

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA
E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL
CAMPUS IBIRUBÁ**

JOÃO HENRIQUE DA SILVA VIEIRA

**EFICIÊNCIA AGRONÔMICA E ECONÔMICA DE FUNGICIDAS
NA APLICAÇÃO ZERO NA CULTURA DA SOJA, SAFRA 2022/2023**

Ibirubá, RS, Brasil

2023.

JOÃO HENRIQUE DA SILVA VIEIRA

**EFICIÊNCIA AGRONÔMICA E ECONÔMICA DE FUNGICIDAS
NA APLICAÇÃO ZERO NA CULTURA DA SOJA, SAFRA 2022/2023**

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado junto ao curso Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Ibirubá, como requisito parcial da obtenção do grau de Engenheiro (a) Agrônomo (a).

Orientadora: Dr^a Daniela Batista dos Santos

Ibirubá, RS, Brasil

2023

RESUMO

Trabalho de Conclusão de Curso
Curso de Agronomia
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul -
Campus Ibirubá

EFICIÊNCIA AGRONÔMICA E ECONÔMICA DE FUNGICIDAS UTILIZADOS NA APLICAÇÃO ZERO NA CULTURA DA SOJA, SAFRA 2022/2023

AUTOR: JOÃO HENRIQUE DA SILVA VIEIRA
ORIENTADOR: DANIELA BATISTA DOS SANTOS
Ibirubá/RS, 03 de julho de 2023

As manchas foliares são causadas por fungos necrotróficos (*Cercospora sp.* e *Septoria glycines*), que permanecem nas sementes e nos resíduos vegetais na lavoura durante a entressafra. Logo, são as primeiras doenças a surgirem na planta, logo na fase vegetativa. Para o controle destas vem sendo estudada a viabilidade da aplicação de fungicida em estádios fenológicos iniciais da cultura da soja, conhecida como aplicação zero, a qual visa evitar e combater a infecção de tecidos foliares precocemente. No presente estudo os objetivos foram avaliar a performance de diferentes fungicidas usados na aplicação zero no controle das manchas foliares, e influência dessa aplicação nas componentes da produtividade da cultura e na eficiência econômica do manejo. O experimento foi desenvolvido na safra 2022/23, na cidade de Tapera/RS, em delineamento experimental de blocos casualizados composto de 7 tratamentos com 4 repetições, utilizando a cultivar NEO580IPRO. Os tratamentos foram: T1- Testemunha sem aplicação zero; T2- Difenconazol + Ciproconazol; T3- Azoxistrobina + Ciproconazol; T4- Fluxapiraxade + Piraclostrobina; T5- Propiconazol + Difenconazol; T6- Difenconazol + Pidiflumetofem; T7- Controle sem aplicação de fungicidas durante o ciclo da cultura. Foram avaliadas a porcentagem de severidade das manchas foliares a partir de R2, sendo a primeira avaliação em R2, a segunda R2+12 dias, a terceira R2+25 dias e a quarta R2+39 dias (intervalos de 12, 13 e 14 dias) para realização da Área Abaixo Da Curva De Progresso Da Doença (AACPD). Todos os tratamentos que receberam aplicação zero diferenciaram estatisticamente da testemunha e do controle reduzindo AACPD, tendo melhor eficiência no controle de manchas foliares. A aplicação zero não influenciou estatisticamente nos componentes de rendimento. Em relação à produtividade, os tratamentos 4, 5 e 6 diferenciaram do tratamento controle (T7). Os tratamentos 3, 4, 5 e 6 tiveram os maiores PMG, e diferenciaram do controle (T7), os demais não. O tratamento controle (T7) foi o menos produtivo e de menor PMG. Para a relação custo-benefício, a eficiência econômica teve como destaque os tratamentos 5, 4 e 2, respectivamente.

Palavras-chave: estádios iniciais; manchas foliares; controle; eficiência econômica.

ABSTRACT

Completion of course work

Agronomy Course

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul -
Campus Ibirubá

AGRONOMIC AND ECONOMIC EFFICIENCY OF FUNGICIDES USED IN ZERO APPLICATION IN SOYBEAN CULTIVATION, 2022/2023 CROP SEASON

AUTHOR: JOÃO HENRIQUE DA SILVA VIEIRA

ADVISOR: DANIELA BATISTA DOS SANTOS

Ibirubá/RS, July 3, 2023

Foliar spots in soybean crops are primarily caused by necrotrophic fungi (*Cercospora* sp. and *Septoria glycines*) that persist in seeds and crop residues during the offseason. These diseases are among the first to appear in the plant, especially during the vegetative phase. To control these diseases, the viability of applying fungicides at early phenological stages of soybean cultivation, known as zero application, has been studied. This approach aims to prevent and combat early infection of foliar tissues. In this study, the objectives were to evaluate the performance of different fungicides used in zero application for controlling foliar spots, and to assess the impact of this application on crop productivity components and economic efficiency. The experiment was conducted during the 2022/23 crop season in Tapera/RS, Brazil, using a randomized complete block design with seven treatments and four replications, utilizing the NEO580IPRO cultivar. The treatments were as follows: T1 - Control without zero application; T2 - Difenoconazole + Cyproconazole; T3 - Azoxystrobin + Cyproconazole; T4 - Fluxapyroxad + Pyraclostrobin; T5 - Propiconazole + Difenoconazole; T6 - Difenoconazole + Picoxystrobin; T7 - Control without fungicide application throughout the crop cycle. The severity percentage of foliar spots was evaluated from R2, with the first assessment at R2, the second at R2+12 days, the third at R2+25 days, and the fourth at R2+39 days (intervals of 12, 13, and 14 days) for calculating the Area Under Disease Progress Curve (AUDPC). All treatments receiving zero application statistically differed from the control, reducing AUDPC and exhibiting better efficiency in controlling foliar spots. Zero application did not have a statistically significant influence on yield components. Regarding productivity, treatments 4, 5, and 6 differed from the control treatment (T7). Treatments 3, 4, 5, and 6 had the highest average seed weight (PMG) and differed from the control (T7), while the others did not. The control treatment (T7) showed the lowest productivity and lowest PMG. In terms of cost-benefit ratio, treatments 5, 4, and 2 demonstrated the highest economic efficiency, respectively.

Key Words: Early stages; pathogens; necrotrophic; foliar spots; control; management; economic efficiency.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
2.1	A soja (<i>Glycine max</i>).....	10
2.2	Fenologia da soja - Método Fehr & Caviness (1977).....	12
3	MANCHAS FOLIARES	14
3.1	Crestamento Foliar de Cercospora (<i>Cercospora sp.</i>)	15
3.2	Mancha parda da soja (<i>Septoria glycines</i>).....	16
4	CONTROLE QUÍMICO DE DOENÇAS.....	17
4.1	GRUPOS QUÍMICOS	19
4.1.1	Triazóis – inibidores da desmetilação “DMI”	20
4.1.2	Estrobilurinas – inibidor externo da quinona “IQE”	20
4.1.3	Carboxamidas – inibidores da succinato desidrogenase “SDHI”	21
4.1.4	Multissítios	22
4.1.4.1	Ditiocarbamato.....	23
4.1.4.2	Isoftalonitrila.....	23
4.1.4.3	Inorgânicos	24
5	MATERIAIS E MÉTODOS	24
5.1	Localização do experimento	24
5.2	Cultivar utilizada	24
5.3	Implantação e tratos culturais do experimento	25
5.4	Precipitação e temperatura.....	25
5.5	Delineamento experimental	26
5.6	Tratamentos utilizados.....	26
5.7	Avaliações do experimento.....	28
5.7.1	Avaliação de severidade de manchas para AACPD.....	28
5.7.1.1	Aplicativo Leaf Doctor	29

5.7.2 Colheita e avaliação dos componentes de produtividade da soja	29
5.8 Eficiência econômica	31
5.9 Análise estatística	31
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
6.1 AACPD e Eficiência de Controle.....	31
6.2 Componentes de Produtividade.....	34
6.3 Eficiência econômica	38
7 CONCLUSÕES	40
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*) é tida como a cultura de maior importância econômica no Brasil, isso se explica devido ao fato dela ser a aleuro-oleaginosa mais consumida no mundo. O Brasil, nos últimos anos, vem figurando, ao lado dos EUA, como o país que mais produz soja. No ano agrícola de 21/22 a produção brasileira foi de 125.552,3 milhões de toneladas do grão em uma área de 41.452 milhões de hectares (CONAB, 2022).

Com o expressivo crescimento de áreas cultivadas com soja, as quais praticam basicamente o monocultivo dessa espécie (MADALOSSO, 2017), somada às condições agroclimáticas favoráveis, as doenças causadas por diversos patógenos (entre eles fungos, bactérias, nematoides e vírus) acometem e dificultam a produção da soja no Brasil. Embrapa (2010) menciona que o número de doenças na cultura passa de 40, sendo que a importância econômica e severidade de cada doença varia anualmente, especialmente dependente das condições climáticas de cada safra.

As doenças foliares na soja têm aparecido frequentemente como um dos principais limitantes de produtividades (GODOY, 2015). Na região Sul, manchas foliares como crestamento foliar de cercospora (*Cercospora kikuchii*) e mancha parda (*Septoria glycines*), conhecidas como Doenças de Final de Ciclo (DFCs), estão largamente propagados nas áreas de soja, pois por serem causadas por fungos necrotróficos sobrevivem nos restos culturais, portando sua fonte de inóculo está na própria lavoura cultivada (FORCELINI, 2010). A redução da produtividade é estimada em mais de 30% (ALMEIDA et al., 2005; CARNIEL, MENOSSO, BALBINOT JUNIOR, 2014).

Essas doenças, que também tem seu veículo de transmissão via sementes, podem se manifestar em qualquer estágio fenológico da cultura. Constantemente a infecção dos tecidos da planta ocorre prematuramente, porém raramente apresenta a manifestação dos sinais e sintomas característicos delas, devido ao período de latência, o qual varia de acordo com as condições climáticas e o patógeno (SINCLAIR, 1991; FERNANDES et al., 2020).

Há diversas estratégias para o manejo dessas doenças, como controle químico a base de fungicidas, rotação de culturas, controle biológico, pousio da área, entre outros. Contudo, existem alguns impedimentos técnicos e econômicos que acabam dificultando a adoção de algumas destas estratégias pelos produtores, destacando-se

o pousio da área pois para muitos produtores, a agricultura é sua principal fonte de renda. Deixar uma área em pousio significa perder a oportunidade de obter lucro com o cultivo de culturas comercializáveis. E a rotação de cultura, onde culturas como a soja, tornaram-se dominantes do ponto de vista econômico, os produtores podem se concentrar nessa cultura específica devido à sua rentabilidade e demanda no mercado, aliado ao risco de se produzir milho sem irrigação. Com base nesse cenário, a utilização de fungicidas químicos se torna imprescindível.

Com a monocultura, muitas doenças se tornaram mais relevantes na cultura da soja, dentre elas se destacam as manchas foliares (como as causadas pelos fungos *Septoria glycines* e *Cercospora kikuchii*). Sabe-se que a doença é um fenômeno contínuo e progressivo e que as manchas foliares são causadas por fungos necrotróficos, é preciso prevenir/controlar a infecção desde o início do desenvolvimento da cultura. Perante este fato, tem crescido a prática de uso de fungicidas no estágio vegetativo da soja, com as plantas em estágio V4, conhecida como “aplicação zero”. Tal aplicação, nesse estágio fenológico da cultura, favorece a deposição dos ativos fungitóxicos em toda a área foliar da planta e em quantidade adequada (FERNANDES ET AL., 2020).

Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a performance de diferentes fungicidas no controle de manchas foliares com aplicação em fase vegetativa da soja, bem como sua influência na produtividade da cultura, componentes de rendimento e a eficiência econômica do manejo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A soja (*Glycine max*)

A soja (*Glycine max* L.) apresenta-se com uma cultura anual de espécie autógama, sendo classificada taxonomicamente como pertencente ao reino Plantae, dentro da divisão Magnoliophyta e classe Magnoliopsida, sua ordem é Fabales e sua família Fabaceae, tendo como subfamília Faboideae (Papilionoideae), gênero *Glycine* e sua espécie *Glycine max* (SEDIYAMA, 2009).

A soja chegou ao Brasil em meados de 1882 pelo estado da Bahia, local onde se teve a primeira referência no país. Porém as primeiras cultivares que foram introduzidas no Brasil eram adaptados aos EUA, lugar onde se tem latitudes diferenciadas, sendo assim não ocorreu adaptação. Ao redor do ano de 1891,

chegaram cultivares novas na cidade de Campinas/SP apresentando um melhor desenvolvimento. Por fim, a soja foi introduzida do estado do Rio Grande do Sul no ano de 1901, e teve elevado crescimento a partir da década de 60 devido ao fato da cultura começar a assumir papel fundamental em todo mundo (SEDIYAMA, 2009), fato esse que está consolidado atualmente.

A soja é tida como a cultura de maior importância econômica no Brasil, isso se explica devido ao fato dela ser a aleuro-oleaginosa mais consumida no mundo. O Brasil, nos últimos anos, vem figurando ao lado dos EUA como os dois países que mais produzem este grão. No ano agrícola de 21/22 a produção brasileira foi de 125.552,3 milhões de toneladas do grão em uma área de 41.452 milhões de hectares (CONAB, 2022). E a previsão para a safra de 22/23 é um aumento de 23,3% na produção com 154.810,7 milhões de toneladas do grão, em uma área de 43.834,4 milhões hectares 4,6% superior à safra anterior. Dessa forma confirmando recordes históricos de área de plantio, produtividade e produção (CONAB, 2023).

Segundo dados da EMBRAPA, após o fechamento da safra de 21/22 o Brasil foi o maior produtor do grão no mundo, superando os EUA que teve uma produção de 121,528 milhões de toneladas em uma área com 34,929 milhões de hectares (EMBRAPA, 2022).

Na região sul do Brasil com ênfase ao Rio Grande do Sul, assim como no resto do país onde se cultiva a soja, a cultura desempenha uma significativa importância econômica no estado. Como um dos principais produtos agrícolas cultivados na região, a soja impulsiona a geração de renda, empregos e o desenvolvimento rural. Na safra de 22/23 o estado do RS contou com uma área cultivada de 6.513.891 hectares com produtividade média de 2000 kg por hectare, produtividade baixa devido aos efeitos do fenômeno La Niña, que causou irregularidade das precipitações (CONAB, 2023; EMATER, 2023).

Os grãos de soja apresentam uma proporção significativa de óleos e proteínas, conferindo-lhes diversas oportunidades de utilização, tanto na produção de óleos como na fabricação de rações para alimentação animal. Ao longo do tempo, esses grãos adquiriram novas aplicações e usos não relacionados à alimentação, abrangendo, por exemplo, a produção de tintas para impressão gráfica, polímeros, lubrificantes e a elaboração de protetores solares, entre muitos outros empregos (EMBRAPA, 2010).

2.2 Fenologia da soja - Método Fehr & Caviness (1977)

A identificação das fases de desenvolvimento da planta de soja (*Glycine max* L.) é de fundamental importância para descrição dos diversos períodos e fenômenos que a cultura é submetida no ambiente ao longo de seu ciclo. O uso de uma caracterização padrão para a descrição dos estádios de desenvolvimento potencia o entendimento e facilita a comunicação entre o público envolvido com a cultura. A metodologia descritiva dos estádios fenológicos proposta por Fehr & Caviness (1977) é a mais aceita e comumente utilizada no mundo inteiro. Modificações adaptadas de Ritchie et al. (1977), foram incluídas na metodologia original para um melhor detalhamento do estágio R5. (NEUMAIER et al., 2000; FARIAS et al., 2007).

O sistema proposto divide os estádios de desenvolvimento da planta de soja em estádios vegetativos e estádios reprodutivos. O período vegetativo representado com a letra V seguida de índices numéricos para melhor especificar a fase da planta, salvo os estádios VE (emergência) e VC (cotilédone). Define-se que uma lavoura esteja em um determinado estágio quando são avaliadas no mínimo dez plantas aleatoriamente, e como resultado 50% ou mais das plantas avaliadas se encontram naquele mesmo estágio fenológico (NEUMAIER et al., 2000).

Os estádios vegetativos são organizados e apresentados desta maneira:

- VE - Emergência, os cotilédones acima da superfície do solo;
- VC - Cotilédone, os cotilédones estão completamente abertos;
- V1 - Primeiro nó, as folhas unifolioladas estão completamente desenvolvidas;
- V2 - Segundo nó, o primeiro trifólio está completamente desenvolvido;
- V3 - Terceiro nó, o segundo trifólio está completamente desenvolvido;
- V4 - Quarto nó, o terceiro trifólio está completamente desenvolvido;
- V5 - Quinto nó, o quarto trifólio está completamente desenvolvida;
- V6 - Sexto nó, o quinto trifólio está completamente desenvolvido.

Os estádios vegetativos seguem a sequência em ordem numérica, até Vn onde Vn é o enésimo nó com ante-enésimo trifólio completamente desenvolvido. O nó de inserção dos cotilédones não é considerado e as folhas unifoliadas contabilizam somente um único nó. Para uma folha ser considerada completamente desenvolvida os bordos do trifólio seguinte devem não mais se tocar (FEHR; CAVINESS, 1977).

Segundo a metodologia de Fehr & Caviness (1977), o período reprodutivo da cultura é dividido em 4 etapas que incluem as fases de florescimento representadas por R1 e R2, formação de vagem representadas por R3 e R4, enchimento de grãos representada por R5 e R6 e por fim a fase de maturação fisiológica representada por R7 e R8. Essas fases são caracterizadas de tal maneira:

- R1 - Início do florescimento, uma flor aberta em qualquer nó da haste principal;
- R2 - Pleno florescimento, uma flor aberta em ao menos um dos dois últimos nós da haste principal, com folha completamente desenvolvida;
- R3 - Início da formação de vagem, vagem com 5 mm de comprimento em ao menos um dos quatro últimos nós da haste principal, com folha completamente desenvolvida;
- R4 - Vagem plenamente formada, vagem com 2 cm de comprimento em ao menos um dos quatro últimos nós da haste principal, com folha completamente desenvolvida;
- R5 - Início do enchimento de grãos, grão com 3 mm de comprimento na vagem em ao menos um dos quatro últimos nós da haste principal, com folha completamente desenvolvida;
- R6 - Grão cheio por completo, vagens com grãos verdes preenchendo as cavidades por inteiro em um dos quatro últimos nós da haste principal, com folha completamente desenvolvida
- R7 - Início da Maturação, uma vagem na haste principal com coloração de madura;
- R8 - Plena maturação, coloração de madura em 95% das vagens da planta.

Ainda segundo Farias et al. (2007), conforme o método proposto por Fehr & Caviness (1977) o qual não apresenta subdivisões dos estádios de desenvolvimento em R5, para um melhor detalhamento Ritchie et al. (1977) propuseram a seguinte subdivisão desse estágio fenológico:

- R5.1 - Grãos perceptíveis ao tato, equivalente a 10% de granação;
- R5.2 - Granação de 11% a 25%;
- R5.3 - Granação de 26% a 50%;
- R5.4 - Granação de 51% a 75%;
- R5.5 - Granação de 76% a 100%.

3 MANCHAS FOLIARES

A cultura da soja tem a sua potencialidade produtiva máxima comprometida em razão de diversos fatores tanto abióticos, citando-se como exemplo condições climáticas e as condições físico-químicas do solo, como também fatores bióticos através da infestação de insetos praga, competição com plantas daninhas, e doenças infecciosas provocadas por diversos organismos fitopatogênicos, com destaque para doenças fúngicas.

Para ocorrência de doenças em uma planta, é necessária interação íntima entre três fatores, classicamente representados por um triângulo onde cada vértice representa um dos fatores, sendo eles o agente causal se referindo ao patógeno, a planta suscetível como hospedeiro e o ambiente favorável para o desenvolvimento do patógeno. Esse triângulo é descrito e proposto por Ernst Albert Gaumann em 1946 como sendo um “triângulo da doença”, no qual cada lado será equivalente a soma de todas as características de cada um dos componentes que favoreçam a doença (MICHEREFF, 2001).

Causadas por fungos necrotróficos que apresentam fase parasitária sobre a planta hospedeira e outra fase saprofítica sobre seus restos culturais, as manchas foliares, popularmente conhecidas por doenças de final de ciclo (DFC'S), tem anualmente se tornado mais relevantes e presentes nas regiões produtoras de soja, causando prejuízos consideráveis de rentabilidade (FORCELINI E ROEHRIG, 2019). Uma das razões desse fato é que a expansão das áreas cultivadas com o sistema de plantio direto, nas quais há ausência de rotação de culturas, favorece a permanência desses patógenos nas lavouras. Segundo Goulart (2011), nessas condições de cultivo, a intensidade das doenças foliares é maior se comparadas ao sistema de plantio convencional, pelo fato de criar condições favoráveis à sobrevivência e multiplicação destes patógenos, pois esses fungos sobrevivem em restos culturais nas lavouras (SEIXAS et al., 2020).

A mancha parda, cujo agente causal é o fungo *Septoria glycines*, e o crestamento foliar de Cercospora, causado pelo fungo *Cercospora kikuchii* são algumas das principais doenças fúngicas e ambas têm maior intensidade na fase de enchimento de grãos da cultura da soja, mais próximo ao final do ciclo. Em razão de ocorrerem no mesmo período e apresentarem dificuldades em avaliações individuais,

são classificadas no complexo de doenças de final de ciclo, popularmente ditas DFC'S, e podem causar perdas superiores a 20% (ALVES et al., 2013).

Para ambos os patógenos infectarem os tecidos da planta é necessário que o esporo emita o tubo germinativo, o que vai possibilitar a penetração nas células da folha. Esse processo é plenamente influenciado pelas condições climáticas favoráveis como molhamento foliar e temperaturas quentes. Portanto, se o cultivo estiver sob essas condições, a infecção pode ocorrer prematuramente desde os estádios iniciais da cultura, no entanto nem sempre ocorre a manifestação dos sintomas característicos logo em seguida. Isso se explica pela peculiaridade dessas DFC's que apresentam um relevante período de incubação e latência, influenciado pelas condições ambientais, sendo assim acaba por dificultar o controle que deve ser realizado preventivamente (FERNANDES et al., 2020).

3.1 Crestamento Foliar de Cercospora (*Cercospora sp.*)

A doença é causada pelo fungo *Cercospora spp.* Em estudos mais recentes, Deuner (2021) conferiu o crestamento de cercospora a outras espécies do fungo, sendo *C. cf. flagellaris* e *C. cf. sigesbeckiae* as espécies com mais recorrência, além do *C. kikuchii*, o qual é o agente causal mais conhecido.

O fungo *Cercospora spp.* apresenta-se como um patógeno necrotrófico, que tem habilidade de sobreviver sem ter um hospedeiro vivo, conhecida por ser uma doença de final de ciclo seu maior aparecimento e severidade neste período, porém como o inoculo inicial do fungo já está presente na área e também podendo ser inserido através das sementes contaminadas, se faz assíduo na lavoura ao longo de todo o ciclo da cultura, podendo causar danos em diferentes estádios de desenvolvimento. Segundo Seixas et al. (2020) este é o fungo mais comumente encontrado em lotes de sementes, todavia não influencia a germinação.

Essa doença tem sintomas de pontuações escuras, de coloração castanho-avermelhado, que coalescem em estágios mais avançados, formando assim grandes manchas escuras que podem ser observados nos folíolos de soja. Apresenta como características o crestamento e a desfolha prematura da planta. O patógeno infecta todas as partes da planta, com exceção das raízes. As vagens apresentam sintomas típicos de pontuações avermelhadas que se tornam castanho-avermelhadas, e é dessa forma (pela lesão) que o patógeno consegue atingir a semente causando a

mancha púrpura no tegumento. Nas hastes, o fungo causa manchas avermelhadas, geralmente superficiais, porém se a ocorrência da infecção for nos nós, o patógeno consegue penetrar na haste causando necrose de coloração avermelhada no seu interior (HENNING et al., 2014). Os mesmos autores ainda evidenciam que a doença se favorece em ambientes de umidade e temperaturas quentes, em torno de 23°C a 27°C.

Madalosso (2017) expõe que a evolução da moléstia acontece por meio de uma fitotoxina produzida pelo agente patogênico, conhecida por cercosporina, sua produção é realizada pela *Cercospora spp.* para suplementar o processo infeccioso e virulência no hospedeiro suscetível. A cercosporina necessita de absorção de luz para ser produzida e energizada. Uma vez em contato com a célula vegetal, ocorre uma série de reações químicas e transformações que resultam na produção de compostos reativos ao oxigênio, estes então provocam a peroxidação dos lipídios que acabam destruindo a integridade das membranas celulares causando o extravasamento citoplasmático das células. O mesmo autor ainda cita que este extravasamento do citoplasma acaba por facilitar tanto o crescimento micelial quanto a esporulação do fungo.

Para o controle da doença, os dois principais manejos incluem o uso de rotação de culturas e tratamento de sementes com fungicidas (DEUNER, 2021; HENNING et al., 2014). Porém, o tratamento de sementes só é eficiente em estádios iniciais de desenvolvimento da cultura, sendo complementado com aplicações em parte aérea da planta. Os principais grupos químicos de fungicidas usados para o controle são ostriazóis (inibidor da desmetilação – inibidor da biossíntese de ergosterol), estrobilurina (inibidores da quinona externa – inibidor da respiração), carboxamidas (inibidores da succinato desidrogenase – inibidor da respiração) e multissítios (ditiocarbamato e isoftalonitrila) (DEUNER, 2021).

3.2 Mancha parda da soja (*Septoria glycines*)

A mancha parda é causada pelo fungo *Septoria glycines* e faz parte do complexo das doenças de final de ciclo (DFC'S), favorecida pela alta umidade (cerca de 6 horas de molhamento foliar) e temperaturas variando de 15°C até 30°C, com ótimo desenvolvimento a 25°C (HENNING et al. 2014).

O início da infecção e aparecimento dos sintomas podem ser observados logo nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura, cerca de duas semanas após a emergência. Os sintomas apresentam características, em fase inicial, de pequenas pontuações e manchas com contorno angular de cor castanho avermelhada nas folhas unifolioladas. Em situações que favorecem o patógeno é possível que a doença atinja os primeiros trifólios e cause desfolha precoce (HENNING et al. 2014).

Os sintomas ocorrem mais severamente no estágio R5 (enchimento de grãos) (SEIXAS et al., 2020). Os autores evidenciam que as pontuações pardas nas folhas evoluem e formam manchas com halos amarelados nos folíolos, o centro deste halo é angular de cor castanha, em ambas as faces da folha.

O manejo da doença é realizado através da rotação de culturas e manutenção de palha sobre o solo. Conforme citado por Godoy et al. (2021) a presença de palha acaba por reduzir a incidência desta mancha, uma vez que reduz o impacto das gotas de chuvas sobre o solo e conseqüentemente gera uma menor dispersão do inóculo que nele se encontra. O controle químico é realizado similarmente ao recomendado para o crestamento foliar de *Cercospora*.

4 CONTROLE QUÍMICO DE DOENÇAS

Na França, em 1882, Millardet criou o primeiro fungicida eficiente para o controle de doenças em plantas. Ao usar calda bordalesa para evitar colheitas furtivas de suas videiras acabou percebendo o controle de míldio (*Plasmopara viticola*) que na época devastava as produções. Esse foi um momento histórico da fitopatologia, um fungicida de preparo caseiro sem registros de resistência que até hoje é utilizado, no Brasil e no mundo, para o controle desta e de outras doenças (REBELO; REBELO e SCHALLENBERGER, 2015).

Dada a importância dos cultivos agrícolas como fonte alimentar e de renda, espera-se assegurar suas produtividades. Nessa perspectiva, já que as culturas são hospedeiras de fitopatógenos, se faz necessário adotar manejos de controle destes (REIS; REIS e CARMONA, 2019).

O manejo biológico envolve o uso de agentes de controle biológico, como microrganismos benéficos, para suprimir os patógenos responsáveis pelas doenças. A rotação de culturas é uma estratégia eficaz para interromper o ciclo de vida dos patógenos, reduzindo sua sobrevivência e reprodução. O pousio da área, por sua vez,

envolve deixar o campo sem cultivo por um período, permitindo a redução da pressão de doenças. O manejo químico de doenças na cultura da soja envolve o uso de fungicidas para controlar a incidência e a disseminação de patógenos, essa abordagem visa reduzir os danos causados pelas doenças e proteger o potencial produtivo das plantas de soja. Todas as medidas que visam reduzir e eliminar o inóculo inicial ou atrasar o crescimento das doenças foliares no campo são consideradas como um somatório de práticas de controle (REIS; CASA, 2007).

Dentre as opções de controle, os fungicidas (manejo químico) se constituem como uma opção rápida, eficiente e economicamente viável.

Conforme Reis et al. (2010) a eficácia de um fungicida no controle de um determinado patógeno se dá em função da concentração inibitória do fungicida (CI) no tecido alvo de proteção – as folhas. Esta concentração inibitória é influenciada por diversos fatores, tanto ambientais quanto das características físico-químicas da molécula, da dose usada e também da cobertura do tecido alvo do tratamento.

Os fungicidas são classificados de acordo com sua natureza química e modo de ação da molécula contra o fitopatógeno, de acordo com o que Garcia (1999) cita, os fungicidas podem ser organizados de acordo com o momento de aplicação, sendo protetores, erradicantes ou curativos.

Quanto à mobilidade dos fungicidas, são classificados como: **A)** Não penetrantes (tópicos ou imóveis), pois quando aplicados sobre a folha não são absorvidos pela mesma, logo não são translocados, desse modo permanecem no local onde foram depositados; **B)** penetrantes móveis, pois após serem depositados na superfície foliar, são absorvidos e movimentam-se no interior do órgão, porém a mobilidade nas folhas apresenta diferentes amplitudes. Os penetrantes móveis podem ser classificados de acordo com magnitude seu movimento, sendo:

- I) movimento de profundidade, apresenta-se como um movimento apenas vertical quando depositados nas folhas;
- II) movimento translaminar, diferente do anterior este consegue movimentar-se de uma face à outra da folha, mantendo o movimento apenas vertical;
- III) movimento locossistêmico, movimenta-se em profundidade e à uma curta distância lateralmente, somente próximo ao local de depósito na folha;

- IV) mesostêmicos, criado em função das estrobilurinas, penetra nos tecidos foliares apresentando movimento translaminar, atuando no mesófilo foliar;
- V) sistêmicos, confrontando a sua denominação, aplicados via folha o seu movimento de translocação não é para longas distâncias, movimenta-se apenas via xilema (triazóis e carboxamidas), ou seja, se aplicados na parte superior do dossel, não se deslocam para o inferior, e vice versa (REIS; REIS e CARMONA, 2019).

Quanto ao espectro de ação, os fungicidas são classificados em multissítio e sítio específico. Os fungicidas multissítios também conhecidos como protetores, só funcionam efetivamente somente se aplicados antes da penetração do patógeno no hospedeiro, prevenindo ou diminuindo as chances de ocorrência da doença. Quando aplicados na superfície dos órgãos vegetais, atuam como uma barreira tóxica, prevenindo a entrada de fungos ao inibir a germinação dos esporos e o crescimento do tubo germinativo. Os fungicidas multissítios são produtos que afetam diferentes pontos metabólicos dos fungos-alvo. Eles atuam de forma ampla e simultânea em diversos processos vitais dos fungos, o que dificulta o desenvolvimento de resistência por parte desses organismos. Ao afetar múltiplos sítios metabólicos, os fungicidas multissítios tornam mais difícil para os fungos desenvolverem adaptações que lhes permitam sobreviver à ação do produto (GARCIA, 1999; RODRIGUES, 2006; GODOY et al, 2020).

Já os fungicidas sítio específicos têm como alvo um único ponto da via metabólica ou uma única enzima ou proteína necessária para o fungo. Devido à sua especificidade, eles podem ser absorvidos pelas plantas e possuem propriedades sistêmicas. No entanto, essa ação específica aumenta a probabilidade de os fungos desenvolverem resistência a esses fungicidas ao longo do tempo (GODOY et al., 2020).

4.1 GRUPOS QUÍMICOS

Dentre os principais grupos químicos de fungicidas indicados para o controle de manchas foliares do complexo de doenças de final de ciclo, estão o triazol (inibidores da desmetilação), estrobilurina (inibidores da quinona externa) e

carboxamida (inibidores da succinato desidrogenase), além de alguns multissítios (ditiocarbamatos e isoftalonitrila) (DEUNER, 2021).

4.1.1 Triazóis – inibidores da desmetilação “DMI”

As moléculas deste grupo agem afetando a biossíntese de esteróis na membrana celular dos fungos, mais especificamente inibindo a produção de ergosterol. Junto aos triazois, os triazolintione e as morfolininas também pertencem a este grupo (FRAC, 2022). O ergosterol é de fundamental importância para os fungos, sendo constituinte estrutural da membrana plasmática e responsável por manter sua forma e estabilidade, este esterol é exclusivo dos fungos (GALVÃO et al., 2003; GOTARDI, 2022).

Os triazois apresentam-se como fungicidas orgânicos e de ação sistêmica (via xilema), são altamente tóxicos sobre a formação dos ácidos graxos integrantes da membrana plasmática dos fungos (GARCIA, 1999). Segundo Rodrigues (2006), os triazois quando em contato com as células fúngicas, vão gerar um acúmulo de esteróis como 4,4-dimetil e 4 α -dimetil, os dois com radical 14 α -metil, dessa forma promovendo o impedimento da ativação do processo de desmetilação do lanosterol para compostos precursores do ergosterol. Alguns dos exemplos de moléculas de triazois são: ciproconazol, difenoconazol, metconazol, propiconazol, tebuconazol, etc (FRAC, 2022).

4.1.2 Estrobilurinas – inibidor externo da quinona “IQE”

No mercado desde 1996, as estrobilurinas tem seu mecanismo de ação atuando no complexo III da cadeia transportadora de elétrons, na inibição da respiração mitocondrial dos fitopatógenos. Para tal bloqueiam a transferência de elétrons do citocromo b para o citocromo c1, no sítio Qo (quinona oxidase externa), impossibilitando a formação de adenosina trifosfato (ATP) e assim interferindo na síntese de energia por parte do patógeno (MATOS et al., 2016; RODRIGUES, 2006).

Segundo Rodrigues (2006) as moléculas deste grupo agem de forma preventiva à infecção pelo patógeno, inibindo a germinação dos esporos, ademais apresentam atividade curativa e erradicante desta forma impedindo o

desenvolvimento de tubos germinativos e apressórios do fungo logo no começo da infecção pelos esporos no tecido foliar, e ainda pode apresentar ação antiesporulante.

As estrobilurinas são classificadas como penetrantes, este segundo termo foi criado em função deste próprio grupo, e refere-se às moléculas que acumulam um depósito livre, porém ligado e associado à camada de cera cuticular das folhas, resistente à intempéries e que é redistribuído na superfície foliar em fase vapor, a redistribuição é incrementada com o aumento da umidade, seja por orvalho ou por chuvas. A atuação dessas moléculas é no mesófilo foliar, e apresentam atividade translaminar (RODRIGUES, 2006; REIS, REIS, CARMONA, 2019). Ainda segundo os autores, as principais estrobilurinas mesostêmicas são azoxistrobina, picoxistrobina, piraclostrobina, e trifloxistrobina, sendo excepcionalmente azoxistrobina a única móvel via xilema.

Moléculas deste grupo além de serem necessárias para o controle de doenças na cultura da soja, conforme Fagan et al. (2010), ainda apresentam efeito benéfico na fisiologia da planta, sendo associado a uma maior tolerância da planta à estresse abiótico pela ação de diminuição da síntese de hormônios como ácido abscísico, etileno e também de enzimas antioxidantes, dessa maneira aumentando o tempo de retenção foliar por parte da planta.

4.1.3 Carboxamidas – inibidores da succinato desidrogenase “SDHI”

O uso de carboxamidas na cultura da soja é recente, iniciou-se a partir de 2013 (SILVA, 2017). Essas moléculas exercem sua atividade inibitória na fosforilação da cadeia respiratória, com a inibição da enzima succinato desidrogenase (SDH) ou complexo II, interrompendo o transporte de elétrons a partir da cadeia transportadora de elétrons. A enzima SDH tem importantes funções na respiração de organismos eucariotos, atuando em dois importantes momentos desse processo: no ciclo de Krebs e na cadeia respiratória mitocondrial (SIEROTZKI, SCALIETT, 2013). Segundo Rodrigues (2006) o complexo II da cadeia respiratória realiza a transferência dos elétrons de FADH₂ para a coenzima Q, intermediado pelo receptor de elétrons FAD.

Conforme citado por Reis (2022) fungicidas deste grupo evitam o transporte de elétrons da succinato para a ubiquinona, e ainda inviabilizam a conversão de succinato para fumarato, desta maneira interferindo nos dois processos de formação de adenosina trifosfato (ATP), assim privando o patógeno de energia. Característica

deste grupo é a mobilidade via xilema por meio da corrente transpiratória (REIS, REIS e CARMONA, 2019).

Assim como as estrobilurinas, as moléculas pertencentes às carboxamidas além de usadas para o controle das principais doenças em soja, também proporcionam efeitos benéficos na fisiologia das plantas, com características similares (FAGAN et al., 2010; JACOBELIS JUNIOR, 2015).

Os principais ingredientes ativos do grupo são: bixafem, fluxapiroxade, impirfluxam e pidiflumetofen (FRAC, 2022).

4.1.4 Multissítios

Os fungicidas multissítios consistem em substâncias químicas compostas por moléculas que agem através de múltiplas rotas bioquímicas dos fungos, resultando em um controle eficaz desses organismos, ao mesmo tempo em que reduzem o risco de desenvolvimento de populações resistentes. A utilização desses fungicidas em conjunto com os de ação sítio específico tem demonstrado ser uma abordagem de interesse, uma vez que potencializa a eficiência no controle dos patógenos e dificulta a ocorrência de resistência (NANUCI, 2020).

Na célula fúngica ocorrem simultaneamente diversas interferências resultantes da ação múltipla dos compostos em diferentes grupos enzimáticos e processos metabólicos vitais. Os efeitos observados provocam alterações na respiração celular, na permeabilidade da membrana e, principalmente, na atividade enzimática (RODRIGUES, 2006). Os fungicidas deste grupo representam os compostos mais antigos conhecidos.

Representados por simples compostos inorgânicos até complexas estruturas orgânicas, são caracterizados por serem compostos não-sistêmicos que estabelecem uma camada protetora contra infecções, agindo de forma curativa ou erradicante contra colônias fúngicas já estabelecidas. Em geral, esses fungicidas interferem simultaneamente em diversos processos bioquímicos, principalmente por meio de sua afinidade com várias enzimas responsáveis por etapas metabólicas vitais para os fungos, ou ainda pela formação de complexos com metais pesados (RODRIGUES, 2006).

Sabe-se que os principais fungicidas multissítios utilizados na cultura da soja são mancozeb (ditiocarbamato), clorotalonil (Isoftalonitrila) e oxiclureto de cobre (cúprico) (RODRIGUES, 2006).

4.1.4.1 Ditiocarbamato

Todos os ditiocarbamatos são derivados do ácido carbâmico, o qual não ocorre naturalmente na natureza e foi sintetizado pela primeira vez em 1920. Os fungicidas pertencentes a este grupo podem ser classificados em cinco categorias distintas: bissulfitos de tetrametiluram (tiram), dimetilditiocarbamatos metálicos (ferbam, ziram), etilenobisditio (mancozeb) e N-metilcarbamato de sódio (metam-sódio) (ALVES, 2016). São fungicidas protetores de amplo espectro, utilizado no tratamento via foliar, solo e sementes (RODRIGUES, 2006).

De maneira geral, os ditiocarbamatos são compostos que interferem na produção de energia e podem ser classificados como inibidores específicos (como o thiram) ou inibidores não específicos de ação múltipla (como o mancozebe) (ALVES, 2016).

Ademais, segundo Alves (2016), o uso de mancozebe é recomendado em devido aos seus efeitos benéficos nas plantas. O mancozebe proporciona um efeito verde nas plantas, além de aumentar a concentração das clorofilas a e b. Além disso, o mancozebe também possui efeitos secundários na nutrição das plantas, fornecendo níveis adequados de manganês (Mn) e zinco (Zn).

4.1.4.2 Isoftalonitrila

Este grupo de fungicidas, introduzido em 1960, representa o principal fungicida não-sistêmico de amplo espectro com ação protetora no controle de uma ampla variedade de fungos. Os fungicidas pertencentes ao grupo de isoftalonitrilas são recomendados para uso isolado ou em combinação e possuem atividade fungistática e fungicida. Similarmente aos fungicidas do grupo dos ditiocarbamatos, os fungicidas do grupo químico das isoftalonitrilas possuem atividade multissítio, interferindo de forma ampla nas funções celulares (RODRIGUES, 2006; ALVES, 2016). O principal fungicida representante deste grupo é o clorotalonil (RODRIGUES, 2006).

4.1.4.3 Inorgânicos

Critério de classificação química dos fungicidas, onde se agrupam os fungicidas cúpricos e sulfurados. São fungicidas com mecanismo de ação multissítio. Esses fungicidas atuam em diversos alvos dentro do fungo. Na forma de Cu^{+2} , eles são prontamente absorvidos pelas células dos fungos sensíveis, formando complexos com enzimas que possuem grupos sulfidríla, hidroxila, amino ou carboxila. Essa interação resulta na inativação dessas enzimas, levando a uma desordem generalizada no metabolismo e à ruptura da integridade da célula (RODRIGUES, 2006).

Ainda segundo Rodrigues (2006), o cobre, como fungicida protetor, é frequentemente utilizado como uma cobertura que protege a planta contra doenças durante seu estágio de crescimento. Para evitar os efeitos fitotóxicos do íon cobre, os produtos à base de cobre devem ser insolúveis em água. Essa característica de insolubilidade é essencial, pois permite que o cobre seja liberado de forma gradual, garantindo uma proteção eficaz contra doenças sem prejudicar a planta. O oxicloreto de cobre é um representante cúprico utilizado em soja.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Localização do experimento

O experimento foi realizado em condições de campo, localizado na cidade de Tapera – RS ($28^{\circ}42'12''$ S e $52^{\circ}51'56''$ W, 380 m de altitude), o solo da região é predominante de Latossolo Vermelho Distrófico típico (SANTOS et al., 2018). Segundo classificação climática de Köppen o clima do município é “Cfa” (KUINCHTNER E BURIOL, 2001).

5.2 Cultivar utilizada

A cultivar de soja utilizada no experimento foi NEO580IPRO (NeoGen), a qual possui hábito de crescimento indeterminado, grupo de maturação 5.8, com ciclo médio de 130 dias. Essa cultivar possui biotecnologia intacta (IPRO) o que confere tolerância ao herbicida glifosato e proteção contra as lagartas: broca das axilas (*Crociosema aporema*), lagarta da soja (*Anticarsia gemmatalis*), lagarta falsa medideira

(*Chrysodeixis includens*) e lagarta das maçãs (*Chloridea virescens*). As sementes já estavam tratadas com inseticida e fungicida, sendo esse processo realizado industrialmente com os seguintes produtos: fipronil (Maestro), fludioxonil + metalaxil-M (Apron RFC), nas dosagens de 200 mL/100kg de sementes, para ambos os produtos.

5.3 Implantação e tratos culturais do experimento

A semeadura ocorreu no dia 14/12/2022, em sistema plantio direto, com espaçamento entre linhas de 0,45 m e densidade da semeadura de 15 sementes m^{-1} . A semeadora utilizada possuía 5 linhas. No sulco de semeadura foram aplicados 300 $kg\ ha^{-1}$ do fertilizante YaraBasa 03-21-21 + 7% de Ca + 5% de S + 0,03% de B + 0,05% de Mn + 0,1% de Zn.

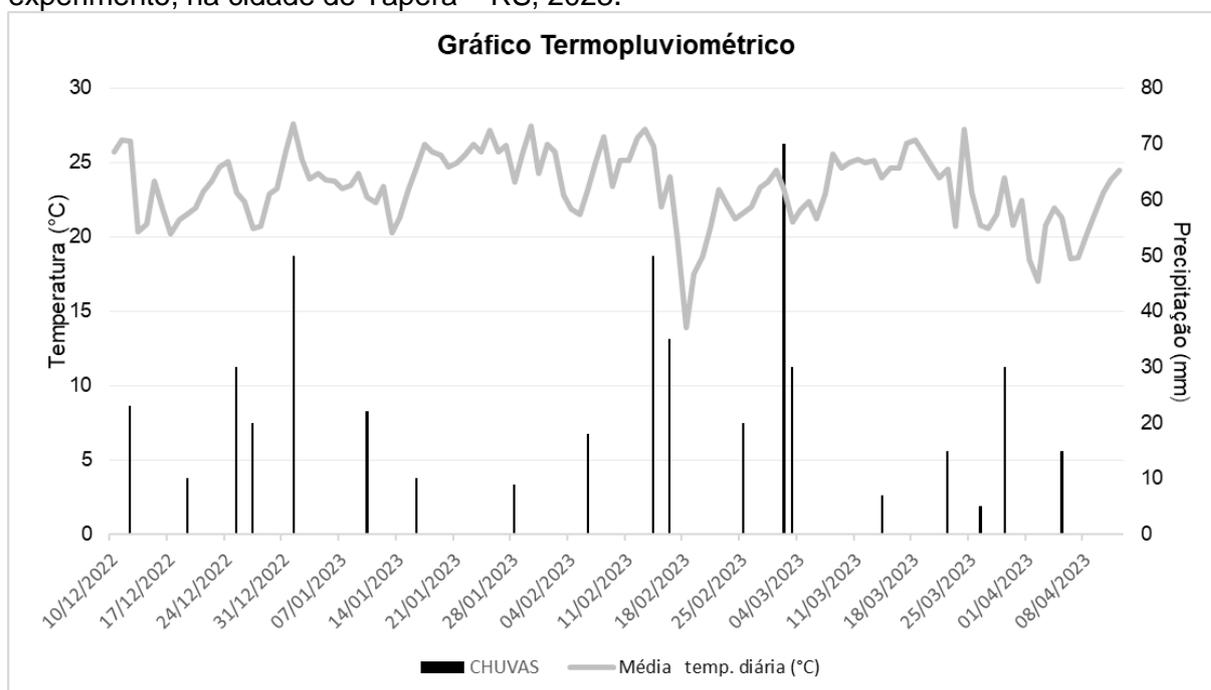
O controle de plantas daninhas foi realizado, primeiramente, com a dessecação da área cerca de 15 dias antes da semeadura. Para isso foram aplicados os herbicidas glifosato (1,5 $L\ ha^{-1}$) e saflufenacil (50 $g\ ha^{-1}$). Um dia antes da implantação do experimento, em manejo pré-semeadura, procedeu-se aplicação do herbicida a base de glufosinato (2 $L\ ha^{-1}$). Ambas as aplicações tiveram uso do óleo vegetal Mess® (250 $mL\ ha^{-1}$). Na dessecação pós emergência da cultura, em estágio fenológico da soja V3, foi realizado uma aplicação de glifosato na dose de 2 $L\ ha^{-1}$ junto do óleo vegetal Áureo® (250 $mL\ ha^{-1}$).

O manejo de pragas foi realizado conforme monitoramento, sendo feito controle de tripses (*Caliothrips sp.*), percevejo barriga verde (*Diceraeus furcatus*) e vaquinha (*Diabrotica speciosa*) com uso de inseticidas de nome comercial Connect® (imidacloprido + beta-ciflutrina) e Galil® (imidacloprido + bifentrina).

5.4 Precipitação e temperatura

A área do experimento teve um acúmulo de precipitações de cerca de 470 mm desde a semeadura até o final do ciclo da cultura da soja (Figura 1), proporcionando condições relativamente boas para o desenvolvimento da cultura no campo, visto que a safra 2022/2023 passou por déficit hídrico em grande parte do estado do Rio Grande do Sul. Ao decorrer dos meses no experimento, o ambiente se fez favorável para ocorrência de diversos patógenos, em diversos estádios fenológicos da soja.

Imagem 1 - Representação gráfica da temperatura diária (°C) e pluviosidade (mm) durante o experimento, na cidade de Tapera – RS, 2023.



5.5 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, sendo composto de 7 tratamentos com 4 repetições, totalizando 28 unidades experimentais. Cada parcela teve 5 m de comprimento com 2,25 de largura, ou seja, cada parcela possuía 11,25 m². A área total do experimento foi de 315 m².

5.6 Tratamentos utilizados

Os tratamentos consistiram em aplicação de diferentes fungicidas comerciais em fase vegetativa, realizada no dia 20/01/2023, aos 30 dias após emergência (DAE) da cultura da soja, coincidindo com estágio fenológico de V4. Além dos fungicidas, permaneceu uma testemunha sem receber esta aplicação, e o tratamento controle que não recebeu aplicações de fungicidas ao longo de todo ciclo. Dessa forma, somaram 7 tratamentos, conforme Tabela 1.

Tabela 1 -Tratamentos alvo de estudo no experimento safra soja 2022/2023.

Tratamentos	1ª (V4)	Doses (ml/ha)
T1 - Testemunha	Sem aplicação zero	-
T2	(difenoconazol + ciproconazol)	300
T3	(azoxistrobina + ciproconazol)	350
T4	(fluxapiroxade+ piraclostrobina)	300
T5	(propiconazol + difenoconazol)	100
T6	(pidiflumetofen + difenoconazol)	500
T7- Controle	Sem nenhuma aplicação	-

Para realização das aplicações foi utilizado um pulverizador costal pressurizado CO₂, equipado com uma barra de 5 bicos espaçados a 0,50 m com uma vazão de 160 L ha⁻¹. As aplicações foram realizadas sob condições climáticas favoráveis. As doses e fungicidas utilizados, bem como o estágio fenológico no momento da aplicação estão apresentados na Tabela 1, ademais todos os tratamentos que receberam fungicida tiveram adição de óleo vegetal Áureo® na dose de 50 mL ha⁻¹.

Além da aplicação de diferentes fungicidas em fase vegetativa da planta, foram realizadas mais quatro aplicações (nos tratamentos T1, T2, T3, T4, T5 e T6), padronizadas com intervalos de 14 dias, sendo utilizado bixafem + protioconazol + trifloxistrobina (Fox Xpro®) na dose de 500 mL ha⁻¹ juntamente do óleo vegetal (Áureo®) 200 mL ha⁻¹, com exceção da parcela controle (T7).

Para estas aplicações do programa de fungicidas (comum a todos os tratamentos), foi utilizado um pulverizador costal com capacidade de 20 litros, equipado com uma barra de 4 bicos espaçadas a 0,50 m, com uma vazão de 100 L ha⁻¹. Nos momentos de todas as aplicações foram respeitadas as condições climáticas, temperatura, umidade relativa do ar e a velocidade do vento.

Tabela 2 - Programa de aplicação de fungicidas além dos tratamentos em fase vegetativa de V4 da soja.

Tratamento	1ª (vegetativo)	2ª	3ª	4ª	5ª
1	-	A	A	A	A
2	Tratamento 2	A	A	A	A
3	Tratamento 3	A	A	A	A
4	Tratamento 4	A	A	A	A
5	Tratamento 5	A	A	A	A
6	Tratamento 6	A	A	A	A
7	-	-	-	-	-

A= bixafem + protioconazol + trifloxistrobina (Fox Xpro®) 500 mL ha⁻¹ + adjuvante óleo vegetal (Áureo®) 200 mL ha⁻¹

5.7 Avaliações do experimento

5.7.1 Avaliação de severidade de manchas para AACPD

A severidade é uma forma de avaliar a intensidade da doença e é utilizada para quantificar a porcentagem do tecido foliar que apresenta sintoma de doenças foliares. Segundo Brito et al. (2008) essa variável é utilizada para a realização da construção da curva de progresso da doença e cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) pelo método proposto por Campbell & Madden (1990). O modelo apresentado por esses autores, é baseado na evolução da doença em determinado período de tempo, e é expresso pela seguinte equação.

$$AACPD = \sum_{i=1}^n \frac{(Y_i + Y_{i+1})}{2} * (T_{i+1} - T_i)$$

Onde n é referente ao número de avaliações, Y refere-se à severidade que é expressa em porcentagem, e T é o período de tempo no qual foram realizadas as avaliações sendo expresso em dias e representa o intervalo entre duas avaliações consecutivas.

Os valores de AACPD foram utilizados para realização da porcentagem de eficiência de controle das doenças, conforme a fórmula de Abbot (1925), sendo expressa pela equação.

$$EC\% = \frac{(T - t) * 100}{T}$$

Onde T é apresentado pelo valor da AACPD da testemunha, t representa o valor da AACPD de algum tratamento.

As avaliações de severidade de manchas foliares iniciaram a partir da observação dos primeiros sintomas, que ocorreram a partir do estágio fenológico de pleno florescimento (R2). As avaliações foram realizadas após as aplicações de fungicida, sendo finalizadas em R5.3. Ao todo, a severidade foi avaliada em 4 datas, sendo elas 21/02/23, 05/03/23, 18/03/23 e 01/04/23. Nessas avaliações foram avaliadas 5 plantas por parcela, para se obter a incidência das manchas foliares, e nas mesmas plantas foram destacados 5 folíolos para obtenção da porcentagem de severidade.

Para auxílio na avaliação de severidade nos folíolos e uma melhor exatidão na porcentagem de tecidos foliares infectados pelos patógenos, foi utilizado o software LeafDoctor.

5.7.1.1 Aplicativo Leaf Doctor

Este software foi desenvolvido por Pethybridge e Nelson (2015). O LeafDoctor vem a ser um aplicativo de smartphone, o qual permite que o usuário selecione diferentes cores de tecido sadio da folha, ou tecidos que não estejam com sintomas dos fitopatógenos. Então o usuário pode mover uma barra deslizante horizontal para seleção limiar até que somente os tecidos sintomáticos estejam coloridos de azul. O algoritmo utiliza valores especificados pelo usuário para até oito cores de tecidos saudáveis na fotografia. Então resulta em uma imagem pixelizada com a porcentagem de severidade. Ou seja, o usuário seleciona apenas cores do tecido sadio da folha, e o aplicativo estabelece a porcentagem de severidade da lesão onde a cor não foi selecionada. Na Imagem 2 está representado o passo a passo do processo de obtenção da porcentagem de tecidos acometidos pelas lesões.

Imagem 2 - Utilização do app LeafDoctor para quantificação de severidade de manchas foliares



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

5.7.2 Colheita e avaliação dos componentes de produtividade da soja

Para avaliação dos componentes de produtividade ou também, componentes de rendimento da cultura, utilizaram-se as variáveis: Número de legumes por planta (NLP), número de grãos por legume (NGL), número de grãos por planta (NGP), peso de mil grãos (PMG), além da produtividade final em kg ha^{-1} . Para obtenção das

variáveis NLP e NGL foram coletadas plantas em 1 metro linear e feita a contagem manual.

A colheita foi realizada no dia 24/04/2023, utilizando uma colhedora de parcelas experimentais, apresentada na Imagem 3. Foram colhidas as 3 linhas centrais de cada parcela. As 3 linhas centrais das parcelas foram medidas antes da colheita em todas unidades experimentais, para obtenção da área útil a ser colhida em cada parcela. Pós colheita da área útil do experimento, os grãos tiveram a massa quantificada em uma balança digital, e tiveram sua umidade mensurada através de um medidor de umidade de grãos portátil, com isso foi feita a correção de umidade para umidade comercial de 13%. Também, neste momento foram separados 400 grãos através de um contador eletrônico de sementes e grãos, para a variável de PMG.

Imagem 3 -Colheita das parcelas experimentais.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Imagem 4 -Processo de pós colheita para obtenção do peso de mil grãos, produtividade e umidade (%) dos grãos. Onde A) peso dos grãos colhidos na parcela. B) obtenção da umidade. C) separação dos grãos para o PMG. D) contagem de 400 grãos e posterior pesagem.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

5.8 Eficiência econômica

Para a estimativa do índice de eficiência econômica foi utilizada a seguinte equação:

$$\text{Eficiência Econômica} = \frac{Ca}{Ra}$$

Onde Ca é o custo da aplicação por hectare e Ra é o retorno (lucro ou prejuízo) obtido com a aplicação, por hectare. Valores podem variar de zero a infinito, sendo quanto mais próximo a zero maior a eficiência econômica do produto, ou seja, é a relação custo benefício do produto utilizado (ENGEL et al., 2019).

Para a realização deste índice, utilizou-se a média do preço da saca de soja do mês de abril de 2023, o qual foi o mês da colheita do experimento. Médias essas obtidas nos sites das cooperativas da região, sendo assim utilizou-se o valor de R\$138,00 para o preço da saca de soja. Os preços dos fungicidas foram cotados em revendas e cooperativas da região, esses preços foram convertidos para saca.ha⁻¹, com base o preço da saca de R\$ 138,00.

5.9 Análise estatística

Os dados das variáveis obtidas durante a condução do experimento foram submetidos à análise de variância e as médias submetidas ao teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Para isso, utilizou-se software SASM- AGRÍ de Cateneri et al. (2001).

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 AACPD e Eficiência de Controle

A partir da severidade das doenças ao longo do tempo, procedeu-se o cálculo da AACPD e a eficiência de controle de cada tratamento estudado. A eficiência de controle é baseada na AACPD dos tratamentos e correlacionada com o valor de AACPD do tratamento controle (sem fungicida ao longo do ciclo), cuja eficiência de controle é atribuído zero por cento. Pode-se observar, pela análise da variância, que os tratamentos apresentaram influência sobre a AACPD, conforme Tabela 3.

Tabela 3 -AACPD e eficiência de controle de manchas foliares em função de diferentes fungicidas utilizados na aplicação zero da cultura da soja, safra 2022-2023.

Tratamento	Ingrediente ativo (I.A)	AACPD (Manchas Foliares)	Eficiência de Controle (%)
1	Testemunha (Sem Aplicação Zero)	433,97 b	51
2	Difenoconazol + Ciproconazol	270,66 c	69
3	Azoxistrobina + Ciproconazol	271,95 c	69
4	Fluxapiroxade + Piraclostrobina	214,67 c	76
5	Propiconazol + Difenoconazol	259,90 c	71
6	Difenoconazol + Pidiflumetofem	233,97 c	73
7	Controle (sem fungicida)	885,05 a	0
C.V. (%)		14,10	

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A partir dos dados apresentados na Tabela 3, percebe-se que os menores valores médios de AACPD foram alcançados nos tratamentos que receberam aplicação na fase vegetativa de V4, aos 30 DAE, (T2, T3, T4, T5 e T6) sem diferença significativa entre eles. Seguido pelo tratamento testemunha, o qual não recebeu aplicação de fungicida em V4, diferenciando estatisticamente dos tratamentos que receberam a aplicação. O tratamento controle, o qual não recebeu aplicações de fungicidas ao longo de todo ciclo foi o que apresentou maior valor de AACPD, diferenciando de todos os demais tratamentos.

Os valores de AACPD acabaram por demonstrar a elevada incidência e severidade que as manchas foliares podem provocar em áreas sem proteção/tratamento, ou mesmo onde as aplicações são feitas tardiamente, salientando a importância das aplicações serem feitas preventivamente. Trabalhos realizados por Fernandes et al (2020) em Rio Verde – GO e Guimarães (2008) em Cristalina – GO, tiveram resultados que corroboram com os dados deste experimento, onde os tratamentos que receberam aplicação de fungicida de forma antecipada em fase vegetativa, aos 30 DAE, apresentaram menores valores de médios de AACPD em relação às suas respectivas testemunhas.

Assim, onde foi utilizada a aplicação zero, em fase vegetativa (V4) houve redução da quantidade de manchas foliares (AACPD) em relação ao tratamento controle e ao tratamento testemunha. Os estudos de Guimarães (2008) também constataram os benefícios da aplicação de fungicida em fase vegetativa da soja para

a diminuição de AACPD média, e melhores níveis de controle de mancha parda (*Septoria glycines*).

Analisando as variáveis AACPD e Eficiência de Controle (%), é possível verificar que em relação ao estágio fenológico inicial de aplicação de fungicidas, sendo V4 para T2, T3, T4, T5 e T6 ou R2 para T1, o estágio vegetativo V4 (independente da combinação de ingredientes ativos) apresentou-se mais eficiente, conforme os menores valores de AACPD e maior porcentagem de eficiência de controle destes tratamentos.

A porcentagem de eficiência de controle alcançada onde foi realizada aplicação zero (V4), foi numericamente superior para todos os fungicidas testados, quando comparados à testemunha, onde se iniciou as aplicações posteriormente (R2) (Tabela 3). Entretanto, a eficiência de controle dos tratamentos foram menores que 80%, valor determinado pela FRAC (REIS; REIS e CARMONA, 2019). O tratamento 4 (Fluxapiraxade + Piraclorobina) e o tratamento 6 (Difenoconazol + Pidiflumentofen), resultaram em 76% e 73% de controle respectivamente, e foram os que apresentaram maior porcentagem de controle dentre os tratamentos. Atribui-se o destaque desses dois tratamentos em relação aos demais pelo fato de um ser uma mistura de estrobilurina e carboxamida (T4), e outro (T6) ter em sua composição uma molécula mais recente do grupo químico das carboxamidas, o pidiflumentofen (REIS, 2022), junto de difenoconazol, um triazol que é muito utilizado para controle de manchas foliares por apresentar boa ação contra DFC's incluindo *Cercospora kikuchii* e *Septoria glycines* (DALLAGNOL et al., 2006).

O tratamento 5 (Propiconazol + Difenoconazol) também se manteve superior a 70% de controle, mostrando-se eficiente no controle de manchas foliares, seguido do tratamento 2 (Difenoconazol + Ciproconazol) e tratamento 3 (Azoxistrobina + Ciproconazol), os quais tiveram eficiência de controle similares.

Ainda conforme o experimento de Fernandes et al. (2020), assim como neste, destacaram-se os tratamentos que continham difenoconazol na mistura, como T5 e T6. Ademais, o tratamento 4 que conteve em sua mistura fluxapiraxade (carboxamida) e piraclorobina (estrobilurina) apresentou bom desempenho tanto no controle de manchas foliares com baixa AACPD, como ganho em produtividade. Dessa maneira apresentando certa correlação entre menores valores de AACPD e a produtividade.

6.2 Componentes de Produtividade

Não houve diferença significativa entre os tratamentos quanto aos componentes de produtividade a seguir: estande de plantas (EP), nº de legumes por planta (NLP), nº de grãos por planta (NGP) e nº de grãos por legume (NGL), conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Resultado dos componentes de produtividade da cultura da soja em resposta aos diferentes fungicidas utilizados na aplicação zero.

Tratamento	Ingrediente Ativo (I.A)	Componentes de Produtividade			
		EP (pl/m)	NLP	NGP	NGL
1	Testemunha	12,33 ^{ns}	68,90 ^{ns}	169,34 ^{ns}	2,37 ^{ns}
2	Difenoconazol + Ciproconazol	11,67	62,89	151,82	2,41
3	Azoxistrobina + Ciproconazol	11,17	62,30	150,40	2,43
4	Fluxapiraxade + Piraclostrobina	12,42	68,34	164,40	2,42
5	Propiconazol + Difenoconazol	12,10	64,65	156,67	2,43
6	Difenoconazol + Pidiflumetofem	11,60	65,23	157,65	2,42
7	Controle (sem fungicida)	11,00	65,44	154,99	2,36
C.V. (%)		14,15	17,25	16,37	2,13

ns: não significativo pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Com relação à produtividade e PMG, houve diferença estatística significativa entre alguns tratamentos para com o tratamento controle (T7), porém não diferenciando entre si, conforme pode ser visualizado na Tabela 5.

Tabela 5 - Resultado da produtividade de grãos (kg ha⁻¹), e componente de rendimento peso de mil grãos (PMG) em resposta à aplicação zero em estágio fenológico V4.

Tratamento	Ingrediente ativo (I.A)	PMG (g)	Produtividade kg ha ⁻¹
1	Testemunha	138,22 ab	3017,5 ab
2	Difenoconazol + Ciproconazol	142,41 ab	3158,75 ab
3	Azoxistrobina + Ciproconazol	144,13 a	3060,25 ab
4	Fluxapiraxade + Piraclostrobina	148,31 a	3430,5 a
5	Propiconazol + Difenoconazol	148,57 a	3439,25 a
6	Difenoconazol + Pidiflumetofem	147,63 a	3307,00 a
7	Controle (sem fungicida)	131,71 b	2602,75 b
CV (%)		3,46	8,05

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Para produtividade os tratamentos 1, 2 e 3 não diferiram dos demais, ou seja, os fungicidas utilizados nos T2 e T3 neste experimento não tiveram ganhos em produtividade a ponto de se diferenciarem se comparados ao tratamento controle onde não foi realizada a aplicação de fungicidas.

A diferença de produtividade nos tratamentos que diferiram do T7 controle, possivelmente, é devido à variável pelo peso de mil grãos (PMG) (Tabela 5), visto que no restante dos componentes de rendimento não houve diferença estatística (Tabela 4).

A eficácia dos fungicidas pode ser inconsistente quando aplicados durante os estágios vegetativos da cultura da soja e nem sempre resultam em aumentos na produtividade, mesmo apresentando bom controle das manchas foliares (GALLOTTI; JUNIOR; BACKES, 2005, FERNANDES et al., 2020).

O trabalho realizado por Fernandes et al. (2020) no qual os autores avaliaram fungicidas utilizados na aplicação zero (25 a 30 DAE) em uma cultivar de soja tardia e outra precoce, obtiveram resultados semelhantes ao presente trabalho na cultivar tardia, onde a produtividade final não diferiu da testemunha onde não houve aplicação de fungicida em fase vegetativa. Os tratamentos 4, 5 e 6 diferiram do tratamento controle com produtividade de grãos elevada em função da aplicação zero. Tais resultados são semelhantes ao obtido por Fernandes et al. (2020) na cultivar tardia, onde só diferiu o tratamento controle dos tratamentos com aplicação zero e sem.

Tiveram ganho em produção de 8,8% no T6 (289,5 kg ha⁻¹), 12% no T4 (413 kg ha⁻¹) e 12,3% no T5 (421,75 kg ha⁻¹) em relação à testemunha sem aplicação vegetativa. Forcelini e Roehrig (2019) obtiveram no experimento realizado na safra de 2018/19 um ganho em produtividade de 948 kg ha⁻¹ quando as aplicações de fungicidas iniciaram no estágio vegetativo V5, aos 30 dias após emergência, os mesmos autores, avaliando a safra anterior, em 2017/18, ao iniciar as aplicações de fungicidas no estágio V5, observaram um incremento de 222 kg ha⁻¹. Em 12 anos de pesquisa, comparando os experimentos com e sem aplicação de fungicidas no vegetativo, os autores observaram uma diferença média de 360 kg ha⁻¹ quando se realizou aplicação de forma antecipada. Esses dados corroboram com os obtidos no presente trabalho. Os mesmos autores ainda relatam que obtiveram ganhos de 378 kg ha⁻¹ a 576 kg ha⁻¹ com uma aplicação de propiconazol + difenoconazol aos 30 DAE, fato esse que também corrobora com o resultado deste experimento, onde o

tratamento 5 se destacou, com essa mistura de triazóis, deixando conspícua a eficiência e resposta desta mistura em aplicações nesta fase.

Importante salientar que mesmo os tratamentos T1, T2, T3 não diferindo do tratamento controle (sem aplicações de fungicidas), onde se teve uma produtividade muito baixa devido a incidência e severidade de doenças, reforça-se a importância do controle químico de doenças em soja, para se atingir maiores produtividades.

O tratamento 5 (propiconazol + difenoconazol) pode ter se destacado em produtividade e PMG, provavelmente pela manutenção da área foliar sadia no terço inferior da planta por um tempo maior, pela molécula de difenoconazol apresentar boa eficiência no controle de manchas foliares (DALLAGNOL et al., 2006; FORCELINI; ROEHRIG, 2019). Mostrando PMG superior em relação à testemunha, tratamento 2 e o tratamento controle, o qual foi o único que se diferenciou estatisticamente.

Semelhante foram o tratamento 4 (fluxapiraxade + piraclostrobina) e o tratamento 6 (difenoconazol + pidiflumetofem). As moléculas presentes nestes tratamentos demonstram além de bom controle de manchas foliares, como visto na Tabela 3 mostrando baixos valores de AACPD e maiores porcentagens de eficiência de controle, apresentam efeitos fisiológicos nas plantas.

Um importante efeito observado nas plantas, ilustrado no esquema da Imagem 5, após o uso de estrobilurinas ou carboxamidas foi a diminuição da produção de etileno, conseqüentemente retardando a senescência das folhas e prolongando o período em que a planta permanece realizando fotossíntese ativamente, esse efeito é conhecido por “Efeito Verde” (FAGAN et al., 2010). Esses grupos químicos ainda apresentam outros benefícios fisiológicos à planta, tais como: aumento da enzima nitrato redutase, aumento dos teores de clorofila e proteínas, aumento da taxa fotossintética e diminuição da respiração celular. Esses dois grupos também são correlacionados à maior tolerância da planta tratada a estresses abióticos, pelo fato de ter ação no metabolismo do ácido abscísico e enzimas antioxidantes (TÖFOLI et al., 2013; JACOBELIS, 2020). Isso pode explicar o fato dos tratamentos que continham ingredientes ativos destes dois grupos, se diferenciarem estatisticamente do tratamento controle, a variável PMG.

Os resultados observados no tratamento testemunha indicam que com a aplicação de fungicidas realizada tardiamente, a proteção não alcançou o terço inferior da planta, de tal forma que teve uma perda de área foliar precocemente, resultando em um menor PMG (Tabela 5). Já o tratamento controle, onde não recebeu nenhuma

aplicação de fungicida, teve o menor PMG, explicado também pela desfolha precoce estando sem a proteção dos fungicidas.

Na imagem 5 está apresentada parcelas de soja com seus respectivos tratamentos, no dia 05/04/2023 aos 105 DAE da cultura. É possível observar a senescência mais precoce no tratamento 1 onde não foi realizada a aplicação zero, desfolha alta no tratamento controle (T7), e folhas ativas nos tratamentos com aplicação em fase vegetativa (Imagem 5).

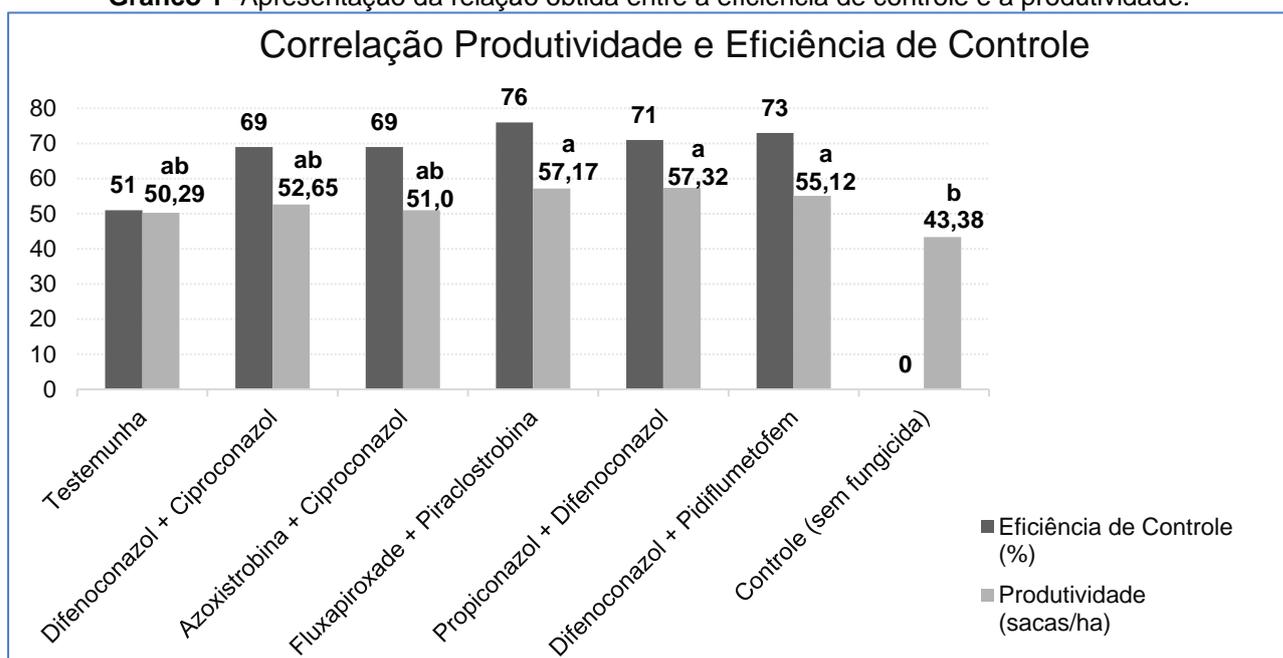
Imagem 5 -Parcelas de soja, com seus respectivos tratamentos apresentadas aos 105 dias após a emergência.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Durante a observação dos dados, foi possível perceber uma relação entre a eficiência de controle e a produtividade dos tratamentos (gráfico 1), onde os tratamentos mais produtivos tiveram uma maior eficiência de controle. No outro extremo, quanto menor foi a eficiência de controle, menor foi a produtividade de grãos.

Observa-se que os tratamentos em que o controle foi superior a 70% foram os que mais responderam em termos de produtividade de grãos.

Gráfico 1 -Apresentação da relação obtida entre a eficiência de controle e a produtividade.

6.3 Eficiência econômica

Conforme os dados obtidos na realização deste experimento, nas condições climáticas a que fora submetido durante a safra de 2022/23, com base na produtividade de grãos e custo dos fungicidas, se obteve o índice de eficiência econômica dos produtos testados. Observou-se variabilidade dentre os tratamentos com o uso da aplicação “zero”.

Tabela 6 -Índice de eficiência econômica dos produtos utilizados no experimento, baseado no custo por hectare e lucro por hectare.

Tratamento	Ingrediente Ativo (I.A)	Dose ml.ha ⁻¹	*Custo ha ⁻¹	*Lucro ha ⁻¹	Eficiência Econômica
1	Testemunha	-	-	-	-
2	Difenconazol+ Ciproconazol	300	0,55	2,36	0,23
3	Azoxistrobina + Ciproconazol	350	0,56	0,72	0,77
4	Fluxapiroxade + Piraclostrobina	350	0,76	6,88	0,11
5	Propiconazol + Difenconazol	100	0,22	7,03	0,03
6	Difenconazol + Pidiflumetofem	500	1,78	4,88	0,36
7	Controle (sem fungicida)	-	-	-	-

*- Em sacas/ha, preço da soja na média do mês de abril/23 sendo R\$138,00.

Com o preço base da saca de soja para o mês de abril sendo R\$ 138,00, os valores dos produtos cotados foram convertidos para sacas por hectare, assim como o custo e o lucro. Como os produtos foram cotados pelo preço do litro, foi realizado o cálculo para se estabelecer o custo da dose por hectare, de acordo com as dosagens da Tabela 1. E assim, da mesma forma através da produtividade do tratamento testemunha, foi feito o cálculo para obtenção da diferença em sacas.ha⁻¹ entre a testemunha e os demais tratamentos, excluindo o tratamento controle. Através de regra de três simples.

Os princípios ativos apresentaram variações na eficiência de controle e produtividade de grãos, como apresentado nas tabelas 3 e 5, e também na relação custo-benefício. De acordo com a Tabela 6, o tratamento que apresentou maior eficiência econômica foi o 5 (Propiconazol + Difenconazol), seguido do tratamento 4 (Fluxapiraxade + Piraclostrobina), estes também foram os tratamentos mais produtivos. Salienta-se que o custo por hectare do tratamento 5 é o mais baixo de todos, pelo fato da dose recomendada do produto na cultura da soja ser mais baixa que os demais fungicidas.

7 CONCLUSÕES

Diante do exposto, este experimento conclui que:

Todos os tratamentos que receberam aplicação zero reduziram o progresso da doença em relação à testemunha, se diferenciando estatisticamente deste tratamento. Portanto a aplicação de fungicidas no estágio vegetativo foi efetiva para redução de severidade das manchas foliares, consequentemente reduzindo os valores de AACPD e aumentando a eficácia de controle dos tratamentos. Com destaque para os tratamentos 4, 5 e 6 que foram os mais eficientes no controle.

A aplicação zero em estágio vegetativo V4 não influenciou os componentes de rendimento: EP, NLP, NGP e NGL.

Em relação à produtividade de grãos, os tratamentos 4, 5 e 6 se diferiram do tratamento controle, sendo mais produtivos.

Na variável PMG, os tratamentos 3, 4, 5, 6 se diferenciaram do controle (7) com um valor de PMG mais elevado. O tratamento testemunha e o T1, não diferenciaram do tratamento controle.

Quanto à eficiência econômica do manejo baseada na relação custo-benefício, os tratamentos 5, 4 e 2 foram os que melhores apresentaram retorno sobre o investimento feito para realização desta aplicação.

Em relação ao tratamento sem aplicação de fungicidas (T7) que apresentou menor produtividade e menor PMG, isso reforça ainda mais a importância e a necessidade de utilizar o controle químico das doenças foliares para alcançar rendimentos satisfatórios.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. M. R. et al. Doenças da Soja. In: KIMATI, H. et al. (Org.). **Manual de fitopatologia:doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Ceres, 2005.

ALVES, J. S.; ESPÍNDOLA, S. M. C. G.; LUCAS, F. T.; TEIXEIRA, G. A. C.; DE SANTI, G. R.; FARIA, L. P. M. de; SILVA, G. A. da. **Severidade de doenças fúngicas em genótipos de soja semeados em Uberaba**, MG. Agrarian, [S. l.], v. 6, n. 21, p. 236–244, 2013. Disponível em: < ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/1909 >. Acesso em: março, 2023.

ALVES, V. M. **Fungicidas protetores no manejo da ferrugem da soja, processos fisiológicos e produtividade da cultura**. 2016. 98 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, 2016. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/0100-5405/167203> > Acesso em: junho, 2023.

CANTERI, M.G.; ALTHAUS, R.A.; VIRGENS FILHO, J.S. das; GIGLIOTI, E.A.; GODOY, C.V. **SASM-Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas 41 pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan**. Revista Brasileira de Agrocomputação, v.1, p.18-24, 2001.

CARNIEL, L. A.; MENOSSO, R.; BALBINOT JUNIOR, A. A. **Reação de cultivares de soja às doenças de final de ciclo com e sem aplicação de fungicidas**. Unoesc & Ciência - ACET, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 83–90, 2014. Disponível em: <https://periodicos.unoesc.edu.br/acet/article/view/1751>. Acesso em: junho, 2023

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Brasília**, DF, v. 9, safra 2021/22, n. 12 décimo segundo levantamento, setembro 2022.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 10, safra 2022/23, n. 8 oitavo levantamento, maio 2023.

DALLAGNOL, L.J., NAVARINI, L., UGALDE, M.G., BALARDIN, R.S., CATELLAM, R. **Utilização de Acibenzolar-S-Methyl para Controle de Doenças Foliares da Soja**. Summa Phytopathologica, v.32, n.3, p.255-259, 2006.

DEUNER, C. Quem causa. **Revista Cultivar: Grandes Culturas**, v. 21, n. 266, p. 18-20, julho 2021.

EMATER/RS – Ascar. **Informativo Conjuntural**. Porto Alegre, n. 1766, p. 5, 7 jun. 2023

EMBRAPA, 2010. **SOJA: alimentação e saúde e novos usos**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18123381/soja-alimentacao-e-saude-e-novos-usos> > Acesso em abril, 2023.

EMBRAPA, 2022. **SOJA EM NÚMEROS (safra 2021/22)**. Disponível em < <https://www.embrapa.br/en/soja/cultivos/soja1/dados-economicos> > Acesso em: junho, /2023.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de Produção de Soja** – Região Central do Brasil 2011. Londrina: Embrapa Soja, Sistemas de Produção 14, 2010, 255 p

ENGEL, et al. (2019). **Eficiência econômica de inseticidas sobre Euschistus heros na cultura da soja**. Revista Interdisciplinar de Ensino, Pesquisa e Extensão, v.6, n.1, p. 350-357

FAGAN, E. B.; DOURADO NETO, D.; VIVIAN, R.; FRANCO, R. B.; YEDA, M. P.; MASSIGNAM, L. F.; MARTINS, K. V. **Efeito da aplicação de piraclostrobina na taxa fotossintética, respiração, atividade da enzima nitrato redutase e produtividade de grãos de soja**. Bragantia, v. 69, n. 4, 2010

FAGAN, E. B.; DOURADO NETO, D.; VIVIAN, R.; FRANCO, R. B.; YEDA, M. P.; MASSIGNAM, L. F.; MARTINS, K. V. **Efeito da aplicação de piraclostrobina na taxa fotossintética, respiração, atividade da enzima nitrato redutase e produtividade de grãos de soja**. Bragantia, v. 69, n. 4, 2010

FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da Soja**. Londrina, PR: Embrapa soja, 2007. 9p. (Circular técnica, 48). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/470308>> Acesso em: maio, 2023.

FEHR, W.R.; CAVINES S, C.E. **Stagesofsoybeandevlopment**. Ames: StateUniversityof Science and Technology, Special Report, 80. 1977. 11p

FERNANDES, R. H., ALMEIDA, D. P., LIMA, D. T., FURTINI NETO, A. E., **Aplicação de fungicidas em fase vegetativa em cultivares de soja de ciclo precoce e tardio**, Revista Comigo, v. 3, n. 1, p. 132 – 142, 2020.

FORCELINI, A. C. **Doenças em soja: entendendo as diferenças entre biotróficos e necrotróficos**. Revista Plantio Direto, Passo Fundo: Aldeia Norte, edição 120, nov./dez. 2010.

FORCELINI, A. C., ROEHRIG, R. Caderno Técnico Agosto Parte 1: **Foco no vegetativo**. Revista Cultivar: Grandes Culturas, v. 19, p. 2-4, agosto 2019. Disponível em: < <https://revistacultivar.com.br/artigos/caderno-tecnico-agosto-parte-1-foco-no-vegetativo> > Acesso em: maio, 2023.

FUNGICIDE RESISTANT ACTION COMMITTEE - FRAC. **Fraccodelist**. 2022. Disponível em: <https://www.frac.info/docs/default-source/publications/frac-code-list/frac-code-list-2022--final.pdf?sfvrsn=b6024e9a_2> Acesso em: abril, 2023.

GALLOTTI, G. J. M.; JUNIOR, A. A. B.; BACKES, R. L. **Efeito da época de semeadura e da aplicação de fungicidas no progresso de ferrugem asiática, oídio e doenças de final de ciclo na cultura da soja**. Revista de Ciências Agroveterinárias, v. 4, n. 2, p. 87-93, 2005.

GALVÃO, J. G. et al. **Uso do fungo Fusariumoxysporum como indicador de ametrina, através da medida de biomassa, pela quantificação do ergosterol**. Ciência e Agrotecnologia, v. 27, p. 840-845, 2003.

GARCIA, A. **Fungicidas I: utilização no controle químico de doenças e sua ação contra os fitopatógenos**. Porto Velho: Embrapa-CPAF Rondônia, 1999. 26 p. (Embrapa-CPAF Rondônia. Documentos, 46).

GODOY, C. V., UTIAMADA, C. M., MEYER, M. C., CAMPOS, H. D., LOPES, I. de O. N., DIAS, A. R., MUHL, A., MORESCO, E., ROY, J. M. T., GRIGOLLI, J. F. J., ARRUDA, J. H., NAVARINI, L., BELUFI, L. M. de R., SILVA, L. H. C. P. da, SATO, L. N., CANTERI, M. G., SENGER, M., MULLER, M. A., DEBORTOLI, M. P., MARTINS,

M. C., TORMEN, N. R., BALARDIN, R. S., KONAGESKI, T. F. CARLIN, V. J. **Eficiência de fungicidas multissítios no controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsorapachyrhizi*, na safra 2019/2020:** resultados sumarizados dos experimentos cooperativos. 2020. Londrina: Embrapa Soja, 2020. 14 p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 161).

GOTARDI, G. A. **Eficácia, movimento superficial e atividade sistêmica dos fungicidas triazóis, triazolintiona, estrobilurinas e carboxamidas isolados no controle da ferrugem da soja.** Dissertação (mestrado)-Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, 2022. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/217629> >.

GOULART, A.C.P. **O Sistema Plantio Direto e as doenças de plantas.** 2009. Disponível em:<www.infobibos.com.br/Artigos/2009_1/SPDdoencas/index.htm >. Acesso em: maio, 2023.

HENNING, A. A.; ALMEIDA, A. M. R.; GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; YORINORI, J. T.; COSTAMILAN, L. M.; FERREIRA, L. P.; MEYER, M. C.; SOARES, R. M.; DIAS, W. P. **Manual de identificação de doenças de soja.** 5. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 76 p.

HOFFMANN, L.L.; REIS. E.M.; FORCELINI, C.A.; PANISSON, E.; MENDES, C.S. & CASA, R.T. **Efeitos da rotação de cultura, de cultivares e da aplicação de fungicida sobre o rendimento de grãos e doenças foliares em soja.** Fitopatologia Brasileira, Brasília, v.29, n.3, p.245-251, 2004.

J.G. TÖFOLI, P.C.T. MELO, R.J. DOMINGUES, J.T. FERRARI. **Controle da requeima e pinta preta da batata por fungicidas: conceitos, evolução e uso integrado.** *Biológico*, São Paulo, v.75, n.1, p.41-52, jan./jun., 2013. Disponível em:<https://www.researchgate.net/publication/272176562_Controlo_da_requeima_e_pinta_preta_da_batata_por_fungicidas_conceitos_evolucao_e_uso_integrado >, acesso em maio, 2023.

JACOBELIS JUNIOR, W. **Estrobilurinas e carboxamidas na fisiologia e no manejo de pinta preta em tomateiro.** Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp, Campus de Botucatu, Tese de Doutorado, 2020. Disponível em:

<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/193250/jacobelis%20junior_w_dr_botfca.pdf?sequence=4&isAllowed=y >, acesso em: maio, 2023.

JACOBELIS JUNIOR, Walter. **Ação de fungicidas no desenvolvimento de plantas de tomate, em condições de ambiente protegido**. 2015. vi, 47 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/136079>>. Acesso em junho, 2023.

KUINCHTNER, A.; BURIOL, G. A. **Clima do Estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwaite**. *Disciplinarum Scientia | Naturais e Tecnológicas*, v. 2, n. 1, p. 171-182, 2001.

MADALOSSO, M. G., Como diagnosticar o crestamento por cercóspora em soja. *Revista Cultivar: Grandes Culturas*, v. 17, n. 215, abril 2017. Disponível em: <<https://revistacultivar.com.br/artigos/como-diagnosticar-o-crestamento-por-cercospora-em-soja> > Acesso em abril, 2023.

MATOS, G. A.; SOUSA, F. A.; PAULO JÚNIOR, J.; LIMA, L. M. **Avaliação da mistura de fungicidas no controle de doenças do cafeeiro**. *Revista Getec*, v. 5, n. 9, p. 90-103, 2016.

MICHEREFF, S. J. **Fundamentos de Fitopatologia**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, 2001. 172 p.

NANUCI, R. **Aplicação de fungicidas multissítios em mistura e de forma isolada no manejo de resistência de *Phakopsorapachyrhizi* na soja**. 2020. Dissertação (mestrado) - Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, 2020. Disponível em: <<https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/1362> > Acesso em junho, 2023.

NEUMAIER, N.; NEPOMUCEMO, A. L.; FARIAS, J. R. B.; TETSUJI, O. **Estádios de desenvolvimento da cultura de soja**. 2000. In: BONATO, E. R. (Ed.) *Estresses em soja*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000.p. 19-44. Disponível em:<www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/456809 > Acesso em junho, 2023.

REBELO, J.A.; REBELO, A.M.; SCHALLENBERGER, E. **Calda bordalesa: componentes, obtenção e características**. Florianópolis: Epagri, 2015. 36p. (Epagri. Boletim Técnico, 166) p. 13 – 14.

REIS, A. C. B. **Avaliação da sensibilidade de Alternaria alternata, agente causal da mancha marrom em tangerina, a fungicidas inibidores da succinato desidrogenase**. 2022. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.11606/D.11.2022.tde-13072022-175743>>. Acesso em maio, 2023.

REIS, E. M.; REIS, A. C.; CARMONA, M. A. **Manual de Fungicidas: guia para o controle químico de doenças de plantas**. 8 ed. Passo Fundo: Berthier, 2019

REIS, E. M.; ZANATTA, M.; BOGORNI, R.; BARUFFI, D.; REMOR, L. **Velocidade de absorção de fungicida triazol em folíolos de soja**. Revista Plantio Direto. p. 23 – 25. Nov/Dez de 2010. Disponível em: <<https://www.plantiodireto.com.br/storage/files/120/6>>Acesso em maio, 2023.

REIS, E.M.; CASA, R.T. **Doenças dos cereais de inverno: diagnose, epidemiologia e controle**. 2. ed. rev. atual. Lages: Graphel, 2007; 176p.

RODRIGUES, Marco Antonio Tavares. **Classificação de fungicidas de acordo com o mecanismo de ação proposto pelo FRAC**. 2006. xxxix, 249 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2006. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/97224>>Acesso em maio, 2023.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. Sistema brasileiro de classificação de solos. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 5 ed. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2018. 345 p.

SEDIYAMA, T. (ed.). **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Ed. Meneses, 2009.

SEIXAS, C. D. S.; SOARES, R. M.; GODOY, C. V.; MEYER, M. C.; COSTAMILAN, L. M.; DIAS, W. P.; ALMEIDA, A. M. R. **Manejo de doenças**. In: SEIXAS, C. D. S.;

NEUMAIER, N.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; LEITE, R. M. V. B. de C. (ed). Tecnologias de produção de soja. Londrina: Embrapa Soja, 2020. p. 227-264. (Embrapa Soja. Sistema de Produção, 17)

SIEROTZKI, H.; SCALLIET, G. **A review of current know ledge of resistance aspects for the next-generation succinate dehydrogenase inhibitor fungicides.** *Phytopathology*, v. 103, n. 9, p. 880-887, 2013. Disponível em: < <https://doi.org/10.1094/PHYTO-01-13-0009-RVW> > Acesso em: abril, 2023

SILVA, S. Z. **Modelo determinístico e análise de incerteza para predição do tempo de resistência de Phakopsoraphachyrhizi a fungicidas inibidores da succinato desidrogenase (SDHI) na cultura da soja.** 2017. 80p. Dissertação (mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2017. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-08032018-123737/en.php>> Acesso em junho, 2023.

VENANCIO, W. S.; RODRIGUES, M. A. T.; BEGLIOMINI, E.; SOUZA, N. L. D. **Physiological effects of strobilurin fungicides on plants.** *Publicatio UEPG: Ciências Exatas e da Terra, Agrárias e Engenharias*, v. 9, n. 3, p. 59-68, 2003.