

EFEITO DO VOLUME DE APLICAÇÃO SOBRE A TENACIDADE DE FUNGICIDAS USANDO O OÍDIO EM PLANTAS DE SOJA COMO INDICADOR

Diego Miranda de Souza¹, Carlos Gilberto Raetano², Ian Bradley Castilho Moreira de Oliveira Passos², Marcelo Maretti Scomparin², Patrick Julio de Jesus², Lucas Maciel D'Agostino², Pedro Campos Aguiar².

¹Faculdade Regional de Espírito Santo do Pinhal (Unipinhal), Espírito Santo do Pinhal – SP, Brasil.

² Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA/UNESP), Botucatu – SP, Brasil.

E-mail para correspondência: prof.diego.souza@unipinhal.edu.br.

RESUMO

O uso de fungicidas é crucial no manejo de doenças da soja. A maneira mais comum de aplicação da calda fungicida é a pulverização sobre as plantas, contudo, o volume de aplicação pode afetar a distribuição do fungicida e conseqüentemente a disponibilidade do fungicida sobre a planta (tenacidade). A tenacidade do fungicida pode afetar o número de aplicações ao longo da safra. Medir a presença de um composto químico sobre a planta pode ser oneroso, contudo, é possível observar a tenacidade de um fungicida de uma maneira indireta. Para isso, basta observar o desenvolvimento de um patógeno sobre a planta previamente tratada. Portanto, o objetivo deste trabalho é avaliar o efeito do volume de aplicação caldas fungicidas sobre o tempo de controle do fungo *Microsphaera difusa* Cke. & Pk. em plantas de soja. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, com irrigação exclusivamente por capilaridade. Os tratamentos foram compostos de três caldas fungicidas (Unizeb Gold®, Fox® e Unizeb Gold®+ Fox®), em diferentes volumes de aplicação (50, 80, 110 e 150 L ha⁻¹). Os resultados evidenciaram que as caldas fungicidas reduziram o progresso da doença; a eficiência de Fox® é comprometida no menor volume de aplicação; houve sinergismo na associação entre Unizeb Gold® e Fox® no controle da doença; a associação entre Unizeb Gold® e Fox® apresentou uma tenacidade de no mínimo 56 dias após a aplicação.

Palavras-chave: volume de calda; taxa de aplicação; fungicida protetor; persistência de fungicidas.

EFFECT OF SPRAY VOLUME ON FUNGICIDE TENACITY USING POWDERY MILDEW IN SOYBEAN PLANTS AS INDICATOR

ABSTRACT

The use of fungicides is crucial in soybean diseases management. The most common way to apply fungicides is to spray on plants. The spray volume of application can affect the fungicide distribution and consequently the availability of the fungicide on the plant (tenacity). Tenacity can affect the number of pesticides applications over the season. Measuring the presence of a chemical compound on the plant can be costly, however, it is possible to observe the tenacity of fungicide in an indirect way. For that, it is enough to observe the development of a pathogen on the previously treated plants. Therefore, the objective of this work is to evaluate the effect of volume and fungicide spray mixtures on the control time of the fungus *Microsphaera diffusa* Cke. & Pk. in soybean plants. For this, an experiment was conducted in a greenhouse, with irrigation exclusively by capillarity. The treatments were composed of three fungicides spray (Unizeb Gold®, Fox® and Unizeb Gold® + Fox®), in different spray volumes (50, 80, 110 and 150 L ha⁻¹). The results showed that the fungicides spray reduced the disease progress; Fox® efficiency is impaired in the smallest spray volume; there was synergism in the association between Unizeb Gold® and Fox® in control of disease; the association between Unizeb Gold® and Fox® showed a tenacity of at least 56 days after application.

Keywords: spray volume; application rate; protective fungicide; fungicide persistence.

Recebido em: 03/09/2025. Aceito em: 28/01/2026.

1 INTRODUÇÃO

As doenças que atacam as folhas da soja são facilmente percebidas pelo agricultor, seja pela redução da área fotossintética ou pela desfolha causada (Allen *et al.*, 2017). A ferrugem asiática da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, é uma das principais doenças foliares da cultura, especialmente pela sua agressividade (Godoy *et al.*, 2016). Como estratégia de manejo destaca-se o controle químico com fungicidas dos grupos químicos triazol, estrobilurina e carboxamida.

Outra doença conhecida é o oídio, causado pelo fungo *Microsphaera diffusa* Cke. & Pk. Mas, nesse caso, o melhoramento genético das plantas e a repetida adoção de fungicidas no controle da ferrugem asiática mantêm esta doença sob controle no campo. A ocorrência do oídio na soja está sempre associada a condições de baixa umidade relativa, por este motivo é comum a sua ocorrência em plantas conduzidas em casa de vegetação (Hipólito; Santos; Duarte, 2017; Martins, *et al.* 2023). Tais características tornam a doença oportuna para avaliar a tenacidade de fungicidas de maneira indireta, apenas observando o progresso da doença em plantas tratadas.

O uso de fungicidas é crucial no manejo de doenças da soja (Godoy *et al.*, 2018). Ao aplicar um produto fitossanitário, via pulverização, é preciso definir o volume de aplicação: quantidade de calda (diluente + produto fitossanitário) que será distribuída por área. A dose do produto comercial deverá ser fiel aquela recomendada pelo fabricante, contudo, o produtor pode variar a quantidade de diluente. A redução do volume de aplicação pode promover menor distribuição da calda sobre o alvo, maior concentração da solução ou ainda reduzir os custos da operação (Prado *et al.*, 2015; Chechi, *et al.*, 2018; Viegas Neto, *et al.* 2021). No entanto, isso pode afetar a tenacidade do fungicida.

A tenacidade pode ser definida como o tempo que o fungicida fica disponível sobre o alvo e pode influenciar o progresso da doença (Xavier *et al.*, 2015; Chechi, *et al.* 2021; Souza, *et al.* 2022). É provável que a distribuição do fungicida sobre o alvo tenha relação com a tenacidade. Entretanto, avaliar a tenacidade não é uma tarefa fácil, especialmente por depender de fatores ambientais, da aplicação e metodologia (Miorini *et al.*, 2021). Podem ser adotadas basicamente duas estratégias de avaliação da tenacidade: direta, quantificando o resíduo do produto sobre o alvo, por meio de técnicas laboratoriais (ex:

espectrometria e cromatografia); ou indireta, avaliando o progresso da doença ao longo do tempo (Nascimento *et al.*, 2018; Stefanello, 2017; Xavier *et al.*, 2015).

Os fungicidas com modo de ação protetor estão disponíveis no mercado por décadas, contudo, são conhecidos pela baixa tenacidade, o que exigiria frequentes reaplicações. Provavelmente, devido a este fato, os fungicidas protetores não tinham relevância em culturas como a soja (Rossouw, *et al.* 2017). Deve-se ressaltar que houve reconhecido progresso na formulação dos produtos fitossanitários desde o descobrimento dos primeiros fungicidas protetores.

Como estratégia anti-resistência do fungo *Phakopsora pachyrhizi*, os fungicidas protetores com ação multissítio sobre o patógeno estão sendo recomendados (Alves; Juliatti, 2018; Godoy *et al.*, 2015; Dias *et al.*, 2023). Dentre as moléculas que tiveram seu uso ampliado na cultura da soja está o mancozebe (Ortiz, 2015; Silva *et al.*, 2015; Stefanello, 2017). Conhecer o desempenho dos fungicidas protetores no controle de doenças e a sua tenacidade sobre o alvo pode ajudar nas decisões de manejo.

Portanto, o objetivo deste trabalho é avaliar o efeito do volume de aplicação de caldas fungicidas sobre o tempo de controle do fungo *Microsphaera diffusa* Cke. & Pk. em plantas de soja.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação e as aplicações realizadas no Laboratório de Tecnologia de Aplicação de Defensivos, pertencentes ao Departamento de Proteção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Campus de Botucatu, SP.

Inicialmente, no dia 17/04/2018 foi adicionado substrato em bandejas de isopor e semeada a soja, cultivar FTS Campo Mourão RR (hábito de crescimento semi-determinado e grupo de maturação 6.6). As sementes não receberam tratamento químico. Em 27/04/2018, após a germinação e estabelecimento das plântulas, foi realizado o transplante de 420 plantas individuais em vasos de plástico nas dimensões 0,15 x 0,20 x 0,15 m, sendo altura, diâmetro superior e inferior, respectivamente.

O substrato da marca comercial Tropstrato® foi utilizado para semeadura e transplante. Antes da aplicação, as plantas foram conduzidas em casa de vegetação não climatizada com auxílio de irrigação manual, realizada sob as folhas em forma de aspersão. As plantas não receberam adubação suplementar.

As plantas de soja foram conduzidas até o estágio fenológico V1, segundo a escala de Fehr; Caviness (1977). Assim, no dia 09/05/2018 foi realizada a aplicação e identificação de todos os tratamentos. Posteriormente, os vasos com as plantas foram encaminhados para uma casa de vegetação de vidro e a irrigação passou a ser realizada exclusivamente por capilaridade.

Os tratamentos foram aplicados no sistema de pulverização do Laboratório de Tecnologia de Aplicação com controle da velocidade de deslocamento e pressão de trabalho. Foram dispostas seis pontas na barra de pulverização, todas de jato plano, modelo XR, marca Teejet®, ângulo de abertura de 110° e espaçamento de 0,50 m entre elas. Para obter os volumes de aplicação desejados (50, 80, 110 e 150 L ha⁻¹), as pontas de vazão 01, 015, 02 e 025 foram configuradas a cada aplicação, nas pressões de 150; 150; 150; 200 kPa, respectivamente. A velocidade de deslocamento da barra de pulverização foi 6,8 km h⁻¹.

Os tratamentos foram compostos de três caldas fungicidas (Unizeb Gold®, Fox® e Unizeb Gold®+ Fox®), em quatro volumes de aplicação (50, 80, 110 e 150 L ha⁻¹). O adjuvante Aureo® sempre foi associado ao fungicida Fox® na calda. Foram tratadas 28 plantas a cada aplicação, as quais representaram as 8 repetições em cada avaliação destrutiva. As doses utilizadas no experimento seguiram as recomendações dos fabricantes (Tabela 1).

Tabela 1 - Produtos e doses utilizados nas aplicações das caldas fungicidas

Produto comercial	Ingrediente ativo	Concentração	Dose
Fox®	trifloxistrobina + protriconazol	150 g L ⁻¹ + 175 g L ⁻¹	0,4 L ha ⁻¹
Unizeb Gold®	mancozebe	750 g kg ⁻¹	3 kg ha ⁻¹
Aureo®	éster metílico de óleo de soja	720 g L ⁻¹	0,25 %

Fonte: Elaboração própria, com base nas informações dos fungicidas.

O experimento foi instalado no delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (3 caldas fungicidas x 4 volumes de aplicação + 1 testemunha), em 8

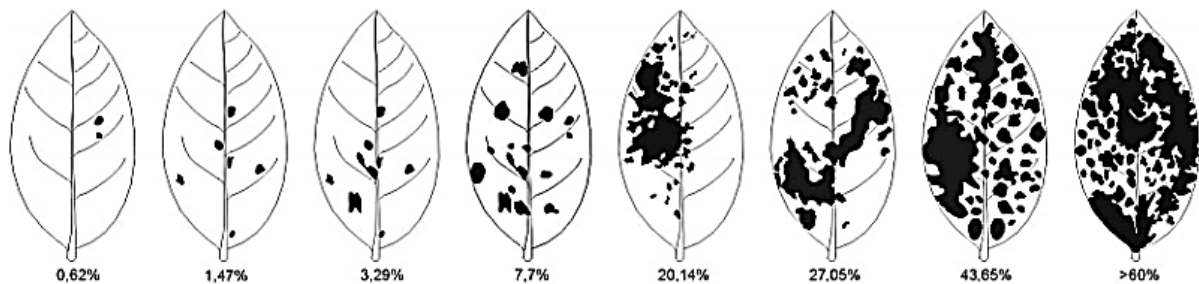
repetições. Assim, quando houve interação entre os fatores, foram analisados os desdobramentos.

As plantas foram avaliadas semanalmente, através da observação dos sintomas iniciais da doença, sem destacar os folíolos, até 30 dias após a aplicação (DAA). Para avaliar a tenacidade das caldas fungicidas, optou-se pelo não molhamento das folhas, apenas pela adição de água diretamente no solo.

Os folíolos foram coletados para quantificar a doença, uma folha unifoliada por planta, de oito plantas, de cada tratamento, semanalmente (total de três semanas). Somente após os 30 DAA foi observada a incidência do oídio, causado pelo fungo *Microsphaera diffusa*. Aos 42 DAA foi possível observar uma nítida disparidade entre os tratamentos quanto à severidade da doença, momento em que se calculou a área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD).

As folhas removidas das plantas com oídio foram encaminhadas ao laboratório para avaliação. Foi atribuída uma nota, em porcentagem de área coberta pelo fungo, para cada amostra coletada. As notas foram atribuídas com base na escala diagramática da doença, proposta por Mattiazzi (2003) (Figura 1).

Figura 1 - Escala diagramática do oídio da soja



Fonte: Mattiazzi (2003)

Os dados da severidade da doença serviram como base para o cálculo da área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD), conforme proposto por Campbell e Madden (1990), permitindo avaliar de maneira mais nítida, em forma de gráfico, o progresso da doença.

Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F (5 %). Quando não houve interação entre os fatores, os dados foram apresentados separadamente. Os

dados qualitativos (caldas fungicidas) foram analisados pelo teste de médias, tukey a 5% de probabilidade e para os dados quantitativos (volume de calda) procedeu-se a análise de regressão no mesmo nível de significância e calculado o coeficiente de determinação (R^2). Para isso, utilizou-se o software estatístico SISVAR[®], versão 5.3 (Ferreira, 2011).

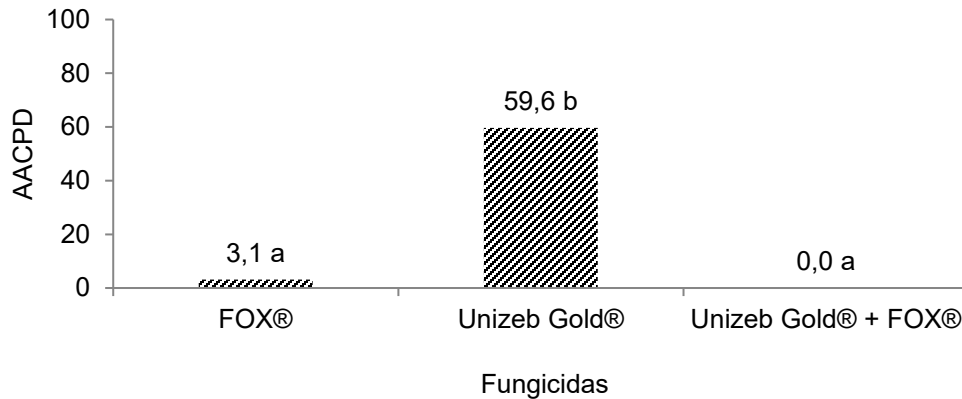
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores diários da AACPD na testemunha, em cada período de avaliação foram: 97,4 (42 aos 49 DAA) e 98,4 (49 aos 56 DAA). A evolução da AACPD foi nítida nos períodos avaliados, ilustrando a ação dos tratamentos fungicidas em relação à testemunha. Aos 63 DAA houve uma senescência natural das plantas, inviabilizando novas avaliações.

Nesse primeiro período avaliado, 42 aos 49 DAA, não houve interação entre os fungicidas e os volumes de aplicação ($F: 0,799^{ns}$) e não se observou efeito do volume de aplicação ($F: 0,946^{ns}$) na evolução da doença. Houve diferença significativa entre as caldas fungicidas ($F: 423,827^{**}$) no progresso da doença. A presença de trifloxistrobina + protioconazol (Fox[®]) na calda promoveu o menor progresso da doença (Figura 2).

É válido destacar que o mancozebe (Unizeb Gold[®]) não é um produto fitossanitário registrado para o controle do oídio (MAPA, 2019), contudo, apresentou um efeito fungitóxico à *Microsphaera diffusa*. Ainda no período de 42 aos 49 DAA não houve progresso diário da doença quando foram associados os fungicidas de trifloxistrobina + protioconazol e mancozebe (Fox[®] e Unizeb Gold[®]) (Figura 2). Em uma eventual epidemia do fungo, o atraso da sua infecção inicial pode significar uma redução no número de aplicações de fungicidas ou ainda menos danos da doença sobre a produtividade da cultura.

Figura 2 - Evolução média diária da área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD), no período de 42 aos 49 dias após aplicação (DAA) de caldas fungicidas, em diferentes volumes de aplicação, em plantas de soja.

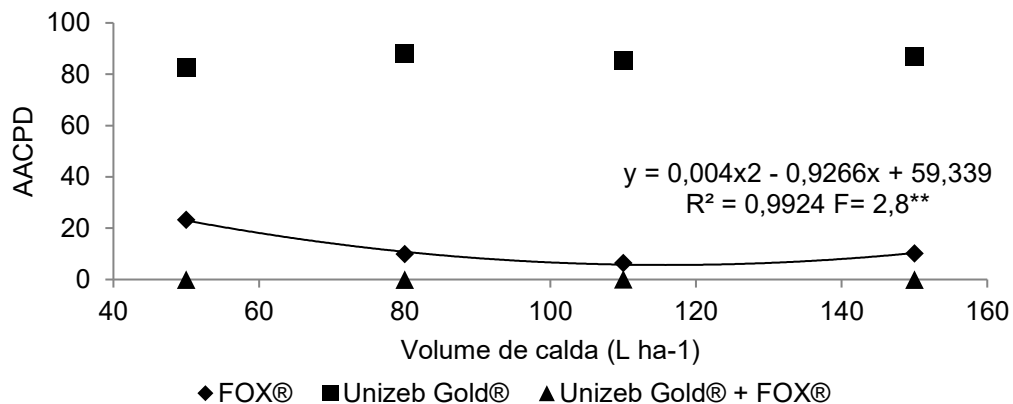


Fonte: Elaboração própria, com base nos dados coletados
Legenda: F: 423,827**; DMS: 5,53; CV (%): 41,9.

No período de 49 a 56 DAA houve uma interação significativa entre as caldas fungicidas e os volumes de aplicação (F: 2,407**) e inclusive entre as caldas fungicidas (F: 831,786**) sobre o progresso da doença. Não houve efeito isolado dos volumes de aplicação (F: 1,062^{ns}) sobre o progresso da doença. (Figura 3).

O fungicida Fox® no volume de 50 L ha⁻¹ promoveu maior valor da AACPD. Em contrapartida, a associação com Unizeb Gold® na calda viabilizou a eficiência de controle do oídio nas plantas de soja com o fungicida Fox® em volumes menores de aplicação (ex: 50 L ha⁻¹) (Figura 3).

Figura 3 - Desdobramento da área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD) diária, no período de 49 aos 56 dias após a aplicação das caldas fungicidas nas plantas de soja em diferentes volumes de aplicação.



Fonte: Elaboração própria, com base nos dados coletados
Legenda: CV (%): 25,9.

Pela análise da AACPD, constata-se que a adição de Unizeb Gold® à calda potencializou o controle da doença com o fungicida Fox®. A causa do sinergismo observado entre Unizeb Gold® e Fox® não foi elucidada por este trabalho. Algumas hipóteses para a redução da AACPD podem ser decorrentes da adição de novos mecanismos de ação com o fungicida protetor (o mancozebe é considerado um fungicida multissítio) (FRAC, 2019). Ou ainda, a presença de elementos na formulação do Unizeb Gold® que promovam esse efeito.

A associação do adjuvante Aureo® com o fungicida Fox® é recomendado pelo fabricante, contudo, não existe recomendação de adição de um adjuvante específico na solução com Unizeb Gold®. De maneira geral é conhecido o efeito benéfico da adição de adjuvantes na solução fungicida (Nascimento *et al.*, 2018). Novos estudos podem ser conduzidos no sentido de trazer mais informações sobre o efeito de adjuvantes sobre a tenacidade do Unizeb Gold®.

Ao analisar o progresso da doença no período de 42 aos 56 DAS é possível destacar que não houve interação entre os fatores avaliados (F: 1,167^{ns}), mas houve diferença significativa entre os fungicidas (F: 347,8**) e os volumes de aplicação (F: 2,936**) sobre o progresso da doença (Figura 4). Ao analisar a epidemia ao longo do tempo é nítido o efeito do manejo no controle da doença, a escolha do fungicida e do volume de aplicação impactou diretamente a eficácia de controle.

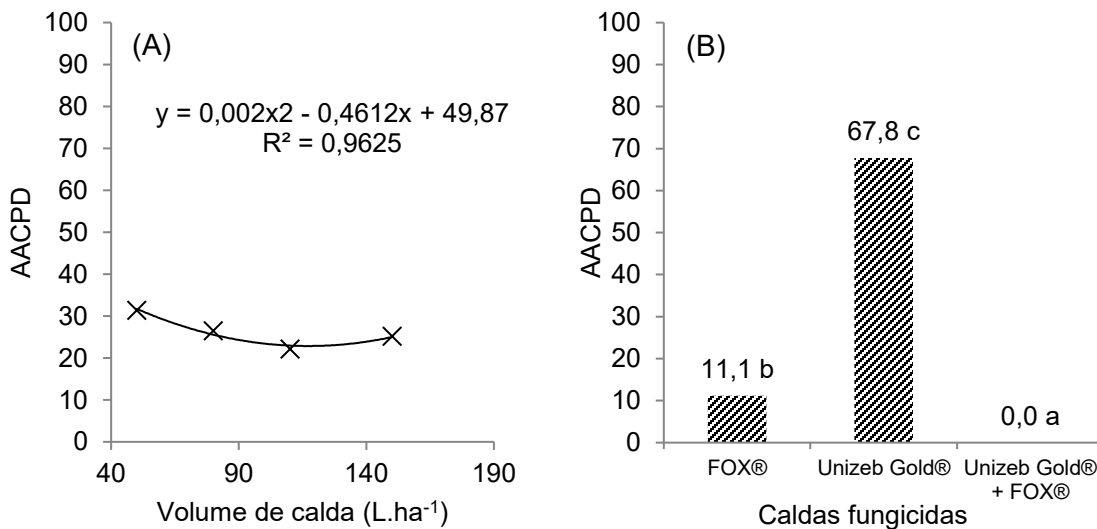
A escolha do volume de aplicação depende de fatores como: alvo biológico, mobilidade do produto fitossanitário na planta, capacidade operacional da máquina, custos da aplicação e recomendação do fabricante. Aplicações com menores volumes podem ser tão eficientes quanto volumes maiores, contudo, particularidades do alvo, máquina, produto e das condições ambientais podem impactar sobre a qualidade da pulverização em volumes menores (Prado *et al.*, 2015; Cunha; Victor; Sales, 2018; Souza *et al.*, 2019).

Nos últimos anos, os fungicidas multissítios têm sido acrescentados no manejo da ferrugem asiática da soja, especialmente pela menor eficácia observada nos fungicidas de grupos químicos tradicionais (triazol, estrobilurina e carboxamida) (Godoy *et al.*, 2015; Silva *et al.*, 2015).

O incremento da persistência de fungicidas Inibidores da Desmetilação (IDM) e Inibidores da Quinona oxidase (IQo) em associação com mancozebe já foi observada por Stefanello (2017). Contudo, a causa pode não ser exatamente o mancozebe, mas sim alguma substância presente na formulação, como o manganês e zinco. Em patente registrada na World Intellectual Property Organization (WIPO), os autores, representados pela BASF, apresentaram o método intitulado: “*A method of using a micronutrient as safener for a triazole for controlling harmful fungi*”, no qual descrevem o mancozebe e outras substâncias como “*safeners*” para fungicidas do grupo dos triazóis (BASF, 2007).

Com base nos resultados obtidos, é possível inferir que a integração de boas práticas agrícolas, seja a associação entre mecanismos de ação fungicidas ou a escolha do adequado volume de aplicação, é capaz de atenuar de forma significativa a AACPD.

Figura 4 - Evolução da área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD) diária, no período de 42 aos 56 dias após a aplicação das caldas fungicidas nas plantas de soja. (A) Análise dos volumes de aplicação. (B) Análise dos fungicidas.



Fonte: Elaboração própria, com base nos dados coletados

Legenda: DMS: 6,61; CV (%): 39,2.

A simples alteração de concentrações das caldas e combinações de fungicidas pode garantir uma maior tenacidade sobre a planta. Na prática, isso pode resultar em menor número de aplicações durante a safra. Outro ponto que merece destaque é que a associação de um fungicida multissítio pode retardar o surgimento da resistência. Assim,

a associação entre trifloxistrobina + protioconazol e mancozebe (Fox[®] e Unizeb Gold[®]) promoveu uma maior tenacidade, comprovada pela menor AACPD.

4 CONCLUSÕES

- As caldas fungicidas contendo trifloxistrobina + protioconazol (Fox[®]), mancozebe (Unizeb Gold[®]) e a mistura deles reduziram o progresso da doença oídio em plantas de soja;
- A redução do volume de aplicação para 50 L ha⁻¹ interferiu negativamente na eficiência de controle do oídio com o fungicida Fox[®];
- A mistura entre Unizeb Gold[®] e Fox[®], evidencia tenacidade na superfície foliar de no mínimo 56 DAA;
- Houve sinergismo na mistura entre Unizeb Gold[®] e Fox[®] refletindo em maior eficiência de controle de oídio em plantas de soja.

REFERÊNCIAS

ALLEN, T. W. *et al.* Soybean yield loss estimates due to diseases in the United States and Ontario, Canadá, from 2010 to 2014. **Plant Health Progress**, v. 18, n. 1, p. 19–27, 1 jan. 2017.

ALVES, V. M.; JULIATTI, F. C. Fungicidas no manejo da ferrugem da soja, processos fisiológicos e produtividade da cultura. **Summa Phytopathologica**, v. 44, n. 3, p. 245–251, 2018.

BASF. **A method of using a micronutrient as safener for a triazole for controlling harmful fungi**, 7 fev. 2007. Disponível em: <<https://patents.google.com/patent/WO2007093535A1>>. Acesso em: 1 jul. 2019.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introducion to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley & Sons, 1990. 532p.

CHECHI, A. *et al.* Asian soybean rust control in response to rainfall simulation after fungicide application. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 43, p. e45689, 2021.

CHECHI, A. *et al.* Leaf area, spray volumes and applicable quantities of fungicide during the protection period for control of Asian soybean rust. **Summa Phytopathologica**, v. 44, n. 4, p. 326–331, out. 2018.

Revista Científica Unipinhal, v. 01, n. 01, e2025005, 2025.

Artigo científico

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**, v. 38, n. 1, p. 82–87, jan. 2018.

DIAS, R. Y. G. *et al.* Fungicidas protetores no manejo da ferrugem asiática da soja. **Contribuciones a las ciencias sociales**, v. 16, n. 6, p. 4825–4838, 26 jun. 2023.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11 p. (Special Report, 80).

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039 - 1042, 2011.

FRAC - Comitê de Ação a Resistência a Fungicidas. **Modo de ação de fungicidas**. Disponível em: <<http://www.frac-br.org/>>. Acesso em: 4 jul. 2019.

GODOY, C. V. *et al.* Asian soybean rust in Brazil: past, present, and future. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 5, p. 407–421, maio 2016.

GODOY, C. V. *et al.* **Eficiência de fungicidas multissítios e fertilizantes no controle da ferrugem asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2014/15: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos**. Londrina: EMBRAPA, p.7. 2015. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 113).

GODOY, C. V. *et al.* **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2017/18: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos**. Londrina: EMBRAPA, p.8, 2018. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 138).

HIPÓLITO, F.; SANTOS, L. A.; DUARTE, M. Translocação de triazóis e estrobilurinas no controle do oídio da soja. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 11, n. 1, 28 dez. 2017.

MAPA. **AGROFIT - Sistema de agrotóxicos agropecuários**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2019. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 03 jul. 2019.

MARTINS, M. C. *et al.* Eficiência de fungicidas no controle do oídio (*Erysiphe difusa*) na cultura da soja. **Revista Sociedade e Ambiente**, v. 4, n. 3, p. 21–31, 2023.

MATTIAZZI, P. Efeito do oídio (*Microsphaera diffusa* Cooke & Peck) na produção e duração da área foliar sadia da soja. 2003. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

MIORINI, T. J. J. *et al.* Determination of the protection period of fungicides used for control of Sclerotinia stem rot in soybean through bioassay and chromatography. **European Journal of Plant Pathology**, v. 159, n. 4, p. 877–889, 26 jan. 2021.

NASCIMENTO, J. M. *et al.* Número de aplicações e uso de adjuvantes, adicionados à fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja. **Agrarian**, v. 11, n. 40, p. 95–104, 2018.

ORTIZ, R. B. P. **Multi-site fungicides associated with DMIs and Qols: a new strategy to control asian soybean rust**. 2015. Dissertação. (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.

PRADO, E. P. *et al.* Taxa de aplicação e uso de surfactante siliconado na deposição da pulverização e controle da ferrugem da soja. **Engenharia Agrícola**, v.35, n.3, p.514-527, 2015.

ROSSOUW, C. J. *et al.* Rainfastness of mancozeb on apple seedlings determined through deposition quantification of mancozeb residue and a fluorescent pigment. **Crop Protection**, v. 106, p. 93–102, 22 dez. 2017.

SILVA, L. H. C. P. *et al.* Control of asian soybean rust with mancozeb, a multi-site fungicide. **Summa Phytopathologica**, v.41, n.1, p.64-67, 2015.

SOUZA, D. M. *et al.* Effects of new sowing arrangements and air assistance on fungicide spray distribution on soybean crop. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 41, p. e42700, 2019.

SOUZA, D. M. *et al.* Impact of fungicide application volume on ASIAN rust control and soybean crop yield. **European Journal of Plant Pathology**, v. 163, n. 4, p. 853–864, 21 mai. 2022.

STEFANELLO, M. T. **Mancozebe influencia a persistência de fungicidas inibidores da desmetilação e inibidores da quinona oxidase em cultivares de soja**. 2017. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.

VIEGAS NETO, A. L. *et al.* Spray solution deposition and Asian rust control in soybean cultivars. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 25, n. 12, p. 862–867, dez. 2021.

XAVIER, S. A. *et al.* Variação da sensibilidade de populações de *Phakopsora pachyrhizi* a fungicidas inibidores da desmetilação no Brasil. **Environmental Science & Technology**, v. 41, n. 3, p. 191–196, 2015.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de financiamento 001.