

DIEGO MATEUS DESBESELL

**EFEITO DE ADJUVANTES NA RETENÇÃO FOLIAR DO MANCOZEBE E
CONTROLE DE *Phakopsora pachyrhizi* NA CULTURA DA SOJA SOB AÇÃO DE
PRECIPITAÇÃO**

Botucatu

2025

DIEGO MATEUS DESBESELL

**EFEITO DE ADJUVANTES NA RETENÇÃO FOLIAR DO MANCOZEBE E
CONTROLE DE *Phakopsora pachyrhizi* NA CULTURA DA SOJA SOB AÇÃO DE
PRECIPITAÇÃO**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp, Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia: Proteção de Plantas.

Orientador: Carlos Gilberto Raetano

Botucatu

2025

D443e	<p>Desbesell, Diego Mateus</p> <p>Efeito de adjuvantes na retenção foliar do mancozebe e controle de <i>phakopsora pachyrhizi</i> na cultura da soja sob ação de precipitação / Diego Mateus Desbesell. -- Botucatu, 2025</p> <p>49 p. : tabs., fotos</p> <p>Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu</p> <p>Orientador: Carlos Gilberto Raetano</p> <p>1. Ferrugem asiática da soja. 2. Rainfastness. 3. Fungicida. 4. Chuva simulada. I. Título.</p>
-------	--

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título:

EFEITO DE ADJUVANTES NA RETENÇÃO FOLIAR DO MANCOZEBE E CONTROLE DE *Phakopsora pachyrhizi* NA CULTURA DA SOJA SOB AÇÃO DE PRECIPITAÇÃO

AUTOR: DIEGO MATEUS DESBESELL

ORIENTADOR: CARLOS GILBERTO RAETANO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Agronomia (Proteção de Plantas), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. CARLOS GILBERTO RAETANO (Participação Presencial)
Departamento de Proteção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrômicas de Botucatu



Prof. Dr. EVANDRO PEREIRA PRADO (Participação Presencial)
Departamento de Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas - UNESP



Prof. Dr. EDSON LUIZ FURTADO (Participação Presencial)
Departamento de Proteção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrômicas de Botucatu UNESP

Botucatu, 26 de fevereiro de 2025.

AGRADECIMENTOS

À minha namorada Lucimara Rosa Caldeira e à minha mãe Darli Dilamar Zachei pelo apoio incondicional.

Ao Prof. Dr. Carlos Gilberto Raetano, pela orientação, ensinamentos, paciência e exemplo de professor.

Aos professores e funcionários da FCA.

Aos colegas do Grupo de Estudos em Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários pelo auxílio no ensaio de laboratório e documentação.

A todos os gestores e empresas por onde eu passei esses anos que disponibilizaram algum período do meu trabalho para estar realizando essa pós-graduação.

E a todos que participaram diretamente ou não do trabalho e tornaram possível a conclusão desta dissertação.

RESUMO

Fungicidas multissítio, como o mancozebe, têm sido cada vez mais empregados no manejo da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*), como alternativa para melhorar a eficiência de controle e prevenir a resistência de fungicidas sítio-específico, comumente utilizados na agricultura. Dessa forma, dois experimentos foram conduzidos com o objetivo de avaliar a associação de diferentes adjuvantes ao mancozebe exposto a chuva simulada sobre sua retenção na superfície foliar, bem como no controle da ferrugem asiática da soja (*P. pachyrhizi*) na cultura da soja. Os adjuvantes a base de alquil ester fosfatado (Ochima®), ester metílico de soja (Strides®), ácido propiônico (LI700®), heptametiltrisiloxano (Silwet®) e polímero natural (J-S®) foram avaliados quando associados ao fungicida mancozeb (Unizeb Gold®). A ocorrência de chuva simulada de 20 mm interfere negativamente na retenção do fungicida mancozeb (Unizeb Gold®) promovendo o efeito *rainfastness* em plantas de soja, independente do intervalo de tempo após a aplicação somente do fungicida. Os resultados demonstraram que os adjuvantes Ochima® e Strides® melhoraram o desempenho do Unizeb Gold® no controle de ferrugem asiática na cultura da soja com chuva simulada aos 120 minutos após a aplicação. O adjuvante Ochima® quando associado ao mancozebe promove um incremento na produtividade da soja com chuva simulada 120 minutos após a aplicação. Os adjuvantes Ochima® com chuva simulada aos 120, 180 e 240 minutos após a aplicação, Strides® (120 e 240 minutos) e Silwet® (180 e 240 minutos) quando associado ao Unizeb Gold promovem maior retenção da calda na folha de soja.

Palavras-chave: ferrugem asiática da soja; rainfastness; fungicida; chuva simulada.

ABSTRACT

Multisite fungicides, such as mancozeb, have been increasingly used in the management of Asian soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*), as an alternative to improve the control efficiency and prevent resistance of site-specific fungicides, commonly used in agriculture. Therefore, two experiments were carried out with the objective of evaluating the association of different adjuvants with mancozeb exposed to simulated rain on its retention on the leaf surface, as well as on the control of Asian soybean rust (*P. pachyrhizi*) in soybean crops. The adjuvants based on phosphate alkyl ester (Ochima©), soy methyl ester (Strides©), propionic acid (LI700©), heptamethyltrisiloxane (Silwet©) and natural polymer (J-S©) associated with mancozeb (Unizeb Gold©) were evaluated in both experiments. The occurrence of simulated rainfall of 20 mm negatively interferes with the retention of the fungicide mancozeb (Unizeb Gold®), promoting the rainfastness effect in soybean plants, regardless of the time interval after the application of the fungicide alone. The results demonstrated that the adjuvants Ochima© and Strides© improved the performance of Unizeb Gold© in controlling Asian rust in soybean crops with simulated rain at 120 minutes after application. The Ochima© adjuvant, when associated with mancozeb, promotes an increase in soybean yield with simulated rain 120 minutes after application. The adjuvants Ochima© with simulated rain at 120, 180 and 240 minutes after application, Strides© (120 and 240 minutes) and Silwet© (180 and 240 minutes) when associated with Unizeb Gold© promote greater retention of the spray mixture in the soybean leaf.

Keywords: asian soybean rust; rainfastness; fungicide; simulated rain.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1	Ferrugem asiática da soja.....	15
2.2	Mancozebe.....	15
2.3	Adjuvantes.....	16
2.4	Rainfastness.....	17
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1	Experimento 1.....	18
3.2	Experimento 2.....	23
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
4.1	Severidade (%) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD).....	26
4.2	Produtividade de soja.....	30
4.3	Retenção de calda.....	32
5	CONCLUSÕES.....	36
	REFERÊNCIAS.....	37
	APÊNDICE A.....	41
	ANEXO A.....	42
	ANEXO B.....	46

1 INTRODUÇÃO

Atualmente o Brasil é o maior produtor mundial de soja, com produção na safra 2023/24 de 147.382,038 milhões toneladas de grãos e uma produtividade média de 3.202 kg ha⁻¹. Dentre os estados, o Mato Grosso se destaca como maior produtor, com 39,34 milhões de toneladas de grãos produzidos na safra 2023/24, correspondendo 27% da produção nacional. Vale ressaltar, que a soja brasileira é produto essencial para outros países, pois ao redor de 100 mil toneladas de soja foram exportadas na última safra (CONAB, 2024).

Para a melhoria do potencial de produtividade em lavouras de soja, uma série de fatores devem ser considerados, dos quais destaca-se o manejo de doenças. A ferrugem asiática da soja (FAS) é considerada uma das principais doenças da soja. O fungo *Phakopsora pachyrhizi* (Sydow & Syd.) provoca pequenas lesões de coloração cinza a marrom-claro para o tipo TAN e marrom-avermelhada para o tipo RB (*reddish brown*), as quais interferem no processo fotossintético da planta e com o progresso dos sintomas observa-se a desfolha prematura das plantas. Os impactos da ferrugem asiática na cultura da soja levam ao decréscimo de produção da cultura e do teor de proteínas nos grãos (Godoy *et al.*, 2017). A FAS é uma das doenças mais severas podendo causar perdas variando 10 a 90%, dependendo da região e das condições climáticas (Sinclair; Hartman, 1999; Yorinori *et al.*, 2005).

Há diversas estratégias recomendadas para o manejo da ferrugem na soja, das quais destacam-se a semeadura no início da janela de plantio da soja associado ao uso de cultivares de ciclo precoce visando o escape da doença, a eliminação de plantas tigueras na entressafra junto à adoção do vazio sanitário para diminuir a fonte de inóculo do fungo, o uso de cultivares com resistência ao patógeno e a utilização de fungicidas, além da associação entre tais práticas de manejo (Godoy *et al.*, 2020).

O controle químico com fungicidas é considerado uma das principais estratégias para o manejo da ferrugem na cultura da soja. No tocante aos fungicidas utilizados para o manejo pode-se destacar os grupos químicos triazol, pirazol carboxamida, estrobilurina, ditiocarbamato, cloronitrila, triazolintione, cúpricos e morfolinás, bem como a associação de moléculas de diferentes grupos químicos (Godoy *et al.*, 2020).

Os fungicidas sítio-específicos estão apresentando menor eficiência de controle à *Phakopsora pachyrhizi*, conforme já relatado para inibidores de

desmetilação (triazóis) (Schmitz *et al.*, 2014), inibidores da Quinona externa (estrobilurinas) (Klosowski *et al.*, 2016) e inibidores da Succinato Desidrogenase (carboxamidas) (Simões *et al.*, 2018). Contudo, uma estratégia que vem sendo utilizada é a associação de fungicidas sítio-específicos com multissítios, pois os fungicidas multissítios afetam diferentes pontos metabólicos do fungo e demonstram baixo risco de resistência, constituindo um papel importante no manejo antirresistência (McGRATH, 2004).

Dentre os fungicidas multissítios, o mancozebe se destaca como um dos cinco ingredientes ativos de agrotóxicos mais vendidos no Brasil (IBAMA, 2020). Este ingrediente ativo é considerado tópico, pois após sua aplicação fica aderido na superfície da folha e não é translocado para o interior da mesma, ou seja, não penetra na cutícula foliar (Kaars sijnesteijn, 1982).

A utilização de adjuvantes para melhorar o desempenho de produtos fitossanitários é uma prática cada vez mais comum, adicionando-os às misturas em tanque. Os adjuvantes podem afetar a aderência e a distribuição das gotas de pulverização nas superfícies das folhas. Quando uma gota de pulverização entra em contato com uma folha, ela pode aderir, ricochetear ou se partir (Zwertvaegher *et al.*, 2014). Utilizar o adjuvante correto em conjunto com um produto fitossanitário pode ajudar a aumentar a eficiência da aplicação (Alves; Cunha, 2014).

Nesse sentido, precipitações podem prejudicar a permanência desses produtos na superfície foliar. A depender da frequência, intensidade, quantidade e tempo da chuva após a pulverização poderá ocorrer maior ou menor lavagem do ingrediente ativo na folha. A ação de chuvas, logo após a pulverização pode remover principalmente fungicidas com ação de contato (Töfoli *et al.*, 2002).

Desse modo, a associação de adjuvantes à calda constitui uma estratégia para melhorar a aderência, minimizando a lavagem do ingrediente ativo na folha. Dessa forma, o trabalho teve como objetivo avaliar a associação de diferentes adjuvantes ao mancozebe exposto à chuva simulada sobre sua retenção na superfície foliar, bem como no controle da FAS (*P. pachyrhizi*) na cultura da soja.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Ferrugem asiática da soja

O fungo *Phakopsora pachyrhizi* é o agente causal da ferrugem asiática da soja, com o primeiro relato registrado na safra 2000/01 no município de Pirapó, Paraguai e na mesma safra também constatado no oeste do Paraná (Yorinori, 2002). O fungo está disseminado nas principais regiões produtoras brasileiras (Ugalde, 2005). Os sintomas da ferrugem podem ser observados desde o início do estágio vegetativo, contudo é mais comum a partir do florescimento até o final do período de enchimento de grãos.

Essa doença é classificada como policíclica, devido ao patógeno poder realizar diversos monociclos durante o desenvolvimento da cultura. A ferrugem é também um fungo biotrófico, assim necessita de um hospedeiro vivo para se desenvolver. As condições ambientais ideais exercem um papel essencial no processo de epidemia de *P. pachyrhizi*, pois o molhamento foliar contínuo provocado pelas chuvas ou por orvalho associado a temperaturas variando de 18 a 26,5°C favorecem o desenvolvimento rápido da doença. O processo entre a deposição do esporo ao aparecimento dos primeiros sintomas pode ocorrer de 6 a 10 dias (Alves *et al.*, 2006; Godoy *et al.*, 2017).

Nesse sentido, a ferrugem interfere no processo fotossintético da planta, devido à destruição do tecido foliar. Com o progresso dos sintomas, observa-se a desfolha prematura das plantas. Os danos podem ocasionar perdas variando de 10 a 90%, dependendo da região e das condições climáticas (SINCLAIR; HARTMAN, 1999; YORINORI *et al.*, 2005).

2.2 Mancozebe

Os fungicidas do grupo químico ditiocarbamatos são utilizados há décadas na agricultura e são aqueles que detêm mais registros para o maior número de culturas (Balardin *et al.*, 2017). Ditiocarbamatos são compostos derivados do ácido ditiocarbâmico, subdivididos em dimetilditiocarbamatos (DMDC), como ferbam, ziram e tiram e etilenobisditiocarbamatos (EBDCs), como mancozebe, manebe, zinebe, metiram, propinebe, entre outros (Lemes *et al.*, 2005).

O primeiro EBDC foi lançado pela Rohm & Haas em 1940, o etilenobisditiocarbamato dissódico (nabam) a partir de uma diamina. Posteriormente

foi sintetizado o zinebe e o manebe, mas em 1962, a companhia registrou um complexo de íons com manebe, chamado de mancozebe, que veio a se tornar o ingrediente ativo mais importante dos ditiocarbamatos (Gullino *et al.*, 2010; Balardin *et al.*, 2017). O mancozebe é produzido por várias unidades fabris espalhadas pelo mundo e comercializado em mais de 120 países (Gullino *et al.*, 2010).

Esta molécula é utilizada para controlar doenças fúngicas em mais de 70 culturas, pois os ditiocarbamatos têm a vantagem de possuir um mecanismo de ação multissítio, o qual compromete vários sítios na célula do fungo, e isso promove um amplo espectro de controle e gestão da resistência para novos fungicidas (Klittich, 2008; Balardin *et al.*, 2017).

Atualmente, devido aos casos de resistência aos fungicidas sítio-específicos para as principais doenças da cultura da soja, o uso de mancozebe se tornou imprescindível para a gestão da resistência no programa de manejo. Segundo dados da Spark (2020), na safra 2019/20, ao menos uma aplicação de fungicida multissítio foi realizada em 70% da área de soja cultivada no Brasil.

2.3 Adjuvantes

De maneira geral, o uso de adjuvantes tem por finalidade melhorar a qualidade na aplicação dos produtos fitossanitários. Os adjuvantes podem alterar as propriedades físico-químicas da calda de pulverização, aumentando a molhabilidade, adesão e o espalhamento das gotas de pulverização o que contribui para melhor retenção, penetração e absorção do ingrediente ativo na folha (Azevedo; Castelani, 2013).

Quando incorporados à formulação dos produtos fitossanitários são denominados aditivos e adjuvantes quando adicionados ao tanque de pulverização para melhorar a aplicação (Lei Nº 14.785 de 27/12/2023). Assim, pode-se classificar os adjuvantes basicamente de duas maneiras, os ativadores e os utilitários (ASTM, 1999). Os adjuvantes ativadores têm por finalidade melhorar a atividade do produto fitossanitário, principalmente aumentar a taxa de absorção, resultando em maior eficiência. Os modos de ação mais importantes desse grupo são a redução da tensão superficial da gota, solubilização da cera cuticular, formação cristalina nos depósitos e a retenção de umidade no depósito (Tadros, 2005). Os principais tipos de adjuvantes deste grupo são os surfactantes; óleos vegetais, metilados e minerais; derivados de silicones e os fertilizantes nitrogenados (Oliveira, 2011).

Diferentemente dos ativadores, os utilitários não melhoram diretamente a eficácia dos produtos fitossanitários, mas eles agem como facilitadores do processo de pulverização, ou seja, por meio da redução dos efeitos negativos da pulverização. Esse grupo compreende aos adjuvantes que são agentes compatibilizantes, estabilizantes, dispersantes, controladores de deriva ou retardantes, antiespumantes, condicionadores da água, acidificantes, tamponantes, umectantes, protetores de raios ultravioletas e corantes (McMullan, 2000).

2.4 'Rainfastness'

As maiores perdas de produtos na folha são decorrentes em sua maioria por ação dos fatores ambientais, desse modo a luz tem efeito gradativo de fotodegradação do ingrediente ativo e a chuva um efeito imediato sobre a aderência do produto na folha (Mulrooney; Elmore, 2000). Nesse sentido, a quantificação do efeito da chuva sobre o produto retido na folha após a aplicação pode melhorar o entendimento da dinâmica de cada produto fitossanitário (Hulbert *et al.*, 2011).

Adjuvantes específicos podem contribuir minimizando o efeito da chuva após as pulverizações (*rainfastness*), reduzindo o tempo mínimo entre a aplicação à chuva e minimizando a lavagem do ingrediente ativo na folha (Costa *et al.*, 2019). Vale ressaltar que alguns produtos são mais afetados que outros devido sua velocidade de absorção pela folha (Hunsche, 2006). Segundo Lenz *et al.* (2012), o poder residual do pesticida pode ser afetado dependendo do intervalo entre a aplicação do produto e a chuva, do tipo de pesticida e da idade dos tecidos da planta em que são aplicados.

Resultados obtidos por Chechi *et al.* (2021) demonstram que para o fungicida mancozebe na dose de 1500 g i.a. ha⁻¹, em dois experimentos em diferentes anos, os tratamentos sem chuva foram estatisticamente iguais em controle de *Phakopsora pachyrhizi* quando comparados aos tratamentos com chuva simulada de 20 mm após 240 minutos após a aplicação. Nesse sentido, nota-se a necessidade de um elevado intervalo de tempo entre a aplicação desse produto e a chuva.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Experimento 1

O Experimento foi realizado em duas localidades, na Estação Experimental da Spraydrop, município de Cambé, PR, com as seguintes coordenadas geográficas: latitude 23°08'11"S e longitude 51°11'39"O, e altitude de 552 metros. A segunda localidade na Estação Experimental da BW Agroserviços, situada no município de Ipiranga, PR, com coordenadas geográficas: latitude 25°01'03"S e longitude 50°27'59"O, e altitude de 782 metros. As características físico-químicas do solo empregado nos dois experimentos estão detalhadas na Tabela 1.

Tabela 1 — Análise físico-química do solo da Estação Spraydrop e da Estação BW Agroserviços

Estação Spraydrop, Cambé/PR.									
Camada	pH		P (meh.)	S	K	Ca	Mg	Al	H+Al
	Água	CaCl ₂							
0-20cm	5,23	4,51	15,03	44,39	0,33	3,84	0,86	0,0	4,06
Camada	B	Cu	Fe	Mn	Zn	M.O.	Argila	Silte	Areia
	mg/dm ³					%			
0-20cm	0,1	9,62	92,5	418,23	1,42	2,81	78,0	16,0	6,0
Estação BW Agroserviços, Ipiranga/PR.									
Camada	pH		P (meh.)	S	K	Ca	Mg	Al	H+Al
	Água	CaCl ₂							
0-20cm	6,26	5,51	23,8	10,15	0,3	5,71	1,65	0,0	2,67
Camada	B	Cu	Fe	Mn	Zn	M.O.	Argila	Silte	Areia
	mg/dm ³					%			
0-20cm	0,19	2,0	51,5	9,42	1,34	1,35	27,9	11,1	60,9

Os experimentos foram conduzidos em unidades experimentais com dimensões de 2,5 x 5,5 m (largura x comprimento), resultando em área total de 13,75 metros quadrados. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, composto por 8 tratamentos e 4 repetições. Dentre esses, 7 tratamentos envolvem a irrigação de chuva simulada: testemunha absoluta, Unizeb Gold, Unizeb Gold + Ochima, Unizeb Gold + Strides, Unizeb Gold + Silwet, Unizeb Gold + LI 700 e Unizeb Gold + Gruma. Além disso, houve 1 tratamento sem a irrigação de chuva simulada, utilizando Unizeb Gold, sendo as parcelas cobertas com uma lona durante a simulação da chuva. As características específicas dos produtos utilizados estão detalhadas na Tabela 2.

Tabela 2 — Produtos comerciais, ingredientes ativos, concentração e doses dos produtos comerciais utilizados no experimento

Trat.	Produtos	Ingredientes ativo	Form.	Concentração (g de i.a./kg ou L)	Dose (g de i.a/ha ⁻¹)	Dose produto comercial	Aplicação
1	Testemunha			-	-		
2	Unizeb Gold (sem chuva)	mancozebe	WG	750	1125	1,5 kg ha ⁻¹	ABCDE
3	Unizeb Gold	mancozebe	WG	750	1125	1,5 kg ha ⁻¹	ABCDE
4	Unizeb Gold	mancozebe	WG	750	1125	1,5 kg ha ⁻¹	ABCDE
	Ochima	alquil ester fosfatado	EC	752	188	0,25 L ha ⁻¹	ABCDE
5	Unizeb Gold	mancozebe	WG	750	1125	1,5 kg ha ⁻¹	ABCDE
	Strides	éster metílico de soja	EC	720	270	0,25 % v/v	ABCDE
	Unizeb Gold	mancozebe	WG	750	1125	1,5 kg ha ⁻¹	ABCDE
6	Silwet L-77	heptametiltrisiloxano modificado com poli(óxido de alquileno)	-	-	-	0,05 % v/v	ABCDE
7	Unizeb Gold	mancozebe	WG	750	1125	1,5 kg ha ⁻¹	ABCDE
	LI 700	ácido propiônico	EC	350	175	0,5 L ha ⁻¹	ABCDE
8	Unizeb Gold	mancozebe	WG	750	1125	1,5 kg ha ⁻¹	ABCDE
	J-S	polímero natural	WP	-	-	0,1 % v/v	ABCDE

Trat.: Tratamento; Form.: Formulação; i.a.: Ingrediente ativo. Aplicação A: 1ª aplicação, B: 2ª aplicação, C: 3ª aplicação, D: 4ª aplicação e E: 5ª aplicação;

A semeadura da soja na Estação Experimental da Spraydrop foi realizada em 3 de novembro, com a emergência das plantas ocorrendo em 9 de novembro de 2022. Para a semeadura foi utilizada uma semeadora adubadora, com espaçamento entre linhas de 0,5 metro, com uma densidade populacional final de 240 mil plantas por hectare. Durante a semeadura, foi aplicada uma adubação de base de 250 kg por hectare do formulado 02-20-18 (N-P-K). No estágio V4 da cultura foram aplicados 100 kg por hectare de cloreto de potássio a lanço. A cultivar escolhida para o experimento foi a NEO 610 IPRO, que se destaca por seu grupo de maturação 6.1 e hábito de crescimento indeterminado.

Na segunda localidade, a Estação Experimental da BW Agrosserviços, a semeadura foi realizada em 05 de novembro, com a emergência das plantas ocorrendo em 11 de novembro de 2022. Para isso, também foi utilizada uma semeadora adubadora, com espaçamento entre linhas de 0,5 metro, com uma densidade populacional de 300 mil plantas por hectare. Durante a semeadura, foi

aplicada uma adubação de base de 250 kg por hectare do formulado 02-20-18 (N-P-K). No estádio V5 da cultura, foram aplicados 160 kg por hectare de cloreto de potássio a lanço. A cultivar escolhida para o experimento foi a mesma do local anterior.

Cinco aplicações dos tratamentos foram conduzidas em ambas as localidades, iniciando no estágio de pré-fechamento das entrelinhas da soja. O intervalo entre cada aplicação foi de 10 dias. Essa escolha baseou-se nos resultados obtidos por Marques *et al.* (2017), indicando que o efeito residual de controle do mancozebe associado ao óleo vegetal sobre a ferrugem asiática da soja é de 5,4 dias. Assim, para avaliar o impacto dos adjuvantes na retenção do mancozebe na folha, optou-se por um intervalo de 10 dias entre as aplicações, de modo a evidenciar o efeito dos adjuvantes. As condições climáticas de cada aplicação foram meticulosamente registradas utilizando um termo-higro-anemômetro digital, modelo LM 8000, cujos detalhes estão apresentados de forma abrangente na Tabela 3.

As aplicações dos tratamentos foram realizadas utilizando um pulverizador pressurizado por CO₂, ajustado para uma pressão de 2 bar (200 kPa). Este equipamento estava equipado com barra contendo seis bicos, cada um com pontas de jato plano, modelo AXI 110015 VS. A uma velocidade de aplicação de 3,6 km h⁻¹, o sistema proporciona uma taxa de aplicação equivalente a 150 L ha⁻¹.

Após 120 minutos, metade do tempo da aplicação dos tratamentos, foi simulada uma chuva de 20 mm, com duração de 42 minutos. A chuva simulada foi realizada utilizando um sistema de irrigação com aspersores de impacto Rain Bird Maxi-Pan (Figura 1). Duas linhas de irrigação foram instaladas nas laterais do experimento, ajustando os aspersores para operar de forma setorial com um ângulo de 180 graus, direcionando a irrigação para o interior do experimento, conforme ilustrado nas Figuras 2 e 3. O sistema foi calibrado para aplicar uma lâmina de água de 20 mm, o que levou 42 minutos para ser alcançado, com gotas de aproximadamente 1500 micrômetros de diâmetro. Para garantir a uniformidade da irrigação, dez pluviômetros foram distribuídos em padrão "zig-zag" para cobrir toda a área do experimento. Em seguida, as aferições foram realizadas. Teste prévio indicou que a variação na lâmina de água aplicada não excede 12% entre os diferentes pontos, garantindo assim a homogeneidade necessária para a validade dos resultados experimentais.

Os dados meteorológicos referentes aos dois locais do Experimento 1 encontram-se descritos no Anexo A e B.

Tabela 3 — Data, intervalo entre aplicações, estágio fenológico, horários inicial e final e condições climáticas no momento das aplicações no local 1 (Spraydrop) Cambé, PR e local 2 (BW Agroserviços) Ipiranga, PR. Safra: 2022/23

Local	1 (Spraydrop)				
Aplicação	A	B	C	D	E
Data	29/12/2022	09/01/2023	19/01/2023	29/01/2023	09/02/2023
Intervalo (dias)	-	10	10	10	11
Estádio	R2	R3	R5.1	R5.3	R5.5
Horário inicial	16:08	15:38	17:01	15:45	14:36
Horário final	16:37	16:07	17:33	16:12	15:09
Temperatura (°C)	28,3	29,6	27,9	29,3	30,5
Umidade relativa do ar (%)	55,0	53,0	61,0	50,0	48,0
Velocidade do vento (km/h)	2,6	3,1	3,8	4,3	1,9
Nebulosidade (%)	10,0	80,0	15,0	23,0	5,0

Local	2 (BW Agroserviços)				
Aplicação	A	B	C	D	E
Data	17/12/2022	27/12/2022	08/01/2023	19/01/2023	29/01/2023
Intervalo (dias)	-	10	11	11	10
Estádio	R1	R3	R5.1	R5.3	R5.4
Horário inicial	16:05	15:38	09:01	17:05	15:44
Horário final	16:29	16:09	09:39	17:36	16:18
Temperatura (°C)	28,9	27,9	29,5	27,8	26,3
Umidade relativa do ar (%)	62,1	68,0	50,3	70,3	63,0
Velocidade do vento (km/h)	3,8	1,5	1,9	4,1	3,1
Nebulosidade (%)	5,0	65,0	22,0	70,0	36,0

Durante a condução do ensaio foram avaliadas as variáveis de severidade de ferrugem asiática e produtividade.

Para severidade da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) foram realizadas 7 avaliações, antes das aplicações A, B, C, D e aos 7, 14 e 21 dias após a última aplicação (E). A severidade da ferrugem foi determinada avaliando-se a porcentagem de tecido foliar afetado lesionado em 10 trifólios por parcela, 5 deles coletados no terço inferior e os outros 5 coletados no terço médio das plantas, com base na escala diagramática proposta por Franchesci (2017). Além disso, também foi determinada a

eficiência de controle por Abbott (1925) para todas as avaliações de severidade da doença.

Figura 1 — A- Aspensor modelo Rain Bird Maxi-Pan; B- Esquema de montagem sistema irrigação para simular chuva no Local 1; C- Esquema de montagem sistema irrigação para simular chuva no Local 2. Cambé, PR. Safra: 2022/23



Fonte: A- Rain Bird (2024).

O progresso da doença ferrugem asiática foi calculado por meio da AACPD (Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença) a partir dos valores de severidade observados entre duas avaliações subsequentes. A fórmula de cálculo da AACPD foi proposta por Campbell e Madden (1990):

$$AACPD = \sum \left(\frac{Y_i + Y_{i+1}}{2} \right) \cdot (T_{i+1} - T_i)$$

Onde: Y_i : severidade da doença na época da avaliação i ($i=1, \dots, n$); Y_{i+1} : severidade da doença na época de avaliação; T_i : época de avaliação; T_{i+1} : época da avaliação $i+1$.

Para a estimativa da produtividade foi realizada a colheita da área útil de cada parcela. O procedimento foi realizado com o auxílio de uma trilhadeira de parcelas. Após isso foi realizada a pesagem e determinada a umidade dos grãos. Com esses dados foi calculada a produtividade em kg ha^{-1} , ajustando a umidade para 13%. Sendo que a colheita no local 1 (Spraydrop) foi realizada no dia 29 de março de 2023 e no local 2 (BW Agroserviços) foi realizada no dia 05 de abril de 2023.

Para todas as variáveis foi realizado a análise de variância pelo teste F, e quando significativo, a comparação de médias foi feita pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade, devido a alta variabilidade que acontece em ensaios conduzidos em campo e utilizou-se o programa estatístico Avalia[®].

3.2 Experimento 2

O experimento foi conduzido no laboratório de Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas e em casa de vegetação localizados no Departamento de Proteção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrônômicas - FCA/Unesp, Campus de Botucatu-SP, no delineamento inteiramente ao acaso, com os tratamentos distribuídos no esquema fatorial 7 x 6 + 1, sendo o primeiro fator 6 tratamentos com chuva simulada [Unizeb Gold (com chuva), Unizeb Gold + Ochima, Unizeb Gold + Strides, Unizeb Gold + Silwet, Unizeb Gold + LI 700 e Unizeb Gold + J-S] e 1 tratamento sem chuva simulada (Unizeb Gold); o segundo fator foram 6 intervalos de simulação de chuva após a aplicação dos tratamentos de produtos: 0 (imediatamente após a aplicação), 30, 60, 120, 180 e 240 minutos); e mais um tratamento controle (sem aplicação de produtos e sem chuva), conforme descritos na Tabela 4.

Tabela 4 — Produtos comerciais, ingredientes ativos, fabricantes, concentração e doses utilizados no experimento. Botucatu, SP. Safra: 2022/23

Produto comercial	Ingrediente ativo	Fabricante	Concentração (g i.a. ha ⁻¹)	Dose (p.c.)
Fungicida				
Unizeb Gold	mancozebe	UPL	750	1,5 kg ha ⁻¹
Adjuvantes				
Ochima	alquil éster fosfatado	Syngenta	752	0,25 L ha ⁻¹
Strides	éster metílico de soja	UPL	720	0,25% v/v
Silwet	heptametiltrisiloxano modificado com poli(óxido de alquileno)	Momentive	-	0,05% v/v
LI 700	lecitina e ácido propiônico	De sangosse	712,88	0,5 L ha ⁻¹
J-S	polímero natural	Solvay	-	0,1% v/v

i.a.: ingrediente ativo; p.c.: produto comercial

A semeadura da soja foi realizada em vasos com capacidade de 1,0 litro, preenchidos com o substrato Carolina Soil®. A cultivar escolhida para o experimento foi a NEO 610 IPRO, com a condução de uma única planta por vaso. As plantas foram mantidas em casa de vegetação até atingirem o estágio de desenvolvimento V2, conforme a escala fenológica de Fehr e Caviness (1977). Neste estágio de desenvolvimento foram aplicados os tratamentos estabelecidos.

As aplicações dos tratamentos com fungicidas e adjuvantes foram realizadas utilizando um pulverizador pressurizado por CO₂, ajustado para uma pressão de 2 bar (200 kPa), durante 6 minutos. Este sistema de pulverização estava equipado com barra contendo três bicos com pontas do modelo AXI 110015 VS. A uma velocidade de aplicação de 3,6 km h⁻¹, o sistema proporciona uma taxa de aplicação equivalente a 150 L ha⁻¹.

As simulações de chuva foram conduzidas utilizando um sistema equipado com controle de velocidade de deslocamento e pressão de trabalho, composto por uma estrutura metálica acoplada a uma barra de pulverização, responsável pela simulação da chuva. O sistema foi operado por um período de 8 minutos e 20 segundos, resultando em uma lâmina de água de 20 milímetros (Figura 3).

Figura 2 — Simulador de chuva sendo utilizado no momento da execução do experimento. Botucatu. Safra: 2023/24



Os tratamentos foram aplicados dia 4 de maio de 2024 no período da manhã, com temperatura inferior a 30°C e umidade relativa do ar acima de 55%, respeitando as condições climáticas adequadas para aplicação (Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul – RPSRS, 2012). Logo após as aplicações dos tratamentos dos produtos fitossanitários foram simuladas as chuvas respeitando os intervalos propostos entre aplicação e a chuva.

Logo após cada intervalo chuva foi retirado 1 folíolo do primeiro trifólio da planta de cada vaso e acondicionados em sacos plásticos, aos quais foi adicionado uma solução de 0,2 N de HCL (50 mL) e agitados por 20 segundos para extração do íon manganês da superfície do folíolo (Machado-neto; Matuo, 1989; Oliveira; Machado-Neto, 2003). Nessa pesquisa, o íon Mn presente no fungicida mancozeb foi o marcador para a análise do depósito da pulverização, devido sua absorção foliar ser lenta. A seguir foi determinado a concentração de íons manganês (mg/L) presente na solução de cada amostra com espectrofotômetro de absorção atômica, modelo Agilent 240FS-AA. Além disso, a área foliar foi mensurada em medidor de área foliar de bancada (LI-3100C Area Meter®). Foi determinada a concentração de manganês presente na calda de aplicação do tratamento de Unizeb Gold (mg/L). Com os dados da concentração de manganês em cada amostra, concentração de manganês na calda e o volume de solução utilizada para extração do manganês na folha, foi calculado a quantidade de calda retida na folha, conforme a Equação 1 (E1):

$$Vi = \frac{Cf * Vf}{Ci} * 1000 \quad (E1)$$

Onde,

Vi: Quantidade de calda retida na folha (μL);

Cf: Concentração de manganês em cada amostra (mg/L)

Vf: Volume de solução utilizada para extração do manganês na folha (mL);

Ci: Concentração de manganês na calda (mg/L).

A quantidade de calda retida na folha (Vi) de cada amostra foi dividida pela área foliar (cm^2), para determinar a quantidade de calda retida por centímetro quadrado de área foliar ($\mu\text{L cm}^{-2}$).

Para todas as variáveis foi realizada a análise de variância pelo teste F, e quando significativo, a comparação de médias foi feita pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SISVAR®.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estudos conduzidos por Chechi *et al.* (2021), repetidos ao longo de dois anos, indicaram que a aplicação de mancozeb na taxa de 150 L ha⁻¹, seguida por uma chuva simulada de 20 mm após 240 minutos, não apresentou diferença significativa em relação ao tratamento sem chuva no controle da ferrugem asiática da soja. No entanto, quando a chuva ocorreu 120 minutos após a aplicação, observou-se redução de aproximadamente 28% na eficiência do controle da doença em comparação ao tratamento sem chuva. Com base nos dados anteriores, nessa pesquisa foi estabelecido o intervalo de chuva de 120 minutos após a aplicação, para avaliar se a associação do adjuvante ao fungicida irá melhorar seu desempenho no controle da doença.

4.1 Severidade (%) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD)

No experimento 1, realizado no campo da Spraydrop foi avaliada a severidade da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) aos 14 e 21 DAE (dias após a aplicação E). Com base nessas avaliações foi estimada a Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD). Aos 14 DAE, verifica-se que todos os tratamentos não diferiram estatisticamente, exceto o tratamento Unizeb Gold + J-S que apresentou menor severidade que o tratamento de Unizeb Gold sob chuva simulada (Tabela 5). Na avaliação de 21 DAE, nota-se que o tratamento de Unizeb Gold (sem chuva) apresentou severidade significativamente menor que àquela obtida na testemunha e o tratamento de Unizeb Gold sob chuva. Por fim, a análise dos dados de Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) revela que os tratamentos com Unizeb Gold (sem chuva), Unizeb Gold + Strides e Unizeb Gold + LI 700 apresentaram valores de AACPD significativamente menores em comparação aos tratamentos testemunha e Unizeb Gold sob chuva. Isso sugere que a associação dos adjuvantes Strides e LI 700 ao Unizeb Gold provavelmente melhorou a retenção do mancozebe nas folhas, pois mesmo após a exposição à chuva simulada, 120 minutos após a aplicação, esses tratamentos não diferiram significativamente do tratamento com Unizeb Gold (sem chuva) e apresentaram severidade estatisticamente menor do que o tratamento com Unizeb Gold sob chuva.

Tabela 5 — Severidade (%) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) do experimento conduzido no local 1 (Spraydrop). Cambé-PR. Safra: 2022/23

Trat.	Produtos	Dose	Severidade (%)														AACPD	E%					
			0 DAA		10 DAA		10 DAB		10 DAC		10 DAD		7 DAE		14 DAE				E%	21 DAE	E%		
			29/12/2022	07/01/2023	19/01	29/01	09/02	16/02	21/02	28/02													
1	Testemunha		0,0	ns	0,0	ns	0,0	ns	0,0	ns	0,0	ns	0,0	ns	6,2	ab	0,0	84,3	a	0,0	332,1	a	0,0
2	Unizeb Gold (sem chuva)	1,5 kg ha ⁻¹	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	3,7	ab	40,3	21,6	c	74,3	97,9	c	70,5
3	Unizeb Gold	1,5 kg ha ⁻¹	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	7,1	a	14,9	42,3	b	49,8	190,9	b	42,5
4	Unizeb Gold	1,5 kg ha ⁻¹	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	2,3	ab	63,3	35,9	bc	57,4	139,2	bc	58,1
	Ochima	0,25 L.ha ⁻¹																					
5	Unizeb Gold	1,5 kg ha ⁻¹	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	2,8	ab	55,4	28,4	bc	66,3	116,1	c	65,1
	Strides	0,25 % v/v																					
6	Unizeb Gold	1,5 kg ha ⁻¹	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	3,4	ab	44,8	35,2	bc	58,2	143,8	bc	56,7
	Silwet L-77 AG	0,05 % v/v																					
7	Unizeb Gold	1,5 kg ha ⁻¹	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	2,6	ab	58,3	28,2	bc	66,6	114,1	c	65,6
	LI 700	0,5 L.ha ⁻¹																					
8	Unizeb Gold	1,5 kg ha ⁻¹	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	1,5	b	76,2	36,0	bc	57,3	134,9	bc	59,4
	J-S	0,1 % v/v																					
C.V.(%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	84,7	-	-	22,6	-	-	23,1	-	-	-

Trat.: Tratamento; E%: Eficiência (%); DAA: Dias após aplicação A; DAB: Dias após a aplicação B; DAC: Dias após a aplicação C; DAD: Dias após a aplicação D; DAE: Dias após a aplicação E; Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si no teste Duncan a 5% de probabilidade.

A partir da severidade da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) aos 14 e 21 DAE (dias após a aplicação E) no local 2 (BW Agrosserviços) calculou-se a Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD). Os resultados indicaram que, estatisticamente, o tratamento com Unizeb Gold (sem chuva) apresentou menor severidade aos 14 e 21 DAE, bem como uma menor AACPD, em comparação com a testemunha e o tratamento com Unizeb Gold sob chuva (Tabela 6). Nota-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos de Unizeb Gold associados a adjuvantes em comparação ao tratamento de Unizeb Gold sob chuva, contudo também não diferiram do tratamento Unizeb Gold (sem chuva), sugerindo que é possível que os adjuvantes tenham uma contribuição na retenção do mancozebe nas folhas, quando submetidos a chuva simulada 120 minutos após a aplicação, contudo não é possível afirmar estatisticamente. Caso similar ocorreu no local 1 para os tratamentos Unizeb Gold + Ochima, Unizeb Gold + Silwet e Unizeb Gold + J-S.

Entre os dois locais, somente os adjuvantes Strides e LI 700 associados ao Unizeb Gold no local 1 apresentaram menor severidade (AACPD) de ferrugem asiática da soja que o tratamento Unizeb Gold sob chuva, demonstrando que esses dois adjuvantes no local 1 foram efetivos na retenção do mancozebe na folha.

O experimento conduzido no local 2 (Tabela 6) evidencia que a severidade da doença no tratamento testemunha foi o dobro daquela constatada no local 1 (Tabela 5) e nos tratamentos fungicidas observa-se severidade menor no experimento conduzido no local 2. Isso pode ter influenciado significativamente no melhor controle da doença (severidade menor) no experimento conduzido no local 2 (BW Agrosserviços, Ipiranga, PR).

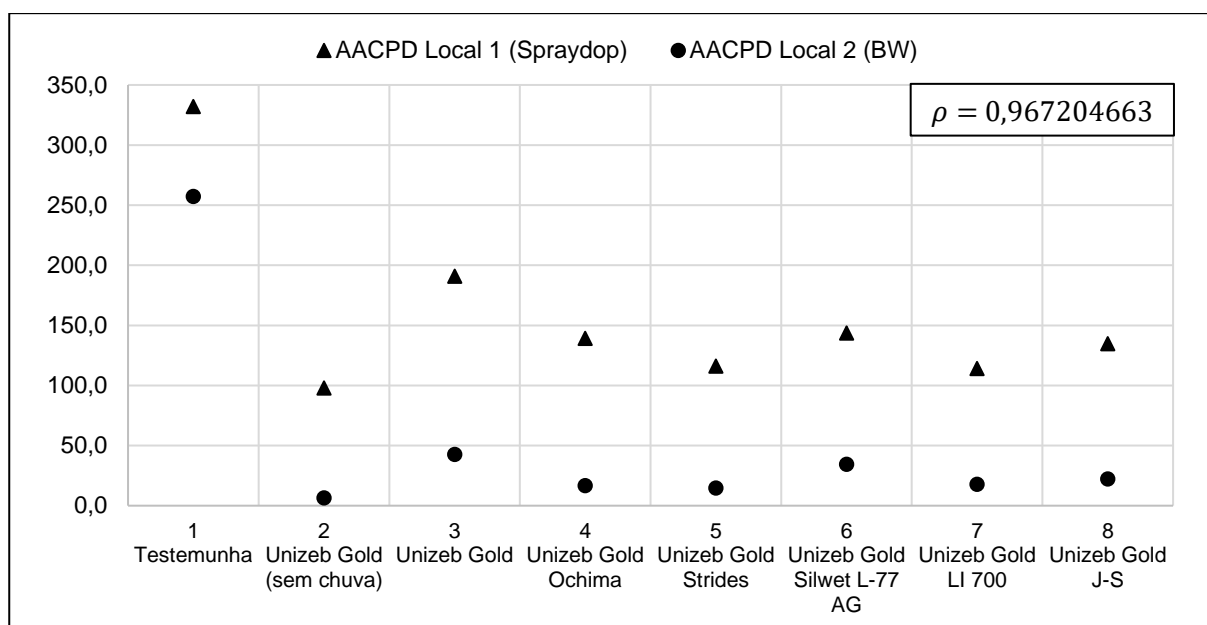
Tabela 6 — Severidade (%) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) do experimento conduzido no local 2 (BW Agrosserviços). Ipiranga, PR. Safra: 2022/23

Trat.	Produtos	Dose	Severidade (%)												AACPD	E%							
			0 DAA		10 DAA		10 DAB		10 DAC		10 DAD		7 DAE				14 DAE		E%	21DAE	E%		
			17/12/2022	27/12	08/01/2023	19/01	29/01	05/02	12/02	19/02													
1	Testemunha		0,0	ns	0,0	ns	0,0	ns	0,0	ns	0,0	ns	0,0	ns	12,4	a	0,0	48,8	a	0,0	257,3	a	0,0
2	Unizeb Gold (sem chuva)	1,5 kg ha ⁻¹	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,3	c	97,4	1,3	c	97,4	6,6	c	97,4
3	Unizeb Gold	1,5 kg ha ⁻¹	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	2,0	b	83,7	8,2	b	83,3	42,6	b	83,4
4	Unizeb Gold	1,5 kg ha ⁻¹	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,8	bc	93,6	3,2	bc	93,5	16,7	bc	93,5
	Ochima	0,25 L.ha ⁻¹																					
5	Unizeb Gold	1,5 kg ha ⁻¹	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,7	bc	94,4	2,8	bc	94,2	14,7	bc	94,3
	Strides	0,25 % v/v																					
6	Unizeb Gold	1,5 kg ha ⁻¹	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	1,6	bc	87,0	6,6	bc	86,5	34,4	bc	86,6
	Silwet L-77 AG	0,05 % v/v																					
7	Unizeb Gold	1,5 kg ha ⁻¹	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,9	bc	93,0	3,4	bc	93,1	17,9	bc	93,1
	LI 700	0,5 L.ha ⁻¹																					
8	Unizeb Gold	1,5 kg ha ⁻¹	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	1,1	bc	91,3	4,2	bc	91,4	22,2	bc	91,4
	J-S	0,1 % v/v																					
C.V.(%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37,3	-	-	41,9	-	-	40,0	-	-

Trat.: Tratamento; E%: Eficiência (%); DAA: Dias após aplicação A; DAB: Dias após a aplicação B; DAC: Dias após a aplicação C; DAD: Dias após a aplicação D; DAE: Dias após a aplicação E; Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si no teste Duncan a 5% de probabilidade.

Os valores de correlação de Pearson referentes à Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) entre os locais 1 e 2 estão apresentados na Figura 3. A correlação de Pearson é uma ferramenta estatística utilizada para quantificar a força e a direção de uma relação linear entre duas variáveis numéricas (Mukaka, 2012). Neste contexto, as variáveis em questão são os valores de AACPD dos locais 1 e 2. O cálculo resultou em um coeficiente de 0,967204663, o que, de acordo com a interpretação de Mukaka (2012), é considerado uma correlação muito forte. Isso indica que, à medida que o tratamento em um dos locais apresenta um aumento ou diminuição no AACPD, o tratamento correspondente no outro local tende a seguir a mesma direção. Essa forte correlação sugere uma consistência significativa nos resultados dos tratamentos entre os dois locais analisados.

Figura 3 — Correlação de Pearson da Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) entre o local 1 (Spraydrop) e o local 2 (BW Agroserviços). Safra: 2022/23



4.2 Produtividade de soja

Em relação à produtividade no local 1, observou-se que os tratamentos Unizeb Gold (sem chuva), Unizeb Gold + Ochima, Unizeb Gold + Strides, Unizeb Gold + Silwet e Unizeb Gold + J-S apresentaram produtividade significativamente maior em comparação à testemunha, que contrastam com os dados de severidade de ferrugem, pois esses tratamentos também apresentaram severidade significativamente menor

que a testemunha. Por outro lado, os tratamentos Unizeb Gold (com chuva) e Unizeb Gold + LI 700 não mostraram diferença significativa em relação à testemunha (Tabela 7).

Entre os tratamentos, destaca-se que Unizeb Gold (sem chuva) e Unizeb Gold + Ochima apresentaram produtividade estatisticamente superior aos demais tratamentos. Isso sugere que, para essa variável, o uso do adjuvante Ochima pode ter melhorado a retenção de mancozebe na folha após a chuva simulada, alcançando uma produtividade semelhante ao tratamento sem chuva.

Tabela 7 — Produtividade (kg ha⁻¹) do experimento conduzido no local 1 (Spraydrop). Cambé-PR. Safra: 2022/23

Tratamento	Produtos	Dose	Produtividade (kg ha ⁻¹)
			Médias
1	Testemunha		3.224,55 c
2	Unizeb Gold (sem chuva)	1,5 kg ha ⁻¹	4.107,10 a
3	Unizeb Gold	1,5 kg ha ⁻¹	3.559,20 bc
4	Unizeb Gold Ochima	1,5 kg ha ⁻¹ 0,25 L.ha ⁻¹	4.160,25 a
5	Unizeb Gold Strides	1,5 kg ha ⁻¹ 0,25 % v/v	3.704,35 b
6	Unizeb Gold Silwet L-77 AG	1,5 kg ha ⁻¹ 0.05 % v/v	3.660,05 b
7	Unizeb Gold LI 700	1,5 kg ha ⁻¹ 0,5 L.ha ⁻¹	3.569,10 bc
8	Unizeb Gold J-S	1,5 kg ha ⁻¹ 0,1 % v/v	3.741,07 b
C.V.(%)			6,48 -

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si no teste Duncan a 5% de probabilidade.

No tocante à produtividade do local 2, verifica-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados, ou seja, não foi observado efeito dos tratamentos sobre essa variável (Tabela 8). Possivelmente isso possa ser justificado pelo fato de que a incidência de ferrugem ocorreu apenas nas últimas avaliações e não apresentou uma severidade tão elevada nos tratamentos, principalmente em comparação com o experimento realizado em Cambé, PR.

Tabela 8 — Produtividade (kg ha⁻¹) do experimento conduzido no local 2 (BW Agroserviços). Ipiranga, PR. Safra: 2022/23

Tratamento	Produtos	Dose	Produtividade (kg ha ⁻¹)
			Médias
1	Testemunha		2.483,25 a
2	Unizeb Gold (sem chuva)	1,5 kg ha ⁻¹	2.782,50 a
3	Unizeb Gold	1,5 kg ha ⁻¹	2.641,55 a
4	Unizeb Gold Ochima	1,5 kg ha ⁻¹ 0,25 L.ha ⁻¹	2.671,80 a
5	Unizeb Gold Strides	1,5 kg ha ⁻¹ 0,25 % v/v	2.879,30 a
6	Unizeb Gold Silwet L-77 AG	1,5 kg ha ⁻¹ 0.05 % v/v	2.869,40 a
7	Unizeb Gold LI 700	1,5 kg ha ⁻¹ 0,5 L.ha ⁻¹	2.643,75 a
8	Unizeb Gold J-S	1,5 kg ha ⁻¹ 0,1 % v/v	2.530,85 a
C.V.(%)			14,41 -

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si no teste Duncan a 5% de probabilidade.

4.3 Retenção de calda

Pela análise da variância dos dados de retenção foliar houve interação significativa entre os dois fatores avaliados (Apêndice A). A partir dos resultados dos tratamentos fungicidas e os intervalos de chuva, nota-se que somente os tratamentos Unizeb Gold + Ochima (120, 180 e 240 minutos), Unizeb Gold + Strides (120 e 240 minutos) e Unizeb Gold + Silwet (180 e 240 minutos) apresentaram valores de retenção de calda similares ao tratamento de Unizeb Gold sem chuva e valores de retenção estatisticamente maiores que o tratamento de Unizeb Gold com chuva. O tratamento Unizeb Gold + Strides aos 180 minutos apesar de não diferir significativamente do tratamento de Unizeb Gold sob chuva, nota-se que não apresentou diferença significativa dos intervalos de 120 e 240 minutos. Isso demonstra que esses adjuvantes melhoraram a retenção de calda na folha após os respectivos intervalos de chuvas simulados (Tabela 9).

Tabela 9 — Valores médios de retenção de calda ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$) na superfície foliar após subseqüentes chuvas simuladas, imediatamente após a aplicação e aos 30, 60, 120, 180 e 240 min. após a aplicação dos tratamentos fungicidas. Botucatu-SP

Tratamentos	Tempo de chuva simulada após a aplicação (minutos)/ Retenção de calda em $\mu\text{L}/\text{cm}^2$											
	0		30		60		120		180		240	
Unizeb sem chuva	0,275800	Aa	0,223460	ABa	0,234240	ABa	0,187500	ABa	0,185400	ABab	0,172660	Ba
Unizeb com chuva	0,003380	Ab	0,065040	Abc	0,085260	Abc	0,049020	Ac	0,060220	Ac	0,030620	Ac
Unizeb + Ochima	0,039220	Bb	0,098740	ABbc	0,113140	ABbc	0,184460	Aa	0,170120	Aab	0,160840	Aab
Unizeb + Strides	0,045420	Bb	0,151040	Aab	0,160360	Aab	0,155500	Aab	0,128600	ABabc	0,162260	Aa
Unizeb + Silwet	0,089960	Bb	0,147800	ABab	0,150560	ABabc	0,142220	ABabc	0,215280	Aa	0,226620	Aa
Unizeb + LI 700	0,034480	Ab	0,101740	Abc	0,059840	Ac	0,054560	Ac	0,104880	Abc	0,064780	Abc
Unizeb + J-S	0,027060	Ab	0,044760	Ac	0,065380	Abc	0,061640	Abc	0,114760	Abc	0,051720	Ac
Controle	0,0											
CV(%)	44,15											

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0.05$).

Ao correlacionar os resultados dos experimentos 1 e 2, observa-se que a combinação do adjuvante Ochima com Unizeb Gold não apresentou diferença significativa em relação ao tratamento de Unizeb Gold com chuva na severidade da ferrugem em ambos os locais do experimento 1. No entanto, na variável produtividade, foi identificada uma diferença significativa em relação ao tratamento Unizeb Gold com chuva no local 1. Esses resultados corroboram com os dados de retenção foliar do experimento 2, que indicam que as chuvas simuladas a partir de 120 minutos resultaram significativamente em maior retenção da calda quando comparadas ao tratamento de Unizeb Gold com chuva simulada. Dessa forma, o aumento do potencial de produtividade observado no experimento 1, no local 1, pode estar relacionado à maior retenção da calda na superfície foliar. Embora não tenha sido observada uma redução significativa na severidade da doença em comparação com o tratamento Unizeb Gold sob condições de chuva, a maior retenção de calda, e consequentemente de manganês, pode estar contribuindo positivamente para a nutrição das plantas, resultando em um aumento de produtividade.

Observa-se que, no experimento 1, local 1, a associação de Strides + Unizeb Gold resulta em menor severidade da ferrugem quando comparada ao tratamento com Unizeb Gold submetido à chuva simulada aos 120 minutos após a aplicação dos tratamentos. Na análise dos valores de retenção foliar no experimento 2, observa-se que o tratamento Strides + Unizeb Gold apresentou depósito significativamente maior de Mn que o tratamento Unizeb Gold sob condições de chuva e similar ao tratamento de Unizeb Gold sem chuva aos 120 minutos. Desse modo, verifica-se que a mesma tendência é observada nos dois experimentos, ou seja, chuvas após 120 minutos da aplicação não interfere significativamente na retenção do mancozebe na folha e no controle da ferrugem asiática da soja quando se usa o adjuvante Strides associado ao Unizeb Gold.

No experimento 1, local 1, foi observado que a associação de Unizeb Gold ao LI 700 promoveu melhor controle da ferrugem em relação ao tratamento de Unizeb Gold com chuva, contudo ao observar os dados de retenção da calda, denota-se que não houve diferença significativa entre os tempos de chuva e não houve diferença significativa em relação ao tratamento Unizeb Gold isolado com chuva. A melhora de controle da ferrugem pela associação do LI700 ao Unizeb Gold, apesar de uma baixa retenção de calda na folha, pode ser atribuída por uma melhor distribuição e

penetração do produto no dossel da soja, auxiliando o controle da doença e pela menor perda do produto pela deriva, que são características do produto LI 700. De acordo com Oliveira (2011), ao avaliar diversas características de 18 adjuvantes, o LI 700 (0,1%) destacou-se por apresentar alta viscosidade (1,30 mPa s) e baixa tensão superficial da gota (cerca de 30 mN m⁻¹). Bergeron *et al.* (2003) sugerem que polímeros que aumentam a viscosidade da calda e diminuem a tensão superficial podem melhorar a deposição das gotas sobre o alvo e reduzir o ricocheteio das gotas ao colidir com o alvo. Além disso, Oliveira (2011) demonstrou que, entre os adjuvantes avaliados, o LI 700 (0,5%) foi o segundo com menor percentual de perda de produto por deriva. Assim, o adjuvante LI 700 pode ter o potencial para promover uma melhor deposição da calda pulverizada no dossel da planta e reduzir a deriva. No entanto, isso não garante que o adjuvante melhore a retenção do fungicida na folha.

No experimento 2, observa-se que o tratamento de Unizeb Gold + Silwet aos 180 e 240 minutos de chuva após a aplicação apresentou uma retenção foliar da calda significativamente similar ao tratamento de Unizeb Gold sem chuva e superior ao tratamento de Unizeb Gold com chuva, demonstrando que o uso desse adjuvante melhora a retenção do mancozebe na folha. Este adjuvante é muito eficiente na redução de tensão superficial contribuindo para melhor cobertura da pulverização sobre a folha. Contudo ao observar os resultados desse tratamento no experimento 1, denota-se que nos dois locais não foi observado diferença significativa em relação ao tratamento Unizeb Gold com chuva nas variáveis analisadas. Desse modo os resultados obtidos com esse adjuvante associado ao Unizeb Gold mostram-se inconsistentes.

Os demais adjuvantes quando associados ao mancozeb (Unizeb Gold), não promoveram incremento em produtividade ou aumento na retenção da calda na superfície foliar quando comparado ao tratamento de Unizeb Gold com chuva, em especial após 120 min. da aplicação do fungicida

5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos nos dois experimentos, pode-se concluir que:

A ocorrência de chuva simulada de 20 mm interferiu negativamente na retenção do fungicida mancozeb (Unizeb Gold®) promovendo o efeito *rainfastness* em plantas de soja, independente do intervalo de tempo após a aplicação somente do fungicida;

A adição dos adjuvantes alquil éster fosfatado (Ochima®), ester metílico de soja (Strides®) e heptametiltrisiloxano (Silwet®) melhoram a retenção do fungicida mancozeb (Unizeb Gold) em folhas de soja quando a chuva ocorreu após 120 minutos da aplicação para Ochima® e Strides® e após 180 minutos para Silwet®.

Os adjuvantes LI 700® e Strides® melhoraram o desempenho do Unizeb Gold® no controle de ferrugem asiática na cultura da soja com chuva simulada 120 minutos após a aplicação;

O adjuvante Ochima® quando associado ao mancozebe promoveu incremento na produtividade da soja com chuva simulada 120 minutos após a aplicação.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal Economic Entomology**, v. 18, n. 1, p. 265-267, 1925.
- ALVES, G. S.; CUNHA, J. P. A. R. da. Field data and prediction models of pesticide spray drift on coffee crop. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s.l.], v. 49, n. 8, p.622-629, ago. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2014000800006>.
- ALVES S.A.M., FURTADO G.Q., BERGAMIN FILHO, A. **Influência das condições climáticas sobre a ferrugem da soja**. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). Ferrugem asiática da soja. Viçosa MG. Suprema Gráfica e Editora Ltda. 2006. p. 37-59.
- ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Annual Book of ASTM Standards**, v. 11.05. Designation E 1519-95, Standard Terminology Relating to Agricultural Tank Mix Adjuvants. p. 905–906. 1999.
- AZEVEDO, L.; CASTELANI, P. **Agricultural adjuvants for crop protection**. 1 ed. Rio de Janeiro: Imos Gráfica Editora, v. 1, 2013, 236 p.
- BALARDIN, R.S. *et al.* **Mancozebe muito além de um fungicida**. 1. ed. p. 25-30, 2017.
- BERGERON, V.; MARTIN, J. Y.; VOVELLE, L. **Use of polymers as sticking agents**. US Patent 6, p. 534-563, 2003.
- CHECHI, A. *et al.* Asian soybean rust control in response to rainfall simulation after fungicide application. **Acta Scientiarum. Agronomy** [online], v. 43, 2021.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 11, safra 2023/24, n. 12 décimo segundo levantamento, dezembro 2024.
- COSTA, L.L. *et al.* **Tecnologia de aplicação de caldas fitossanitárias**. FUNEP, Jaboticabal, 2019.
- FEHR, W.R., CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University, 1977. 12p. (Special Report, 80).
- GODOY, C. V. *et al.* Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2019/2020: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina, PR: Embrapa, 19 p., 2020. (**Embrapa Soja. Circular Técnica, 160**).
- GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. N.; SOARES, R. M.; MEYER, M. C.; COSTANILAN, L. M.; ADEGAS, F. S. 2017. Boas práticas para o enfrentamento da ferrugem-asiática da soja. **Embrapa Soja. Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/163428/1/ComTec92-OL.pdf>>. Acesso em: 14 agosto de 2022.

GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; SOARES, R. M.; MEYER, M. C.; COSTAMILAN, L. M.; ADEGAS, F. S. Boas práticas para o enfrentamento da ferrugem-asiática da soja. Londrina: Embrapa Soja, 2017. 5 p. (**Embrapa Soja. Comunicado técnico, 92**).

GODOY, C.V.; HOGA, L.J.; CANTERI, M.G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.31, n.1, p.63-68, 2006.

GODOY, C.V.; SEIXAS, C. D. S.; MEYER, M. C.; SOARES, R. M. **Ferrugem asiática da soja: bases para o manejo da doença e estratégias antirresistência**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. 39 p.

GULLINO, M. L. *et al.* Mancozeb, past, presente and future. **Plant Disease**, v.94, n.9, p.1076-1087, 2010.

HULBERT, D.; ISAACS, R.; VANDERVOORT, C.; WISE, J. C. Rainfastness and residual activity of insecticides to control japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) in grapes. **Journal of Economic Entomology**, College Park MD, v. 104, n. 5, p. 1656-1664, 2011.

HUNSCHE M. **Rainfastness of selected agrochemicals as affected by leaf surface characteristics and environmental factors**. University of Bonn, Cuvillier Verlag Göttingen, 2006. Disponível em: <https://cuvillier.de/uploads/preview/public_file/4612/3865378102.pdf>. Acesso em: 18 de outubro de 2022.

IBAMA, 2020. **Consolidação de dados fornecidos pelas empresas registrantes de produtos técnicos, agrotóxicos e afins, conforme art. 41 do Decreto 4.074/2002**. Disponível em:https://agroadvance.com.br/cinco-defensivos-agricolas-mais-comercializados/#4%C2%B0_ATRAZINA. Acesso em: 18 de outubro de 2022.

KAARS SIJPESTEIN, A. Mechanism of action of fungicides. In: **Fungicide Resistance in Crop Plants**. DEKKER, J.; GEORGOPOULOS, S. G. eds. Center for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, the Netherlands. 1982. p. 32-45.

KLITTICH, C.J. **Milestones in fungicide discovery: Chemistry that changed agriculture**. Online. Plant Health Progress. 2008. Disponível em: <http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/php/review/2008/milestones/>. Acesso em: 18 de outubro de 2022.

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

LEMES, V. R. R. *et al.* Avaliação de resíduos de ditiocarbamatos e etilenotriuréia (ETU) em mamão e sua implicação na saúde pública. **Rev Inst Adolfo Lutz**, v. 64, n.1, p.50-7, 2005.

LENZ, G.; BALARDIN, R. S.; MINUZZI, S. G.; MADALOSSO, M. DEBORTOLI, M.; GULART, C.; RAMOS, J. P. Drops spectra and leaflets age and its interaction with

the area under disease progress curve of soybean rust. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 9, p. 1528-1534, 2012.

MACHADO NETO, J. G.; MATUO, T. Avaliação de um amostrador para o estudo da exposição dérmica potencial de aplicadores de defensivos agrícolas. **Ci. Agron.** Jaboticabal, v. 4, n. 2, p. 21-22, 1989.

MCGRATH, M. T. **What are fungicides? The Plant Health Instructor**. 2004. DOI: 10.1094/ PHI-I-2004-0825-01.

McMULLAN, P. M. Utility adjuvants. **Weed Technology**, Champaign, v. 14, p. 792-797, 2000.

MUKAKA, M. M. (2012). A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. **Malawi medical journal**, 24(3), 69-71.

MULROONEY J. E.; ELMORE, C. D. Rainfastening of bifenthrin to cotton leaves with selected adjuvants. **Journal of Environmental Quality**, v. 29, n. 6, p. 1863-1866, 2000.

OLIVEIRA, M.L.; MACHADO-NETO, J.G. Use of tracer in the determination of respiratory exposure and relative importance of exposure routes in safety of pesticide applicators in citrus orchards. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 70, n. 200, p. 415-421, 2003.

OLIVEIRA, R. B. de. **Caracterização funcional de adjuvantes em soluções aquosas**. 2011. 134f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2011.

Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul (2012). **Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2012/2013 e 2013/2014**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo.

SCHERB, C. T; MEHL, A. FRAC (Fungicide Resistance Action Committee) – ***Phakopsora pachyrhizi*: detached leaf test**. 2006.

SCHMITZ, H. K.; MEDEIROS, C. A.; CRAIG, I. R.; STAMMLER, G. Sensitivity of *Phakopsora pachyrhizi* towards quinone-oxidoreductase inhibitors and demethylation-inhibitors, and corresponding resistance mechanisms. **Pest Management Science**, v. 70, p. 378-388, 2014.

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

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

SPARK. **Evolução no uso de fungicidas protetores no manejo de doenças da soja.** 2020. Disponível em: <http://www2.senar.com.br/Noticias/Detalhe/14107>. Acesso em: 18 de outubro de 2022.

TADROS, T. F. **Applied surfactants, principles and applications.** Wiley-VCH Verlag & Co., Weinheim, Germany, 1 ed., 2005, 634 p.

TÖFOLI, J. G. *et al.* Desempenho de azoxystrobin no controle da ferrugem do cafeeiro sob condições de chuva induzida. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.69, n.1, p.93-96, 2002.

UGALDE, M. G.; **Controle de ferrugem Asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow) na cultura da soja.** Santa Maria, 2005.

YORINORI, J. T. **Ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*): ocorrência no Brasil e estratégias de manejo.** II Encontro brasileiro sobre doenças da cultura da soja. Aldeia Norte Editora, 2000. p. 47-54.

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

ZWERTVAEGHER, I. K. *et al.* The impact and retention of spray droplets on a horizontal hydrophobic surface. **Biosystems Engineering**, [s.l.], v. 126, p.82-91, out. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2014.07.013>.

APÊNDICE A – Quadro de análise variância dos dados retenção foliar da calda do experimento 2.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
PRODUTOS	6	0,650057	0,108343	40,827	0,0000
CHUVAS	5	0,088099	0,017620	6,640	0,0000
PRODUTOS*CHUVAS	30	0,201774	0,006726	2,535	0,0001
erro	168	0,445821	0,002654		
Total corrigido	209	1,385753			
CV (%) =	44,15				
Média geral:	0,1166748		Número de observações:	210	

**ANEXO A – Dados meteorológicos estação experimental da Spraydrop,
Cambé/PR.**

Data	Temperatura média (°C)	Umidade relativa (%)	Vel. Vento (m/s)	Precipitação (mm)
03/11/2022	17,1	68,0	3,9	0,0
04/11/2022	17,9	61,0	4,6	0,0
05/11/2022	19,5	54,0	2,7	0,0
06/11/2022	19,8	52,5	3,1	0,0
07/11/2022	20,2	55,0	2,4	0,0
08/11/2022	20,5	51,8	2,1	0,0
09/11/2022	23,4	47,8	1,9	0,0
10/11/2022	25,1	44,5	1,8	0,0
11/11/2022	22,5	68,5	2,7	0,0
12/11/2022	21,2	86,8	2,3	3,0
13/11/2022	25,2	71,8	4,0	0,0
14/11/2022	22,3	83,3	4,3	3,0
15/11/2022	24,2	61,8	3,5	0,0
16/11/2022	24,1	47,8	2,9	0,0
17/11/2022	25,0	39,3	3,7	0,0
18/11/2022	23,6	42,0	4,4	0,0
19/11/2022	23,8	51,0	3,5	0,0
20/11/2022	24,9	58,5	3,2	0,0
21/11/2022	26,4	59,5	3,5	0,0
22/11/2022	23,6	79,5	2,8	0,0
23/11/2022	23,0	91,0	2,2	0,0
24/11/2022	24,2	78,3	1,6	12,0
25/11/2022	23,5	69,0	4,1	3,0
26/11/2022	23,6	63,8	2,9	0,0
27/11/2022	25,0	64,0	1,8	0,0
28/11/2022	23,5	71,3	2,6	7,0
29/11/2022	23,3	72,0	3,4	0,1
30/11/2022	24,1	73,0	2,7	0,0
01/12/2022	25,9	68,0	6,7	0,0
02/12/2022	23,9	79,3	4,6	16,0
03/12/2022	26,8	76,5	4,1	5,0
04/12/2022	24,6	87,3	4,5	16,0
05/12/2022	24,1	92,3	3,7	6,0
06/12/2022	23,6	95,3	6,0	4,0
07/12/2022	25,9	86,8	2,4	12,0
08/12/2022	27,5	74,5	3,6	4,0
09/12/2022	27,9	77,5	2,1	0,0
10/12/2022	25,8	72,3	2,7	1,0
11/12/2022	26,9	82,5	2,2	0,1
12/12/2022	24,7	92,5	2,1	11,0

13/12/2022	24,7	90,8	3,6	15,0
14/12/2022	23,0	72,8	3,6	1,0
15/12/2022	22,7	72,0	3,2	0,0
16/12/2022	25,3	61,5	1,9	0,0
17/12/2022	23,4	72,0	2,5	1,0
18/12/2022	21,9	82,5	3,9	0,9
19/12/2022	21,4	87,3	3,5	1,0
20/12/2022	23,0	78,0	2,6	1,0
21/12/2022	23,3	67,5	3,0	0,0
22/12/2022	23,2	66,8	3,6	0,0
23/12/2022	22,8	69,0	4,2	0,0
24/12/2022	24,6	68,5	3,0	0,0
25/12/2022	24,0	76,8	2,5	0,0
26/12/2022	25,1	76,5	1,9	0,0
27/12/2022	25,8	80,5	2,2	0,0
28/12/2022	24,9	86,5	1,8	0,0
29/12/2022	24,0	90,5	2,4	0,0
30/12/2022	25,8	75,3	2,6	0,0
31/12/2022	25,6	79,5	3,2	0,0
01/01/2023	26,2	80,0	2,2	0,0
02/01/2023	25,0	83,8	3,6	0,0
03/01/2023	24,5	85,0	3,1	0,0
04/01/2023	22,7	96,5	3,1	0,0
05/01/2023	21,3	79,0	3,6	0,0
06/01/2023	22,4	70,5	4,5	0,0
07/01/2023	22,4	69,8	5,8	0,0
08/01/2023	23,1	69,0	5,2	0,0
09/01/2023	23,2	77,3	3,5	0,0
10/01/2023	23,8	81,0	2,4	0,0
11/01/2023	23,2	87,5	2,5	2,0
12/01/2023	22,9	90,3	3,1	2,0
13/01/2023	23,0	91,5	2,2	0,0
14/01/2023	23,8	91,0	1,4	28,0
15/01/2023	25,1	89,0	2,8	0,8
16/01/2023	24,9	91,5	2,1	7,0
17/01/2023	25,5	84,5	2,3	12,0
18/01/2023	27,1	74,8	2,3	0,0
19/01/2023	24,5	80,8	3,1	0,0
20/01/2023	24,7	81,0	2,5	1,0
21/01/2023	25,2	84,3	2,3	0,2
22/01/2023	25,2	85,5	1,5	0,0
23/01/2023	25,4	86,0	1,4	1,0
24/01/2023	26,4	76,0	1,8	0,0
25/01/2023	27,6	70,5	1,9	0,0
26/01/2023	26,9	58,3	2,7	0,0

27/01/2023	26,1	57,3	3,1	0,0
28/01/2023	27,0	71,5	2,5	0,0
29/01/2023	26,7	79,8	2,7	0,0
30/01/2023	23,2	95,8	1,9	13,0
31/01/2023	22,7	94,5	1,7	0,0
01/02/2023	23,0	94,0	2,3	5,0
02/02/2023	24,0	98,0	1,3	5,0
03/02/2023	23,2	95,8	2,5	17,0
04/02/2023	22,8	94,8	3,9	8,0
05/02/2023	25,7	81,5	2,6	3,0
06/02/2023	25,8	83,3	1,8	0,9
07/02/2023	26,0	78,8	2,5	0,0
08/02/2023	24,9	80,5	2,2	0,4
09/02/2023	27,2	67,5	1,9	0,0
10/02/2023	25,8	77,5	2,7	0,0
11/02/2023	22,8	94,8	3,1	28,0
12/02/2023	24,4	90,3	1,8	4,0
13/02/2023	23,0	94,3	2,5	16,0
14/02/2023	24,4	92,0	1,4	8,0
15/02/2023	23,0	95,0	2,3	16,0
16/02/2023	23,2	93,0	3,2	0,0
17/02/2023	22,4	95,5	2,7	35,0
18/02/2023	24,5	81,8	2,7	0,8
19/02/2023	22,4	81,0	6,2	1,0
20/02/2023	21,0	89,5	2,4	0,0
21/02/2023	22,6	91,5	2,4	5,0
22/02/2023	24,2	87,5	2,2	0,2
23/02/2023	23,7	91,5	2,1	41,0
24/02/2023	21,9	93,5	2,7	39,0
25/02/2023	23,4	87,8	1,8	0,0
26/02/2023	25,2	85,5	1,9	0,0
27/02/2023	24,9	79,8	2,2	2,0
28/02/2023	25,0	78,5	2,8	2,0
01/03/2023	23,0	85,3	3,4	25,0
02/03/2023	26,0	76,3	2,2	0,0
03/03/2023	24,1	84,0	2,9	0,7
04/03/2023	26,4	80,8	3,1	5,0
05/03/2023	27,8	73,3	2,3	0,0
06/03/2023	25,0	82,5	3,5	24,0
07/03/2023	26,0	77,3	3,1	0,0
08/03/2023	25,7	77,0	3,3	0,0
09/03/2023	27,1	68,8	2,0	0,0
10/03/2023	22,5	92,5	3,6	19,0
11/03/2023	23,9	89,8	2,2	0,0
12/03/2023	22,6	98,7	2,4	32,0

13/03/2023	24,4	90,3	3,0	3,0
14/03/2023	23,8	92,5	2,3	18,0
15/03/2023	24,3	90,8	2,2	13,0
16/03/2023	24,0	85,5	3,0	16,0
17/03/2023	24,4	81,3	3,2	4,0
18/03/2023	25,7	73,5	2,8	0,0
19/03/2023	26,1	76,0	3,1	0,0
20/03/2023	25,4	72,3	1,5	0,0
21/03/2023	26,4	71,5	3,2	0,0
22/03/2023	27,4	67,0	2,6	0,0
23/03/2023	27,0	64,8	3,0	0,0
24/03/2023	27,8	60,0	2,0	0,0
25/03/2023	27,4	68,3	2,4	0,0
26/03/2023	26,7	72,5	2,6	0,0
27/03/2023	26,0	77,5	2,4	8,0
28/03/2023	24,5	79,0	3,0	0,3
29/03/2023	24,6	82,0	1,5	0,0

**ANEXO B – Dados meteorológicos estação experimental da BW Agrosserviços,
Ipiranga/PR.**

Data	Temperatura média (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade Vento (m/s)	Precipitação (mm)
05/11/2022	13,7	71,5	1,1	0,0
06/11/2022	14,0	72,7	1,3	0,0
07/11/2022	14,3	71,6	1,2	0,0
08/11/2022	15,3	71,8	1,0	0,0
09/11/2022	17,4	68,1	0,8	0,2
10/11/2022	19,9	66,6	0,5	0,0
11/11/2022	17,3	89,0	0,9	10,6
12/11/2022	18,3	91,1	0,1	0,2
13/11/2022	19,6	93,0	0,6	20,4
14/11/2022	20,0	82,9	0,8	3,8
15/11/2022	19,3	56,9	0,8	0,0
16/11/2022	19,7	47,6	1,2	0,0
17/11/2022	19,0	54,8	1,4	0,0
18/11/2022	18,5	44,0	1,3	0,0
19/11/2022	17,9	68,0	1,1	0,0
20/11/2022	20,1	71,8	0,9	0,0
21/11/2022	21,6	76,7	0,7	0,0
22/11/2022	19,1	92,8	0,3	12,2
23/11/2022	20,9	85,9	0,3	0,0
24/11/2022	19,8	83,6	1,1	0,0
25/11/2022	18,6	75,9	1,2	0,0
26/11/2022	17,5	87,3	1,4	1,2
27/11/2022	18,9	89,7	1,5	0,6
28/11/2022	17,3	90,2	1,8	0,2
29/11/2022	18,8	90,8	1,3	1,4
30/11/2022	19,2	91,5	0,6	1,4
01/12/2022	19,9	90,5	0,4	0,8
02/12/2022	20,6	85,8	0,4	0,0
03/12/2022	21,7	86,1	0,5	1,4
04/12/2022	22,0	86,5	0,4	0,2
05/12/2022	21,9	88,0	0,4	12,2
06/12/2022	21,0	95,2	0,3	25,2
07/12/2022	22,6	82,7	0,3	0,0
08/12/2022	23,0	83,4	0,6	0,0
09/12/2022	23,5	82,8	0,4	0,0
10/12/2022	22,1	83,1	0,6	0,2
11/12/2022	22,8	89,5	0,3	6,2
12/12/2022	22,8	92,5	0,5	0,4
13/12/2022	21,9	81,2	0,9	18,8
14/12/2022	18,3	78,8	0,8	0,0

15/12/2022	19,3	71,8	0,6	0,0
16/12/2022	18,8	77,3	0,5	0,4
17/12/2022	18,6	84,7	0,8	0,0
18/12/2022	18,5	85,7	0,8	4,2
19/12/2022	18,3	90,0	0,4	2,4
20/12/2022	19,1	87,1	1,2	0,0
21/12/2022	18,0	83,1	1,0	0,0
22/12/2022	17,8	82,1	1,3	0,0
23/12/2022	17,8	79,0	0,8	0,0
24/12/2022	19,2	82,9	1,1	0,6
25/12/2022	20,5	82,4	0,6	0,0
26/12/2022	22,8	77,5	0,5	0,0
27/12/2022	23,0	79,8	0,4	0,0
28/12/2022	22,0	83,0	1,1	1,8
29/12/2022	21,6	60,9	0,9	0,0
30/12/2022	21,0	64,1	0,6	0,0
31/12/2022	20,9	80,5	0,2	0,0
01/01/2023	22,8	77,3	0,5	0,0
02/01/2023	20,5	90,8	0,2	1,6
03/01/2023	21,6	86,5	0,6	0,0
04/01/2023	16,4	98,7	1,5	39,8
05/01/2023	16,7	83,0	1,4	0,0
06/01/2023	17,1	75,3	1,6	0,0
07/01/2023	17,6	79,8	1,7	0,0
08/01/2023	17,8	83,2	1,2	0,0
09/01/2023	19,8	80,5	0,9	0,0
10/01/2023	20,1	86,8	0,3	5,0
11/01/2023	20,5	89,8	0,7	10,8
12/01/2023	20,7	88,4	0,4	0,2
13/01/2023	21,7	87,3	0,5	0,2
14/01/2023	22,2	85,0	0,5	0,0
15/01/2023	21,7	91,5	0,5	18,6
16/01/2023	22,7	86,6	0,4	1,0
17/01/2023	21,6	94,9	0,3	9,4
18/01/2023	21,2	91,1	0,8	19,4
19/01/2023	20,7	89,8	0,5	0,0
20/01/2023	21,0	91,1	0,3	5,4
21/01/2023	21,1	89,5	0,3	3,0
22/01/2023	21,7	89,6	0,6	1,0
23/01/2023	22,5	85,3	0,5	0,0
24/01/2023	21,0	77,5	0,6	0,0
25/01/2023	23,2	65,3	0,4	0,0
26/01/2023	22,5	67,4	0,6	0,0
27/01/2023	21,3	67,2	0,5	0,0
28/01/2023	23,6	68,2	0,3	0,0

29/01/2023	22,2	84,0	0,5	0,0
30/01/2023	20,1	95,2	0,3	3,2
31/01/2023	20,6	93,6	0,3	0,6
01/02/2023	21,1	94,9	0,4	4,8
02/02/2023	21,1	96,9	0,5	6,4
03/02/2023	20,6	96,9	0,8	9,4
04/02/2023	21,3	88,1	0,8	12,4
05/02/2023	22,0	74,4	0,6	0,0
06/02/2023	22,2	68,2	0,5	0,0
07/02/2023	22,6	76,4	0,3	0,0
08/02/2023	22,3	77,0	0,3	0,0
09/02/2023	22,6	75,8	0,4	0,0
10/02/2023	22,2	81,7	0,8	0,0
11/02/2023	20,7	85,0	0,7	1,4
12/02/2023	21,5	83,8	0,6	0,0
13/02/2023	21,9	84,5	0,5	4,4
14/02/2023	21,8	90,1	0,7	0,6
15/02/2023	20,3	97,6	0,5	14,6
16/02/2023	19,9	92,2	0,8	11,4
17/02/2023	20,1	91,5	0,5	5,4
18/02/2023	18,9	89,0	1,5	1,6
19/02/2023	14,8	96,7	1,3	0,8
20/02/2023	16,7	99,3	0,6	9,6
21/02/2023	19,2	94,1	0,3	1,8
22/02/2023	20,6	91,5	0,3	33,4
23/02/2023	20,0	94,1	0,7	11,4
24/02/2023	19,7	90,7	0,7	1,6
25/02/2023	21,1	87,1	0,7	0,0
26/02/2023	19,7	94,1	0,3	0,6
27/02/2023	19,8	93,0	0,6	2,8
28/02/2023	18,8	94,3	0,6	3,6
01/03/2023	20,5	85,5	0,3	0,0
02/03/2023	20,9	85,7	0,3	0,0
03/03/2023	20,9	91,9	0,3	13,6
04/03/2023	21,9	89,2	0,8	12,2
05/03/2023	19,7	94,1	0,8	8,4
06/03/2023	19,6	92,3	0,5	9,0
07/03/2023	20,5	89,6	0,4	0,6
08/03/2023	22,5	82,1	0,5	0,0
09/03/2023	21,3	88,8	0,7	28,2
10/03/2023	19,9	93,8	0,1	5,6
11/03/2023	19,8	94,4	0,7	0,0
12/03/2023	20,1	91,3	1,0	6,0
13/03/2023	20,4	93,6	0,9	10,4
14/03/2023	20,2	93,4	0,7	21,0

15/03/2023	20,2	92,6	0,6	9,2
16/03/2023	19,8	90,8	0,8	0,2
17/03/2023	21,0	83,0	0,9	0,0
18/03/2023	20,1	80,0	0,4	0,0
19/03/2023	21,1	74,5	0,1	0,0
20/03/2023	22,1	76,3	0,3	0,0
21/03/2023	22,7	75,6	0,1	0,0
22/03/2023	22,5	81,5	0,4	0,0
23/03/2023	22,3	81,8	0,4	0,0
24/03/2023	23,5	76,6	0,3	0,0
25/03/2023	23,5	79,6	0,6	0,0
26/03/2023	23,3	76,4	0,9	0,0
27/03/2023	20,5	79,6	1,0	0,0
28/03/2023	20,7	83,6	0,3	0,0
29/03/2023	20,4	90,0	0,3	23,0
30/03/2023	19,5	89,0	0,6	4,2
31/03/2023	21,0	81,2	0,5	0,0
01/04/2023	22,5	71,1	0,7	0,0
02/04/2023	17,8	75,4	0,5	0,0
03/04/2023	18,3	82,4	0,3	0,0
04/04/2023	20,6	79,7	0,3	0,0
05/04/2023	21,3	79,2	0,6	2,4