UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RONALDO SPERANDIO ORTIZ

EFEITO DA ASSOCIAÇÃO DE FUNGICIDAS PROTETORES, FERTILIZANTES FOLIARES E INDUTORES DE RESISTÊNCIA À FORMULAÇÃO DE CARBOXAMIDA + ESTROBILURINA PARA CONTROLE DE MÍLDIO E FERRUGEM ASIÁTICA NA CULTURA DA SOJA

CASTRO - PR

2024

RONALDO SPERANDIO ORTIZ

EFEITO DA ASSOCIAÇÃO DE FUNGICIDAS PROTETORES, FERTILIZANTES FOLIARES E INDUTORES DE RESISTÊNCIA À FORMULAÇÃO DE CARBOXAMIDA + ESTROBILURINA PARA CONTROLE DE MÍLDIO E FERRUGEM ASIÁTICA NA CULTURA DA SOJA

Artigo apresentado ao curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Fitossanidade, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Fitossanidade.

Orientador: MSc. Edson Giovanni Kochinski.

CASTRO - PR

2024

Efeito da associação de fungicidas protetores, fertilizantes foliares e indutores de resistência à formulação de Carboxamida + Estrobilurina para controle de Míldio e Ferrugem Asiática na cultura da Soja

Ronaldo Sperandio Ortiz

RESUMO

Doenças foliares na cultura da soja, como Míldio e Ferrugem Asiática, encontram-se disseminadas por todo país, e a depender de condições climáticas e características do hospedeiro, comprometem a produtividade da cultura. Dessa maneira o objetivo desse trabalho consiste em avaliar a contribuição de fungicidas protetores, fertilizantes foliares e indutores de resistência para controle destes patógenos concomitantemente. O experimento foi conduzido sob delineamento de blocos casualizados, no Campo Demonstrativo Experimental da Fundação ABC em Itaberá-SP. A cultivar utilizada foi a NEO 660 IPRO com os tratamentos: Testemunha (TEST); Fluxapiroxade + Praclostrobina (FXD + PRS); (FXD + PRS) + Clorotalonil (CTN); (FXD + PRS) + Mancozebe (MZB); (FXD + PRS) + Oxicloreto de Cobre (OXC); (FXD + PRS) + (OXC + MZB); (FXD + PRS) + (OXC + CTN); (FXD + PRS) + Fertilizante foliar a base de (M + Cu + Mn + Zn) + (N + S) (FTLZ); (FXD + PRS) + Acibenzolar-S-Metil (ASM); (FXD + PRS) + Cerevisane (CRV); (FXD + PRS) + Fosfito de Cobre (FFTC); (FXD + PRS) + Fenpropimorfe (FPM); (FXD + PRS) + Dimetomorfe (DMM); e (FXD + PRS) + (Metalaxil-M (MFX) + MZB). As avaliações de severidade das doenças foram realizadas ao longo do ciclo da cultura e obtenção dos controles baseados na área abaixo da curva do progresso das doenças (AACPD). Houve favorabilidade para evolução de Míldio enquanto a Ferrugem não atingiu severidades elevadas. Entre os tratamentos testados, de modo geral, fungicidas protetores agregam para controle de Míldio e Ferrugem, tendo em vista que há uma relevância referente a mistura de MFX + MCZ.

Palavras-chave: *Peronospora manshurica*. *Phakopsora pachyrhizi*. *Glycine max*. Eficácia. Multissítios.

ABSTRACT

Leaf diseases in soybean crops, such as Mildew and Asian Rust, are widespread throughout the country, and depending on climatic conditions and host characteristics, they compromise crop productivity. Therefore, the objective of this work is to evaluate the contribution of protective fungicides, foliar fertilizers and resistance inducers to control these pathogens simultaneously. The experiment was conducted under a randomized block design, at the ABC Foundation Experimental Demonstration Field in Itaberá-SP. The cultivar used was NEO 660 IPRO with the treatments: Control (TEST); Fluxapiroxad + Praclostrobin (FXD + PRS); (FXD + PRS) + Chlorothalonil (CTN); (FXD + PRS) + Mancozeb (MZB); (FXD + PRS) + Copper

Oxychloride (OXC); (FXD + PRS) + (OXC + MZB); (FXD + PRS) + (OXC + CTN); (FXD + PRS) + Foliar fertilizer based on (M + Cu + Mn + Zn) + (N + S) (FTLZ); (FXD + PRS) + Acibenzolar-S-Methyl (ASM); (FXD + PRS) + Cerevisane (CRV); (FXD + PRS) + Copper Phosphite (FFTC); (FXD + PRS) + Fenpropimorph (FPM); (FXD + PRS) + Dimetomorph (DMM); and (FXD + PRS) + (Metalaxyl-M (MFX) + MZB). Disease severity assessments were carried out throughout the crop cycle and controls were obtained based on the area under the disease progress curve (AACPD). There was favorability for the evolution of Mildew while Rust did not reach high severities. Among the treatments tested, in general, protective fungicides are used to control Mildew and Rust, considering that there is relevance regarding the mixture of MFX + MCZ.

Keywords: *Peronospora manshurica*. *Phakopsora pachyrhizi*. *Glycine max*. Efficiency. Multisites.

1 INTRODUÇÃO

Diversos fatores, como solo (fertilidade), planta (genética) e ambiente (clima) interagem entre si para determinar o máximo potencial produtivo da cultura da soja. Diante disso, existem alguns fatores bióticos que podem limitar a expressão do teto produtivo da cultura, dentre esses fatores podemos citar os patógenos causadores de doenças, um dos principais limitantes por meio de agentes como fungos, bactérias, vírus e nematoides.

Neste cenário, doenças como o Míldio, causado pelo oomiceto *Peronospora manshurica,* o qual é considerado uma doença secundária na cultura da soja, a cada safra vem se tornando frequente em áreas de cultivo, e apresentando dificuldades de controle devido se tratar de um falso fungo em que a maioria dos fungicidas sítio específico não atuam sobre esse patógeno. Segundo alguns autores, a presença dessa doença pode acarretar perdas de 8 a 14% de produtividade na cultura.

Em contrapartida, a Ferrugem Asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) é considerada a principal doença na cultura da soja em todo país. Esse fungo é um parasita biotrófico obrigatório, que segundo autores, na ausência de medidas de controle pode ocasionar perdas de rendimento de grãos de até 90%. Assim sendo, o principal objetivo em relação a essa doença, é manter bons níveis de controle para manter o potencial produtivo da cultura, de tal forma que não gere resistência do fungo aos fungicidas em safras posteriores, devido sua alta variabilidade genética.

Diante do exposto, e da necessidade de compreender melhor o controle de Míldio e Ferrugem Asiática na cultura da soja, este trabalho tem por objetivo avaliar a

eficácia de diferentes fungicidas multissítios, fertilizantes foliares e indutores de resistência associados a um fungicida a base de carboxamida e estrobilurina para controle de Míldio, como alternativa para agregar no controle de Ferrugem da soja simultaneamente.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DA SOJA

A soja (*Glycine max* (L.) Merril) é uma cultura Fabaceae, com seu centro de origem localizado na Ásia, e atualmente considerada uma cultura com destaque econômico expressivo em âmbito mundial devido sua ampla utilidade de grãos respectivo às suas características proteicas e oleaginosas (SILVA, 2019). De acordo com dados do 12º levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a produção nacional de grãos de soja na safra 2022/23 foi de 154,617 milhões de toneladas, sendo 10,9% superior ao recorde de produção atingido na safra 2020/21 (CONAB, 2023).

A cultura da soja é diretamente influenciada por algumas exigências climáticas como temperatura e disponibilidade hídrica. A faixa ideal de temperatura do ar e do solo para seu desenvolvimento varia entre 20 à 30º C para se obter uma germinação e emergência ideal, assim como temperaturas abaixo de 10º C o crescimento da cultura é nulo, e acima de 40ºC podem causar distúrbios fisiológicos na floração afetando a retenção de vagens (SEIXAS et al., 2020). A água é um elemento de fundamental importância para cultura da soja, pois constitui a estrutura morfológica da planta e está envolvida em todos os processos fisiológicos como atuação no transporte de minerais, e regulação osmótica (NEUMAIER et al., 2020). Segundo Seixas et al., (2020), o volume total de água necessário para completar o ciclo da cultura varia de acordo com a cultivar, porém podem atingir valores entre 450 à 800 mm por ciclo, em que as fases mais exigentes são durante as fases de germinação, floração e enchimento de grãos.

As condições climáticas durante o ciclo da cultura, além de afetar diretamente no desenvolvimento da cultura como mencionado anteriormente, também influencia indiretamente por meio da favorabilidade ou não de fatores bióticos indesejados, como

as doenças, um dos principais limitantes de produção por meio de agentes como fungos fitopatogênicos, bactérias, vírus e nematoides. Estes, por sua vez, podem apresentar difícil controle, afetam a qualidade dos grãos e causam perdas consideráveis no rendimento final da cultura (IGARASHI et al., 2010).

2.2 MILDIO

Causado pelo fungo *Peronospora manshurica*, o míldio, por não se tratar de um fungo verdadeiro é classificado taxonomicamente como um oomiceto do Reino Chromista, filo Oomycota, classe Oomycetes (ZUNTINI, 2014). O fato de diferirem de fungos do reino Fungi se justifica por apresentarem a composição de sua parede celular contendo β-glucanos e celulose ao invés de quitina, são diploides, apresentam mitocôndrias em formas de cristas tubulares, além de não sintetizam esteróis, restringindo consideravelmente o número de moléculas fungicidas que atuam sobre esse fungo (GOULD, 2010).

Foi identificado pela primeira vez na cultura da soja na safra 1966/67 na cidade de Pelotas-RS, e atualmente existem registros de mais de 30 raças fisiológicas desse patógeno em todo o mundo (WAPECHOWSKI, 2018). Apesar de ser considerado uma doença secundária na cultura da soja, o míldio por se tratar de um oomiceto parasita obrigatório, ou seja, necessita de um hospedeiro vivo para seu desenvolvimento, pode causar perdas de produtividade de 8 a 14% a depender da suscetibilidade do material genético em relação a doença, e as condições ambientáveis favoráveis ao seu desenvolvimento (SILVA et al, 2013). A ocorrência dessa doença é favorecida por períodos de alta umidade e temperaturas entre 20 a 25ºC em qualquer fase da cultura, não esporulando em temperaturas inferiores a 10ºC e acima de 30ºC (KOWATA et al, 2008).

A sobrevivência desse oomiceto ocorre por meio de plantas voluntárias e em forma de estrutura de resistência (oósporo) presente no solo e restos culturais. Sua disseminação sucede através do vento e de sementes. Ao entrar em contato com seu hospedeiro, e em condições favoráveis, os esporos (conídios) do patógeno germinam e produzem um tubo germinativo que penetra a epiderme, ou pelos estômatos, colonizando as células do mesófilo e nutrindo-se do hospedeiro após formar o haustório (RHOUMA et al, 2021).

Os sintomas do míldio ocorrem por meio do aparecimento inicial de pequenos pontos verdes claros na face adaxial das folhas, com progresso da doença na face abaxial da folha surgem estruturas de frutificação do patógeno, formando uma lesão com aspecto cotonoso de coloração cinza. As folhas mais novas da cultura são mais suscetíveis do que as folhas mais velhas, além de que pode haver infecção nas vagens e sementes causando uma coloração branca opaca devido a formação de uma camada de hifas e esporos (SILVA et al, 2013; WAPECHOWSKI, 2018).

Segundo Silva et al. (2016), o principal método de controle do míldio acontece por meio do melhoramento genético resultando em cultivares resistentes por genes principais. Porém devido não ser umas das principais doenças na cultura da soja, esse objetivo não está presente nos grupos de melhoramento genético da cultura, resultando em cultivares suscetíveis ao patógeno. Dessa maneira uma das formas de controle da doença ocorre com o uso de fungicidas, mas devido as características dos oomicetos, os principais ingredientes ativos presentes no mercado são ineficazes contra esse patógeno (SANTOS et al, 2013).

No Brasil, há liberação apenas de fungicidas a base de isoftalonitrilas e alguns ditiocarbamatos (modo de ação protetor/multissítio) e um grupo de triazol visando controle de *Peronospora mashurica* (ADAPAR, 2024).

Nesse contexto, produtos alternativos, como fosfitos, têm sido relatados para controle de oomicetos como *Peronospora* spp. Esses fosfitos são sais de ácido fosforoso de alta solubilidade, absorção e translocação sistêmica na planta via floema e xilema. No interior da planta seu modo de ação envolve a síntese e transporte de metabólitos secundários (fitoalexinas), os quais podem inibir diretamente o desenvolvimento do patógeno (SANTOS et al, 2011; SILVA et al, 2013).

Segundo Wordell et al. (2007), compostos sintéticos, denominados indutores de resistência, como por exemplo o Acibenzolar-S-metílico, realizam a ativação dos mecanismos de defesas da planta, por meio de proteínas relacionadas a patogenicidade (β,1-3 glucanase e quitinase) resultando em um possível controle da doença.

De acordo com trabalho de Zuntini et al. (2019), a adição de mancozebe ao fungicida sítio específico aumentou o controle do míldio. Isso se deve ao fato de que fungicidas protetores ou multissítios como o mancozebe, devido sua ação em diferentes pontos do metabolismo do fungo, agregam em controle de míldio na cultura da soja. Outra molécula com bons resultados de controle de míldio nas culturas do

sorgo e da videira é o fungicida metalaxyl, via foliar ou tratamento de semente. Essa molécula pertence ao grupo químico alaninato e possui característica sistêmica ascendente de translocação na seiva, resultando assim em uma ação preventiva e curativa da doença (COTA et al., 2015; COSTA, 2006).

2.3 FERRUGEM ASIÁTICA

A Ferrugem Asiática da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, faz parte do Reino Fungi, pertencente ao filo Basidiomycota, classe Pucciniomycetes, ordem Pucciniales e família Phakopsoraceae (AMORIM et al., 2016). Seu primeiro relato ocorreu na China, e sua primeira detecção no Brasil foi datada de 26 a 28 de maio de 2001 no Oeste e Norte do Paraná (Londrina), em sojas guaxa e lavouras de safrinha (JACCOUD FILHO et al., 2001; YORINORI; NUNES JÚNIOR; LAZZAROTTO, 2004).

Esse fungo é um parasita biotrófico obrigatório, que segundo Godoy et al. (2016), na ausência de medidas de controle pode ocasionar em perdas de rendimento de grãos da cultura de até 90%. Sua disseminação ocorre principalmente pelo vento por meio de uredósporos, pequenos esporos assexuais, podendo alcançar longas e curtas distâncias. Mas também pode ocorrer por meio de hidrocoria (disseminação entre plantas por respingos d'água) e zoocoria (animais), não podendo ser transmitido por semente (AMORIM et al., 2016). As condições favoráveis de temperatura para dar início ao processo de infecção na superfície da folha variam entre 15 a 28ºC, e molhamento da superfície foliar de no mínimo 6 horas (BLUM, 2009; MOURA, 2015).

Diante de condições favoráveis, citadas anteriormente, os esporos germinam, produzindo um tubo germinativo que posteriormente aumento de volume, formando um apressório (estrutura responsável pela fixação do parasita no hospedeiro), o qual se desenvolve sobre a parede celular anticlinal. Em seguida, uma hifa penetra a parede da célula, atingindo o espaço intercelular do parênquima palissádico, onde forma o primeiro septo. Com isso há a formação do haustório (responsável por manter a nutrição do fungo). Após esse processo, há agregação de hifas formando o primeiro primórdio uredial, três a quatro dias mais tarde, a urédia formada no mesófilo realiza a esporulação na face abaxial da folha (REIS et al., 2017).

Entre formas de controle desse patógeno o método de evasão é recomendado, por meio da semeadura preferencialmente no início da época

recomendada com cultivares precoces tornando uma forma de escapar do potencial inóculo da ferrugem. Outra forma é a realização do vazio sanitário (eliminando plantas voluntarias de soja guaxa ou perene na entressafra (YORINORI et al., 2005). O controle químico deve ser realizado de forma preventiva, aplicações curativas podem comprometer a eficácia dos fungicidas, devido ao fato de serem realizadas após o patógeno gerar um estresse metabólico na planta (AMORIM et al., 2016).

Devido a agressividade do patógeno em condições favoráveis, segundo Barros (2011) visando a aplicação de Acibenzolar-S-Metil para indução de resistência contra ferrugem asiática, a inclusão deste por sua vez não proporcionou acréscimos no controle da doença comparado ao tratamento isento desse produto.

Godoy et al (2020) relata que os fungicidas sistêmicos associados a um fungicida protetor/multissítio, apresentaram as menores severidades de ferrugem asiática, comprovando que a interação positiva da mistura de fungicidas sistêmicos com multissítios, minimizando riscos de resistência por parte do fungo.

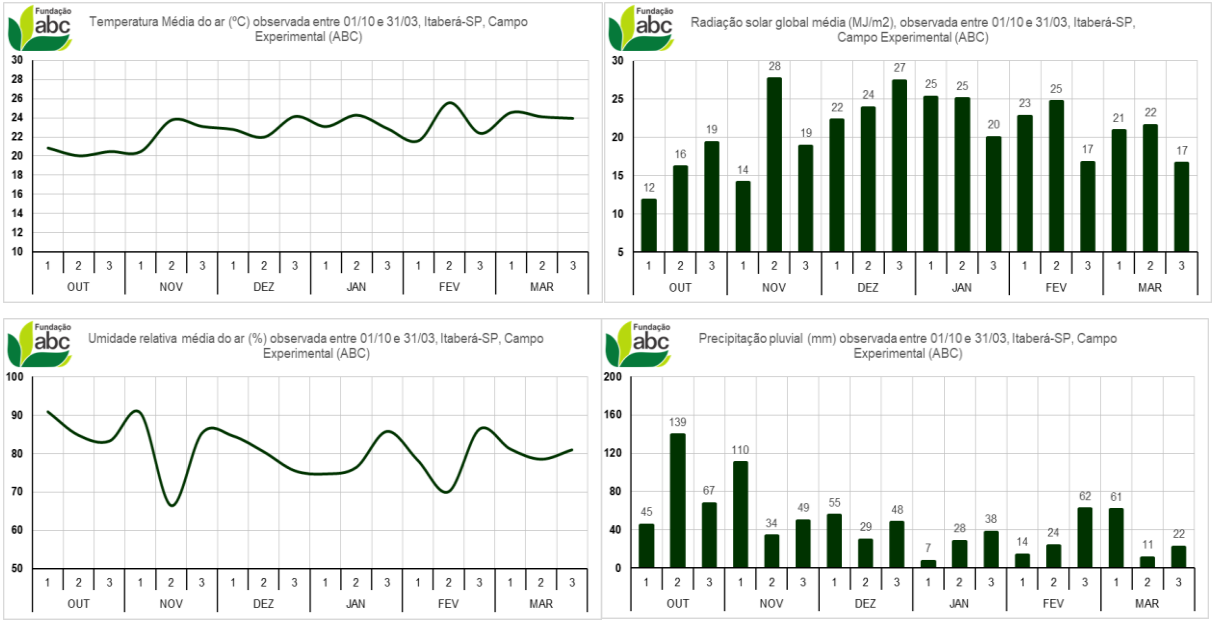
Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação foliar de produtos alternativos como fosfito de cobre, indutores de resistência e fungicidas protetores sobre a severidade do míldio e da ferrugem asiática da soja no campo, cultivar NEO 660 IPRO durante a safra 2023/24 em Itaberá-SP.

3 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no Campo Demonstrativo Experimental da Fundação ABC, localizado no município de Itaberá-SP, A 24º03’54.8’’ de latitude sul, 49º09’22.4’’ de longitude oeste e altitude de 720 metros. A semeadura foi realizada no dia 24 de outubro de 2023 em área de plantio direto utilizando-se a cultivar NEO 660 IPRO, com densidade de 12 plantas por metro linear.

Os dados climáticos sumarizados de temperatura média, umidade relativa do ar, radiação solar e precipitação pluvial decendiais durante o ciclo da cultura na safra 2023/24, encontram-se nas Figura 1, obtidos por meio de uma estação meteorológica iMETOS automática, marca Pessl Instruments, instalada no campo experimental e Itaberá-SP.

Figura 1 – Dados meteorológicos observados no campo experimental de Itaberá – SP na safra 2023/2024. Temperatura média e Umidade relativa do ar, Radiação solar e Precipitação pluvial decendiais durante os meses de cultivo da Soja. Fonte: Sistema de Monitoramento Agrometeorológico ABC (sma abc).



O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso totalizando 14 tratamentos e 4 repetições (Tabela 1). Cada unidade experimental possuía 6 linhas de semeadura de 4,5 metros, espaçadas a 0,45 metros, obtendo uma área de 12,2m^2.

As sementes foram tratadas somente com inseticida (fipronil 250 g.L^{-1}) no dia da semeadura. A adubação de base e cobertura variaram de acordo com os resultados da análise de solo e a expectativa de rendimento de grãos. Manutenções culturais, como controle de plantas daninhas e insetos, foram realizados conforme recomendações técnicas em todo ensaio, de forma a isolar apenas o fator dos alvos fitopatogênicos em questão.

As aplicações dos tratamentos foram realizadas via pulverizador costal pressurizado CO_2, regulado a pressão de 38 lb.pol^{-2}, equipado de barra com 5 pontas de jato leque ADI 110-015, espaçadas a 0,5 m entre elas. A velocidade de aplicação foi de 4,5 km.h^{-1}, resultando em um volume de calda igual a 150 L.ha^{-1}.

As quantificações de severidade para Míldio e Ferrugem Asiática foram avaliadas ao longo do ciclo de cultivo, por meio da escala de notas percentuais de área foliar com sintomas da doença, atribuindo uma nota à respectiva doença conforme as escalas diagramáticas propostas por Kowata et. Al (2008) para

severidades de Míldio, e Godoy; Koga; Canteri, (2006) para severidades de Ferrugem Asiática da Soja.

Dessa maneira, de acordo com as notas de severidade coletadas, procedeu-se o cálculo da Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), por meio da equação proposta por Shaner; Finney, (1977), descrita a seguir:

$$\mathrm{AACPD} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1}[(x_i + x_{i+1})}{2 * (t_{i+1} - t_i)}$$

Em que: *n* é o número de avaliações, *x* é severidade da doença, ($t_{i+1} - t_i$) é o intervalo de tempo entre duas avaliações consecutivas.

Em seguida, para obtenção do controle (%) da doença das parcelas correspondente aos tratamentos que receberam a aplicação dos fungicidas, foram calculadas baseando-se na área abaixo da curva de progresso da doença, considerando a fórmula de Abbott (ABBOTT, 1925).

$$E = \frac{(T - F)}{T * 100}$$

Em que: *T* é o valor da AACPD correspondente as parcelas do tratamento Testemunha (sem aplicação de fungicida), *F* é o valor da AACPD correspondente as parcelas do tratamento com a aplicação de fungicida.

Para obtenção das curvas de crescimento da severidade das doenças, foi utilizado o modelo matemático não linear Logístico, por meio das médias de severidade em cada estádio fenológico da soja em suas respectivas repetições (blocos) do tratamento Testemunha.

$$y = \frac{c}{(1 + Exp(-a * (x - b)))}$$

Em que: y refere-se a severidade da doença, x a fenologia da cultura da soja em escala numérica, a a taxa de crescimento do progresso da doença, b a fenologia em que a doença atinge metade de sua severidade total e c é o máximo da severidade da doença.

Para análises estatísticas os dados foram submetidos ao software R, utilizando os pacotes ExpDes.pt. A normalidade de dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk a 5% de significância, e quando normais, submetidos a análise de variância (ANOVA), onde as médias foram comparadas pelo teste de LSD ($p<0,05$).

Tabela 1 – Tratamentos, ingredientes ativos, doses utilizadas e épocas de aplicação realizada na cultura da Soja.

	Abreviação	Ingrediente Ativo	Concentração / Formulação	Dose P.C.(1)	Dose i.a.(2)	Nome Comercial	Adjuvante(3)		Momento de Aplicação(4)
1.	TEST	-	-	-	-	Testemunha	-	-	-
2.	FXD + PRS	Fluxapiroxade + Piraclostrobina	167 + 333 SC	300	45 + 75	Orkestra	Mees	250	
3.	(FXD + PRS) + CTN	(Fluxapiroxade + Piraclostrobina) + Clorotalonil	(167 + 333 SC) + (720 SC)	300 + 2000	(45 + 75) + 1440	Orkestra + Previnil	Mees	250	
4.	(FXD + PRS) + MZB	(Fluxapiroxade + Piraclostrobina) + Mancozebe	(167 + 333 SC) + (750 WG)	300 +1500	(45 + 75) + 1125	Orkestra + Unizeb Gold	Mees	250	
5.	(FXD + PRS) + OXC	(Fluxapiroxade + Piraclostrobina) + Oxicloreto de Cobre	(167 + 333 SC) + (588 SC)	300 + 1000	(45 + 75) + 588	Orkestra + Difere	Mees	250	
6.	(FXD + PRS) + (OXC + MZB)	(Fluxapiroxade + Piraclostrobina) + (Oxicloreto de Cobre + Mancozebe)	(167 + 333 SC) + (201,6 + 300 OD)	300 + 1000	(45 + 75) + (201,6 + 300)	Orkestra + Scooter	Mees	250	
7.	(FXD + PRS) + (OXC + CTN)	(Fluxapiroxade + Piraclostrobina) + (Oxicloreto de Cobre + Clorotalonil)	(167 + 333 SC) + (420 + 400 SC)	300 + 1500	(45 + 75) + (630 + 600)	Orkestra + Cuprodil	Mees	250	***V8***
8.	(FXD + PRS) + FTLZ	(Fluxapiroxade + Piraclostrobina) + (M + Cu + Mn + Zn) + (N + S)	(167 + 333 SC) + (3% + 6,2% + 18,7% + 4,6%) + (14% + 22,7%)	300 + 300 + 1500	(45 + 75) + (9 + 18,6 + 56,1 + 13,6) + (210 + 340,5)	Orkestra + Mancozin + Thiotrac	Mees	250	***+ 14 DAA1***
9.	(FXD + PRS) + ASM	(Fluxapiroxade + Piraclostrobina) + (Acibenzolar S-metilico)	(167 + 333 SC) + (500 WG)	300 + 25	(45 + 75) + 12,5	Orkestra + Bion	Mees	250	***+ 14 DAA2***
10.	(FXD + PRS) + CRV	(Fluxapiroxade + Piraclostrobina) + (Cerevisane)	(167 + 333 SC) + (100 SC)	300 + 750	(45 + 75) + 75	Orkestra + Romeo	Mees	250	
11.	(FXD + PRS) + FFTC	(Fluxapiroxade + Piraclostrobina) + (Fosfito de Cobre)	(167 + 333 SC) + (44,8%)	300 + 800	(45 + 75) + 358,4	Orkestra + Scult	Mees	250	
12.	(FXD + PRS) + FPM	(Fluxapiroxade + Piraclostrobina) + (Fenpropimorfe)	(167 + 333 SC) + (750 EC)	300 + 300	(45 + 75) + 225	Orkestra + Versatilis	Mees	250	
13.	(FXD + PRS) + DMM	(Fluxapiroxade + Piraclostrobina) + (Dimetomorfe)	(167 + 333 SC) + (500 WP)	300 + 800	(45 + 75) + 400	Orkestra + Forum	Mees	250	
14.	(FXD + PRS) + (MFX + MZB)	(Fluxapiroxade + Piraclostrobina) + (Metalaxil-M + Mancozebe)	(167 + 333 SC) + (40 + 640 WP)	300 + 2500	(45 + 75) + (100 + 1600)	Orkestra + Ridomil Gold	Mees	250	

(1) Dose do produto comercial em gramas ou em mL por hectare; (2) Dose do ingrediente ativo em gramas ou quilogramas por litro; (3) Dose do adjuvante recomendado pelo fabricante em mL ha^{-1}. (4) Escala fenológica cultura da Soja.

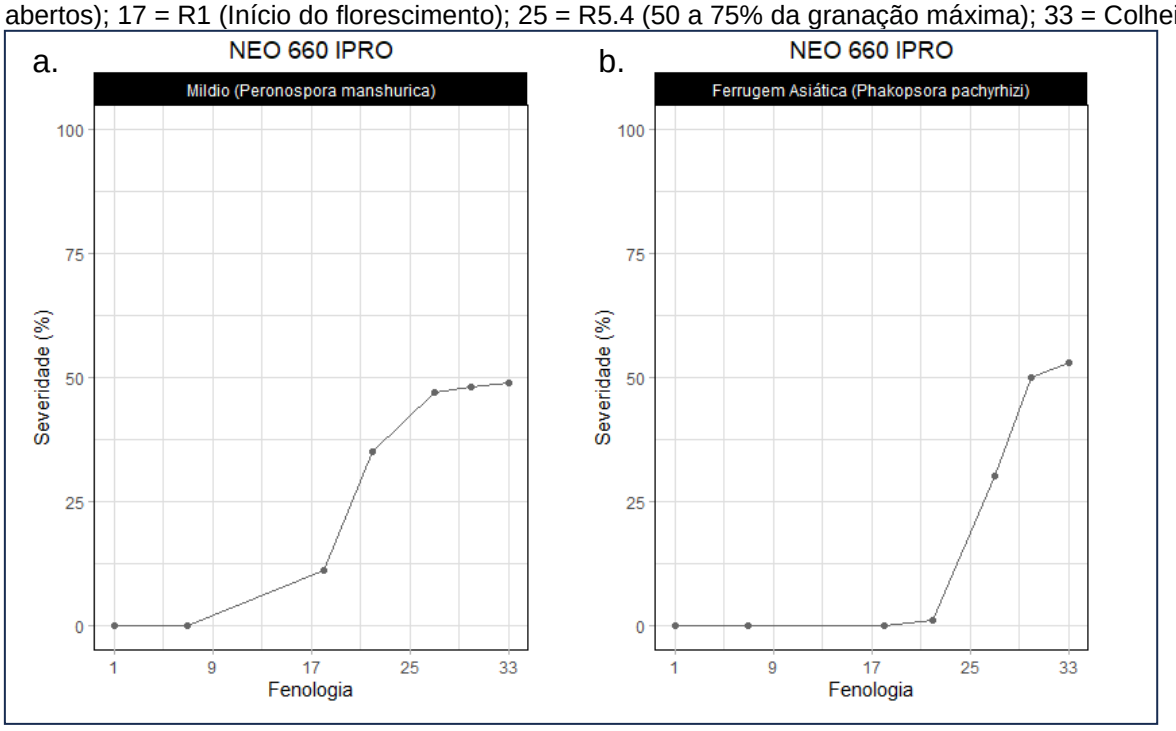
(2) DAA = Dias após a aplicação anterior.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

4.1 AJUSTES DAS CURVAS DE PROGRESSO DAS DOENÇAS POR MEIO DO MODELO MATEMÁTICO NÃO LINEAR LOGÍSTICO

A curvas de progresso da severidade de Míldio (*Peronospora manshurica*) e Ferrugem Asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) (Figura 2) obtidas a partir do tratamento Testemunha (Ausência de aplicação de fungicidas), e ajustadas por meio do modelo Logístico, inferem uma perspectiva do desenvolvimento das duas doenças durante a safra para a cultivar NEO 660 IPRO, tendo em vista que este é um material genético é suscetível a Míldio e Ferrugem.

Figura 2 - Gráficos de Curvas de evolução de Mildio (*Peronospora manshurica*) e Ferrugem Asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) na cultura da soja, cultivar NEO 660 IPRO, safra 2023/24 em Itaberá-SP, segundo modelo matemático Logístico. Fenologia da cultura da Soja: 1 = Emergência; 9 = V7 (7 trifólios abertos); 17 = R1 (Início do florescimento); 25 = R5.4 (50 a 75% da granação máxima); 33 = Colheita.



Fonte: O autor (2024).

Diante o exposto, fica evidente a suscetibilidade e o favorecimento do desenvolvimento do Míldio iniciando antes do início do florescimento (R1) e sua máxima severidade atingida em torno de 50% do enchimento de grãos (R5.3/R5.4), essa evolução pode ser explicada não somente pelo fato da cultivar ser suscetível a essa doença, como devido as condições climáticas de temperaturas alta, como

observado na figura 1 presente na metodologia deste trabalho. Segundo Kowata et al (2008) temperaturas entre 20 a 25ºC em qualquer fase da cultura favorecem o desenvolvimento de *P. manshurica*. Da mesma maneira, Zuntini (2014) em seu trabalho visando avaliar a eficácia do controle de míldio através da associação de mancozebe com triazóis e estrobilurinas, obteve resultados referente a severidade de Míldio em torno 50,75%, corroborando com o valor da assíntota superior (máxima severidade) de 48,60% obtida com o ajuste da curva, conforme demonstra a figura 2a.

Em relação ao cenário referente a Ferrugem Asiática durante essa safra, a evolução da doença se mostrou um tanto quanto atípica em relação a safras anteriores. Como podemos observar na figura 2b, o patógeno iniciou sua infecção no terço final de desenvolvimento da cultura, em torno de R5.3 (25 a 50% do enchimento de grãos), com uma severidade máxima de 52,96%. Isso pode ser justificado pelo fator climático presente durante a condução do ensaio, a precipitação baixa, ou falta dela, durante os meses de dezembro e janeiro. A falta de chuvas, por mais que o inóculo do patógeno estivesse presente no ambiente, afetou a infecção do patógeno sobre o hospedeiro, tendo em vista a necessidade de no mínimo um período de 6 horas de molhamento foliar para que o esporo germine na superfície da folha da soja (MOURA, 2015). Ao comparar esse valor de severidade com os resultados sumarizados dos ensaios de rede da Embrapa da safra anterior, 2022/23, podemos considerar uma severidade baixa tendo em vista que a agressividade desse patógeno é alta em cenários favoráveis. Segundo Godoy et al (2023), a Ferrugem Asiática apresentou valores de severidade em torno de 77% em relação ao ensaio de rede dos produtos registrados durante a safra passada.

4.2 EFICÁCIA DOS DIFERENTES COMPLEMENTOS PARA CONTROLE DE MILDIO E FERRUGEM ASIÁTICA NA CULTURA DA SOJA

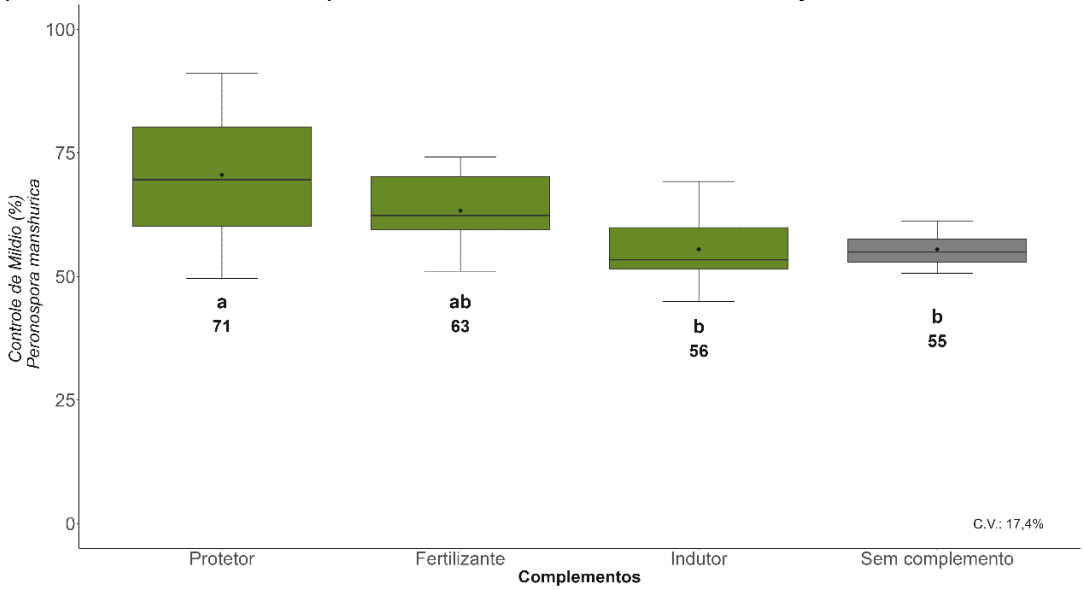
A aplicação de fungicidas durante o ciclo da soja proporcionou redução na severidade do Míldio e da Ferrugem Asiática quando comparados a testemunha, com controles variando entre 55 a 71% e 86 a 97% respectivamente.

Dentre os complementos adicionados ao fungicida base (FXD + PRS) para controle de *P.manshurica*, o conjunto de fungicidas Protetores/Multissítio apresentaram valores superiores (71%) diferindo estatisticamente pelo teste de LSD em relação ao tratamento sem complemento (Figura 3). Essa tendência de fungicidas

Multissítios agregarem ao controle de Míldio se devem ao fato destes apresentarem um modo de ação protetora superficial à infecção (FRAC, 2024), agindo em diferentes etapas, ao mesmo tempo, de reações bioquimicas dos patógenos.

Os complementos Fertilizantes Foliares (FTLZ, FFTC) e Indutores de Resistência (ASM, CRV) juntamente com o fungicida de base (FXD + PRS) reduziram a severidade de Míldio em relação à Testemunha (43%) (Tabela 2), porém ao analisar de forma conjunta não diferiram entre si e em comparação à Sem complemento para controle baseado na AACPD (Figura 3). Gabardo (2020), ao avaliar a eficácia de produtos alternativos para controle do complexo de doenças durante o ciclo da soja demonstra que tratamentos com o indutor de resistencia Acibenzolar-S-Metil e diferentes formulações de fertilizantes foliares também contribuiram para redução da severidade e AACPD de *P.manshurica* durante o ciclo da soja após 4 aplicações do tratamento em questão associado a duas de fungicidas no estádio R1 e R5.1 da cultura.

Figura 3 – Controle (%) de *P. manshurica* de acordo com os diferentes complementos adicionados a Fluxapioxade + Piraclostrobina aplicados durante o ciclo da cultura da soja. Itaberá-SP, safra 2023/24.



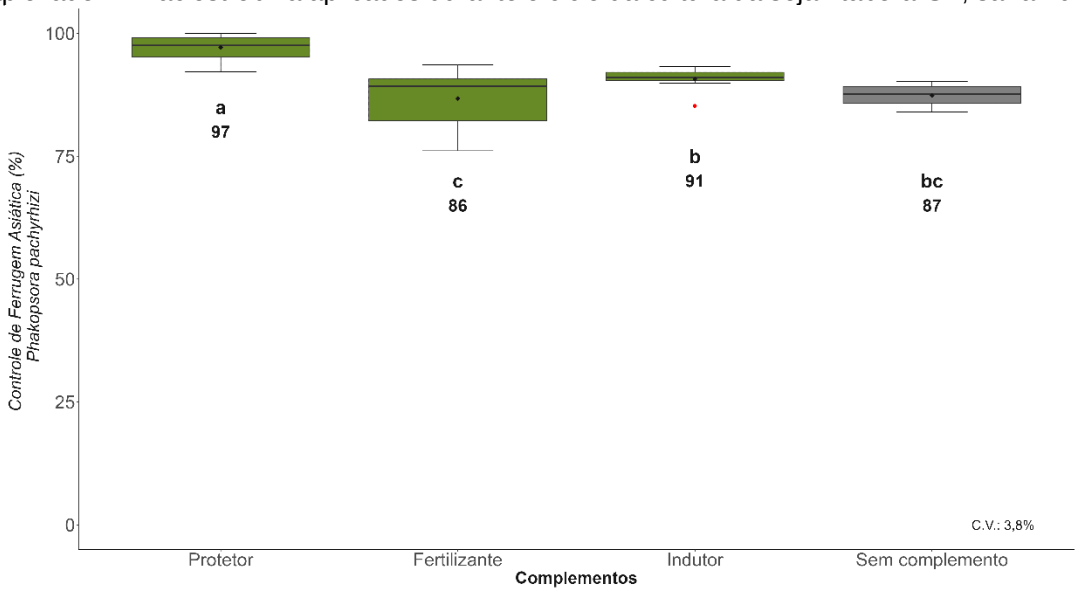
(1) Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Fisher (LSD) a 5% de probabilidade. Fonte: O autor (2024).

Os resultados de controle de Ferrugem Asiática apresentaram um bom desempenho para todos em tratamentos do ensaio, variando entre 83 a 99% de controle baseado na AACPD (Tabela 2). Isso se justifica pelo fato do patógeno *P.pachyrhizi* não ter sido favorecido pelo ambiente durante a safra, isso se confirma mediante ao resultado demonstrado na tabela 2, em que o valor da AACPD de

Phakopsora é relativamente baixa ao final do ciclo para o tratamento Testemunha (523). Em condições de alta favorabilidade e hospedeiro suscetível a este patógeno, podemos verificar maiores severidades ao longo do ciclo da cultura, em consequência a AACPD final também será maior, assim como verificado por Gabardo (2020), que em seu trabalho registrou uma AACPD de 1649 durante a safra 2013/14 na cultivar NA7337RR.

Ao analisar o conjunto de fungicidas Protetores/Multissítios, Fertilizantes Foliares e Indutores de Resistência em relação ao controle de Ferrugem Asiática (Figura 4), podemos verificar que novamente os tratamentos contendo Protetores, correspondente a CTN, MZB, OXC, OXC + CTN, OXC + MZB e MFX + MZB, se sobressaíram sobre os demais, com uma média de controle de 97% e estatisticamente superior ao demais tratamentos pelo teste de LSD a 5% de probabilidade. Atualmente a adição de fungicidas Protetores/Multissítios como mancozebe e clorotalonil a um fungicida sítio específico, tanto em mistura de tanque quanto na formulação do produto comercial, é uma ferramenta presente em grande parte dos manejos adotados pelos produtores, tendo em vista que cenários de alta pressão de Ferrugem, semeaduras tardias, cultivares sensível, a contribuição dos fungicidas protetores é altamente significativa. De acordo com os dados do ensaio de rede da Embrapa da última safra, o acréscimo obtido em controle de Ferrugem com a adição desses fungicidas variou de 7 a 14% a mais do que em relação ao sítio específico apenas.

Figura 4 – Controle (%) de *P. pachyrhizi* de acordo com os diferentes complementos adicionados a Fluxapioxade + Piraclostrobina aplicados durante o ciclo da cultura da soja. Itaberá-SP, safra 2023/24.



(1) Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Fisher (LSD) a 5% de probabilidade. Fonte: O autor (2024).

Tabela 2 – Severidade, Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e Controle baseado na AACPD de Míldio e Ferrugem Asiática, de acordo com os diferentes tratamentos aplicados durante o ciclo da cultura da soja. Itaberá-SP, safra 2023/24.

	Tratamento [a]	***Peronospora manshurica***			***Phakopsora pachyrhizi***		
		Severidade Máxima (%)	**AACPD**	**Controle AACPD (%)**	**Severidade Máxima (%)**	**AACPD**	**Controle AACPD (%)**
1.	TEST	43,00 a	1182,00 a	0,00 d	40,00 a	523,00 a	0,00 d
2.	FXD + PRS	20,00 b	525,42 b	55,48 c	11,25 c	66,13 c	87,36 b
3.	(FXD + PRS) + CTN	18,25 b	457,63 b	61,11 c	2,25 d	11,31 e	97,84 a
4.	(FXD + PRS) + MZB	10,25 c	274,75 c	76,88 b	1,75 d	7,50 e	98,57 a
5.	(FXD + PRS) + OXC	19,33 b	484,33 b	59,02 c	4,75 d	29,75 d	94,31 a
6.	(FXD + PRS) + (OXC + MZB)	12,75 c	274,75 c	76,80 b	2,50 d	15,81 e	96,98 a
7.	(FXD + PRS) + (OXC + CTN)	22,25 b	467,75 b	60,43 c	3,00 d	19,81 e	96,21 a
8.	(FXD + PRS) + FTLZ	20,00 b	359,71 c	69,57 b	15,00 b	91,92 b	85,12 c
9.	(FXD + PRS) + ASM	18,67 b	552,17 b	53,28 c	9,00 c	56,94 c	89,11 b
10.	(FXD + PRS) + CRV	20,67 b	498,04 b	57,76 c	6,25 d	40,56 d	92,24 a
11.	(FXD + PRS) + FFTC	21,00 b	505,75 b	57,12 c	9,75 c	46,87 c	91,04 b
12.	(FXD + PRS) + FPM	19,75 b	544,75 b	53,99 c	4,25 d	20,37 e	96,10 a
13.	(FXD + PRS) + DMM	17,67 b	468,12 b	60,39 c	12,00 c	84,37 b	83,87 c
14.	(FXD + PRS) + (MFX + MZB)	4,00 d	125,87 d	89,36 a	1,62 d	5,69 e	98,91 a
	C.V (%)	13,51	12,91	8,86	28,00	18,96	3,07

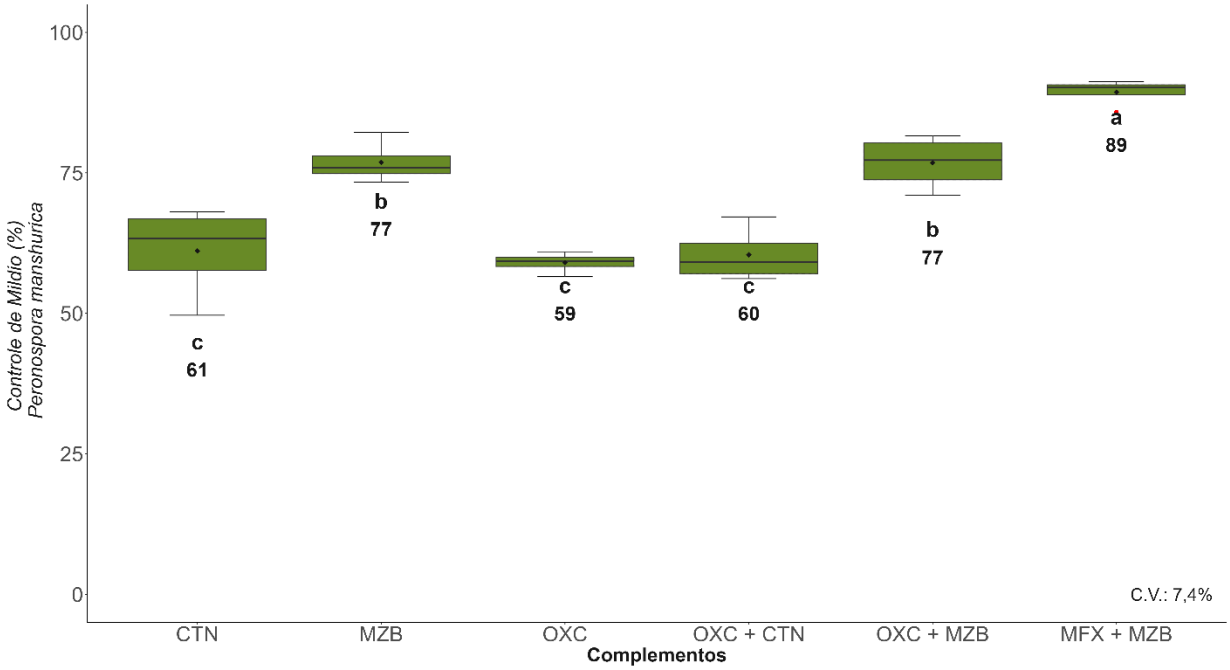
[a] TEST = Testemunha; FXD = Fluxapiroxade; PRS = Piraclostrobina; CTN = Clorotalonil; MZB = Mancozebe; OXC = Oxicloreto de Cobre; FTLZ = Fertilizante Foliar; ASM = Acibenzolar-S-Metílico; CRV = Cerevisane; FFTC = Fosfito de Cobre; FPM = Fenpropimorfe; DMM = Dimetomorfe; MFX = Metalaxil-M.
*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade.

Ao realizar a visualização e interpretação dos dados obtidos, nota-se que de forma geral os controles apresentados para *P.manshurica* em relação aos fungicidas protetores foram superior aos demais, porém com uma média relativamente baixa, e ao realizar o desdobramento entre os diferentes tratamentos, surge a hipótese de que há diferença de controle entre os fungicidas para este alvo.

Desse modo, foi realizado um teste comparação de médias (LSD) somente entre os tratamentos que continham fungicidas Protetores/Multissítios (Figura 5). De

tal forma que demonstrou um destaque positivo para os tratamentos com mancozebe de forma isolada ou em mistura na formulação do produto. De acordo com a figura 5, tratamentos contendo MCZ, OXC + MCZ e MFX + MCZ foram as maiores eficiência observadas nesta análise, com valores de controle respectivos a 77%, 77% e 89%. O tratamento contendo MFX + MZB (89%) foi estatisticamente superior aos demais pelo teste de LSD, confirmando um possível sinergismo entre os ativos para controle desse patógeno. O Metalaxyl-M é classificado como um fungicida do grupo A (Síntese de Ácidos Nucleicos) que atuam inibindo a síntese de RNA polimerase (FRAC, 2024), tendo assim ação contra oomicetos como *P.manshurica*. Esse ingrediente é amplamente utilizado para controle de Míldio na Videira, e obtem bons resultados, inclusive deste em mistura com mancozebe, para controle de *Peronospora* (SOUZA et al., 2018). Porém está é uma molécula que atualmente não há registro para cultura da soja (ADAPAR, 2024).

Figura 5 – Controle (%) de *P. manshurica* de acordo com os diferentes fungicidas protetores/multissítios adicionados a Fluxapioxade + Piraclostrobina aplicados durante o ciclo da cultura da soja. Itaberá-SP, safra 2023/24.



(1) CTN = Clorotalonil; MZB = Mancozebe; OXC = Oxicloreto de Cobre; MFX = Metalaxil-M. (2) Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Fisher (LSD) a 5% de probabilidade. Fonte: O autor (2024).

Outro ingrediente ativo com performance relevante em Míldio da Videira é o dimetomorfe (DMM), um ativo com ação translaminar, por teoria seria capaz de atingir a face abaxial da folha (COSTA, 2006), onde encontra-se o patógeno do Míldio e da

Ferrugem, porém, no presente trabalho o tratamento contendo DMM apresentou valores de controle de 60,4% para Míldio e 83,9% para Ferrugem Asiática (Tabela 2), não agregando em relação a testemunha relativa (Sem complemento).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A safra 2023/24 em Itaberá-SP, favoreceu a infecção e desenvolvimento de Míldio na cultivar NEO 660 IPRO. Em contrapartida as condições climáticas durante a condução do ensaio não favoreceram da mesma maneira a evolução de Ferrugem Asiática.

Em relação ao conjunto de complementos estudados (Protetores, Fertilizantes Foliares e Indutores), o uso de fungicidas Protetores/Multissítios, principalmente mancozebe, em associação ao fungicida sítio específico é uma alternativa quando há o objetivo de controle das duas doenças. Os tratamentos contendo MCZ, OXC + MCZ e MFX + MCZ apresentaram os melhores controles visando controle de Míldio, e contribuindo também para o controle de Ferrugem.

A aplicação do Fertilizantes Foliar a base de (M + Cu + Mn + Zn) + (N + S) pode agregar para controle de Míldio, porém não é uma alternativa pensando em controle de Ferrugem. Dessa maneira, o tratamento contendo MFX + MCZ é a melhor alternativa pensando em controle das duas doenças, apresentando um controle de 89% para Míldio e 99% para Ferrugem.

REFERÊNCIAS

ADAPAR. Agência de defesa agropecuária do Paraná. 2024. Disponível em: https://celepar07web.pr.gov.br/agrotoxicos/pesquisar.asp. Acesso em: 20 Fev. 2024.

AMORIM, L. et al. Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. São Paulo, Agronômica Ceres, v. 2, 2016.

BARROS, R.. ESTUDO SOBRE A APLICAÇÃO FOLIAR DE ACIBENZOLAR-S-METIL PARA INDUÇÃO DE RESISTENCIA À FERRUGEM ASIÁTICA EM SOJA E CERCOSPORIOSE EM MILHO. **Arquivos do Instituto Biológico**, [S.L.], v. 78, n. 4, p. 519-528, dez. 2011. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/1808-1657v78p5192011.

BLUM, M. M. C. Sensibilidade de Phakopsora pachyrhizi a fungicidas. 2009.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. 2023. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos. Acesso em: 04 mar. 2023.

COSTA, Jorge P.N.. **Mildio da Videira**. na: D.Ra.e.D.M, 2006.

FRAC. Modo de Ação de Fungicidas. Disponível em: https://www.frac-br.org/modo-de-acao.

GABARDO, Gislaine *et al*. Produtos Alternativos para Controle do Míldio da Soja no Campo. **Revista de Ciências Agrárias**, Ponta Grossa, v. 12, n. 8, p. 160-170, jul. 2020.

GARDIANO, C.G.; BALAN, M.G.. DANOS CAUSADOS PELA INFECÇÃO DE OÍDIO EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DA SOJA. Arquivos do Instituto Biológico, [S.L.], v. 77, n. 2, p. 245-250, jun. 2010. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/1808-1657v77p2452010.

GODOY C.V. et al. Doenças da Soja. SOCIEDADE BRASILEIRA DE FITOPATOLOGIA (SBF). 2014

GODOY, C. V. et al. Eficiência de fungicidas multissítios no controle da ferrugem-asiática da soja, Phakopsora pachyrhizi, na safra 2019/2020: resultados sumarizados dos experimentos cooperativos. 2020.

GODOY, C. V. et al. Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, Phakopsora pachyrhizi, na safra 2022/2023: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. 2023.

GOULD, A.B. Fungos Fitopatogênicos e Oomicetos. In: TRIGIANO, R. N.; WINDHAM, M. T.; WINDHAM, A. S.. Fitopatologia: Conceitos e Exercícios de Laboratório. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 576 p.

GUEST DI, Grant BR (1991) The complex action of phosphonates as antifungal agents. Biological Review 66:159-187.

IGARASHI, S.; OLIVEIRA, G.M.; CAMARGO, L.C.M.; FALKOSKI FILHO, J.;

REIS, E. M. O míldio da soja. Lavoura Arrozeira, Porto Alegre, Revista do Instituto Rio Grandense do Arroz, p. 22-28, 1975.

IGARASHI, S. et al. DANOS CAUSADOS PELA INFECÇÃO DE OÍDIO EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DA SOJA. Arquivos do Instituto Biológico, v. 77, n. 2, p. 245– 250, jun. 2010.

JACCOUD FILHO, D. S. et al. Ocorrência da ferrugem da soja na região dos Campos Gerais do Paraná. Reunião De Pesquisa De Soja Da Região Central Do Brasil, v. 23, p. 109, 2001.

KOWATA, Ligia *et al*. Escala diagramática para avaliar severidade de mildio na soja. **Scientia Agraria**, Ponta Grossa, v. 9, n. 1, p. 105-110, jan. 2008.

MOURA, B. DE. Deposição de fungicida em cultivares de soja com diferentes hábitos de crescimento, controle e sensibilidade de Phakopsora pachyrhizi a fungicidas. 2015.

NEUMAIER, N. et al. Ecofisiologia da soja. 2020.

REIS, E. M. O míldio da soja. Lavoura Arrozeira, Porto Alegre, Revista do Instituto Rio Grandense do Arroz, p. 22-28, 1975.

REIS, E. M. et al. Evolução da redução da sensibilidade de Phakopsora pachyrhizi a fungicidas e estratégia para recuperar a eficiência do controle. Berthier: Passo Fundo, v. 2, 2017..

RHOUMA, Abddelhak *et al*. TECHNICAL DOCUMENT ON DOWNY MILDEW OF SOYBEANS. **Asian Journal of Plant and Soil Sciences**, [*S. l.*], v. 6, p. 130-135, 28 set. 2021.

SANTOS, H. et al. “Controle de doenças do trigo com fosfitos e acibenzolar-s-metil isoladamente ou associados a piraclostrobina + epoxiconazole”. *Semina: Ciências Agrárias*, vol. 32, nº 2, julho de 2011, p. 433–42. *DOI.org (Crossref)*, https://doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32n2p433.

SEIXAS, C. D. S. et al. Tecnologias de produção de soja. 2020.

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.

SILVA, Olavo C. *et al*. Fontes de fosfito e acibenzolar-S-metílico associados a fungicidas para o controle de doenças foliares na cultura da soja. **Tropical Plant Pathology**, Curitiva, v. 38, n. 1, p. 72-77, fev. 2013.

SILVA, Marcus Sidrônio Lima da. PRINCIPAIS DOENÇAS DA CULTURA DA SOJA (Glycine max (L.) Merrill). 2019. 37 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde - Go, 2019.

SMILLIE R, GRANT BR, GUEST D (1989) The mode of action of phosphite: evidence for both direct and indirect modes of action on three Phytophthora spp. Phytopathology 79:921-926.

SOUZA, R. T. D., NAVES, R. D. L., CONCEIÇÃO, M. A. F., COSTA, S. M. D., & SAVINI, T. C. Frequency of fungicide application for controlling downy mildew in seedless grape plant ‘BRS Vitória’. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 40, 2018.

WARPECHOWSKI, Lucas. **Efeito de fungicida protetor clorotalonil sobre o mildio e outras doenças na cultura da soja**. 2018. 48 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, 2018.

WORDELL FJA, MARTINS DA, STADINIK, MJ (2007) Aplicação foliar de tratamentos para controle de míldio e da podridão-de-escamas de bulbos de cebola. Horticultura Brasileira 25:544-549

YORINORI, J. T.; NUNES JÚNIOR, J.; LAZZAROTTO, J. J. Ferrugem" asiática" da soja no Brasil: evolução, importância econômica e controle. 2004.

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

ZUNTINI, Bruno. **Associação do mancozebe com triazóis e estrobilurinas no controle do míldio e da ferrugem asiatica da soja**. 2014. 51 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Chapadão do Sul, 2014.