boa Vista, v. 5, n. 1, p. 44-49, 2011. <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v5i1.418>

FREITAS, R. M. S. et al. Fluzapiraxade no controle da ferrugem asiática da soja em condições de cerrado. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 29, n. 3, p. 619-628, 2016.

FUNGICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE. Comitê de Ação a Resistência a Fungicidas. **Informação sobre carboxamidas em ferrugem da soja**. 2017. Disponível em: <http://media.wix.com/ugd/85b1d3_060a6876562140b693f03708057acff2.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2018.

FURLAN, S. H. **Impacto, diagnose e manejo da ferrugem asiática da soja no Brasil**. 2013. Disponível em: <http://www.biologico.sp.gov.br/rifib/XI_RIFIB/furlan.PDF>. Acesso em: 06 out. 2018.

GARCÉS-FIALHOS, F. R. A ferrugem asiática da soja causador por *Phakopsora pachyrhizi* Sydow e Sydow. **Ciência Y Tecnologia**, Misiones, v. 2, n. 4, p. 45-60, 2011.

GODOY, C. V.; KOGA, L. J.; CANTERI, M. G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 1, p. 63-68, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0100-41582006000100011>

GODOY, C. V. et al. Eficiência do controle da ferrugem asiática da soja em função do momento de aplicação sob condições de epidemia em Londrina, PR. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 56-61, 2009. <https://doi.org/10.1590/S1982-56762009000100011>

GOMES, L. L. **Controle químico de doenças foliares: efeitos nas características agrônômicas de cultivares de soja**. Piracicaba: Luiz e Queiroz, 2005. 25 p.

HEIFFIG, L. S. et al. Fechamento e índice de área foliar da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 2, p. 285-295, 2006.
<https://doi.org/10.1590/S0006-87052006000200010>

HENNING, A. A. et al. **Manual de Identificação de Doenças de Soja**. 5. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2014.

IBM Corp. Released. **IBM SPSS Statistics for Windows**. Version 20.0. [S.I.]: IBM Corp., 2011. 1 CD-ROM.

KLOSOWSKI, A. C. et al. Detection of the F129L mutation in the cytochrome b gene in *Phakopsora pachyrhizi*. **Pest Management Science**, West Sussex, v. 72, p. 1211–1215, 2016.
<https://doi.org/10.1002/ps.4099>

LUCION, R. A. **Técnicas de aplicação e fungicidas multissítios no controle da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*)**. Pato Branco: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017.

MARTINS, M. C. et al. Escala diagramática para a quantificação do complexo de doenças foliares de final de ciclo em soja. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 179-184, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0100-41582004000200009>

McGRATH, M. T. **What are fungicides? The Plant Health Instructor**. Cornell University, 2004. Disponível em: <<http://www.apsnet.org>>. Acesso em: 20 jul. 2018.

NASCIMENTO, J. M. et al. 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.

OZKAN, H. E. et al. Evaluation of various spraying equipment for effective application of fungicides to control Asian soybean rust. **Aspects of Applied Biology**, Wellesbourne, v. 77, p. 423-431, 2006.

PALLADINI, L. A.; RAETANO, C. G.; VELINI, E. D. Choice of tracers for the evaluation of spray deposits. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 5, p. 440-445, 2005.
<https://doi.org/10.1590/S0103-90162005000500005>

PASQUA S. D.; PEREIRA, T.; FRANCESCHI G. J. Número de aplicações de fungicida sobre o desenvolvimento de doenças foliares e rendimento da soja. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 27, n. 34, p. 363-371, 2015.

POLIZEL, A. C.; JULIATTI, F. C. Quantificação de doenças foliares da soja por escalas diagramáticas. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 6, n. 11, p. 1-9, 2010.

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Version 3.4.4. [S.I.]: R Foundation for Statistical Computing, 2018. 1 CD-ROM.

SARTO, S. A. et al. Incidência das doenças na cultura da soja em função da aplicação de fungicidas em diferentes épocas. **Cultivado o Saber**, Cascavel, v. 6, n. 3, p. 182-194, 2013.

SCHMITZ, H.K. et al. Sensitivity of *Phakopsora pachyrhizi* towards quinone-outside-inhibitors and demethylation-inhibitors, and corresponding resistance mechanisms. **Pest Management Science**, West Sussex, v. 7, p. 378-88, 2014. <https://doi.org/10.1002/ps.3562>

SOARES, R. M. et al. Fungicidas no controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e produtividade da soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1245-1247, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782004000400045>

SOUZA, L. L. P. **Efeito do momento de aplicação de fungicida e da época de semeadura no controle da ferrugem asiática da soja**. Brasília: Universidade de Brasília, 2015. <https://doi.org/10.26512/2015.12.D.19589>

TORMEN, N. R. et al. Deposição de gotas no dossel e controle químico de *Phakopsora pachyrhizi* na soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grade, v. 16, n. 7, p. 802-808, 2012.

VICTOR, A. P. **Deposição de calda na cultura da soja com diferentes velocidades de trabalho e taxas de aplicação**. Uberlândia: UFU, 2015.

VILLALBA, J. F. et al. Deposição da calda de pulverização em cultivares de soja no estádio R1. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 6, p. 1.738-1.744, 2009.

YORINORI, J. T. et al. Ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) no Brasil e no Paraguai, nas safras 2000/01. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 2., 2002, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2002. p. 94.

YORINORI, J. T. et al. Ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*): identificação e controle. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 104. p. 5-8, 2003.

YORINORI, J. T. et al. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay from 2001 to 2003. **Plant Disease**, St. Paul, v. 89, n. 6, p. 675-677, 2005.

ZANON, A. J. et al. Contribuição das ramificações e a evolução do índice de área foliar em cultivares modernas de soja. **Bragantia**, Campinas, v. 74, n. 3, p. 279-290, 2015. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.0463>