

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE AGRONOMIA
AGR99006 - DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**Vanessa Ferraz Costa
00313725**

“Análise da eficácia e retorno econômico de diferentes programas de fungicidas na cultura da soja (Glycine max L.)”

PORTO ALEGRE, novembro de 2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE AGRONOMIA

**Análise da eficácia e retorno econômico de diferentes programas de
fungicidas na cultura da soja (*Glycine max* L.)**

Vanessa Ferraz Costa
00313725

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como
requisito parcial para obtenção do Grau de Engenheira
Agrônoma, Faculdade de Agronomia, Universidade
Federal do Rio Grande do Sul.

Supervisor de campo do Estágio: Eng. Agr. Miguel Augusto dos Santos Barbará

Orientador Acadêmico do Estágio: Prof. Dr. André Luis Vian

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

Prof. Alexandre de Mello Kessler Depto de Zootecnia (Coordenador)
Prof. José Antônio Martinelli Depto de Fitossanidade
Prof. Sérgio Luiz Valente Tomasini Depto de Horticultura e Silvicultura
Prof. Clésio Gianello Depto de Solos
Prof. Renata Pereira da Cruz Depto de Plantas de Lavoura
Prof. Lucia Brandão Franke Depto de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia

PORTO ALEGRE, novembro de 2024.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me conceder saúde, força e sabedoria ao longo de toda essa jornada.

Aos meus pais Vagner Sedrez Costa e Nelita Ferraz Costa e a minha irmã, Raíssa Ferraz Costa, por todo o apoio e incentivo incondicional.

Estendo minha gratidão a toda a minha família, que sempre esteve ao meu lado, e aos meus amigos e colegas de faculdade, que compartilharam dessa caminhada comigo e fizeram desta, um pouco mais leve.

Agradeço à Universidade Federal do Rio Grande do Sul, que foi fundamental para minha formação, e aos professores que me guiaram nesse processo.

Um agradecimento especial ao meu orientador, André Vian, pela confiança, e à professora Caroline Wesp por toda orientação e apoio.

Não poderia deixar de mencionar a Mariana Bettini, que foi uma peça-chave na elaboração do experimento e em todo o meu estágio, fornecendo tanto suporte profissional quanto emocional ao longo dessa trajetória.

Por fim, sou grata à empresa Terra Pesquisa e Treinamento Agrícola LTDA, onde tive a oportunidade de realizar meu estágio e adquirir conhecimentos valiosos que contribuíram imensamente para minha formação.

A todos, fica aqui registrado, o meu muito obrigada!

RESUMO

O estágio supervisionado foi realizado na instituição Terra Pesquisa e Treinamento Agrícola LTDA, no município de Primavera do Leste, MT, no período de setembro de 2023 a março de 2024. Objetivou-se avaliar a eficácia de diferentes programas de fungicidas no controle de doenças da soja, como ferrugem asiática, septoriose, cercosporiose e mancha alva, e seu impacto na produtividade e no custo de produção. Foram testados dez tratamentos em condições de campo, com a severidade das doenças sendo mensurada pela área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). O tratamento que combinou diversos princípios ativos apresentou maior eficiência no controle das doenças e resultou no maior incremento de produtividade e retorno econômico ao produtor. Conclui-se que o uso de fungicidas com modos de ação variados é uma estratégia eficaz para o manejo das doenças da soja e para evitar a resistência dos patógenos.

Palavras-chave: controle de doenças, produtividade, custo de produção.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.	Escala diagramática para avaliação de severidade das doenças de final de ciclo da soja	19
Figura 2.	Escala diagramática de desfolha por doenças em soja	20
Gráfico 1.	Comparação da produtividade média de soja nas safras 2021/2022, 2022/2023 e 2023/2024, em sacas por hectare	27
Gráfico 2.	Análise comparativa das precipitações mensais e totais durante o experimento nas safras 2021/2022, 2022/2023 e 2023/2024	28
Quadro 1.	Tratamentos, produtos e doses dos fungicidas utilizados na cultura da soja em diferentes aplicações	18
Tabela 1.	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para mancha-alvo (<i>Corynespora cassiicola</i>), septoriose (<i>Septoria glycines</i>) e cercosporiose (<i>Cercospora kikuchii</i>) para os diferentes tratamentos	23
Tabela 2.	Eficácia calculada com base na AACPD (%) para mancha-alvo (<i>Corynespora cassiicola</i>), septoriose (<i>Septoria glycines</i>) e cercosporiose (<i>Cercospora kikuchii</i>) para os diferentes tratamentos	24
Tabela 3.	Análise comparativa dos custos de aplicações e do retorno econômico por hectare em diferentes tratamentos fungicidas	25
Tabela 4.	Percentual de desfolha e produtividade em sacas por hectare em relação ao tratamento com a maior produtividade para os diferentes tratamentos	26

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E SOCIOECONÔMICO DA REGIÃO DE PRIMAVERA DO LESTE – MT	7
3. CARACTERIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO DE REALIZAÇÃO DO ESTÁGIO.....	9
4. REFERENCIAL TEÓRICO	10
4.1. Cultura da Soja.....	10
4.2. Principais doenças da soja e sua importância econômica.....	11
4.2.1. Ferrugem asiática	11
4.2.2. Mancha parda ou Septoriose	11
4.2.3. Crestamento foliar de Cercospora ou Cercosporiose	12
4.2.4. Mancha alvo	13
4.3. Principais grupos de fungicidas utilizados em soja	14
4.3.1 Estrobilurinas	14
4.3.2. Carboxamidas.....	15
4.3.3 Triazóis.....	15
4.4. Manejo integrado de doenças da soja	16
4.5. Resistência a fungicidas.....	17
5. ATIVIDADES REALIZADAS.....	17
5.1. Condução do experimento a campo.....	17
5.2. Outras atividades práticas realizadas.....	21
5.3. Participação em eventos.....	21
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
REFERÊNCIAS	29
APÊNDICE A – Registro fotográfico dos tratamentos de programa de fungicidas no controle de doenças da soja. Correspondência das imagens A-J aos tratamentos T1-T10	36
APÊNDICE B – Gráfico de comparação dos tratamentos quanto à curva de AACPD das doenças mancha alvo, septoriose e cercosporiose e seu impacto na produtividade	37
ANEXO A – Estádios fenológicos da cultura da soja e sua duração em dias.....	37
ANEXO B – Protocolo experimental para avaliação da eficiência de fungicidas no controle de doenças da soja	38

1. INTRODUÇÃO

O cultivo da soja (*Glycine max* L.) é uma das principais atividades agrícolas do Brasil, sendo o país responsável por aproximadamente 37,2% da produção mundial, com uma produção anual de 147,35 milhões de toneladas (Conab, 2024). O estado de Mato Grosso destaca-se como o maior produtor nacional, contribuindo significativamente para a economia do país (Piva, 2023). No entanto, a produtividade da soja é frequentemente ameaçada por doenças, as quais podem causar perdas significativas, especialmente em áreas de monocultura e expansão agrícola.

Entre as doenças que afetam a cultura da soja, destaca-se a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), Septoriose (*Septoria glycines*), a Cercosporiose (*Cercospora kikuchii*) e a Mancha alvo (*Corynespora cassiicola*), as quais podem acarretar reduções significativas no rendimento da cultura, chegando até 100% em casos mais severos (Embrapa, 2008). Para mitigar esses impactos, o manejo integrado de doenças (MID) tem sido amplamente utilizado, combinando diversas estratégias de controle, como o uso de cultivares resistentes, rotação de culturas e aplicação de fungicidas com diferentes modos de ação (Corteva, 2024).

Os fungicidas são agentes químicos amplamente utilizados no controle de doenças fúngicas em plantas, desempenhando um papel crucial na proteção das culturas agrícolas. Eles atuam através de diferentes mecanismos de ação que visam inibir processos vitais nos fungos, impedindo seu desenvolvimento e proliferação. Entre os principais grupos empregados no controle das doenças da cultura da soja, destacam-se as estrobilurinas, as carboxamidas, os triazóis e os fungicidas multissítios.

Este trabalho tem como principal objetivo analisar a eficiência de diferentes programas de fungicidas no controle das principais doenças de final de ciclo da soja, com foco em tratamentos realizados no estado de Mato Grosso. A pesquisa foi conduzida na estação experimental da empresa Terra Pesquisa e Treinamento Agrícola LTDA, localizada no município de Primavera do Leste - MT, ao longo da safra 2023/2024, buscando oferecer e aprimorar as recomendações técnicas para o manejo de doenças e otimização da produtividade da soja.

2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E SOCIOECONÔMICO DA REGIÃO DE PRIMAVERA DO LESTE – MT

Primavera do Leste é um município localizado no estado de Mato Grosso (MT), na região Centro-Oeste do Brasil, situando-se entre as coordenadas 15° 33' 32" latitude Sul e 54°

17° 46” longitude Oeste. Abrange uma área territorial de 5.470,383 km², com uma população de 85.146 habitantes (IBGE, 2022). Possui um Produto Interno Bruto (PIB) per capita de R\$109.043,17 (IBGE, 2021). O município pertence à mesorregião Sudoeste Mato-grossense, tendo Paranatinga, Santo Antônio do Leste, Poxoréu, Dom Aquino, Campo Verde, Planalto da Serra e Nova Brasilândia como municípios limítrofes (Takata; Silva; Poletto, 2014).

No município, um dos principais pilares da economia é o agronegócio, englobando atividades como a produção, o beneficiamento, o armazenamento e a comercialização de soja, milho e algodão, sendo estes os principais cultivos. A área de estabelecimentos agropecuários é de 507.316 hectares, totalizando 361 unidades (IBGE, 2017).

A cidade foi a quarta maior exportadora do estado do MT, nos primeiros três meses de 2015, ficando atrás de Rondonópolis, Sorriso e Cuiabá, de acordo com dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, divulgados pela Prefeitura Municipal de Primavera do Leste no ano de 2015 (Alacântara; Fioravanti, 2018).

A soja, tanto em grão quanto triturada, representou 46% dos insumos industriais exportados pela cidade, seguida por seus resíduos, usados em rações, biomassa ou adubo, com 29%, e pelo milho, com 16%. Os Estados Unidos adquiriram 43% da produção, sendo o principal destino das exportações, seguidos pela China (39%) e pela Itália (16%) (Alacântara; Fioravanti, 2018).

No município estão instaladas filiais das maiores empresas de processamento e comercialização de grãos, como ADM, Bunge, Cargill e Louis Dreyfus. Grandes conglomerados, com capitais centralizados em cidades dos EUA, investiram em infraestruturas no MT, voltadas para o beneficiamento e escoamento da produção agrícola. A presença dessas empresas facilita a venda e o planejamento estratégico dos produtores rurais locais, gerando empregos e desenvolvimento local (Alacântara; Fioravanti, 2018).

Com relação à diversidade de solos, o município apresenta predomínio de Latossolos Vermelho-Escuros e Latossolos Vermelho-Amarelos, com textura argilosa, o que favorece o cultivo de soja, milho, arroz, sorgo e pecuária, além de Neossolos Quartzarênicos Distróficos (Takata; Silva; Poletto, 2014). Os Latossolos são solos profundos e homogêneos em características de textura, cor e estrutura em profundidade (Santos; Zaroni, 2021). Já os Neossolos Quartzarênicos Distróficos são solos que apresentam estrutura arenosa ao longo do perfil e abaixo do horizonte A, uma coloração amarelada uniforme (Almeida; Zaroni; Santos, 2021).

O município de Primavera do Leste está localizado em uma zona temperada, o que dificulta a categorização das estações do ano. As condições climáticas são de natureza tropical, isto é, a pluviosidade é maior no verão do que no inverno (Climate Data, 2024).

O clima é classificado como Aw, ou seja, clima tropical com estação seca (modelo de Köpper-geiger), apresentando temperatura média de 24,6 °C e precipitação anual de 1.417 milímetros, aproximadamente. A umidade relativa do ar apresenta os maiores níveis em dezembro, em média de 81 % e menores níveis no mês de agosto, em média de 41% (Kottek *et al.*, 2006; Climate Data, 2024).

3. CARACTERIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO DE REALIZAÇÃO DO ESTÁGIO

A Terra Pesquisa e Treinamento Agrícola LTDA desenvolve atividades de pesquisa aplicada e oferece treinamentos para produtores e profissionais de empresas do agronegócio. A empresa conta com duas estações experimentais situadas nos municípios de Primavera do Leste e de Paranatinga, MT. As estações foram fundadas pelo Engenheiro Agrônomo Paulo Cesar Bettini, em 2012 e 2022, abrangendo uma área de 14 hectares e de 15 hectares, respectivamente.

A supervisão dos ensaios a campo é realizada por uma equipe composta por dois engenheiros agrônomos, duas pesquisadoras, um técnico agrícola e seis estagiários. Além da Terra Pesquisa e Treinamento Agrícola LTDA, há outras duas empresas: Bettini Consultoria Agrícola e Terra Nutrição Equilibrada, sendo estas administradas por Paulo Cesar Bettini.

A Terra Pesquisa e Treinamento Agrícola LTDA tem por objetivo desenvolver dados técnicos aplicáveis a campo priorizando a redução dos custos de produção e o aumento de produtividade das culturas de milho, soja e algodão. Para isso, a empresa realiza experimentos a campo e em casa de vegetação conforme a demanda da Bettini Consultoria Agrícola e/ou de outras empresas privadas, as quais contratam protocolos (Anexo B) para avaliação de eficiência agrônômica de produtos e insumos agrícolas.

A Bettini Consultoria Agrícola presta assistência técnica para uma área de mais de 500 mil hectares, incluindo as culturas de soja, algodão e milho, sendo 230 mil hectares de soja. A empresa tem por objetivo, por meio de visitas técnicas semanais às propriedades, diagnosticar problemas nas lavouras e solucioná-los, através da utilização de dados técnicos gerados pela equipe da Terra Pesquisa e Treinamento Agrícola LTDA.

A Terra Nutrição Equilibrada é voltada para a agricultura de precisão, em que a equipe responsável coleta solos de diversas áreas solicitadas, geralmente, pelos consultores e/ou produtores, analisando e interpretando os dados de fertilidade durante a entressafra, seguido

pela elaboração de mapas de variabilidade e geração de recomendações de adubação em taxa variável para a safra seguinte.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1. Cultura da Soja

A soja (*Glycine max* L.) é a oleaginosa mais cultivada no mundo, com uma produção global de 395,91 milhões de toneladas (USDA, 2024). No Brasil, essa cultura ocupa aproximadamente 45,98 milhões de hectares, destacando-se como um pilar econômico, contribuindo com cerca de 6% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional (Piva, 2023). O estado de Mato Grosso lidera a produção brasileira, com 39,34 milhões de toneladas colhidas em 12,37 milhões de hectares (Conab, 2024).

O ritmo atual de crescimento econômico mundial continuará tendo alta demanda por soja, principalmente como fonte de proteína humana e animal, segundo estimativas da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD) e do Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (IPEA). Ademais, o consumo de óleo de soja tende a crescer, principalmente, por ser matéria prima do biodiesel, a nova alavanca de consumo de soja (Dall'Agnol *et al.*, 2007).

Com o crescimento do cultivo da soja em grandes áreas do Brasil houve o incremento na incidência e severidade de doenças. O aumento na ocorrência de doenças na região do Cerrado pode ser atribuído às condições ambientais favoráveis, como altas temperaturas e umidade durante a estação de cultivo desta oleaginosa. Essas condições são ideais para o crescimento, infecção e desenvolvimento de patógenos, além de acelerarem esses processos e aumentarem o potencial de danos à cultura (Godoy *et al.*, 2023a; Godoy *et al.*, 2023b).

O grande número de doenças ocorrentes em soja ainda é o grande desafio para expressão do máximo potencial produtivo da cultura, as quais acarretam perdas anuais de 15 a 20% da produção, podendo chegar até 100% sob condições específicas. Com a prática de monocultura e a expansão para novas áreas, as perdas de produção podem ser ainda maiores (Embrapa, 2008).

A Ferrugem Asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), a Antracnose (*Colletotrichum truncatum*) e o Míldio (*Peronospora manshurica*) estão entre as principais doenças da cultura da soja. Além disso, ocorrem a Septoriose (*Septoria glycines*), a Cercosporiose (*Cercospora kikuchii*) e a Mancha alva (*Corynespora cassiicola*), conhecidas como “doenças de final de ciclo” (Ito, 2013).

4.2. Principais doenças da soja e sua importância econômica

4.2.1. Ferrugem asiática

A ferrugem asiática da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, é uma das doenças mais severas que incide na cultura da soja, acarretando danos de 10% a 90% nas diferentes regiões produtoras em que é relatada (Yorinori *et al.*, 2005). Os danos e as perdas variam conforme a intensidade da infecção e a fase em que os primeiros sintomas surgem, uma vez que a ferrugem pode ocorrer em diferentes estágios vegetativos e reprodutivos da soja (Embrapa, 2011).

Com a incidência da doença há diminuição da produtividade devido à desfolha precoce, acarretando diminuição do Índice de Área Foliar (IAF) e por consequência, da capacidade fotossintética, diminuindo a produção de grãos (Godoy *et al.*, 2020). A temperatura ótima para a infecção varia de 18 °C a 26,5 °C, sendo a doença favorecida por chuvas bem distribuídas e longos períodos de molhamento (Embrapa, 2011). Os sintomas iniciais são pequenas lesões foliares de coloração castanha a marrom-escuro. Na face abaxial da folha, é possível observar urédias, que são estruturas responsáveis pela produção de uredósporos (Embrapa, 2011).

A desfolha precoce ocorre quando as plantas já estão severamente infectadas, comprometendo a formação e o enchimento dos legumes, além de reduzir o peso final dos grãos. Quanto mais cedo ocorrer a desfolha, maior será a perda na produção e na qualidade dos grãos, devido à diminuição de seu tamanho (Yang *et al.*, 1991).

Com relação ao controle, recomenda-se eliminar as plantas de soja “tiguera” (plantas voluntárias) e não cultivar a cultura no período de entressafra. Além disso, respeitar o vazio sanitário para redução do inóculo do fungo, utilizar cultivares resistentes e de ciclo precoce. Deve-se realizar o monitoramento periódico da lavoura para definir o melhor momento do controle químico e definir janelas de semeadura, a fim de reduzir o número de aplicações de fungicidas e retardar a seleção de populações de fungos resistentes ou menos sensíveis aos fungicidas (Godoy *et al.*, 2020).

4.2.2. Mancha parda ou Septoriose

A septoriose, também conhecida como Mancha parda, é causada pelo fungo *Septoria glycines*, recorrente em todas as regiões produtoras de soja do Brasil, podendo causar reduções de rendimento acima de 30% (Nascimento, 2018). A doença é considerada uma doença de final de ciclo (DFC). Esse nome deriva dos sintomas observados no final do ciclo da cultura, caracterizados pela desfolha precoce da lavoura. Porém, o patógeno pode estar presente na área

durante todo o ciclo, devido à sobrevivência do fungo em restos culturais e sementes (Godoy *et al.*, 2023a).

A infecção e o desenvolvimento da mancha parda são favorecidos por temperaturas do ar entre 15 °C e 30°C e molhamento de, no mínimo, 6 horas por dia (Henning *et al.*, 2014). Os primeiros sintomas aparecem como pequenas pontuações ou manchas de contornos angulares, castanho-avermelhadas, nas folhas unifolioladas. Em condições favoráveis, a doença pode atingir os primeiros trifólios e causar severa desfolha. Nas folhas surgem pontuações pardas, menores que 1 mm de diâmetro, evoluindo para manchas com halos amarelados e centro de contorno angular, de coloração castanha tanto na face abaxial (inferior), quanto na face adaxial (superior) da folha, podendo medir até 4 mm de diâmetro. Além disso, em casos de infecção severa, ocorre maturação precoce (Henning *et al.*, 2014). Neste caso, ocorre a antecipação do ciclo da cultura em até 25 dias, diminuindo a produtividade, devido ao menor período de enchimento de grãos (Embrapa, 1998).

O controle é realizado com o uso de sementes de qualidade e tratadas, ou seja, livre de patógenos, realização de rotação de culturas e erradicação dos restos culturais, reduzindo a disseminação do patógeno, bem como a aplicação foliar de fungicidas. Em caso de epidemia, a aplicação de fungicidas é extremamente importante, pois, além de controlar as doenças, pode reduzir a quantidade de inóculo na lavoura e, por consequência, a incidência das doenças nas safras seguintes (Seixas *et al.*, 2020).

4.2.3. Crestamento foliar de *Cercospora* ou Cercosporiose

O crestamento foliar de *Cercospora*, doença conhecida também como Cercosporiose, é causado pelo patógeno *Cercospora kikuchii*. A Cercosporiose, assim como a Septoriose, faz parte do complexo de doenças de final de ciclo, em que o patógeno pode estar presente na área ao longo de todo ciclo da cultura, todavia apresenta sintomas somente no final do ciclo (Seixas *et al.*, 2020).

A incidência de *Cercospora kikuchii*, pode acarretar perdas de 15 a 30% no rendimento da cultura, em função da desfolha prematura das plantas (Upchurch; Ramirez, 2010). O fungo está amplamente disseminado em todas as regiões produtoras de soja do Brasil, tendo uma severidade maior nas áreas mais quentes e chuvosas, bem como nas regiões altas do Cerrado.

O desenvolvimento do patógeno é favorecido por temperatura entre 23°C e 27°C e alta umidade. A introdução deste na lavoura pode ocorrer através de sementes infectadas que não foram tratadas com fungicidas, mas o fungo também sobrevive nos restos culturais, por ser necrotrófico (Soares *et al.*, 2021).

Cercospora kikuchii ataca diversas partes da planta. Nas folhas, os sintomas incluem pontuações escuras, castanho-avermelhadas, com bordas irregulares que coalescem, formando grandes manchas escuras, levando ao severo crestamento e desfolha prematura, iniciando pelas folhas do terço superior da planta. Nas nervuras das folhas pode-se observar necrose, enquanto, nas hastes e pecíolos ocorre a formação de manchas avermelhadas, geralmente superficiais, limitadas ao córtex. Nas vagens aparecem pontuações vermelhas que evoluem para manchas castanho-avermelhadas. No grão, causa uma mancha púrpura no tegumento (Soares *et al.*, 2021; Henning; Dall’Agnol, 2021).

O controle do crestamento foliar de *Cercospora* pode ser realizado através da adoção de diferentes estratégias, incluindo métodos de manejo, controle genético e químico. Os métodos de manejo incluem o uso de sementes livres de patógenos, o uso de cultivares de ciclo precoce, semeaduras na época recomendada, eliminação de plantas voluntárias de soja, vazios sanitários (ausência de cultivo na entressafra) e monitoramento constante da lavoura (Seixas *et al.*, 2020). O manejo químico consiste no uso de sementes tratadas com fungicidas e na aplicação foliar de fungicidas dos grupos dos benzimidazóis, triazóis e estrobilurinas (Soares *et al.*, 2021).

4.2.4. Mancha alvo

A mancha alvo é uma doença causada pelo fungo *Corynespora cassiicola*. Dentre as doenças foliares vem ganhando notoriedade, sendo encontrada em praticamente todas as regiões de cultivo do Brasil, principalmente devido ao aumento da semeadura de cultivares suscetíveis e da suscetibilidade do algodoeiro, cultura que frequentemente é cultivada em sucessão à soja no Brasil Central (Godoy *et al.*, 2024).

A incidência do patógeno na cultura da soja pode acarretar danos de até 30% de produtividade (Godoy *et al.*, 2016). Trata-se de um fungo necrotrófico, o qual apresenta uma fase saprofítica, sobrevivendo em restos culturais como hastes, raízes e sementes, na forma de clamidósporos e parasita sobre a planta hospedeira, destruindo as células das folhas, a fim de obter nutrientes (Snow; Berggen, 1989; Sinclair, 1999; Lamotte *et al.*, 2007).

O desenvolvimento do *Corynespora cassiicola* é favorecido em condições de temperaturas na faixa de 20 a 30°C e alta umidade relativa do ar em torno de 80% (Melo, 2009). Os sintomas de mancha alvo iniciam com o aparecimento de pontuações pardas com halos amarelados, nas folhas, progredindo para grandes manchas circulares de cor acastanhada, as quais, geralmente, possuem pontuações centrais e anéis concêntricos de cor mais escura. As cultivares mais sensíveis à doença podem sofrer intensa desfolha, além de apresentar manchas nas hastes e vagens (Godoy *et al.*, 2016).

O controle pode ser realizado através da utilização de cultivares resistentes, da realização do tratamento de sementes com fungicidas, da rotação de culturas com espécies de gramíneas e da aplicação foliar de fungicidas (Godoy *et al.* 2016; Ribeiro *et al.*, 2017). Em relação ao controle químico, ensaios cooperativos demonstraram resultados positivos quanto à eficiência dos fungicidas metiltetraprole, protioconazol e mancozeb no manejo da mancha alvo na cultura da soja durante a safra 2023/2024, com uma eficiência de 74% no controle da doença (Godoy *et al.*, 2024).

4.3. Principais grupos de fungicidas utilizados em soja

4.3.1 Estrobilurinas

Os fungicidas do grupo das estrobilurinas atuam inibindo a respiração mitocondrial dos fungos, direcionando seu mecanismo de ação ao complexo III da cadeia transportadora de elétrons. Isso se dá através do bloqueio da transferência de elétrons do citocromo b para o citocromo c1, no sítio Qo, impedindo a formação de adenosina trifosfato (ATP), que irá prejudicar o metabolismo energético dos fungos (Rodrigues, 2006).

Esses fungicidas atuam predominantemente de forma preventiva, impedindo a germinação dos esporos, mas também apresentam ação curativa, inibindo o desenvolvimento dos fungos nos estágios iniciais de infecção, com atividade antiesporolante. Embora possuam pouca ou nenhuma translocação pelos vasos condutores, sua alta lipofilicidade facilita a penetração nas folhas e tecidos da planta (Reis; Bresolin, 2007).

As estrobilurinas podem ser sistêmicas ou mesostêmicas, em que a umidade (orvalho, pulverização, chuva etc.) sobre as folhas, aumenta a redistribuição superficial e a absorção desses fungicidas (Rodrigues, 2006).

As principais estrobilurinas mesostêmicas incluem azoxistrobina, picoxistrobina, piraclostrobina e trifloxistrobina. De modo geral, essas moléculas apresentam movimentação predominante no xilema, mas não são sistemicamente transportadas pelo floema. Além disso, possuem características translaminares, permitindo sua translocação da superfície adaxial para a superfície abaxial da folha após a aplicação. Esses agentes químicos atuam no mesófilo foliar, onde exercem sua ação fungicida de maneira eficiente (Rodrigues, 2006; Reis; Reis; Carmona, 2019).

As moléculas desse grupo, além de atuarem no controle de doenças na cultura da soja, proporcionam efeitos fisiológicos nas plantas, aumentando a tolerância aos estresses abióticos ao reduzir a síntese de hormônios como ácido abscísico e etileno, além de enzimas antioxidantes, o que contribui para uma maior retenção foliar (Fagan *et al.*, 2010).

4.3.2. Carboxamidas

As carboxamidas atuam na inibição da respiração mitocondrial, sobre o Complexo II ou enzima succinato desidrogenase (SDH) na cadeia de transporte de elétrons. A enzima SDH atua na respiração de organismos eucariotos, especificamente, em dois momentos importantes para o processo: no ciclo de Krebs e na cadeia respiratória mitocondrial (Sierotzki; Scaliott, 2013). A inibição dessa respiração impede a síntese de ATP, um dos principais produtos para a vitalidade dos fungos. Esses fungicidas, em sua maioria, são sistêmicos e possuem ação protetora e curativa (Rodrigues, 2006).

Assim como as estrobilurinas, os compostos pertencentes às carboxamidas apresentam efeitos benéficos na fisiologia das plantas, apresentando características semelhantes, além de serem utilizados para o controle das principais doenças na soja (Fagan *et al.*, 2010; Jacobelis Junior, 2015). Impirfluxam, bixafem, fluxapiróxade e piriflumetofen são os principais ingredientes ativos, pertencentes a este grupo químico (Frac, 2024).

4.3.3 Triazóis

Os triazóis são fungicidas altamente eficazes, caracterizados por sua rápida penetração e translocação nos tecidos vegetais, com movimentação predominantemente via xilema, mas sem distribuição sistêmica completa. Esses compostos atuam de forma protetora, inibindo a germinação de esporos e a formação de tubos germinativos. Contudo, sua ação é mais pronunciada de forma curativa, ao impedir o crescimento micelial e o desenvolvimento de haustórios após a penetração inicial do fungo (Rodrigues, 2006).

A ação dos triazóis ocorre pela inibição da biossíntese do ergosterol, resultando no acúmulo de esteróis intermediários que desorganizam a membrana citoplasmática das células do fungo (Rodrigues, 2006). Os fungicidas deste grupo, ao entrarem em contato com as células fúngicas, causam o acúmulo de esteróis como 4,4-dimetil e 4 α -dimetil, ambos com o radical 14 α -metil e, com isso, a desmetilação do lanosterol é impedida, resultando no bloqueio da formação de compostos precursores do ergosterol (Rodrigues, 2006). Moléculas como: tebuconazol, propiconazol e difenoconazol são exemplos de triazóis, entre outras (Frac, 2024).

4.3.4 Multisítios

Os fungicidas multissítios são substâncias químicas que atuam em várias rotas bioquímicas dos fungos, proporcionando um controle eficaz, além de reduzir o risco de resistência pelos patógenos aos ingredientes ativos. Quando usados junto aos fungicidas de ação sítio-específica, sua eficiência no controle de fungos é potencializada, diminuindo a ocorrência de resistência (Nanuci, 2020). A interferência desses fungicidas ocorre em diferentes processos

vitais da célula fúngica, como atividade enzimática, respiração celular e permeabilidade da membrana (Rodrigues, 2006).

São compostos não-sistêmicos, ditos como sendo de contato, por formarem uma camada protetora tóxica contra infecções, agindo de forma protetora, atuando na inibição à penetração e na paralisação do crescimento do tubo germinativo do fungo. Os principais fungicidas multissítios utilizados na cultura da soja, são: clorotalonil, oxicloreto de cobre e mancozeb (Rodrigues, 2006).

4.4. Manejo integrado de doenças da soja

O manejo integrado de doenças (MID) na cultura da soja combina diferentes estratégias para otimizar o controle de doenças e minimizar a resistência de patógenos aos fungicidas. As práticas incluem o uso de cultivares resistentes, a rotação de culturas, o tratamento de sementes, o monitoramento contínuo das condições meteorológicas e da lavoura, além da aplicação de fungicidas com modos de ação complementares (Corteva, 2024).

Fatores como o clima, a característica genética da cultivar, a disponibilidade de inóculo de patógenos, a estrutura e a fertilidade do solo, e o vigor das plantas influenciam diretamente a ocorrência e severidade de doenças. A fim de reduzir esses impactos, é essencial a aquisição de sementes certificadas e resistentes a patógenos, bem como realizar análises e correções do solo por meio da calagem e adubação adequada, garantindo um aumento no vigor e na resistência das plantas (Ito, 2013).

Práticas como rotação de culturas também auxiliam na redução do inóculo de patógenos necrotróficos e melhoram a estrutura do solo, favorecendo o controle biológico. Além disso, a escolha correta de cultivares e o espaçamento adequado ajudam a minimizar danos causados por patógenos, principalmente em áreas com histórico de ocorrência destes (Ito, 2013).

O controle químico é recomendado, especialmente quando não há cultivares geneticamente resistentes, sendo eficaz no manejo de doenças como ferrugem asiática, septoriose, cercosporiose e mancha alva (Ito, 2013). O Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) disponibiliza o sistema Agrofit, que proporciona uma escolha segura e eficaz dos produtos registrados. O sistema oferece informações detalhadas sobre fungicidas, inseticidas e herbicidas, incluindo dados sobre a classificação toxicológica e ambiental (Brasil, 2016).

4.5. Resistência a fungicidas

Devido aos resultados imediatos e à facilidade de aplicação, a utilização de fungicidas é um dos principais métodos de controle de doenças em plantas. Entretanto, o uso contínuo desses produtos pode levar à seleção de fungos fitopatogênicos resistentes, comprometendo a eficiência do método pois não são mais controlados pelo fungicida anteriormente eficaz. Com isso, a resistência de fungos aos fungicidas tornou-se um dos maiores desafios no controle químico de doenças de plantas (Ghini; Kimati, 2002).

A resistência a fungicidas refere-se à redução hereditária da sensibilidade de fungos a um determinado fungicida (Frac, 2024). O termo é aplicado a linhagens de fungos que anteriormente eram sensíveis a um fungicida, mas que, devido a mecanismos de variabilidade, como mutações, desenvolveram uma redução significativa na sensibilidade ao produto (Ghini; Kimati, 2002).

O desenvolvimento da resistência a fungicidas pelos fungos pode ocorrer por diversos mecanismos, sendo a alteração do sítio-alvo um dos principais. Nesse processo, a estrutura do sítio-alvo onde o fungicida atua é alterada por mutações genéticas que ocorrem durante a replicação do DNA. Essas alterações podem reduzir ou até eliminar a capacidade do fungicida de se ligar ao sítio-alvo, comprometendo sua eficácia (Frac, 2024).

A fim de minimizar o desenvolvimento de resistência aos fungicidas, recomenda-se o uso de misturas ou alternância entre fungicidas com diferentes mecanismos de ação, pois fungicidas parceiros ajudam a reduzir a pressão seletiva, inibindo o surgimento de cepas resistentes (Frac, 2024).

Os fungicidas multissítios, por apresentarem um baixo risco à indução da resistência, são preferíveis. Outro fator importante é evitar a redução de doses, que embora seja comum para corte de custos, é desencorajada pelo Comitê de Ação a Resistência a Fungicidas (FRAC), devido à possibilidade de aumentar o risco de resistência. Além disso, é fundamental diversificar os ingredientes ativos dos fungicidas, visando manter sua eficácia e reduzir a resistência (Frac, 2024).

5. ATIVIDADES REALIZADAS

5.1. Condução do experimento a campo

A principal atividade realizada durante o estágio consistiu no planejamento e condução do experimento “Programa de fungicidas no controle de doenças da soja”, conduzido a campo, na estação experimental da empresa Terra Pesquisa e Treinamento Agrícola LTDA, de novembro de 2023 a março de 2024. O experimento teve como objetivo gerar dados atualizados

sobre a eficiência de diferentes fungicidas no controle das doenças como ferrugem asiática, septoriose, cercosporiose e mancha alva na cultura da soja, além de oferecer recomendações aos produtores para o manejo adequado dos fungicidas, visando assegurar elevado potencial produtivo e reduzir o custo relacionado à programas de fungicidas.

Os tratamentos foram dispostos a partir do delineamento em blocos casualizados, com 10 tratamentos e quatro repetições (Quadro 1). Cada parcela foi composta por seis linhas de semeadura, com 5,5 m de comprimento e espaçamento entrelinhas de 0,45 m, totalizando uma área de 14,85 m². A área útil da parcela foi composta por duas linhas centrais. A densidade de semeadura foi de 12 plantas m⁻¹, totalizando 267.000 plantas ha⁻¹.

Quadro 1: Tratamentos, produtos, intervalos e doses de fungicidas aplicados na cultura da soja na estação experimental da Terra Pesquisa e Treinamento Agrícola em Primavera do Leste

Tratamentos		1ª Aplicação (25 DAE)	2ª Aplicação (40 DAE)	3ª Aplicação (55 DAE)	4ª Aplicação (70 DAE)	5ª Aplicação (85 DAE)
		Ingredientes ativos e Doses de produtos (em kg ou L.ha ⁻¹)				
T1	Testemunha	-	-	-	-	-
T2	Programa A	Propicoconazol + Difenconazol (0,2)	Impirfluxa + Tebuconazol (0,5) e Clorotalonil (1,0)	Bifexafem + Proticonazol + Trifloxistrobina (0,5) e Clorotalonil (1,0)	Metominostrobin + Tebuconazol (0,6)	Propicoconazol + Difenconazol (0,2) e Clorotalonil (1,0)
T3	Programa B	Trifloxistrobina + protioconazol (0,5)	Bifexafem + Proticonazol+ Trifloxistrobina (0,5)	Impirfluxan + Proticonazol (0,35)	Trifloxistrobina + protioconazol (0,5)	Trifloxistrobina + Ciproconazol (0,2)
T4	Programa C	Propicoconazol + Difenconazol (0,15)	Difenconazol + Pidiflumetofem (0,6)	Benzovindiflupir + Protioconazol (0,45)	Pidiflumetofem + Prothioconazole (0,75)	Difenconazol + Ciproconazol (0,3) e Clorotalonil (1,0)
T5	Programa D	Picoxistrobina + Ciproconazol (0,6)	Picoxistrobina + Protioconazol (0,6)	Picoxistrobina + Protioconazol (0,6)	Picoxistrobina + Benzovindiflupir + Acetofenona (0,6)	Picoxistrobina + Ciproconazol (0,6)
T6	Programa E	Azoxistrobina + Tebuconazol (0,5)	Protioconazol + Mancozebe (2,0)	Picoxistrobina + Tebuconazol + Mancozebe (2,25)	Picoxistrobina + Tebuconazol + Mancozebe (2,25)	Azoxistrobina + Difenconazol + Clorotalonil (1,75)
T7	Programa F	Mefentrifluconazol + Piraclostrobina + Fluxapirroxade (0,6)	Fluxapirroxade + Protioconazol (0,3)	Fluxapirroxade + Protioconazol (0,3)	Fluxapirroxade + Protioconazol (1,0)	Fenpropimorfe + Ciclo-hexanona (0,5)
T8	Programa G	Propicoconazol + Difenconazol (0,2)	Metominostrobin + Tebuconazol (0,6) e Clorotalonil (1,2)	Metominostrobin + Impirfluxam + Clorotalonil (2,0)	Metominostrobin + Tebuconazol (0,6) e Clorotalonil (1,2)	Propicoconazol + Difenconazol (0,2) e Clorotalonil (1,0)
T9	Programa H	Propicoconazol + Difenconazol (0,2)	Azoxistrobina + Mancozebe + Tebuconazol (1,75)	Azoxistrobina + Mancozebe + Protioconazol (2,0)	Azoxistrobina + Mancozebe + Protioconazol (2,0)	Azoxistrobina + Mancozebe + Tebuconazol (1,75)
T10	Programa I	Difenconazol (0,2) e Clorotalonil (1,5)	Impirfluxam + Tebuconazol (0,5) e Mancozebe (1,5)	Trifloxistrobina + Protioconazol (0,4) e Mancozebe (1,5)	Impirfluxam + Tebuconazol (0,5) e Mancozebe (1,5)	Azoxistrobina e Tebuconazol (0,5) e Mancozebe (1,5)

Fonte: Elaborada pela autora.

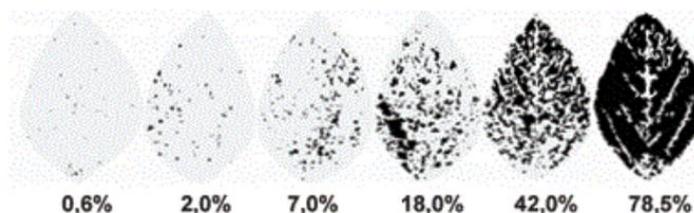
A semeadura da soja foi realizada no dia 02 de novembro de 2023. A variedade utilizada no experimento foi a Brasmax BÔNUS IPRO, com um grau de maturação (GMR) de 7.9, sendo que o ciclo varia de 110 a 118 dias.

A adubação foi realizada em pré-semeadura, com base nas necessidades identificadas pela análise de solo, sendo aplicados 1.000 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico, 180 kg ha⁻¹ de Phos-Plus, 150 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio (KCl), 80 kg ha⁻¹ de S-Plus e 15 kg ha⁻¹ de Tetraborato de sódio. Os tratamentos culturais, bem como a aplicação de inseticidas e herbicidas para o controle de insetos e plantas daninhas, respectivamente, foram realizados conforme as necessidades de manutenção.

O equipamento utilizado para a aplicação dos tratamentos foi um pulverizador costal pressurizado a CO₂ com barra de três metros de largura, contendo seis pontas de pulverização do tipo cone Teejet TXA 8002 VK, espaçadas a 50 cm. O volume de calda utilizado foi de 150 L ha⁻¹ e a pressão do pulverizador mantida em quatro bar (60 psi). Durante as aplicações, a barra foi mantida a uma distância de 50 cm do ápice das plantas, garantindo melhor cobertura de produto sobre as folhas.

As avaliações de eficácia dos fungicidas foram realizadas com base na severidade da doença, desfolha e, rendimento de grãos da cultura em relação ao tratamento controle. Durante as avaliações de severidade da doença, foi observada a porcentagem de área foliar afetada, utilizando-se a escala diagramática proposta por Godoy, Koga e Canteri (2006), que define, em termos percentuais de área lesionada, seis níveis de severidade, com o valor mínimo de 0,6% (menor severidade) e o valor máximo de 78,5% (maior severidade) (Figura 1).

Figura 1. Escala diagramática para avaliação de severidade das doenças de final de ciclo da soja



Fonte: Godoy, Koga e Canteri, 2006.

A avaliação foi realizada através da observação em três partes da planta (inferior, médio e superior), somando-se as três notas e obtendo a média por planta. Foram amostradas as plantas das duas linhas centrais da parcela, ao longo de dois metros de comprimento em cada linha.

Após a coleta dos dados, as curvas de progresso da doença (CPD) foram traçadas com base na média dos terços inferior, médio e superior das plantas, e as respectivas áreas abaixo da CPD (AACPD) foram calculadas (White *et al.*, 2001):

$$AACPD = \sum_i^{n-1} \left(\frac{y_i + y_{i+1}}{2} \right) (t_{i+1} - t_i)$$

onde n corresponde ao número total de observações, y_i a severidade da doença (nota por parcela em %) na i ésima observação, y_{i+1} a severidade da doença na época da avaliação, t_{i+1} a época da avaliação e t_i ao tempo (dias) na i ésima observação.

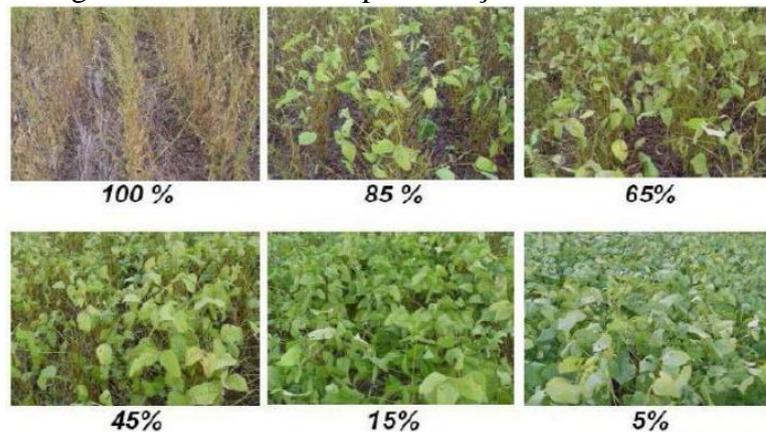
A eficácia dos tratamentos com a utilização de fungicidas em relação a testemunha foi calculada sob os valores obtidos da AACPD, utilizando a fórmula proposta por Abbott (1925):

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

em que E refere-se a porcentagem de controle (%), Nt é igual a AACPD do tratamento com fungicida e Nc é igual a AACPD da testemunha.

A desfolha foi avaliada utilizando uma escala percentual de 0 (sem desfolha) a 100% (desfolha completa das plantas), conforme a metodologia descrita por Canteri, Koga e Godoy (2006) (Figura 2). Esta avaliação foi realizada no estádio R6, quando a parcela controle (testemunha) atingiu 80% de desfolha.

Figura 2. Escala diagramática de desfolha por doenças de final de ciclo na cultura da soja



Fonte: Canteri, Koga e Godoy, 2006.

Ao final do ciclo da cultura, o rendimento de grãos foi avaliado em áreas de 1,8 m² em cada parcela (colheita de dois metros lineares nas duas linhas centrais de cada parcela), sendo expresso em sacas por hectare (sacas ha⁻¹), na umidade de 14%.

Os dados foram submetidos à análise de variância (Teste F) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando o *software* SASM-Agri.

5.2. Outras atividades práticas realizadas

Durante o período de estágio, também foram conduzidos outros experimentos, os quais abrangeram o controle de plantas daninhas, deficiências nutricionais e controle de doenças nas culturas da soja, do algodão e do milho. A maioria dos ensaios foram contratados por empresas privadas, com o objetivo de testar a eficácia de seus produtos, enquanto o restante foi instalado a partir de solicitações internas da Bettini Consultoria Agrícola.

Na condução dos experimentos, foram realizadas diversas atividades, como o preparo do solo, o estaqueamento das áreas, a semeadura das culturas, o monitoramento de pragas e doenças, a capina para o controle do capim pé-de-galinha (*Eleusine indica*) e dosagem para aplicação dos tratamentos testados. A execução dos experimentos também exigiu avaliações específicas como, altura de plantas, número de nós por planta, número de vagens por planta, número de grãos por vagens, entre outras, para atingir os objetivos de cada ensaio. Além disso, foram realizadas colheitas de alguns experimentos, com posterior leitura da umidade dos grãos e estimativa da produtividade. Além disso, foram instalados experimentos na casa de vegetação, localizada dentro da estação de pesquisa da empresa Terra Pesquisa e Treinamento Agrícola LTDA. As atividades também incluíram a organização das salas de defensivos agrícolas, o gerenciamento dos estoques de sementes e da oficina, bem como a tabulação, no escritório, dos dados coletados nos experimentos realizados tanto a campo quanto na casa de vegetação.

5.3. Participação em eventos

Ao longo do período de estágio foi possível participar de palestras conduzidas por colaboradores das empresas Terra Pesquisa e Treinamento Agrícola LTDA, Bettini Consultoria Agrícola e Terra Nutrição Equilibrada, além de participar de evento do “Tour da Soja”, realizado no dia 18 de janeiro de 2024. Nesse evento, foi apresentada a vitrine com 102 cultivares, cada uma exibindo diferentes grupos de maturação, tecnologias de resistência e/ou tolerância a pragas, doenças e plantas daninhas. O evento teve a participação de 60 produtores e técnicos, desse total, 90% eram clientes da Bettini Consultoria Agrícola.

Outro destaque do estágio foi a participação no “Dia de Campo”, realizado tanto na estação experimental de Primavera do Leste quanto na de Paranatinga, nos dias 24 de fevereiro de 2024 e 01 de março de 2024, respectivamente. Durante essa atividade, ocorreram apresentações abertas ao público, em parceria com diversas empresas de defensivos agrícolas, sementes e adubos foliares. Os principais temas abordados foram o programa de fungicidas para o controle de doenças da soja, a aplicação de reguladores de crescimento em soja e os efeitos de uma adubação equilibrada no desenvolvimento das raízes do algodoeiro. As apresentações foram coordenadas por engenheiros agrônomos das empresas Terra Pesquisa e Treinamento Agrícola LTDA, Bettini Consultoria Agrícola e Terra Nutrição Equilibrada.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Embora a ferrugem-asiática seja uma das principais doenças que afetam a cultura da soja, sua presença não foi observada durante as avaliações do experimento. A ausência dessa doença pode ser atribuída às condições meteorológicas desfavoráveis ao desenvolvimento do patógeno *P. pachyrhizi* no período em que o experimento foi conduzido.

A temperatura ideal para o crescimento da ferrugem-asiática é de aproximadamente 22°C, sendo o desenvolvimento da doença favorecido por chuvas bem distribuídas e longos períodos de molhamento foliar (Embrapa, 2011). Durante o experimento, a temperatura média registrada foi de 25,6°C, com máxima diária de 39,1°C e a média das temperaturas mínimas diárias de 18,3°C, conforme os dados obtidos da estação meteorológica da empresa Adama, instalada na unidade de pesquisa da empresa Terra Pesquisa e Treinamento Agrícola LTDA.

Nas avaliações de severidade das doenças, constatou-se, a partir dos 40 dias após a emergência, a presença dos seguintes patógenos: *Corynespora cassiicola*, *Septoria glycines* e *Cercospora kikuchii* (Apêndice A). Esses patógenos se desenvolveram ao longo do ciclo da cultura, conforme demonstrado na Tabela 1, através dos dados de AACPD.

Tabela 1. Avaliação da Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) para mancha-alvo, septoriose e cercosporiose nos diferentes tratamentos realizados na estação experimental da Terra Pesquisa e Treinamento Agrícola após a colheita do experimento

Tratamentos	AACPD		
	Mancha Alvo	Septoriose	Cercosporiose
T1	796,9 a	738,6 a	624,3 a
T2	530,0 b	394,8 b	498,3 a
T3	580,1 b	439,5 ab	540,0 a
T4	680,4 ab	501,5 ab	564,8 a
T5	567,1 b	472,3 ab	597,3 a
T6	544,6 b	413,5 ab	522,3 a
T7	563,6 b	458,8 ab	527,3 a
T8	565,6 b	438,4 ab	533,5 a
T9	588,0 b	513,6 ab	622,8 a
T10	613,9 b	489,6 ab	617,5 a
C.V. (%)	10,35	27,96	26,06

CV = coeficiente de variação;

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey (5% de probabilidade).

Fonte: Elaborada pela autora.

Houve diferença estatística para mancha-alvo e septoriose em relação à AACPD (Tabela 1). Para mancha-alvo, o tratamento T1 (testemunha) apresentou diferença em relação aos demais tratamentos, exceto para o T4. Observou-se também que o T2 obteve o menor valor de AACPD, embora não tenha diferido significativamente dos outros programas testados. Em relação à septoriose, o controle diferiu apenas do T2, e os demais tratamentos não mostraram diferenças estatísticas em relação à testemunha e ao T2. Para cercosporiose, não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos (Tabela 1).

Destaca-se o desempenho do T2, um tratamento que utiliza Propicoconazol + Difenconazol; Impirfluxa + Tebuconazol e Clorotalonil; Bifexafem + Proticonazol + Trifloxistrobina e Clorotalonil; Metominostrobin + Tebuconazol; e Propicoconazol + Difenconazol e Clorotalonil, na primeira, segunda, terceira, quarta e quinta aplicação, respectivamente. Esse tratamento se mostrou mais eficiente, provavelmente devido à sua ação mais específica que maximiza a proteção contra patógenos de forma direcionada e duradoura.

Godoy *et al.* (2024) apresentaram resultados parcialmente semelhantes aos do presente trabalho, por meio de ensaios cooperativos realizados para avaliar a eficácia de fungicidas no controle das doenças de final de ciclo da soja durante a safra 2023/2024. Em todos os tratamentos, a severidade das doenças foi inferior à testemunha sem aplicação de fungicida (Apêndice B). As menores severidades e as maiores porcentagens de controle foram observadas nos tratamentos com fungicidas que continham clorotalonil, seja na formulação original ou em mistura em tanque. Os tratamentos que utilizaram as combinações de trifloxistrobina +

difenoconazol + clorotalonil; clorotalonil + tebuconazol; piraclostrobina + tebuconazol e clorotalonil; impirfluxam + metominostrobin + clorotalonil; e metominostrobin + tebuconazol e clorotalonil, apresentaram taxas de controle que variaram entre 63% e 59% (Godoy *et al.*, 2024).

Em relação à eficácia dos tratamentos com fungicidas, comparados à testemunha com base na AACPD, o T2 apresentou o maior controle para todas as doenças avaliadas, destacando-se pela sua eficácia geral. Entre as doenças, a septoríose foi a que mostrou o maior nível de controle em relação à testemunha. Esses resultados sugerem que o tratamento 2, que mesclou fungicidas de distintas empresas, com distintos ingredientes ativos e modos de ação, pode ser uma estratégia promissora para reduzir a severidade de doenças, em comparação com a ausência de fungicidas, ou mesmo, aos programas específicos de cada empresa (Tabela 2).

Tabela 2. Eficácia calculada com base na AACPD (%) para mancha-alvo (*Corynespora cassiicola*), septoríose (*Septoria glycines*) e cercosporíose (*Cercospora kikuchii*) para os diferentes tratamentos realizados na estação experimental da Terra Pesquisa e Treinamento Agrícola após a colheita do experimento

Tratamentos	Eficácia de controle com base na AACPD (%)		
	Mancha Alvo	Septoria	Cercospora
T1	0	0	0
T2	33,5	46,6	20,2
T3	27,2	40,5	13,5
T4	14,6	32,1	9,5
T5	28,8	36,1	4,3
T6	31,7	44,0	16,3
T7	29,3	37,9	15,5
T8	29,0	40,6	14,5
T9	26,2	30,5	0,2
T10	23,0	33,7	1,1

Fonte: Elaborada pela autora.

A associação de fungicidas sistêmicos, como triazóis, estrobilurinas e carboxamidas, com fungicidas multissítios tem sido uma estratégia eficaz no manejo de doenças de final de ciclo na cultura da soja (Miguel-Wruck *et al.*, 2018).

Embora os fungicidas multissítios sejam moléculas mais antigas em comparação aos sistêmicos de terceira geração, que possuem mecanismos de ação e propriedades físico-químicas mais avançados (Balardin *et al.*, 2017), seu uso em combinação com fungicidas sítio-específicos aumenta a eficiência no controle. Além disso, os multissítios reduzem o risco de resistência dos patógenos, uma vez que atuam em várias rotas bioquímicas dos fungos (Nanuci, 2019).

Para garantir um controle adequado, a aplicação desses produtos deve ser realizada tanto na fase vegetativa quanto na fase reprodutiva da cultura da soja, devido à alta suscetibilidade da soja no estágio de enchimento de grãos. Ademais, é crucial evitar a repetição dos mesmos fungicidas, alternando princípios ativos ao longo do ciclo da cultura (Grigolli; Grigolli, 2019).

Além da eficácia apresentada, o T2 destacou-se como um dos que apresentam menor custo de aplicação de fungicidas por hectare. O tratamento com o menor custo foi o T8, seguido pelos tratamentos T5, T3 e T2. Embora o T2 não tenha sido o de menor custo, ele gerou o maior lucro ao produtor, devido à sua maior eficiência, o que resultou em um incremento significativo na produtividade (Tabela 3). O cálculo foi realizado com base em uma estimativa média dos preços dos produtos utilizados em cada tratamento, conforme informações fornecidas pelos consultores da empresa Bettini Consultoria Agrícola, e considerou o preço médio do saco de soja de R\$ 127,60, conforme valores da safra 2023/2024 (IMEA, 2024).

Tabela 3. Análise comparativa dos custos de aplicações e do retorno econômico por hectare em diferentes tratamentos com fungicidas utilizados na cultura da soja

Tratamentos	Produtividade (sc.ha ⁻¹)	Receita (ha ⁻¹)	Custo com fungicidas (ha ⁻¹)	Lucro (ha ⁻¹)
T1 Testemunha	45,9	R\$ 5.857	R\$ 0,00	R\$ 5.857
T2 Programa A	62,8	R\$ 8.013	R\$ 381	R\$ 7.632
T3 Programa B	55,6	R\$ 7.095	R\$ 363	R\$ 6.731
T4 Programa C	52,8	R\$ 6.737	R\$ 439	R\$ 6.299
T5 Programa D	53,9	R\$ 6.878	R\$ 354	R\$ 6.524
T6 Programa E	60,2	R\$ 7.682	R\$ 495	R\$ 7.187
T7 Programa F	56,6	R\$ 7.222	R\$ 465	R\$ 6.757
T8 Programa G	58,2	R\$ 7.426	R\$ 346	R\$ 7.081
T9 Programa H	54,6	R\$ 6.967	R\$ 415	R\$ 6.552
T10 Programa I	54,3	R\$ 6.929	R\$ 554	R\$ 6.375

Fonte: Elaborada pela autora.

Em relação ao percentual de desfolha e produtividade, observou-se diferença estatística entre os tratamentos avaliados (Tabela 4). Para a desfolha, o tratamento controle apresentou diferença significativa em relação aos tratamentos T2, T6 e T8, sendo o maior percentual registrado para o controle (88,8%), enquanto os tratamentos T2, T6 e T8 apresentaram percentuais menores, de 75,0% e 76,3%, respectivamente. No que diz respeito à produtividade, houve diferença significativa entre o T1 e T2, com o T2 alcançando uma produtividade 36,8% superior ao controle. Esse resultado ressalta novamente a eficácia e importância do T2.

Tabela 4. Percentual de desfolha e produtividade da soja em relação ao tratamento de maior desempenho nos diferentes tratamentos testados, na estação experimental da Terra Pesquisa e Treinamento Agrícola no estádio R6 da cultura

Tratamentos	Desfolha	Produtividade
	%	sc ha ⁻¹
T1	88,8 a	45,9 b
T2	75,0 b	62,8 a
T3	77,5 ab	55,6 ab
T4	82,5 ab	52,8 ab
T5	80,0 ab	53,9 ab
T6	76,3 b	60,2 ab
T7	77,5 ab	56,6 ab
T8	76,3 b	58,2 ab
T9	78,8 ab	54,6 ab
T10	80,0 ab	54,3 ab
C.V. (%)	6,31	10,78

CV = coeficiente de variação;

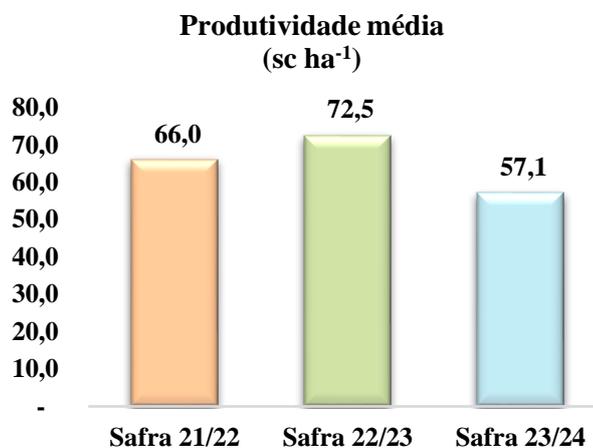
Valores seguidos de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo Teste Tukey de F (95%).

Fonte: Elaborada pela autora.

A relação entre a desfolha e a produtividade está ligada ao fato de que a área foliar da soja é um indicador fundamental de rendimento, uma vez que está diretamente relacionada à fotossíntese. O aumento da área foliar contribui para uma maior interceptação de luz (Santra *et al.*, 2020), o que, por sua vez, favorece o desenvolvimento fisiológico da planta. Esse desenvolvimento abrange processos cruciais como a fixação biológica, o alongamento do caule herbáceo, a formação de ramificações, a indução do florescimento, a expansão foliar, além do pegamento de vagens e grãos (Tagliapietra *et al.*, 2021).

A produtividade média de soja, na safra 2023/2024, foi de 57,1 sc ha⁻¹, sendo considerada baixa em relação as safras 2021/2022 e 2022/2023, que apresentaram produtividades médias de 66 sc ha⁻¹ e 72,5 sc ha⁻¹, respectivamente (Gráfico 1). Essa diferença está relacionada à distribuição irregular das chuvas ao longo do experimento. Durante o período de novembro de 2023 a março de 2024, a precipitação total verificada foi de 1.096 mm, conforme os dados obtidos da estação meteorológica da empresa Adama, instalada na unidade de pesquisa da empresa Terra Pesquisa e Treinamento Agrícola LTDA.

Gráfico 1: Comparação da produtividade média de soja (em sacas por hectare) ao final do ciclo da cultura nas safras 2021/2022, 2022/2023 e 2023/2024 na estação experimental da Terra Pesquisa e Treinamento Agrícola.

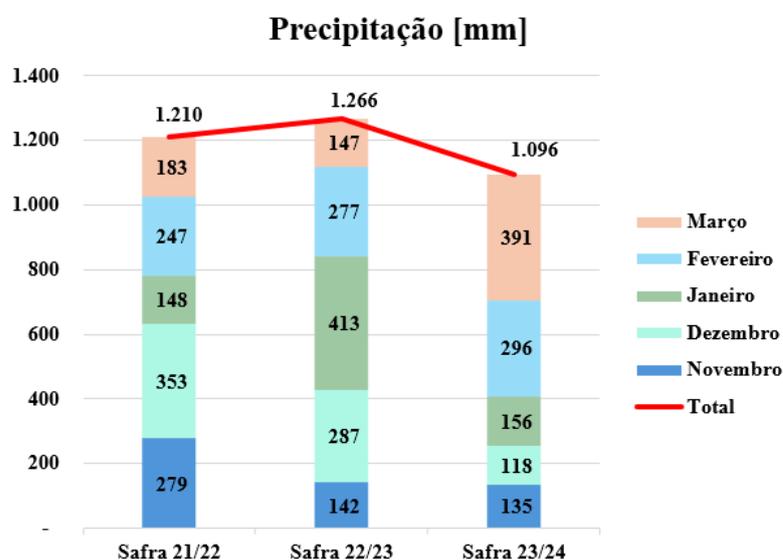


Fonte: Elaborado pela autora.

Embora o volume total de precipitação tenha sido suficiente para o desenvolvimento da soja, que é entre 450 e 800 mm ao longo de todo o seu ciclo (Oliveira *et al.*, 2020), a distribuição das chuvas ao longo dos estágios fenológicos da cultura é de extrema importância. Os períodos críticos, em que a demanda hídrica é maior, correspondem ao florescimento e ao enchimento de grãos, nos quais a planta necessita de, aproximadamente, 7 a 8 mm por dia (Naoe; Peluzio; Souza, 2017).

O florescimento ocorre aproximadamente 45 dias após a emergência, enquanto o enchimento de grãos ocorre em torno de 80 dias após a semeadura (Anexo A) (Soybean, 2018). Com a semeadura realizada em novembro, esses períodos críticos ocorreram nos meses de dezembro e janeiro, respectivamente. No entanto, o mês de dezembro registrou apenas 118mm de precipitação, enquanto janeiro acumulou 156mm, volumes insuficientes para atender às necessidades diárias da cultura durante esses estágios cruciais, resultando em impacto negativo sobre a produtividade final (Gráfico 2).

Gráfico 2: Análise comparativa das precipitações mensais e totais durante o experimento nas safras 2021/2022, 2022/2023 e 2023/2024 na estação experimental da Terra Pesquisa e Treinamento Agrícola



Fonte: Elaborado pela autora.

Os resultados mostraram que, apesar da ausência de ferrugem-asiática, doenças como mancha-alvo, septoriose e cercosporiose foram observadas, sendo o T2 o tratamento mais eficaz em controlar essas doenças e reduzir a desfolha. O T2 aumentou a produtividade em 36,8% em relação ao controle e, embora não tenha o menor custo, proporcionou o maior lucro ao produtor devido à sua eficiência. A produtividade média foi de 57,1 sc ha⁻¹, impactada pela distribuição irregular de chuvas durante o florescimento e o enchimento de grãos. Esses resultados destacaram o T2 como uma estratégia promissora para o manejo de doenças na soja.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos resultados obtidos, com o desenvolvimento do experimento, pôde-se observar que a utilização de um programa de controle de doenças, composto por fungicidas de distintas empresas fabricantes e, conseqüentemente, por distintos ingredientes ativos e modos de ação, apresentou maior eficácia de controle de doenças e menores reduções na produtividade de grãos.

A empresa Terra Pesquisa e Treinamento Agrícola LTDA desempenha um papel fundamental no desenvolvimento agrícola da região de Primavera do Leste, Mato Grosso. Durante o estágio, foi possível observar como a empresa integra o conhecimento agrônomo com as demandas do mercado, oferecendo suporte técnico por meio de experimentos a campo

e consultorias, além de promover agricultura de precisão, em parceria com as empresas Bettini Consultoria Agrícola e Terra Nutrição Equilibrada.

O estágio proporcionou experiências desafiadoras em grandes áreas de cultivo, que demandaram uma aplicação prática dos conhecimentos adquiridos ao longo da graduação. As atividades realizadas exigiram habilidades nas áreas de fitopatologia, manejo de pragas e doenças, tecnologia de aplicação, nutrição de plantas, fisiologia vegetal e manejo de culturas.

O aprendizado obtido nesse período foi altamente enriquecedor, tanto em termos técnicos quanto pessoais, abrindo novas perspectivas profissionais e contribuindo significativamente para a formação de uma engenheira agrônoma.

REFERÊNCIAS

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, [S.l.], v.18, p.265-267, 1925. Disponível em: <https://academic.oup.com/jee/article-abstract/18/2/265/785683>. Acesso em: 23 set. 2024.

ALACÂNTARA, W.; FIORAVANTI, L. O agronegócio globalizado no Sudeste Mato-Grossense: o caso de Primavera do Leste. **MEDIUS - Revista Acadêmica do IFMT Primavera do Leste**. Primavera do Leste, v.2, n.2, p.35-45, 2018. Disponível em: https://medius.pdl.ifmt.edu.br/media/filer_public/6a/5d/6a5d3504-62e8-4e96-833f-d98a08b67114/o_agronegocio_globalizado_no_sudeste_mato-grossense_-_o_caso_de_primavera_do_lete.pdf. Acesso em: 18 set. 2024.

ALMEIDA, E. P. C.; ZARONI, M. J.; SANTOS, H. G. **Neossolo Quartzarênicos: Solos tropicais**. Brasília: Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/neossolos/neossolo-quartzarenicos>. Acesso em: 24 mar. 2024.

BALARDIN, R. S. *et al.* **Mancozebe: muito além de um fungicida**. Porto Alegre: Bookman, 2017. 55p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Informações sobre agrotóxicos fitossanitários registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) – AGROFIT**. Agrotóxicos registrados no AGROFIT, 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/cartas-de-servico/defesa-agropecuaria-agrotoxicos/agrotoxicos-registrados-no-agrofit>. Acesso em: 10 maio 2024.

CANTERI, M. G.; KOGA, L. J.; GODOY, C.V. Escala diagramática para estimar desfolha provocada por doenças em soja. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 4º, 2006, Londrina. **Resumos**. Londrina: Embrapa, 2006, p.106. Disponível em: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?busca=fitopatologia%20doencas&sort=autoria-sort&paginaAtual=86&id=469254&ic=t>. Acesso em: 11 out. 2024.

CLIMATE DATA. **Primavera do Leste**. 2024. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/mato-grosso/primavera-do-leste-43171/>. Acesso em: 28 mar. 2024.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 03 abr. 2024.

CORTEVA AGRISCIENCE. **Manejo Integrado de doenças**. 2024. Disponível em: <https://www.corteva.com.br/boas-praticas-agricolas/publication/Manejo-Integrado-de-Doencas.html>. Acesso em: 06 maio 2024.

DALL'AGNOL, A. *et al.* **O complexo agroindustrial da soja brasileira**. Londrina: Embrapa soja, 2007. 11 p. (Circular técnica, 43). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/470318>. Acesso: 04 abr. 2024.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de pesquisa da soja. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil 1998/89**. Londrina: Embrapa soja, 1998. p. 130-161. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPSO/15890/1/doc120.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2024.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de pesquisa da soja. **Tecnologia de produção de soja – região central do Brasil – 2009 e 2010**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. p. 193-222. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAO-2009-09/31357/1/Tecnol2009.pdf>. Acesso em: 13 maio 2024.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de pesquisa da soja. **Tecnologia de produção de soja – região central do Brasil – 2012 e 2013**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. p. 197-252. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/44954/1/TEC.-PROD.15.pdf>. Acesso em: 13 maio 2024.

FAGAN, E. B. *et al.* Efeito da aplicação de piraclostrobina na taxa fotossintética, respiração, atividade da enzima nitrato redutase e produtividade de grãos de soja. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 4, p. 771-777, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/WfSDkXdB7nKj7DbLYMGMfsf/>. Acesso em: 14 jul. 2024.

FRAC – COMITÊ DE AÇÃO A RESISTÊNCIA A FUNGICIDAS. **Manejo da Resistência a Fungicidas: Informações básicas**. 2024. Disponível em: <https://www.frac-br.org/informa%C3%A7oes-basicas>. Acesso em: 06 maio 2024.

GHINI, R; KIMATI, H. **Resistência de fungos a fungicidas**. 2ª ed. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2002. 78p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/13231/resistencia-de-fungos-a-fungicidas>. Acesso em: 14 jul. 2024.

GODOY, C. V. *et al.* Doenças da soja. In: MANUAL de Fitopatologia. Doenças das Plantas Cultivadas. 5 ed. São Paulo: Ceres, 2016. v. 2, p. 657-676.

GODOY, C. V. *et al.* **Eficiência de fungicidas para o controle das doenças de final de ciclo da soja, na safra 2022/2023: Resultados sumarizados dos ensaios cooperativos.** Londrina: Embrapa Soja, 2023a. 10 p. (Circular técnica, 193). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1154333/1/Cir-Tec-193.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2024.

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.** Londrina: Embrapa Soja, 2023b. 28 p. (Circular técnica, 195). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1154837/1/Circ-Tec-195.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2024.

GODOY, C. V. *et al.* **Eficiência de fungicidas para o controle da mancha-alvo, *Corynespora cassicola*, na cultura da soja, na safra 2023/2024: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos.** Londrina: Embrapa Soja, 2024. 13 p. (Circular técnica, 203). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1164951/1/Circ-Tec-203-revista.pdf>. Acesso em: 10 out. 2024.

GODOY, C. V. *et al.* **Ferrugem-asiática da soja: bases para o manejo da doença e estratégias antirresistência.** Londrina: Embrapa Soja, 2020. 39 p. (Documentos, 428). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1122923/1/DOC-428.pdf>. Acesso em: 07 abr. 2024.

GODOY, C. V.; KOGA, L. J.; CANTERI, M. G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 1, p.63-68, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/fb/a/7zsWfRPH6xXNGHjsS4ZSNwN/>. Acesso em: 11 out. 2024.

GRIGOLLI, J. F. J.; GLIGOLLI, M. M. K. Manejo de doenças na cultura da soja. In: LOURENÇÃO, A. L. F. *et al.* (Org.) **Tecnologia e produção: Safra 2018/2019.** Maracaju - MS: Midiograf, 2019. p. 169-180. Disponível em: <https://www.fundacaoms.org.br/wp-content/uploads/2021/02/Tecnologia-e-Producao-Soja-Safra-20182019.pdf>. Acesso em: 14 maio 2024.

HENNING, A. A. *et al.* **Manual de identificação de doenças de soja.** Londrina: Embrapa Soja, 2014. (Documentos, 256). 76 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/991687/1/Doc256OL.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2024.

HENNING, A. A.; DALL'AGNOL, A. **Crestamento foliar de *Cercospora* e mancha-púrpura na semente de soja.** 2021. Disponível em: <https://blogs.canalrural.com.br/embrapasoja/2021/01/18/crestamento-foliar-de-cercospora-e-mancha-purpura-na-semente-de-soja/#:~:text=Sintomas%20de%20crestamento%20foliar%20ocorrem%20pela%20forma%203%A7%C3%A3o%20da,infec%C3%A7%C3%A3o%20da%20vagem%2C%20causando%20manchas%20p%C3%BAruras%20no%20tegumento.> Acesso em: 12 abr. 2024.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados: Primavera do Leste**. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/primavera-do-leste/panorama>. Acesso em: 23 mar. 2024.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados: Primavera do Leste**. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/primavera-do-leste/panorama>. Acesso em: 23 mar. 2024.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Primavera do Leste: Pesquisa: Censo agro: **Censo agropecuário**. 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/primavera-do-leste/pesquisa/24/76693>. Acesso em: 18 set. 2024.

IMEA – INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA. **Soja: Preço comercial mensal – 23/24**. Cuiabá, 2024. Disponível em: <https://www.imea.com.br/imea-site/indicador-soja>. Acesso em: 12 out. 2024.

ITO, M. F. Principais doenças da cultura da soja e manejo integrado. **Nucleus**, v.3, n.3, ed. especial, p.83-101, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/307741010_principais_doencas_da_cultura_da_soja_e_manejo_integrado. Acesso em: 08 abr. 2024.

JACOBELIS JUNIOR, W. **Ação de fungicidas no desenvolvimento de plantas de tomate, em condições de ambiente protegido**. 2015. vi, 47 f. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/ec6143f4-66f7-4313-9639-1f5b320d5ed8>. Acesso em: 19 abr. 2024.

KOTTEK, M. *et al.* **World Map of the Köppen-Geiger Climate Classification Updated**. 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/51997463_World_Map_of_the_Koppen-Geiger_Climate_Classification_Updated. Acesso em: 28 mar. 2024.

LAMOTTE, F. *et al.* Purification and characterization of cassiicolin, the toxin produced by *Corynespora cassiicola*, causal agent of the leaf fall disease of rubber tree. **Journal of Chromatography B**, v.849, n.1-2, p. 357-362, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/6683735_Purification_and_characterization_of_cassiicolin_the_toxin_produced_by_Corynespora_cassiicola_causal_agent_of_the_leaf_fall_disease_of_rubber_tree. Acesso em: 15 mar. 2024.

MELO, M. M. **Produção de esporos e inoculação *Corynespora cassiicola* em soja**. 2009. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2009. Disponível em: <http://tede.upf.br/jspui/bitstream/tede/483/1/2009MarciaMuliternodeMelo.pdf>. Acesso em: 14 maio 2024.

MIGUEL-WRUCK, D. S. *et al.* Ensaio em rede de fungicidas para o controle de mancha alvo (*Corynespora cassiicola*), na cultura da soja, SINOP/MT, safra 2017/2018. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 8., 2018, Goiânia. **Anais**. Brasília Embrapa, 2018. p. 498-500. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/182499/1/2018-cpamt-dula-wruck-fungicida-mancha-alvo-soja.pdf>. Acesso em: 14 maio 2024.

NANUCI, R. **Aplicação de fungicidas multissítios em mistura e de forma isolada no manejo de resistência de *Phakopsora pachyrhizi* na soja**. 2019. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas, Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, Goiás, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/1362/3/Ricardo%20Nanuci%20Mestrado%20PPGPP.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2024.

NAOE, A. M. L.; PELUZIO, J. M.; SOUZA, J. P. Estresse ambiental na cultura da soja. **Revista Integralização Universitária – RIU**, Palmas, v.12, n. 16, 2017. p. 1-10. Disponível em: <https://to.catolica.edu.br/revistas/index.php?journal=riu&page=article&op=view&path%5B%5D=138&path%5B%5D=72>. Acesso em: 10 out. 2024.

NASCIMENTO, F. G. **Controle de doenças em soja com diferentes manejos e momentos de aplicação de fungicidas baseados no índice de área foliar**. 2018. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/22965/1/ControleDoen%20c3%a7asSoja.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2024.

OLIVEIRA, S. A. *et al.* Efeito do estresse hídrico em cultivo de soja. In: CONGRESSO ONLINE PARA AUMENTO DA PRODUTIVIDADE DO MILHO E SOJA, 3., 2020, Santa Maria. **Anais e proceedings**. Santa Maria: Even 3, 2020. p. 1-4. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1128014>. Acesso em: 12 out. 2024.

PIVA, A. Soja gera 6% do PIB do Brasil. **Revista Oeste**, 2023. Disponível em: <https://revistaoeste.com/agronegocio/soja-gera-6-do-pib-do-brasil/#:~:text=O%20complexo%20da%20soja%20deve%20responder%20por%206%2C3%25,milh%C3%B5es%20ser%C3%A3o%20gerados%20com%20os%20gr%C3%A3os%20in%20natura>. Acesso em: 03 abr. 2024.

REIS, E. M.; BRESOLIN, A.C. R. Fungicidas: aspectos gerais. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, RS. ed. 97, 2007.

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.

RIBEIRO, F. C. *et al.* Controle químico da mancha-alvo da soja (*Corynespora casticola*) no cerrado tocantinense-Brasil. **Journal of Bioenergy and Food Science**, Macapá, v.4, n.1, p. 26-36, 2017. Disponível em: <http://periodicos.ifap.edu.br/index.php/JBFS/article/view/118/158>. Acesso: 12 abr. 2024.

RODRIGUES, M. A. T. **Classificação de fungicidas de acordo com o mecanismo de ação proposto pelo FRAC. 2006.** 249 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, 2006. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/4d22296e-549f-4c91-bdba-181c4b86191f>. Acesso em: 16 ago. 2024.

SANTOS, H. G.; ZARONI, M. J. **Latossolos Vermelhos: Solos tropicais.** Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/latossolos/latossolos-vermelhos>. Acesso em: 24 mar. 2024.

SANTRA, P. *et al.* Digital image Processing Approach for Determination of Leaf Area of Field Crops. **Annals of Arid Zone**, v. 59, n. 3-4, 2020, p. 1-6. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/363210443_Digital_image_Processing_Approach_for_Determination_of_Leaf_Area_of_Field_Crops. Acesso em: 22 set. 2024.

SEIXAS, C. D. S. *et al.* Manejo de doenças. *In*: HENNING, A. A. *et al.* **Sistema de produção: Tecnologias de produção de soja.** Londrina: Embrapa Soja, 2020. p. 227-264. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/223209/1/SP-17-2020-online-1.pdf>. Acesso em: 12 maio 2024.

SIEROTZKI, H.; SCALLIET, G. A review of current know ledge of resistance aspects for the next-generation succinate dehydrogenase inhibitor fungicides. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 103, n. 9, 2013. p. 880-887. Disponível em: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PHYTO-01-13-0009-RVW>. Acesso em: 24 jul. 2024.

SINCLAIR, J. B. Target spot. *In*: COMPENDIUM of soybean diseases. 4. ed. St. Paul: American Phytopathological Society, 1999. p. 27.

SNOW, J. P., BERGGREN JR, G. T. Target spot: *In*: COMPENDIUM of soybean diseases. 3. ed. St Paul, Minnesota: American Phytopathological Society. 1989. p. 27-28.

SOARES, R. M. *et al.* **Crestamento foliar de cercospora e mancha púrpura.** Brasília: Embrapa Soja, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/producao/doencas-da-soja/doencas-causadas-por-fungos/crestamento-foliar-de-cercospora-e-mancha-purpura>. Acesso em: 12 abr. 2024.

SOYBEAN plant development guide. Pulse Soubean Growers. Manitoba, 2018. Disponível em: https://www.manitobapulse.ca/wp-content/uploads/2016/08/Soybean-Plant-Development_June-2018_WR.pdf. Acesso em: 10 out. 2024.

TAGLIAPIETRA, E.L *et al.* Biophysical and management factors causing yield gap in soybean in the subtropics of Brazil. **Agronomy Journal**. Madison, v.113, p.1882-1894, 2021. Disponível em: <https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/agj2.20586>. Acesso em: 25 set. 2024.

TAKATA, R. T.; SILVA, A. H.; POLETO, L. R. **Uso e ocupação das áreas de ocorrência de Neossolo Quartzarênico em Primavera do Leste – MT**. 2014. Disponível em: https://www.cbg2014.agb.org.br/resources/anais/1/1404396688_ARQUIVO_artigo-completo1.pdf. Acesso em: 23 mar. 2024.

UPCHURCH, R.G.; RAMIREZ, M.E. Defense-related gene expression in soybean leaves and seeds inoculated with *Cercospora kikuchii* and *Diaporthe phaseolorum* var. *meridionalis*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, Índia, v. 75, n. 1-2, p. 64–70, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0885576510000731>. Acesso em: 13 mar. 2024.

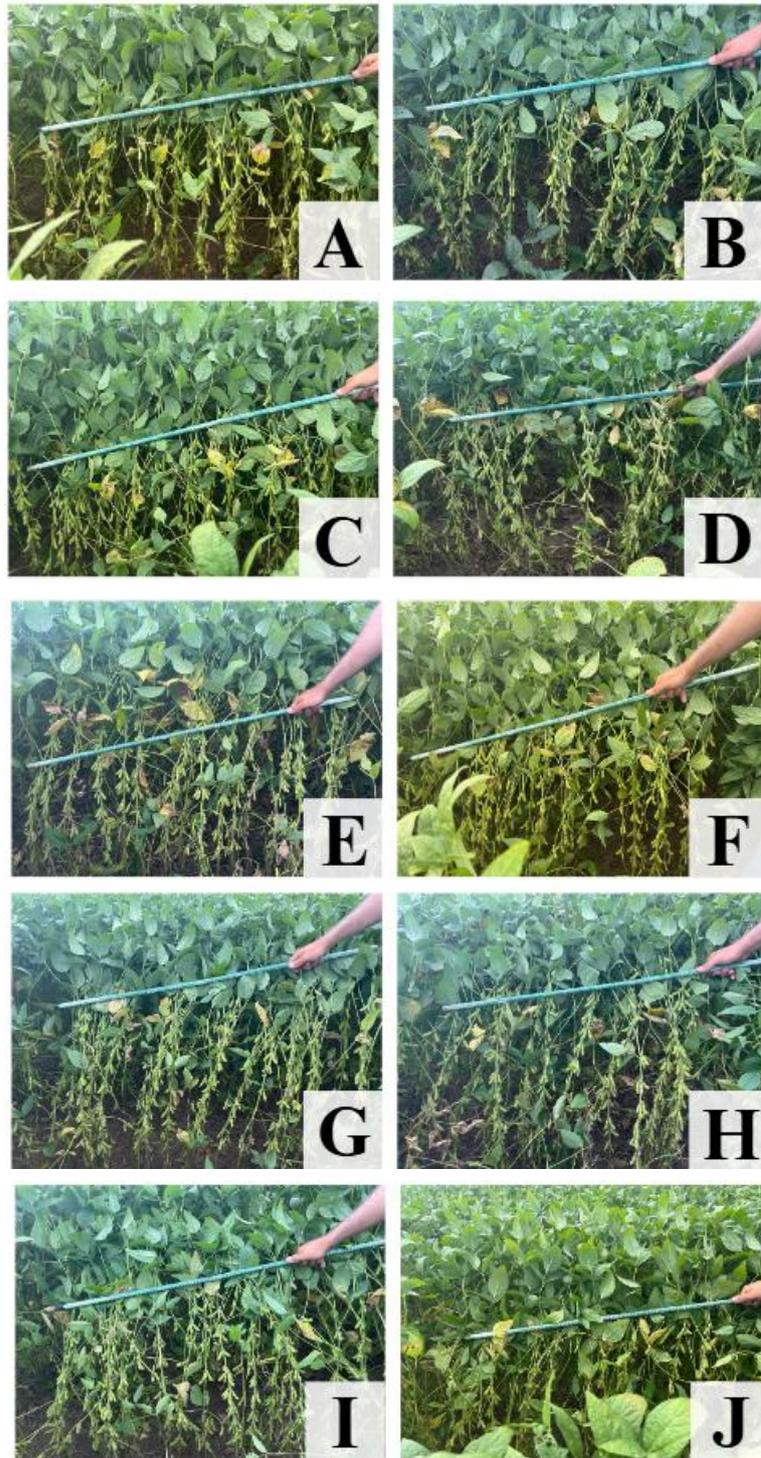
USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **World Agricultural Production: Past Reports**. Washington, DC, 2024. Disponível em: <https://fas.usda.gov/data/world-agricultural-production-10112024>. Acesso em: 14 set. 2024.

WHITE, S.L. *et al.* Spatial and time distribution of dairy cattle excreta in an intensive pasture systems. **Journal of environmental quality**, [S.l], v. 30, n. 6, p. 2180-2187, 2001.

YANG, X. B. *et al.* Development of yield loss models in relation to reductions of components of soybeans infected with *Phakopsora pachyrhizi*. **Phytopathology**, Saint Paul, v.81, n.11, p.1420-1426, 1991.

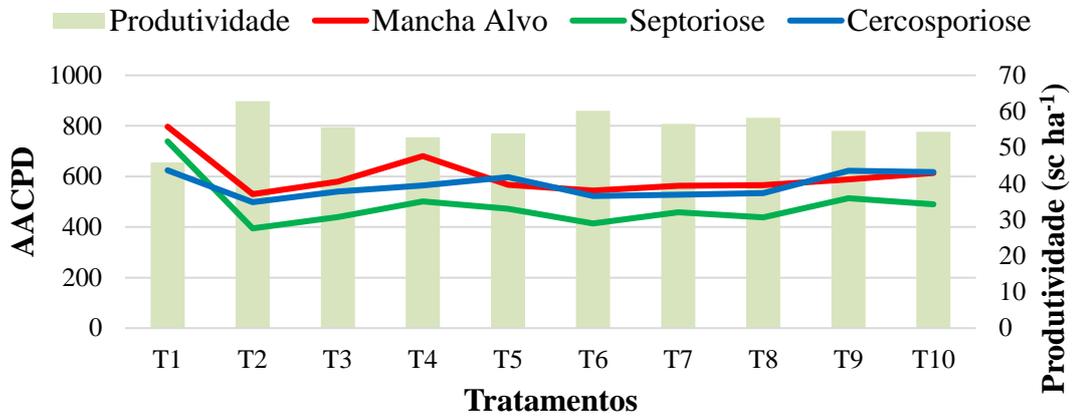
YORINORI, J. T. *et al.* Epidemics of Soybean Rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay from 2001 to 2003. **Plant Disease**, Saint Paul, p. 675-677, 2005. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30795398/>. Acesso em: 08 abr. 2024.

APÊNDICE A – Registro fotográfico dos tratamentos de programa de fungicidas no controle de doenças da soja. Correspondência das imagens A-J aos tratamentos T1-T10

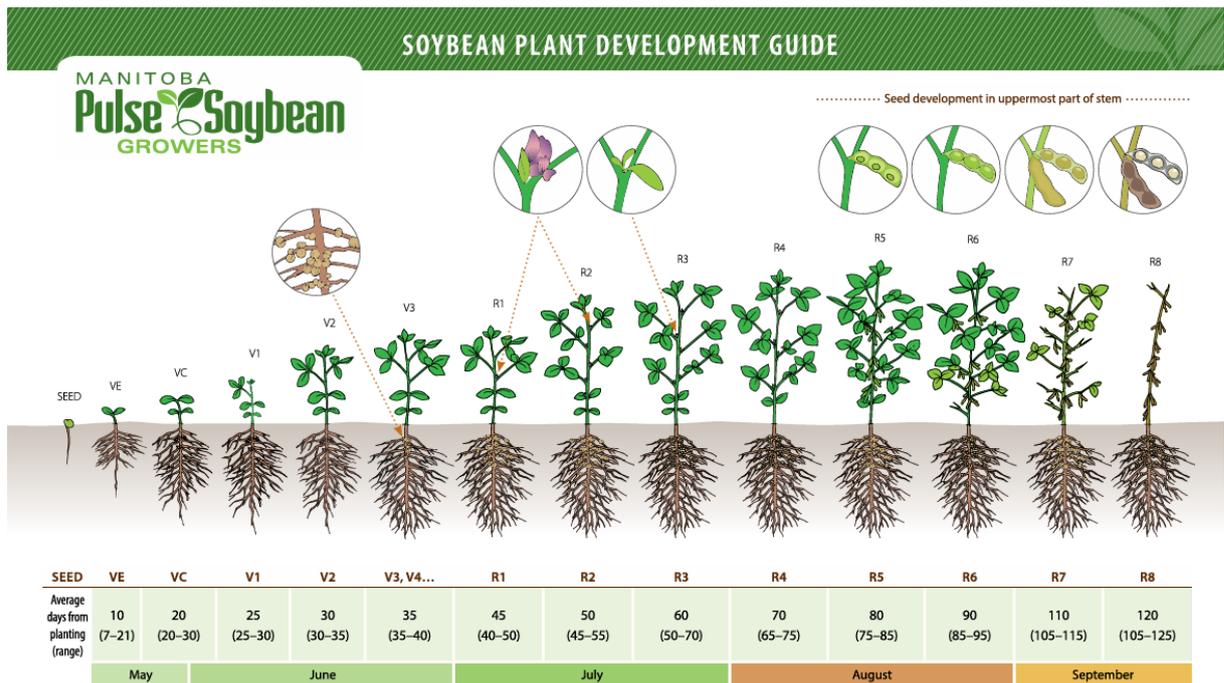


Fonte: Autora

APÊNDICE B – Gráfico de comparação dos tratamentos quanto à curva de área abaixo da curva de progresso da doença mancha alvo, septoriose e cercosporiose e seu impacto na produtividade da soja, ao final do experimento conduzido na estação experimental da empresa Terra Pesquisa e Treinamento Agrícola



ANEXO A – Estádios fenológicos da cultura da soja e sua duração em dias



Fonte: Soybean, 2018.

ANEXO B – Protocolo experimental para avaliação da eficiência de fungicidas no controle de doenças da soja



CARTA PROPOSTA: PROTOCOLO DE PESQUISA

Solicitante: Empresa

Responsáveis pela condução: Equipe Terra Pesquisa e Treinamento Agrícola

Execução: Desenvolvimento de um protocolo de pesquisa exploratório no campo experimental da Terra Pesquisa e Treinamento Agrícola.

Local: Primavera do Leste-MT

Projeto em condições de campo: Programa de fungicidas no controle de doenças da soja (*Glycine max*).

Objetivo: Avaliar a eficiência de fungicidas no controle de doenças na soja, como ferrugem asiática, septoriose, cercosporiose e mancha-alvo, e fornecer recomendações para otimizar o rendimento e reduzir custos.

Delineamento Experimental: Blocos casualizados, 10 tratamentos, com 4 repetições.

Lista de Tratamentos:

Tratamentos	1ª Aplicação	2ª Aplicação	3ª Aplicação	4ª Aplicação	5ª Aplicação	
						Ingredientes ativos e Doses de produtos em Kg ou L.ha ⁻¹
T1	Testemunha	-	-	-	-	
T2	Programa A	Propiconazol + Difenoconazol (0,2)	Impirfluxa + Tebuconazol (0,5) e Clorotalonil (1,0)	Bifexafem + Proticonazol + Trifloxistrobina (0,5) e Clorotalonil (1,0)	Metaminostrobrina + Tebuconazol (0,6)	Propiconazol + Difenoconazol (0,2) e Clorotalonil (1,0)
T3	Programa B	Trifloxistrobina + protioconazol (0,5)	Bifexafem + Proticonazol + Trifloxistrobina (0,5)	Impirfluxam + Protioconazol (0,35)	Trifloxistrobina + protioconazol (0,5)	Trifloxistrobina + Ciproconazol (0,2)
T4	Programa C	Propiconazol + Difenoconazol (0,15)	Difenoconazol + Pidiflumetofem (0,6)	Benzovindiflupir + Protioconazol (0,45)	Pidiflumetofem + Prothiconazole (0,75)	Difenoconazol + Ciproconazol (0,3) e Clorotalonil (1,0)
T5	Programa D	Picoxistrobina + Ciproconazol (0,6)	Picoxistrobina + Protioconazol (0,6)	Picoxistrobina + Protioconazol (0,6)	Picoxistrobina + Benzovindiflupir + Acetofenona (0,6)	Picoxistrobina + Ciproconazol (0,6)
T6	Programa E	Azoxistrobina + Tebuconazol (0,5)	Protioconazol + Mancozebe (2,0)	Picoxistrobina + Tebuconazol + Mancozebe (2,25)	Picoxistrobina + Tebuconazol + Mancozebe (2,25)	Azoxistrobina + Difenoconazol + Clorotalonil (1,75)
T7	Programa F	Mefentrifluconazol + Piraclostrobina + Fluxapiraxade (0,6)	Fluxapiraxade + Protioconazol (0,3)	Fluxapiraxade + Protioconazol (0,3)	Fluxapiraxade + Protioconazol (1,0)	Fenpropimorfe + Ciclohexanona (0,5)
T8	Programa G	Propiconazol + Difenoconazol (0,2)	Metaminostrobrina + Tebuconazol (0,6) e Clorotalonil (1,2)	Metaminostrobrina + Impirflaxam + Clorotalonil (2,0)	Metaminostrobrina + Tebuconazol (0,6) e Clorotalonil (1,2)	Propiconazol + Difenoconazol (0,2) e Clorotalonil (1,0)
T9	Programa H	Propiconazol + Difenoconazol (0,2)	Azoxistrobina + Mancozebe + Tebuconazol (1,75)	Azoxistrobina + Mancozebe + Protioconazol (2,0)	Azoxistrobina + Mancozebe + Protioconazol (2,0)	Azoxistrobina + Mancozebe + Tebuconazol (1,75)
T10	Programa I	Difenoconazol (0,2) e Clorotalonil (1,5)	Impirflaxam + Tebuconazol (0,5) e Mancozebe (1,5)	Trifloxistrobina + Protioconazol (0,4) e Mancozebe (1,5)	Impirflaxam + Tebuconazol (0,5) e Mancozebe (1,5)	Azoxistrobina e Tebuconazol (0,5) e Mancozebe (1,5)

Avaliações (Sugestões):

- Severidade das doenças;
- Desfolha;
- Rendimento da cultura (produtividade);



- Curva de AACPD;
- Análise estatística aplicando o teste Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o *software* SASM-Agri.

Observações:

Deve-se anotar as datas de plantio, aplicações e demais tratamentos culturais realizados na área, além de equipamentos utilizados e características das aplicações.

Discriminar demais produtos adicionados ao tratamento de semente (inseticida, fungicida e inoculante), caso seja utilizado.

Descrever toda a metodologia utilizada no relatório final.

Metodologia:

Cultivar: Brasmax BÔNUS IPRO

Repetições: 4

Tamanho das parcelas: Largura (2,7 m) e comprimento (5,5 m)

Volume de calda foliar: 150 L/ha

Duração em dias da condução do ensaio: 120 dias