



Bruno Cesar de Paula

**Avaliação e análise econômica do uso de adjuvantes associados a fungicidas
no controle das doenças em soja**

Projeto de Dissertação

Cruz Alta - RS, 2024



Bruno Cesar de Paula

**Avaliação e análise econômica do uso de adjuvantes associados a fungicidas
no controle das doenças em soja**

Projeto de Dissertação apresentado ao Mestrado
Profissional em Desenvolvimento Rural da
Universidade de Cruz Alta.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Juliane Nicolodi Camera

Coorientador: Prof. Dr. Rafael Pivotto Bortolotto

Cruz Alta, RS, 09 de Agosto de 2024.

Universidade de Cruz Alta - Unicruz
Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão
Mestrado Profissional em Desenvolvimento Rural

**Avaliação e análise econômica do uso de adjuvantes associados a fungicidas
no controle das doenças em soja**

Elaborado por

Bruno Cesar de Paula

Como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre
em Desenvolvimento Rural, Área de Concentração:
Desenvolvimento Rural Sustentável.

Comissão Examinadora:

Dr^a. Juliane Nicolodi Camera
Universidade de Cruz Alta - Unicruz

Dr^a Camila Ranzi
Pesquisagro

Dr. Rafael Pivotto Bortolotto
Universidade de Cruz Alta - Unicruz

Cruz Alta, RS, 09 de Agosto de 2024.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
2 REVISÃO DE LITERATURA	8
2.1 Cultura da soja	8
2.2 Doenças da soja	10
2.2.1 Ferrugem asiática.....	12
2.2.2 Oídio	14
2.2.3 Manchas foliares.....	16
2.3 Controle químico	18
2.3.1 Carboxamidas	20
2.3.2 Triazóis	22
2.3.3 Estrubilurinas.....	24
2.3.4 Morfolina	26
2.4 Adjuvantes	26
2.5 Análise Econômica	28
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	31
3.1 Experimento	31
3.2 Aplicações	32
3.3 Avaliações	33
3.3.1 Severidade de doenças.....	33
3.3.2 Ferrugem.....	33
3.3.3 Oídio	33
3.3.4 Manchas Foliares.....	34
3.3.5 Fitotoxicidade	34
3.3.6 Produtividade, massa de mil grãos e análise estatística.....	35
3.4 Análise econômica.....	36
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
CONCLUSÃO.....	46
REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

A produção agrícola de soja desempenha um papel crucial na segurança alimentar global, fornecendo não apenas óleo e proteína essenciais, mas também representando uma importante fonte de renda para agricultores ao redor do mundo (FAO, 2020). No entanto, a presença de doenças, como a ferrugem da soja e outras patologias fúngicas, pode comprometer seriamente a produção e a qualidade dos grãos, com danos variando de 10% a 90% nas diversas regiões geográficas onde é relatada (GODOY et al., 2016). Na safra de soja 2023/24, observou-se um aumento significativo na incidência da ferrugem asiática em comparação com a safra anterior, 2022/23. Segundo dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2024), fornecidos pelo Consórcio Antiferrugem, enquanto em 9 de janeiro de 2023 foram identificados 46 casos da doença em todo o país, na mesma data em 2024 já foram registrados mais de 140 focos de ferrugem asiática.

A agricultura brasileira segue em crescimento tanto em plantio quanto em produção, sendo, a cultura da soja a mais relevante em área plantada e produtividade, representando grande parte das exportações do agronegócio brasileiro. Na safra 2022/2023 foram cultivados 43,5 milhões de hectares no Brasil. Esta área cultivada equivale aproximadamente a 153,6 milhões de toneladas de grãos (CONAB, 2023). Esse incremento na produtividade da soja no decorrer dos anos influenciou positivamente no desenvolvimento tecnológico da agricultura brasileira. Com essa crescente no potencial produtivo da soja e importância econômica da cultura para o país, observamos a necessidade de proteção da cultura com manejo fitossanitário para controle de pragas e doenças.

As doenças da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merr) são um dos fatores bióticos que limitam a obtenção de altos rendimentos da cultura. Os danos ocasionados por essas doenças podem variar de ano para ano e de região para região, dependendo de cada safra, sendo que algumas delas podem ocasionar perdas de até 100% (EMBRAPA, 2010). Na medida que a cultura se desenvolve podemos observar doenças como: oídio (*Erysiphe difusa* Cooke & Peck), Mancha alva (*Corynespora cassicola* Berk. & Curt) e Ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow & Sydow). Ou seja, elas podem estar presentes desde o momento da semeadura até o final do ciclo da cultura, sendo estas últimas, comumente denominadas Doenças de Final de Ciclo (DFC). O final do ciclo é variável e depende da região, no entanto na região Sul esse período é mais longo, podendo perdurar até o mês de abril (FINOTO et al, 2011). Dentre as DFC pode-se citar o crestamento foliar de cercospora (*Cercospora kikuchii* Matsumoto & Tomoyasu).

Adjuvantes, substâncias adicionadas às formulações de pesticidas para melhorar sua eficácia e aderência às plantas, representam um componente crítico no contexto do manejo fitossanitário. Essas substâncias podem variar em composição, sendo comumente divididas entre adjuvantes de base oleosa vegetal e mineral (TRES et al., 2015). O entendimento detalhado de como diferentes adjuvantes interagem com fungicidas na cultura da soja é essencial para otimizar a eficácia do tratamento, minimizando custos e impactos ambientais (ECCO et al., 2021).

O entendimento aprofundado da interação entre adjuvantes e fungicidas na cultura da soja é essencial diante do desafio constante que os agricultores enfrentam para equilibrar a proteção das plantas e a eficiência econômica. A hipótese de que adjuvantes de base oleosa vegetal superam os de base oleosa mineral sugere uma possível diferenciação fundamental no desempenho dessas formulações. Esta distinção não apenas tem implicações práticas na escolha de adjuvantes, mas também levanta questões sobre os mecanismos subjacentes que tornam essas substâncias mais ou menos eficazes na promoção do controle de doenças (RIFFEL et al., 2021).

Embora ainda não haja cultivares que resistam a todos os patógenos presentes no estágio final do ciclo das plantas (SEDIYAMA et al, 2011), é recomendável utilizar cultivares resistentes caso a região enfrente doenças recorrentes. Além disso, o uso de sementes certificadas e seu tratamento contribuem para o controle desses patógenos, especialmente considerando sua transmissão por sementes contaminadas. A rotação de culturas também é uma estratégia de manejo eficaz, introduzindo espécies que não são hospedeiras do patógeno no sistema. O controle químico, principalmente com fungicidas, é comumente empregado, visando proteger as plantas, sendo os procedimentos específicos para cada doença. O planejamento das atividades é crucial para a eficácia dessas práticas de manejo, incluindo a programação das aplicações de fungicida, monitoramento dos patógenos e adoção das práticas mais adequadas à situação (WRUCK, 2021).

Dentro do manejo químico de fungicidas utilizados para controle de doenças temos inúmeras variáveis que alteram a qualidade da aplicação de fungicidas, buscando minimizar os efeitos externos que interferem na aplicação vamos analisar o efeito da tecnologia de aplicação no controle de doenças que ocorrem no desenvolvimento da cultura. A aplicação da tecnologia não se limita à simples execução do procedimento, mas sim à complexa interação de diversos elementos (como cultura, praga, doença, plantas invasoras, produto, equipamento e ambiente),

visando alcançar um controle eficaz, com custos reduzidos e mínima contaminação ambiental (VARGAS; GLEBER, 2005).

Para aprimorar a qualidade da aplicação de defensivos agrícolas, é crucial analisar e aperfeiçoar todos os parâmetros essenciais para o sucesso do processo, tais como: redução da deriva, controle do tamanho das gotas, dosagem precisa, consideração das condições climáticas, seleção adequada dos bicos de pulverização, e volume de calda utilizado, entre outros aspectos. Os fracassos frequentemente atribuídos ao produto em si, na verdade, estão mais relacionados ao uso inadequado do equipamento, tanto em termos de sua configuração quanto no momento oportuno da aplicação, o que demanda maior atenção e cuidado por parte dos usuários (SANTOS, 2007).

O estudo buscou responder a seguinte questão de pesquisa: diferentes adjuvantes influenciam a eficiência de fungicidas na cultura da soja? O trabalho ainda buscou responder duas hipóteses: a) Adjuvantes de base oleosa vegetal tem melhor desempenho do que os de base oleosa mineral; e b) Adjuvantes melhoram a eficiência dos fungicidas no manejo de doenças gerando maior eficiência de controle.

A crescente de produtividade das culturas está cada vez mais exigindo tecnologias de ponta para auxiliar o produtor. Uma das tecnologias que mais interfere em produtividade é a proteção da cultura por meio do uso de fungicidas (manejo fitossanitário), visto que nossas produções de grande escala são monoculturas e por consequências susceptíveis a doenças.

Em paralelo ao crescente uso de fungicidas vem a crescente de empresas especializadas em tecnologia de aplicação, onde visam melhorar as aplicações de maneira geral. Muitas empresas oferecem produtos que tem por objetivo melhorar a eficiência dos fungicidas.

Dessa forma, o presente estudo analisou se diferentes adjuvantes alteram a eficiência dos fungicidas no manejo de doenças e a produtividade da cultura da soja. Para isso, foram adotados cinco objetivos específicos: a) Analisar o efeito de diferentes adjuvantes sobre fungicidas utilizados nas culturas da soja no manejo das doenças; b) Determinar qual a melhor relação adjuvante x fungicida para a cultura da soja; c) Determinar a severidade das principais doenças ocorrentes na cultura da soja com o uso de diferentes adjuvantes associados a fungicidas; d) Quantificar a produtividade nos diferentes tratamentos testados; e) Avaliar o custo econômico dos diferentes adjuvantes quando associados aos fungicidas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura da soja

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merr.), pertencente à família das Fabaceae (leguminosa), desempenha um papel de destaque no cenário agrícola brasileiro, consolidando-se como uma das principais commodities do país. Originária da Ásia, a soja foi introduzida no Brasil na década de 1960, ganhando rápida aceitação devido à sua adaptabilidade a diferentes condições climáticas e solos variados. Hoje, o Brasil é um dos maiores produtores e exportadores mundiais de soja, contribuindo significativamente para a economia nacional (EMBRAPA, 2023; FPA, 2023).

A expansão da cultura da soja no Brasil está intimamente ligada a fatores como a modernização da agricultura, o avanço das técnicas de plantio direto, a adoção de variedades geneticamente modificadas e as condições climáticas favoráveis em vastas áreas do país (FPA, 2023). A soja tornou-se uma cultura fundamental para a rotação de culturas, contribuindo para a melhoria da estrutura do solo e oferecendo benefícios econômicos aos agricultores (CRODA, 2023).

Com a evolução do agronegócio brasileiro, as propriedades agropecuárias se transformaram em empreendimentos financeiros. Nesse sentido, houve destacado aumento de eficiência no uso da terra, recurso fundamental para a sustentabilidade desses empreendimentos. O desdobramento disso foi o ganho de competitividade da prática produtiva, especialmente para sistemas agrícolas que contemplam commodities (SEIXAS et al., 2020).

A região do Cerrado, notadamente nos estados de Mato Grosso e Goiás, emergiu como um dos principais polos de produção de soja no Brasil. Essa expansão geográfica da cultura trouxe desafios e questões relacionadas ao manejo fitossanitário, especialmente no que diz respeito ao controle de doenças que podem afetar significativamente a produtividade (EMBRAPA, 2023).

A introdução de tecnologias no cultivo da soja, como o uso de fungicidas, tornou-se essencial para enfrentar os desafios fitossanitários. O presente estudo se insere nesse contexto, buscando aprimorar a compreensão sobre a interação entre adjuvantes e fungicidas, visando otimizar o manejo de doenças e, por conseguinte, a produtividade da cultura (CRODA, 2023).

Dessa forma, a cultura da soja no Brasil não apenas representa um pilar econômico vital, mas também destaca a importância contínua da pesquisa e inovação para enfrentar os desafios que surgem no cultivo dessa commodity agrícola fundamental para a segurança alimentar global (FPA, 2023; EMBRAPA, 2023).

A expansão contínua da cultura da soja no Brasil impulsionou a necessidade de aprimorar as práticas agrícolas, visando a sustentabilidade e a eficiência no manejo de doenças que podem impactar diretamente a produção. O advento de variedades geneticamente modificadas para resistência a insetos e herbicidas trouxe benefícios significativos, mas também trouxe à tona a importância de estratégias eficazes no controle de patógenos que ameaçam a saúde das plantas (GASPAROTTO et al., 2012).

O Cerrado brasileiro, caracterizado por uma rica biodiversidade e solos desafiadores, apresenta um ambiente propício para o cultivo de soja, mas também representa um campo fértil para o surgimento de doenças. A ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*), por exemplo, se constitui como a doença mais severa da soja, podendo causar perdas expressivas e sendo considerada por muitos como o maior desafio atual da sojicultura nacional. Identificar e quantificar corretamente e com eficiência a severidade dessa doença é essencial para a escolha da estratégia de manejo adequado (FILHO, 2020).

No contexto da busca por soluções, a compreensão da interação entre adjuvantes e fungicidas emerge como um elemento crucial. A escolha cuidadosa de adjuvantes pode não apenas influenciar a eficácia dos fungicidas, mas também proporcionar benefícios adicionais, como a redução do impacto ambiental e a otimização dos custos de produção. Nesse cenário, a pesquisa proposta busca preencher lacunas no conhecimento existente, explorando a hipótese de que adjuvantes de base oleosa vegetal podem apresentar vantagens superiores em relação aos seus homólogos de base oleosa mineral (MEES et al., 2019). O agronegócio brasileiro está dentro dos principais segmentos da economia brasileira, gerando renda e contribuindo positivamente até mesmo em momentos de crise econômica. No estado do Rio Grande do Sul é responsável pela maior parte dos superávits comerciais, Sendo o maior destaque do agronegócio brasileiro e gaúcho a cadeia produtiva da Soja (COSTA, 2020).

No âmbito da pesquisa proposta, é crucial considerar a interseção entre o controle de pragas e o manejo de doenças, uma vez que ambas as facetas são intrinsecamente entrelaçadas na busca por uma produção de soja eficiente e sustentável. A compreensão abrangente das interações entre adjuvantes, fungicidas e inseticidas pode fornecer insights valiosos para desenvolver estratégias integradas que abordem simultaneamente esses desafios, garantindo a saúde da cultura e a rentabilidade para os agricultores brasileiros (MEES et al., 2019).

Para Meyer *et al* 2022, as doenças de parte aérea são causadas por três diferentes patógenos: biotróficos (Ferrugem asiática e oídio), Necrotróficos (*Cercospora* e Mancha-Alvo) e Hemibiotróficos (Antracnose e Mancha-parda).

2.2 Doenças da soja

No panorama da cultura da soja no Brasil, a incidência de doenças representa um desafio constante para a produção agrícola. Diversos patógenos, como fungos, bactérias e vírus, podem comprometer a saúde das plantas, reduzindo a produtividade e a qualidade dos grãos. Entre as doenças mais preocupantes destaca-se a ferrugem asiática da soja é uma doença causada pelo fungo biotrófico *Phakopsora pachyrhizi*, que não sobrevive em restolho de plantas infectadas, mas em plantas espontâneas, da mesma forma que sobrevive em hospedeiros alternativos, como espécies cultivadas ou floras presentes em regiões de soja (PLOPER et al., 2002). Perdas de até 90% são possíveis em variedades suscetíveis e sob condições favoráveis (SCHOLZ, 2020).

Outras doenças relevantes incluem a podridão radicular de fitóftora (*Phytophthora sojae* Kaufmann & Gerdemann), responsável por prejuízos expressivos, especialmente em solos com excesso de umidade (EMBRAPA, 2008). Além disso, a antracnose (*Colletotrichum truncatum* Schwein) e a mancha alva (*Corynespora cassiicola* Berk. & Curt) também têm sido identificadas como agentes causadores de danos consideráveis em diferentes regiões do país (YANG; HARTMAN, 2015). A diversidade de patógenos e a variação nas condições ambientais evidenciam a complexidade do manejo fitossanitário na cultura da soja.

O controle eficaz dessas doenças demanda uma abordagem integrada, que inclui a seleção de cultivares resistentes, práticas de rotação de culturas e, quando necessário, a aplicação de fungicidas. No entanto, a eficácia dos fungicidas pode ser influenciada por uma série de fatores, destacando a importância da pesquisa na interação entre adjuvantes e esses agentes de controle (SILVA et al., 2018). A compreensão aprofundada dessas dinâmicas é crucial para aprimorar as estratégias de manejo fitossanitário, proporcionando não apenas proteção contra doenças, mas também sustentabilidade para a produção de soja no Brasil.

Ao explorar a complexidade das doenças que afetam a soja, esta pesquisa busca não apenas expandir o conhecimento científico, mas também oferecer insights práticos para aprimorar as práticas agrícolas, fortalecendo a resiliência da cultura diante dos desafios fitossanitários emergentes. A diversidade de doenças que afetam a soja no Brasil destaca a necessidade premente de estratégias de manejo fitossanitário que sejam adaptáveis e eficazes (YANG; HARTMAN, 2015). A pesquisa proposta concentra-se não apenas na identificação e compreensão das doenças, mas também na análise do papel fundamental dos adjuvantes na potencialização da eficácia dos fungicidas no controle dessas enfermidades.

A ferrugem asiática, por exemplo, exige uma atenção especial, dada sua rápida disseminação e histórico de impactos negativos na produção de soja. A busca por adjuvantes que possam melhorar a aderência e a absorção dos fungicidas nas folhas da soja representa uma abordagem inovadora para enfrentar esse desafio específico (SILVA et al., 2018). Da mesma forma, compreender como diferentes adjuvantes podem influenciar a resposta das plantas a patógenos como o fitóftora e a antracnose é crucial para desenvolver estratégias preventivas mais eficazes (EMBRAPA, 2008).

A análise da severidade das doenças e sua correlação com o uso de adjuvantes permitirá não apenas avaliar a eficiência dos tratamentos propostos, mas também identificar padrões que orientem práticas futuras. Além disso, a quantificação da produtividade em diferentes condições de manejo fitossanitário oferecerá insights tangíveis sobre os impactos diretos na produção de soja, influenciando as decisões práticas dos agricultores (MEES et al., 2019).

Ao integrar a pesquisa sobre doenças da soja com a interação específica de adjuvantes e fungicidas, busca-se uma abordagem holística que não apenas enfrenta desafios específicos, mas também contribui para o desenvolvimento de práticas agrícolas mais sustentáveis e eficientes. O compromisso de compreender e otimizar a relação entre adjuvantes e fungicidas destaca a importância desta pesquisa para o avanço contínuo do setor agrícola brasileiro (MEES et al., 2019).

No contexto da antracnose e da mancha alvo, doenças que têm demonstrado sua capacidade de causar danos significativos à cultura da soja, a pesquisa proposta visa aprofundar a compreensão de como diferentes adjuvantes podem modular a eficácia dos fungicidas utilizados no controle dessas enfermidades. A mancha alvo, causada pelo fungo *Corynespora cassiicola*, destaca-se pela sua ampla distribuição e potencial impacto negativo na qualidade dos grãos, reforçando a importância de abordagens inovadoras no seu manejo (EMBRAPA, 2008).

A abordagem sistemática para quantificar a produtividade e o peso médio de mil sementes nos diferentes tratamentos não apenas permitirá avaliar o sucesso no controle das doenças, mas também fornecerá dados valiosos sobre a qualidade dos grãos produzidos. Além disso, ao avaliar o custo econômico dos diferentes adjuvantes associados aos fungicidas, a pesquisa contribuirá para uma visão abrangente que não se limita apenas à eficácia, mas também considera a viabilidade financeira para os agricultores (SILVA et al., 2018).

Ao mergulhar mais fundo nas complexidades das doenças da soja e na interação entre adjuvantes e fungicidas, esta pesquisa não apenas responde a questões práticas imediatas, mas

também estabelece um alicerce sólido para a evolução contínua das práticas agrícolas. O compromisso de compreender os desafios fitossanitários enfrentados pelos produtores de soja no Brasil reflete-se na busca por soluções sustentáveis e inovadoras que visam não apenas a proteção das plantas, mas também a resiliência e a prosperidade a longo prazo do setor agrícola no país (YANG; HARTMAN, 2015).

Segundo Bandara, 2020, a ocorrência de doenças na soja pode ser regionalizadas, patógenos que tem impacto econômico em determinada região podem não ser tão significativos em outra região. O aparecimento das doenças pode ser explicado pelas condições climáticas, regiões onde não é propício o cultivo de soja, apresentaram menor pressão de doenças, enquanto regiões de alto potencial produtivo, apresentaram alta pressão de doenças. Em consequência disso, quando os produtores estão cientes do potencial de sua região, as praticas eficientes de manejo de doenças podem contribuir para a redução das perdas causadas por doenças.

2.2.1 Ferrugem asiática

A ferrugem asiática, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, é uma das doenças mais severas que atingem a cultura da soja. Inicialmente os sintomas são pequenas lesões nas folhas de coloração castanha a marrom-escura, no inferior da folha observa-se urédias que se rompem e liberam uredósporos, em casos graves da doença apresentam plantas com desfolha precoce. GODOY et al (2021) constatou que diversos fungicidas tem capacidade de controle de ferrugem, sendo que os melhores controles foram observados com produtos à base de triazóis seguidos por estrubilurinas. Originária da Ásia, essa enfermidade fúngica rapidamente se disseminou globalmente, ameaçando a estabilidade da produção de soja e exigindo esforços contínuos para seu controle eficaz (YORINORI et al., 2005).

A ferrugem asiática manifesta-se através de pequenas manchas de coloração marrom nas folhas, que eventualmente evoluem para lesões mais extensas, comprometendo a capacidade fotossintética das plantas. A rápida propagação do fungo é favorecida por condições climáticas úmidas e temperaturas moderadas, tornando-se uma ameaça significativa durante a estação de cultivo da soja (GODOY et al., 2006).

O controle da ferrugem asiática historicamente dependeu do uso de fungicidas específicos, mas a dinâmica da resistência do fungo a esses produtos exige uma abordagem mais abrangente. A identificação de cultivares resistentes e a implementação de estratégias de manejo integrado são cruciais para mitigar os impactos negativos da doença (MEYER et al., 2016).

A interação entre adjuvantes e fungicidas ganha destaque no contexto da ferrugem asiática. Adjuvantes podem desempenhar um papel significativo na melhoria da aderência e absorção dos fungicidas nas folhas, otimizando assim a eficácia do controle. A busca por adjuvantes específicos que potencializem a ação dos fungicidas contra a ferrugem asiática destaca a importância desta pesquisa para enfrentar esse desafio fitossanitário específico na cultura da soja no Brasil (CRODA CROP CARE, 2021).

Ao compreender a complexidade da ferrugem asiática, desde seus mecanismos de infecção até as estratégias de controle existentes, a pesquisa proposta visa contribuir para o avanço contínuo do conhecimento científico e prático no manejo dessa doença crítica. O compromisso em abordar a ferrugem asiática não apenas reflete a importância da cultura da soja no contexto agrícola brasileiro, mas também destaca a necessidade urgente de soluções inovadoras e sustentáveis para garantir a segurança e a produtividade dessa cultura vital.

Podendo acarretar em perdas de até 100% na cultura da soja, o fungo *Phakopsora pachyrhizi* se desenvolve em uma ampla faixa de temperatura 10 °C a 27 °C sendo a faixa ótima de 15 °C a 25 °C, favorecido por amplos períodos de molhamento e chuvas bem distribuídas. A principal forma de disseminação do fungo é pelo vento com penetração de forma direta através da epiderme (MEYER, 2022).

Segundo Rocha (2018) a doença pode evoluir a ponto de causar a mortalidade das plantas, portanto é fundamental que o controle químico seja realizado em caráter preventivo, baseado no monitoramento e levando em consideração a melhor época de aplicação. A planta protegida previamente, tende a apresentar maior produção, destacando também a importância de observar o período residual dos fungicidas recomendados.

Para Navarini *et al* 2007, aplicações de fungicida tem direta relação com o rendimento de grãos para a cultura da soja, os principais fatores que influenciaram os danos causados pela ferrugem asiática foram o momento e número de aplicações. Quando o controle acontece de forma curativa os rendimentos da cultura são negativos, porém o aumento na dose dos fungicidas pode interferir positivamente no controle da doença, contudo uma análise geral de diversos fungicidas aponta uma tendência de maiores ganhos em rendimento está diretamente relacionada a aplicações preventivas entre os estádio R1 e R3.

A ferrugem asiática, além de sua prevalência na sojicultura brasileira, apresenta desafios únicos devido à sua capacidade rápida de adaptação e evolução. A variabilidade genética do fungo *Phakopsora pachyrhizi* tem resultado no surgimento de novas raças, tornando imperativo um entendimento abrangente das interações genéticas entre a soja e o patógeno

(TSCHURTSCHENTHALER et al., 2012). Este conhecimento é crucial para o desenvolvimento de cultivares geneticamente resistentes, uma estratégia fundamental no manejo sustentável da ferrugem asiática (MEYER et al., 2016).

No contexto da pesquisa proposta, a análise da severidade da ferrugem asiática, considerando diferentes adjuvantes associados a fungicidas, contribuirá para a compreensão de como essas substâncias podem modular a resposta da soja à infecção fúngica. A busca por adjuvantes que não apenas melhorem a eficácia dos fungicidas, mas também fortaleçam a resistência das plantas, destaca-se como uma abordagem inovadora na luta contra essa doença (CRODA CROP CARE, 2021). Os adjuvantes podem atuar de diversas formas, como alterando as propriedades de superfície dos líquidos, aumentando a retenção e a penetração dos fungicidas nas folhas, ou induzindo a resistência sistêmica das plantas por meio de compostos como o ácido salicílico (AGRIQ, 2021; FALANDO EM AGRO, 2020).

2.2.2 Oídio

O oídio, causado por diferentes espécies de fungos do gênero *Podosphaera* spp., é uma doença fúngica que afeta diversas culturas, incluindo a soja (*Glycine max*) (TSCHURTSCHENTHALER et al., 2012). Essa patologia é reconhecida por seu impacto significativo na produtividade das plantas, comprometendo o desenvolvimento normal e a qualidade dos grãos (BASF, 2021). Embora o oídio seja historicamente considerado menos prevalente em comparação com outras doenças da soja, sua incidência pode aumentar sob certas condições climáticas e práticas de cultivo (DIGIFARMZ, 2022).

O oídio é causado pelo fungo *Erysiphe diffusa* e tem um potencial de causar até 30% de perdas na cultura da soja, um fungo biotrófico que tem por característica atacar tecidos vivos das plantas e os sintomas pode ocorrer em qualquer fase de desenvolvimento da cultura. O principal sintoma é uma fina camada esbranquiçada pulverulenta, constituída de micélios e esporos do fungo. A colonização do *Erysiphe diffusa* ocorre superficialmente aos tecidos da planta e obtém nutrientes através de haustórios nas células da epiderme. As estratégias de controle desse fungo devem levar em consideração a utilização de materiais resistentes ou o uso de controle químico a ser realizado após o aparecimento de sintomas (MEYER, 2022).

O oídio manifesta-se como um revestimento branco ou acinzentado nas folhas, caules e vagens da soja, resultando na redução da área fotossintética e, conseqüentemente, na diminuição da produção (GODOY et al., 2006). As condições favoráveis para o desenvolvimento do oídio incluem temperaturas amenas, alta umidade relativa e baixa

luminosidade, o que ressalta a importância de estratégias de manejo eficazes em regiões com essas características (DIGIFARMZ, 2022) .

O controle do oídio tradicionalmente envolve o uso de fungicidas específicos, mas a resistência desses fungos a produtos químicos tem se tornado uma preocupação crescente (TSCHURTSCHENTHALER et al., 2012). Nesse contexto, a pesquisa sobre adjuvantes ganha relevância, pois essas substâncias podem potencialmente melhorar a eficácia dos fungicidas no controle do oídio, além de proporcionar benefícios adicionais, como a redução da pressão seletiva sobre os fungicidas tradicionais (CRODA CROP CARE, 2021).

Ao explorar a relação entre adjuvantes e fungicidas no contexto do oídio na soja, a pesquisa proposta visa não apenas abordar os desafios imediatos dessa doença, mas também contribuir para um entendimento mais amplo das interações entre a cultura e seus patógenos. Dessa forma, busca-se avançar nas práticas de manejo integrado, promovendo a sustentabilidade e a resiliência da produção de soja frente aos desafios fitossanitários emergentes.

Além da necessidade de controle eficaz do oídio na cultura da soja, é crucial compreender a dinâmica da resistência genética das plantas a essa doença. A identificação e seleção de cultivares de soja naturalmente resistentes ao oídio representam uma estratégia proativa e sustentável, reduzindo a dependência de medidas curativas, como o uso excessivo de fungicidas (MEYER et al., 2016) .

A influência dos adjuvantes no manejo do oídio ganha destaque ao considerar a complexidade das condições ambientais que propiciam o desenvolvimento dessa doença. Adjuvantes que melhoram a aderência e a penetração dos fungicidas nas folhas podem ser cruciais para enfrentar o desafio específico imposto pelo oídio, especialmente em situações de alta umidade relativa (CRODA CROP CARE, 2021).

Além disso, o estudo da interação entre adjuvantes e fungicidas no contexto do oídio também pode oferecer insights valiosos sobre a resposta das plantas a esses agentes de controle. A compreensão de como as plantas de soja podem ser fortalecidas não apenas contra a infecção, mas também em termos de recuperação e desenvolvimento normal, é vital para o desenvolvimento de estratégias de manejo mais abrangentes e sustentáveis (BASF, 2021).

Assim, ao explorar a fundamentação teórica do oídio na soja e a interação com adjuvantes, o estudo em proposta visa não apenas mitigar os efeitos imediatos dessa doença, mas também contribuir para a evolução de práticas agrícolas mais inteligentes, sustentáveis e adaptáveis às complexidades do ambiente de cultivo da soja no Brasil (EMBRAPA, 2021).

2.2.3 Manchas foliares

A mancha alvo é causada pelo fungo *Corynespora cassiicola* que causam inicialmente pontuações pardas, com halo amarelado e ao evoluir passa para manchas circulares de coloração castanho clara a castanho escura, geralmente essas manchas apresentam pontuação no centro e anéis concêntricos alternando coloração clara e escura. A infecção se acentua em condições de alta umidade, podendo gerar desfolha e redução de até 40% da produtividade. O fungo tem capacidade de sobreviver em sementes e restos de cultura (MEYER, 2022).

Mancha parda ou Septoriose (*Septoria glycines*) é uma doença causada por patógenos hemibiotróficos, os sintomas podem começar a aparecer 2 semanas após a emergência da cultura, começam com manchas de contornos angulares, castranho avermelhadas. Já no final do ciclo podem causar a desfolha antecipada da cultura (MEYER, 2022).

As manchas foliares representam um grupo diversificado de doenças na cultura da soja (*Glycine max*), caracterizadas por lesões específicas nas folhas causadas por diversos patógenos, como fungos e bactérias. Essas manchas foliares podem incluir condições como a mancha alvo (*Corynespora cassiicola*), a mancha angular (*Phaeoisariopsis glycines*) e a mancha púrpura (*Cercospora kikuchii*), entre outras. A compreensão dessas doenças é fundamental para o desenvolvimento de estratégias eficazes de manejo fitossanitário (SYNGENTA, 2021).

A mancha alvo, por exemplo, é causada pelo fungo *Corynespora cassiicola* e é reconhecida por suas lesões características com centros necróticos e anéis concêntricos. Essa doença pode impactar negativamente a produção de soja, reduzindo a área fotossintética disponível para as plantas. Já a mancha angular, causada por *Phaeoisariopsis glycines*, apresenta lesões com formato angular nas folhas, levando à perda de área verde e comprometendo o vigor das plantas (SYNGENTA, 2021).

O manejo eficaz das manchas foliares envolve uma abordagem integrada, que pode incluir a escolha de cultivares resistentes, a rotação de culturas, o monitoramento regular e, quando necessário, o uso de fungicidas específicos. Nesse contexto, a pesquisa sobre adjuvantes ganha relevância, pois essas substâncias podem influenciar a eficácia dos fungicidas no controle das manchas foliares, melhorando a aderência e a absorção nas folhas (SYNGENTA, 2020).

Ao explorar a fundamentação teórica das manchas foliares na soja e a interação potencial com adjuvantes, a pesquisa proposta busca não apenas compreender a etiologia dessas doenças, mas também identificar estratégias práticas para o manejo eficiente. A consideração das condições ambientais, a variabilidade genética dos patógenos e a busca por abordagens

sustentáveis destacam a importância dessa pesquisa no contexto do manejo fitossanitário da cultura da soja (CRODA, 2023; EMBRAPA, 2023).

A mancha púrpura, causada pelo fungo *Cercospora kikuchii*, é outra doença de importância na cultura da soja, caracterizada por lesões necróticas com bordas purpúreas nas folhas. Essa doença pode se manifestar durante diferentes estágios do desenvolvimento da soja, resultando em danos variados e afetando a qualidade e quantidade da produção. O entendimento das condições propícias para o desenvolvimento da mancha púrpura e suas interações com fatores ambientais é essencial para implementar estratégias de manejo adequadas (AGROLINK, 2021).

A pesquisa sobre adjuvantes no contexto das manchas foliares busca otimizar a eficácia dos fungicidas no controle dessas doenças. Adjuvantes que melhorem a penetração e distribuição dos fungicidas nas folhas podem desempenhar um papel crucial na prevenção e no controle das lesões. Além disso, a consideração da variabilidade genética dos patógenos e sua possível adaptação a fungicidas destaca a necessidade de abordagens inovadoras e sustentáveis (UPF, 2015).

A análise da severidade das manchas foliares em diferentes tratamentos, considerando a associação de adjuvantes e fungicidas, proporcionará insights valiosos sobre a eficácia das estratégias propostas (GODOY et al., 2021). A quantificação da produtividade e a avaliação do estado sanitário das plantas são indicadores essenciais para avaliar o impacto direto dessas práticas de manejo na produção final de soja. Assim, ao explorar a fundamentação teórica das manchas foliares e sua interação com adjuvantes, a pesquisa não apenas aborda os aspectos específicos dessas doenças, mas também contribui para o desenvolvimento de práticas agrícolas mais sustentáveis, eficazes e adaptáveis aos desafios fitossanitários enfrentados pelos produtores de soja no Brasil.

Além das manchas foliares mencionadas, é crucial considerar a dinâmica temporal dessas doenças e seu impacto ao longo do ciclo de crescimento da soja. O monitoramento constante durante as fases críticas do desenvolvimento da cultura é essencial para uma intervenção eficaz, seja por meio da aplicação de fungicidas ou outras medidas de controle. A pesquisa proposta, ao integrar adjuvantes nesse contexto, busca aprimorar não apenas a eficácia pontual, mas também a sustentabilidade das práticas ao longo do tempo (BAPTISTA et al., 2023).

A variabilidade climática e as mudanças nas práticas agrícolas podem influenciar a prevalência e a intensidade das manchas foliares. A compreensão de como fatores como

temperatura, umidade e práticas culturais afetam a incidência dessas doenças é crucial para o desenvolvimento de estratégias adaptáveis e resilientes. Nesse sentido, a pesquisa proposta visa preencher lacunas no conhecimento atual, fornecendo informações detalhadas sobre a dinâmica dessas doenças em resposta a diferentes condições ambientais (CARREGAL et al., 2022).

Além disso, ao considerar a complexidade das interações entre as manchas foliares, adjuvantes e fungicidas, a pesquisa contribui para a construção de um conhecimento mais holístico. A análise não apenas da eficácia direta, mas também dos efeitos secundários, como resistência, contribuirá para o desenvolvimento de estratégias de manejo mais abrangentes. Isso, por sua vez, proporciona aos agricultores ferramentas mais informadas e flexíveis para enfrentar os desafios fitossanitários e otimizar a produção de soja de maneira sustentável (MELLO, 2009).

2.3 Controle químico

O controle químico é uma das estratégias fundamentais no manejo fitossanitário da cultura da soja (*Glycine max*), desempenhando um papel significativo na prevenção e no controle de doenças. Essa abordagem envolve a aplicação de produtos químicos, como fungicidas e inseticidas, para combater organismos causadores de doenças e pragas que ameaçam a saúde e a produtividade das plantas (EMBRAPA, 2020).

No contexto das doenças, os fungicidas são ferramentas-chave no controle químico, oferecendo proteção contra uma variedade de patógenos fúngicos. Esses produtos geralmente atuam inibindo o crescimento e a reprodução dos fungos, impedindo assim a disseminação das doenças. No entanto, a eficácia desses fungicidas pode ser comprometida pela resistência desenvolvida pelos patógenos ao longo do tempo, destacando a importância de estudos para o desenvolvimento de novas moléculas e estratégias (GODOY et al., 2020).

A pesquisa sobre controle químico na cultura da soja está constantemente em evolução, buscando não apenas novas moléculas eficazes, mas também estratégias que minimizem os impactos ambientais e promovam a sustentabilidade. A compreensão da seletividade dos produtos químicos, sua persistência no ambiente e os efeitos colaterais sobre organismos não-alvo são considerações críticas para a tomada de decisões (SILVA et al., 2019).

Além da eficácia direta na redução de patógenos e pragas, o controle químico na cultura da soja também é influenciado pela seleção criteriosa de produtos e a otimização das práticas de aplicação. A pesquisa contínua visa não apenas identificar novas moléculas, mas também aprimorar as formulações e desenvolver estratégias de aplicação que maximizem a eficácia dos

produtos químicos, minimizando a quantidade necessária para alcançar resultados desejados (SILVA et al., 2019).

No entanto, é crucial considerar os potenciais efeitos adversos associados ao uso intensivo de produtos químicos na agricultura. A resistência de patógenos e pragas, bem como os impactos ambientais, são desafios que demandam uma abordagem equilibrada. A pesquisa sobre a resistência a fungicidas e inseticidas visa entender os mecanismos subjacentes e desenvolver estratégias de manejo que retardem o desenvolvimento da resistência (GODOY et al., 2020).

A eficiência do controle químico também está intrinsecamente ligada à capacidade de monitorar e diagnosticar precocemente a presença de doenças e pragas. Técnicas avançadas de sensoriamento remoto, como imagens de satélite e drones, têm se mostrado promissoras na detecção precoce de áreas afetadas, permitindo uma resposta rápida e direcionada (AGRO BAYER, 2023).

Ao integrar o conhecimento teórico sobre o controle químico na soja, considerando aspectos como seletividade, resistência e tecnologias de monitoramento, o estudo proposto busca proporcionar uma compreensão mais holística dessa estratégia. Dessa forma, visa-se contribuir para o desenvolvimento de práticas agrícolas sustentáveis e adaptáveis, garantindo a segurança alimentar e a viabilidade econômica da produção de soja no Brasil (CRODA, 2023; EMBRAPA, 2023; Seixas et al., 2020).

Além dos benefícios no controle de doenças e pragas, o uso adequado de produtos químicos na cultura da soja também pode ter implicações diretas na qualidade dos grãos e na eficiência da produção. A aplicação precisa de fungicidas, por exemplo, pode não apenas prevenir danos causados por doenças, mas também melhorar a qualidade dos grãos, influenciando atributos como o teor de proteína e a uniformidade do tamanho dos grãos (UNIVERSO AGROGALAXY, 2023).

A busca por formas mais sustentáveis de controle químico é uma tendência crescente na pesquisa agrícola. Isso inclui a avaliação de produtos bioquímicos, que utilizam compostos naturais, e a implementação de estratégias que minimizem a deriva de produtos químicos, reduzindo assim os impactos negativos sobre organismos não-alvo e o meio ambiente (SILVA et al., 2019).

A consideração da interação entre diferentes produtos químicos utilizados no controle de doenças e pragas também é essencial. Compreender como esses agentes interagem entre si

pode otimizar o uso integrado de múltiplos produtos químicos, melhorando a eficácia do controle e reduzindo a probabilidade de resistência (FRAC-BR, 2020).

Ademais, a pesquisa sobre a persistência e o destino dos produtos químicos no ambiente é crucial para mitigar os riscos associados à contaminação do solo e da água. Estratégias que minimizem a movimentação desses produtos fora das áreas-alvo e promovam a degradação ambiental segura são fundamentais para a sustentabilidade a longo prazo (SILVA et al., 2019).

Dessa forma, ao explorar a fundamentação teórica do controle químico na cultura da soja, a pesquisa proposta visa não apenas compreender os mecanismos diretos de ação, mas também abordar aspectos mais amplos relacionados à qualidade dos grãos, sustentabilidade ambiental e resistência a produtos químicos. Essa abordagem abrangente busca contribuir para a evolução das práticas agrícolas, alinhando-se aos princípios da agricultura sustentável e inovadora (EMBRAPA, 2020).

A dinâmica do controle químico na cultura da soja é também influenciada pelas inovações tecnológicas, como os sistemas de liberação controlada de produtos químicos e a aplicação de princípios da agricultura de precisão. A automação e a integração de dispositivos avançados possibilitam uma aplicação mais direcionada e eficiente de fungicidas e inseticidas, reduzindo o desperdício e melhorando a eficácia do controle (SILVA et al., 2019).

A compreensão dos mecanismos de ação específicos de diferentes classes de produtos químicos, como fungicidas, é essencial para otimizar seu uso e desenvolver formulações mais eficazes e menos prejudiciais ao meio ambiente. A resistência a fungicidas e inseticidas representa um desafio crescente no controle químico da soja, exigindo pesquisas contínuas sobre os mecanismos de resistência e o desenvolvimento de estratégias de manejo sustentáveis. Essas estratégias incluem a rotação de produtos químicos, uso de misturas e práticas que reduzam a pressão de seleção, visando a sustentabilidade a longo prazo (FRAC-BR, 2020).

Ao escolher a melhor estratégia para o controle de doenças, devemos levar em consideração o efeito dos fungicidas sistêmicos na aplicação, que após absorvidos movimentam-se na planta. No cenário atual, a grande maioria de fungicidas encontrados no mercado para o controle de ferrugem asiática tem característica de movimentar da base para o topo de cada folha e não se movimentam de uma folha para outra (ANTUNIASSI, 2005).

2.3.1 Carboxamidas

As carboxamidas representam uma classe importante de fungicidas utilizados no controle químico de doenças na cultura da soja (*Glycine max*). Esses compostos químicos, derivados da ureia e portadores do grupo funcional carboxamida, têm ganhado destaque devido

à sua eficácia e ao seu amplo espectro de ação contra diversos patógenos fúngicos (SILVA et al., 2019).

O mecanismo de ação das carboxamidas envolve a inibição da respiração mitocondrial nos fungos, interferindo na produção de energia e comprometendo o crescimento e a reprodução dos patógenos. Essa abordagem específica torna as carboxamidas uma ferramenta valiosa no controle de doenças como a ferrugem asiática, a mancha alvo e outras manchas foliares que afetam a produção de soja (FRAC-BR, 2020).

A pesquisa em carboxamidas visa desenvolver novas moléculas e entender a resistência potencial desses fungicidas. Analisar a resistência em patógenos é crucial para formular estratégias de manejo que previnam o desenvolvimento de resistência e mantenham a eficácia desses compostos a longo prazo (GODOY et al., 2021).

A pesquisa contínua sobre carboxamidas não se limita apenas ao campo da proteção de cultivos. O entendimento mais aprofundado desses fungicidas pode abrir portas para aplicações específicas, como a busca por compostos que também possuam propriedades que beneficiem a saúde das plantas ou promovam resistência sistêmica. (FORCELINI, 2022).

Além da eficácia intrínseca das carboxamidas, é crucial considerar sua aplicação integrada em programas de manejo que visem retardar o desenvolvimento de resistência dos patógenos. A pesquisa contínua a explorar estratégias de rotação de fungicidas e a combinação de carboxamidas com outros modos de ação, buscando minimizar a pressão de seleção que leva à resistência (GODOY et al., 2021).

A seletividade das carboxamidas para a cultura da soja é um aspecto relevante na aplicação desses fungicidas. A pesquisa visa entender como esses compostos interagem com as plantas de soja, minimizando efeitos colaterais indesejados. Além disso, a avaliação da persistência das carboxamidas no ambiente é crucial para determinar a frequência e o momento adequado das aplicações, otimizando assim sua eficácia e reduzindo impactos ambientais. (SPADOTTO et al., 2015)

A evolução das carboxamidas também está relacionada à pesquisa sobre formulações inovadoras. A busca por formulações que melhorem a aderência, a estabilidade e a penetração nas folhas das plantas de soja pode aprimorar significativamente a eficácia dos fungicidas. Essas inovações contribuem não apenas para a eficácia imediata, mas também para a sustentabilidade a longo prazo do uso de carboxamidas na agricultura. (BARCZAK, 2009)

Além disso estudos em carboxamidas foca em desenvolver novas moléculas, otimizar suas formulações e aplicações, e entender a resistência potencial para garantir a eficácia no controle de doenças da soja. Estratégias incluem a seletividade para a cultura, a persistência ambiental e a redução de impactos adversos, visando práticas agrícolas sustentáveis (SILVA et al., 2019). A pesquisa também explora a rotação e combinação de carboxamidas com outros fungicidas para retardar a resistência dos patógenos (GODOY et al., 2021), contribuindo para um manejo fitossanitário eficaz e sustentável na agricultura brasileira.

Assim, ao explorar a fundamentação teórica das carboxamidas, a pesquisa proposta busca não apenas compreender a eficácia direta desses fungicidas, mas também integrar esse conhecimento em estratégias de manejo abrangentes. O objetivo é proporcionar aos agricultores ferramentas mais eficazes e sustentáveis para enfrentar os desafios fitossanitários na produção de soja no Brasil. (OLIVEIRA et al., 2019)

Os triazóis são uma classe de fungicidas amplamente utilizada no controle químico de doenças na cultura da soja (*Glycine max*). Esses compostos apresentam uma ampla eficácia contra diversos patógenos fúngicos, tornando-os ferramentas essenciais no manejo fitossanitário para proteger a produção de soja (EMBRAPA, 2020).

Portanto, ao ampliar o escopo da pesquisa sobre carboxamidas, a proposta busca não apenas abordar desafios específicos de controle fitossanitário, mas também promover uma abordagem mais ampla e integrada para o manejo da cultura da soja, promovendo a sustentabilidade, a eficácia e a resiliência do sistema agrícola brasileiro.

2.3.2 Triazóis

Os triazóis são uma classe de fungicidas amplamente utilizada no controle químico de doenças na cultura da soja (*Glycine max*). Esses compostos apresentam uma ampla eficácia contra diversos patógenos fúngicos, tornando-os ferramentas essenciais no manejo fitossanitário para proteger a produção de soja (SILVA et al., 2017).

O mecanismo de ação dos triazóis envolve a inibição da biossíntese de ergosterol, um componente crucial da membrana celular dos fungos. Essa interferência compromete a integridade da membrana, impedindo o crescimento e a reprodução dos patógenos. A ação específica dos triazóis os torna eficazes contra doenças como a ferrugem asiática, a mancha alvo e outras manchas foliares que impactam a produção de soja (GODOY et al., 2016) 2.

A pesquisa contínua sobre os triazóis busca aprimorar sua eficácia e abordar desafios emergentes, como a resistência de patógenos a esses fungicidas. A compreensão dos

mecanismos subjacentes à resistência permite o desenvolvimento de estratégias de manejo que minimizem a pressão de seleção, prolongando a eficácia dos triazóis (SCHMITZ et al., 2014).

A seletividade dos triazóis para a cultura da soja é um aspecto relevante a ser considerado. A pesquisa visa avaliar como esses fungicidas interagem com as plantas de soja, minimizando efeitos colaterais indesejados. Além disso, a análise da persistência dos triazóis no ambiente é crucial para determinar a frequência e o momento adequado das aplicações, otimizando assim sua eficácia e reduzindo impactos ambientais. A pesquisa sobre formulações inovadoras de triazóis também está em curso, visando melhorar a aderência, a estabilidade e a penetração nas folhas das plantas de soja. Essas inovações não apenas aprimoram a eficácia imediata, mas também contribuem para a sustentabilidade a longo prazo do uso de triazóis na agricultura (SILVA et al., 2017).

Os triazóis utilizados em soja são na sua maioria uma mistura de IDM (inibidores da desmetilação) e de IQe (Inibidores da quinona externa). Sendo que um dos critérios importantes para o bom funcionamento dos fungicidas é a velocidade do processo de penetração ou absorção de fungicida, o que maximiza o controle e reduz perdas, inclusive por chuvas. Sendo estes fungicidas uma importante alternativa para o controle de ferrugem asiática, oídio, antracnose e manchas (REIS, 2010).

No passar do tempo a eficiência dos triazóis vem diminuindo. As formas de triazóis encontradas no mercado são: epoxiconazol, tebuconazol, ciproconazol, difenoconazol e prothioconazol. A partir da safra 08/09 iniciaram as recomendações de mistura de ativos, evitando assim a aplicação de triazóis isolados. Sendo o prothioconazol, o último IDM registrado para o controle de *P. pachyrhizi* que mantém a eficiência de controle (GODOY 2020).

Além da pesquisa centrada na eficácia direta dos triazóis, esforços estão sendo direcionados para estratégias inovadoras que maximizem os benefícios desses fungicidas na cultura da soja. A combinação de triazóis com agentes biológicos, como microrganismos promotores de crescimento, é uma abordagem em ascensão. A simbiose entre fungicidas e organismos benéficos pode proporcionar uma proteção mais abrangente às plantas de soja, promovendo não apenas a resistência a doenças, mas também o crescimento saudável (SILVA et al., 2019).

A pesquisa também se concentra em aprimorar a seletividade dos triazóis, garantindo que esses fungicidas causem o mínimo de impacto nas plantas de soja e em outros organismos não-alvo. Estratégias que minimizem a deriva e a contaminação ambiental estão no cerne desses

esforços, alinhando-se ao compromisso contínuo com a agricultura sustentável (SANTOS et al., 2018).

O desenvolvimento de triazóis mais sustentáveis também está em destaque, considerando não apenas a eficácia contra patógenos, mas também a segurança para o meio ambiente e organismos benéficos. Formulações que reduzam a quantidade necessária de fungicida, mantendo a eficácia, são exploradas para mitigar os riscos associados ao uso excessivo e ao potencial desenvolvimento de resistência (GODOY et al., 2016).

A pesquisa continua a explorar a resposta específica das plantas de soja aos triazóis em diferentes estágios de desenvolvimento. Isso inclui estudos sobre a expressão gênica, respostas fisiológicas e impactos no metabolismo secundário, fornecendo uma visão mais profunda dos efeitos desses fungicidas nas plantas hospedeiras (MORAES et al., 2017).

Ao ampliar a pesquisa sobre triazóis, a proposta visa não apenas abordar desafios imediatos no controle fitossanitário, mas também contribuir para o desenvolvimento de estratégias mais abrangentes e sustentáveis. O objetivo é proporcionar aos agricultores ferramentas mais eficazes e ecologicamente conscientes para enfrentar os desafios da produção de soja no Brasil (SILVA et al., 2019).

2.3.3 Estrubilurinas

Os fungicidas inibidores de quinona externa (IQe), são mais conhecidos como estrubilurinas, são fungicidas de sítio específico que atuam em um único ponto da via metabólica de um patógeno ou proteína necessária para a sua sobrevivência. As suas formas encontradas no mercado são: azoxistrobina, trifloxistrobina, picoxistrobina, piraclostrobina, metominostrobin e cresoxim-metilico. Embora a resistência dos patógenos a um ingrediente ativo com o mesmo modo de ação ocorra, os ativos trifloxistrobina, picoxistrobina, e metominostrobin tem apresentado um excelente controle a campo, o que se dá pelas eficientes misturas comerciais de fungicidas. (GODOY, 2020).

As estrubilurinas representam uma classe de fungicidas amplamente utilizada no manejo fitossanitário da cultura da soja (*Glycine max*). Esses compostos pertencem ao grupo das estrobilurinas, caracterizados por seu mecanismo de ação específico que interfere na cadeia de transporte de elétrons nos fungos, comprometendo a produção de energia e levando à inibição do crescimento e reprodução dos patógenos (Fagan, 2008).

O uso de estrubilurinas no controle de doenças na soja, como a ferrugem asiática e outras manchas foliares, tem se mostrado eficaz devido à sua ação sistêmica e à capacidade de proporcionar proteção duradoura às plantas. A pesquisa contínua busca aprimorar a

compreensão dos mecanismos de ação específicos das estrubilurinas e otimizar sua aplicação para garantir a máxima eficácia (Godoy et al., 2016).

A resistência de patógenos a fungicidas, incluindo as estrubilurinas, é um desafio crescente. A investigação sobre os mecanismos de resistência e o desenvolvimento de estratégias de manejo que retardem esse processo são essenciais para garantir a sustentabilidade a longo prazo do uso desses fungicidas (Yorinori et al., 2005).

A seletividade das estrubilurinas para a cultura da soja é um fator crítico a ser considerado na implementação desses fungicidas. A pesquisa busca entender como as estrubilurinas interagem com as plantas de soja, minimizando possíveis efeitos adversos e garantindo a segurança da cultura (Fagan, 2008).

A formulação e a aplicação adequadas das estrubilurinas são aspectos fundamentais para otimizar sua eficácia e minimizar impactos ambientais. A pesquisa visa explorar inovações em formulações que melhorem a aderência, a estabilidade e a penetração nas folhas das plantas de soja (Godoy et al., 2016).

Ao aprofundar a compreensão das estrubilurinas e sua aplicabilidade na cultura da soja, a pesquisa proposta visa contribuir para o desenvolvimento de estratégias de manejo mais eficazes e sustentáveis. Compreender a dinâmica desses fungicidas proporciona uma base sólida para a tomada de decisões informadas no controle fitossanitário, promovendo a saúde e a produtividade da produção de soja no Brasil (Yorinori et al., 2005).

Além da ação direta sobre os fungos, as estrubilurinas também têm demonstrado efeitos positivos na promoção do crescimento das plantas. Esse benefício adicional pode ser atribuído à ativação de processos metabólicos que favorecem o desenvolvimento vegetal, resultando em plantas mais saudáveis e resistentes (AGRO BAYER, 2019).

A utilização das estrubilurinas no manejo de doenças na cultura da soja tem despertado interesse devido à sua eficiência no controle de patógenos como oídio, ferrugem e outras doenças que impactam significativamente a produtividade. Além disso, a capacidade desses fungicidas em conferir resistência sistêmica à planta contribui para uma proteção mais abrangente (ELEVAGRO, 2022).

No entanto, é importante considerar fatores como resistência de patógenos a fungicidas e práticas de manejo integrado para garantir a sustentabilidade a longo prazo do uso das estrubilurinas. O conhecimento aprofundado sobre o modo de ação e os efeitos colaterais desses fungicidas é crucial para otimizar sua aplicação e maximizar os benefícios no contexto da agricultura moderna (MOURA, 2013).

2.3.4 Morfolina

A morfolina é uma substância orgânica de grande relevância, apresentando uma estrutura química heterocíclica contendo um átomo de nitrogênio dentro de um anel oxigenado de seis membros (SILVA et al., 2018). Essa molécula versátil tem sido objeto de estudo em diversos campos de pesquisa devido às suas propriedades físico-químicas únicas e aplicações práticas em diferentes setores.

Além disso, a morfolina também tem sido explorada em diversas áreas farmacêuticas. Compostos derivados de morfolina demonstraram atividades biológicas significativas, incluindo propriedades antifúngicas, antibacterianas e antitumorais (SINGH et al., 2015). Essa capacidade de interagir com alvos biológicos específicos a torna uma estrutura molecular promissora para o desenvolvimento de novos medicamentos.

Na agricultura, a morfolina também encontrou aplicação, especialmente como agente regulador de crescimento e na síntese de alguns pesticidas. Sua capacidade de afetar processos fisiológicos das plantas a torna relevante no desenvolvimento de produtos que visam otimizar o crescimento, resistência a doenças e a qualidade das colheitas (ROHRIG, 2016).

A morfolina (fenpropimorfe) atua na inibição da síntese de ergosterol no fungo, similar ao modo de ação dos triazóis, porém, as enzimas inibidas são diferentes. Sendo um fungicida que tem atuação sistêmica na planta, se transporta através do xilema da base para o ápice das folhas. Sua principal contribuição na cultura da soja é para controle de ferrugem asiática e oídio, podendo ser misturada com outros fungicidas do mercado (MARQUES, 2020). Vale destacar que atualmente com registro existe apenas uma morfolina, chamada fenpropimorfe (GODOY, 2020).

2.4 Adjuvantes

O controle eficiente e seguro das doenças depende de vários fatores, a tecnologia de aplicação está diretamente relacionada a melhorar e reduzir a interferência dos fatores extrínsecos. É difícil definir qual a melhor ponta de pulverização adequada para o controle, pelas interferências externas que interferem na pulverização. De forma geral, pontas de gota média tiveram melhor resultado, mas são diretamente relacionadas aos Adjuvantes que são utilizados na pulverização, são uma interessante ferramenta (CUNHA, 2014).

Em ferrugem asiática a aplicação de fungicida reduz o avanço acentuado da doença indiferente da característica do adjuvante associado. A penetração de gotas no bacheiro das plantas pode ser influenciada positivamente pelo uso de adjuvante, a cobertura e a retenção dos produtos aplicados nas plantas tendem a ser melhor com adjuvantes surfactantes. O uso de adjuvantes oleosos possuem ação anti-evaporante reduzindo as perdas por evaporação, assim favorecendo a penetração dos ingredientes ativos aplicados pela cutícula da planta (NASCIMENTO, 2012).

A cobertura pela calda aplicada tende a ser maior no terço superior da planta, o uso de adjuvantes tende a melhorar a qualidade da calda para ter maior cobertura. AGUIAR JUNIOR (2011) observou diferença significativa entre aplicações com e sem adjuvante, onde o uso de adjuvante reduziu a área abaixo da curva de progresso da doença.

Os adjuvantes desempenham um papel crucial na otimização da eficácia de pesticidas e herbicidas, contribuindo significativamente para o manejo eficiente de culturas agrícolas. Essas substâncias, muitas vezes denominadas “melhoradoras de calda”, são formuladas para serem misturadas aos produtos fitossanitários, visando melhorar sua performance, aderência e absorção pelas plantas-alvo (SCORZA JÚNIOR, 2006).

Dentre os tipos de adjuvantes, destaca-se a categoria de surfactantes, que atuam reduzindo a tensão superficial da solução de pulverização. Essa propriedade facilita a cobertura uniforme das folhas e superfícies vegetais, promovendo uma distribuição mais eficaz do pesticida (CURSO ENEM GRATUITO, 2022). Além disso, os surfactantes auxiliam na penetração dos compostos ativos através da cutícula das folhas, aumentando a absorção pelas plantas (DPUNION, 2022).

Os adjuvantes também podem ser classificados como espalhantes adesivos, que melhoram a aderência dos pesticidas nas superfícies vegetais. Essa aderência é crucial para evitar a perda do produto devido à chuva ou à ação do vento, garantindo uma proteção mais duradoura das culturas (BEL AGRO, 2018). Aumentar a adesão do pesticida à planta também favorece a absorção e, consequentemente, potencializa o controle de pragas e doenças.

Além disso, alguns adjuvantes são formulados para melhorar a penetração dos pesticidas em estruturas celulares das plantas, promovendo uma ação mais eficiente dos compostos ativos. Esse aumento na eficácia contribui para reduzir as doses necessárias de pesticidas, minimizando potenciais impactos ambientais e otimizando os custos de produção agrícola (ANVISA, 2019).

No contexto da agricultura moderna, onde a eficiência e a sustentabilidade são prioridades, a pesquisa contínua sobre novos adjuvantes e suas aplicações específicas é

fundamental. Compreender as interações entre adjuvantes, pesticidas e as plantas cultivadas permite o desenvolvimento de estratégias de manejo mais eficazes, promovendo a segurança alimentar e a preservação do meio ambiente (AGRIQ, 2020). Portanto, os adjuvantes representam uma ferramenta valiosa no arsenal do agricultor, desempenhando um papel estratégico na proteção e no crescimento das culturas.

Outro grupo importante de adjuvantes são os penetrantes, que auxiliam na superação das barreiras lipídicas das células vegetais. Esses adjuvantes promovem a entrada eficiente dos pesticidas nas células, potencializando a ação dos compostos ativos no interior da planta (SANTOS, 2006) 2. Essa capacidade de facilitar a entrada dos pesticidas em células vegetais é especialmente relevante para o controle de patógenos que se desenvolvem internamente, como alguns tipos de fungos e bactérias (UTAD, 2000).

Além disso, os adjuvantes antiespumantes desempenham um papel crucial na aplicação de pesticidas. A formação excessiva de espuma durante a preparação e aplicação da calda pode comprometer a uniformidade da pulverização, levando a uma distribuição inadequada dos pesticidas. Os antiespumantes ajudam a controlar a formação de espuma, assegurando uma aplicação eficiente e consistente dos produtos fitossanitários (BIOSAN, 2020).

Vale ressaltar que a escolha do adjuvante adequado depende da formulação do pesticida, das características da cultura e das condições ambientais. A interação complexa entre esses fatores requer uma abordagem personalizada para cada situação agrícola, destacando a importância da pesquisa contínua e do desenvolvimento de adjuvantes específicos para diferentes contextos (AEGRO, 2020).

2.5 Análise Econômica

A análise econômica desempenha um papel crucial na avaliação do sucesso e sustentabilidade de práticas agrícolas, proporcionando uma compreensão abrangente dos aspectos financeiros associados ao manejo de culturas, como no caso específico da soja. Ao considerar a complexidade e interconexão de fatores econômicos, ambientais e sociais, a análise econômica em seu estudo visa fornecer insights valiosos que transcendem a simples relação custo-benefício (SILVA et al., 2018).

Os custos de insumos representam uma parcela significativa dos investimentos em uma safra de soja. A escolha de produtos fitossanitários, adjuvantes e fertilizantes impacta diretamente a eficácia do manejo e, conseqüentemente, a produtividade. Neste estudo, a

discriminação detalhada dos custos de cada insumo, como Orkestra, Fox Xpro, entre outros, proporciona uma visão clara dos investimentos envolvidos (MARTINS et al., 2022) 2.

A produtividade da soja, medida em sacas por hectare, é um indicador-chave na determinação do retorno financeiro. O rendimento por hectare, influenciado pelos tratamentos aplicados, estabelece a base para a avaliação do sucesso econômico. O preço da soja, por sua vez, desempenha um papel vital na valorização total da produção, destacando a importância de acompanhar as flutuações de mercado (CONAB, 2020).

A análise de margens, tanto bruta quanto líquida, fornece uma perspectiva sobre a eficiência operacional e os ganhos após a dedução de custos adicionais, como operacionais e de comercialização. Essa abordagem permite uma comparação detalhada entre os diferentes tratamentos, revelando quais estratégias resultam em margens mais favoráveis (EMBRAPA, 2020).

O ROI, calculado como a relação entre o lucro líquido e o investimento total, é um indicador-chave para avaliar a eficácia do capital empregado. Ele oferece uma visão mais ampla sobre a rentabilidade do experimento, considerando não apenas os custos diretos, mas também os retornos financeiros associados (SEBRAE, 2019).

A incorporação da análise de sensibilidade enriquece a compreensão do risco econômico, permitindo a antecipação de cenários diversos. Variações nos preços dos insumos e na produtividade da soja são exploradas, identificando potenciais áreas de vulnerabilidade e informando estratégias de mitigação de riscos (SILVA et al., 2018)

Além de números e indicadores, a análise econômica busca contextualizar os resultados dentro do cenário mais amplo da agricultura de soja. Considerações sobre a viabilidade financeira em relação às práticas sustentáveis e à segurança alimentar reforçam a importância de uma abordagem holística na tomada de decisões (FAO, 2018) .

Portanto, a análise econômica neste estudo não se limita a uma simples avaliação financeira; ela busca oferecer uma compreensão profunda dos impactos econômicos associados aos tratamentos aplicados, contribuindo para a tomada de decisões informadas e estratégias agrícolas mais sustentáveis (SILVA et al., 2018).

Além dos aspectos financeiros, a análise econômica considera a competitividade da produção de soja no mercado atual. A capacidade de se manter competitivo, tanto em termos de custos quanto de qualidade, é essencial para a sustentabilidade a longo prazo. Avaliar como os diferentes tratamentos impactam a competitividade da produção de soja no cenário

econômico mais amplo é crucial para estratégias de posicionamento no mercado (CONAB, 2020).

A eficiência dos insumos utilizados no experimento também é uma consideração fundamental. A análise econômica avaliará não apenas os custos, mas também a relação custo-benefício de cada insumo em relação aos ganhos de produtividade. Identificar insumos mais eficientes em termos econômicos contribuirá para decisões mais informadas em futuras práticas agrícolas (MARTINS et al., 2022).

Uma abordagem holística à análise econômica inclui a consideração do impacto ambiental e social. Avaliar como os tratamentos afetam a saúde do solo, a qualidade da água e a biodiversidade oferece uma perspectiva mais completa sobre os custos e benefícios associados às práticas agrícolas. Além disso, a análise econômica explora o potencial impacto nas comunidades locais, promovendo práticas agrícolas socialmente responsáveis (FAO, 2018) .

A análise econômica também deve abranger os custos de oportunidade associados a cada tratamento. Isso inclui a consideração de alternativas de investimento, explorando se os recursos empregados no experimento poderiam ser mais eficientemente alocados em outras áreas da produção agrícola (SEBRAE, 2019).

A transparência na comunicação dos resultados econômicos é essencial. A apresentação clara de dados, gráficos e interpretações facilitará a compreensão dos stakeholders, permitindo que tomadores de decisão, agricultores e demais envolvidos compreendam plenamente as implicações financeiras do estudo (EMBRAPA, 2020).

Finalmente, a análise econômica deve estimular uma reflexão sobre a sustentabilidade a longo prazo da abordagem adotada. Isso inclui avaliar como os resultados econômicos atuais se alinham com metas de sustentabilidade ambiental e social, considerando a resiliência do sistema agrícola a mudanças futuras no mercado e nas condições climáticas (SILVA et al., 2018).

Portanto, ao integrar esses elementos na análise econômica, seu estudo se torna uma ferramenta poderosa para orientar decisões informadas, promovendo não apenas a eficiência financeira, mas também a sustentabilidade e responsabilidade social na produção de soja.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Experimento

O presente experimento foi conduzido no município brasileiro do estado do Rio Grande do Sul, Júlio de Castilhos, situado a 529 metros de altitude, com as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 29° 13' 37" Sul, Longitude: 53° 40' 57" Oeste. O estudo ocorreu na safra da cultura da soja 2022/2023, no qual foi utilizada à cultivar Brasmax Vênus, com hábito de crescimento indeterminado, massa de mil grãos 166 gramas, grupo de maturação 5.7 e ciclo aproximado de 130 dias, classificada como suscetível à ferrugem asiática, doenças de final de ciclo e oídio.

A semeadura deu-se no dia 29 de novembro de 2022, de modo mecanizado, sobre os restos culturais de trigo, utilizando um espaçamento de 0,50 m entre linhas e uma população de 15 plantas por metro linear, com uma densidade populacional de 300.000 plantas por hectare. A semente foi tratada com inseticida Fipronil (1,5ml/kg), fungicida Carboxanilida e Dimetilditiocarbamato (2ml/kg) e Cobalto (10%) e Molibdenio (1%) (1,5ml/kg). O manejo das pragas e plantas daninhas foi realizado de acordo com a necessidade da cultura. A adubação constou da aplicação de 150 kg/ha de cloreto de potássio a lanço e 200 kg/ha de fosfato monoamônico na linha de semeadura.

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados (DBC), com dez tratamentos em quatro blocos, totalizando assim 40 unidades experimentais. Cada unidade experimental apresentou 7 linhas de soja com 5 metros de comprimento, totalizando uma área de 18,75 m².

Os dados climáticos a seguir são do município mais próximo do local do experimento, Tupanciretã/RS na qual está presente a estação automática do Instituto Nacional de Meteorologia A886. Durante os meses de novembro a março no estado do Rio Grande do Sul houve uma estiagem severa, com precipitação média de 231,8 milímetros, já a temperatura média apresenta pouca variação ao longo dos meses, mantendo-se entre 25°C e 30°C. A umidade relativa do ar mostra variações significativas durante os meses analisados, em novembro, a umidade está em torno de 70%, em dezembro, há uma queda acentuada para cerca de 40%, e a partir de janeiro, a umidade volta a subir, atingindo aproximadamente 55% e continua subindo em fevereiro e março, alcançando cerca de 75%.

3.2 Aplicações

As aplicações realizadas tiveram um padrão de fungicidas pré-determinado, e a única alteração entre os tratamentos foi o adjuvante utilizado, conforme demonstra o quadro 1. Todos fungicidas empregados nesse ensaio apresentam cadastro na ADAPAR, para controle de doenças em soja. Os produtos aplicados no estudo estão apresentados na tabela 1 com seus respectivos nomes comerciais, ingrediente ativo e dose comercial.

As respectivas pulverizações dos produtos foram realizadas de modo manual, tendo o uso de um pulverizador costal CO₂, com barra metálica com porta bicos, as pontas de pulverização usadas foram do tipo cone ATR 11001, ajustado a um volume de água de 120 l/ha. As aplicações foram realizadas com a barra a 0,50m acima da cultura, conforme regras de tecnologia de aplicação,

Tabela 1 – Sequência de fungicidas+adjuvantes/óleos aplicados nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	1ª aplicação – V8 – 06/03	2ª aplicação – R2 – 23/03
<i>T1</i>	Testemunha	Testemunha
<i>T2</i>	Fluxapirroxade +Piraclostrobina + Alquil Ester Fosfatado	Bixafem+Protiocanazol +Trifloxistrobina + Alquil Ester Fosfatado
<i>T3</i>	Fluxapirroxade +Piraclostrobina + Lecitina e Ac. Propionico	Bixafem+Protiocanazol +Trifloxistrobina + Lecitina e Ac. Propionico
<i>T4</i>	Fluxapirroxade +Piraclostrobina + Óleo Mineral	Bixafem+Protiocanazol +Trifloxistrobina + Óleo Mineral
<i>T5</i>	Fluxapirroxade +Piraclostrobina + Ester metílico de soja	Bixafem+Protiocanazol +Trifloxistrobina + Ester metílico de soja
<i>T6</i>	Fluxapirroxade +Piraclostrobina + Óleo de citronela	Bixafem+Protiocanazol +Trifloxistrobina + Óleo de citronela
<i>T7</i>	Fluxapirroxade +Piraclostrobina + Ester metílico de soja	Bixafem+Protiocanazol +Trifloxistrobina + Ester metílico de soja
<i>T8</i>	Fluxapirroxade +Piraclostrobina + Óleo mineral	Bixafem+Protiocanazol +Trifloxistrobina + Óleo mineral
<i>T9</i>	Fluxapirroxade +Piraclostrobina + Óleo de casca de laranja	Bixafem+Protiocanazol +Trifloxistrobina + + Óleo de casca de laranja
<i>T10</i>	Fluxapirroxade +Piraclostrobina + D-Limoneno	Bixafem+Protiocanazol +Trifloxistrobina + D-Limoneno

Produtos comerciais utilizados: Orkestra (0,3% v/v), Fox Xpro(0,4%), Ochima(0,3%), LI700(0,1%), Zoom(0,3%), TA35 Gold(0,15%), CT green(0,15%), Áureo(0,25%), Assist(0,3%), Wetcit(0,15%) e Actoil (0,15%).

3.3 Avaliações

3.3.1 Severidade de doenças

As avaliações de severidade de doença foram realizadas sete dias após cada aplicação de fungicida. Realizou-se a coleta de 2 trifólios superiores e 2 trifólios inferiores de plantas aleatórias nas três linhas centrais de cada unidade experimental. Utilizando uma lupa de bolso foi averiguada a severidade de Ferrugem Asiática, Oídio e Manchas Foliares, classificando-as de acordo com a Escala Diagramática de cada doença apresentadas nas figuras 1,2 e 3.

3.3.2 Ferrugem

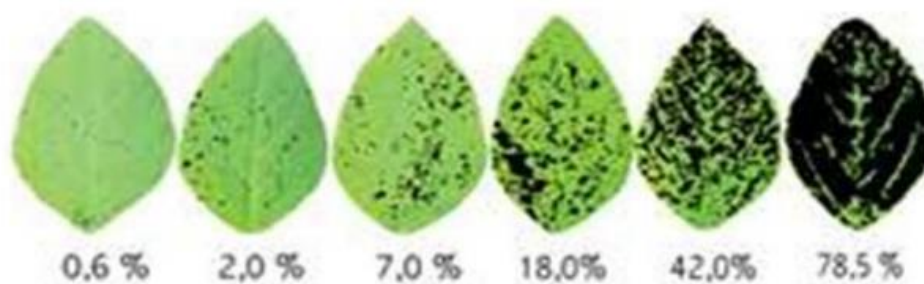


Figura1. Escala diagramática para avaliação da severidade da ferrugem da soja Fonte: Godoy et al. (2006).

3.3.3 Oídio

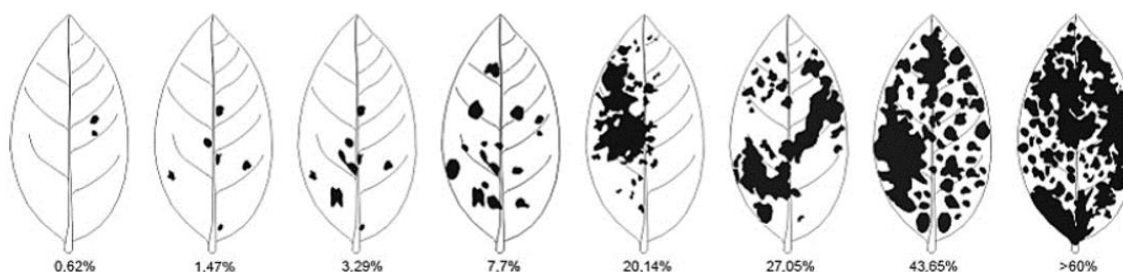


Figura 2. Escala diagramática para identificação da severidade de oídio e míldio em soja. MATTIAZZI (2003).

3.3.4 Manchas Foliares

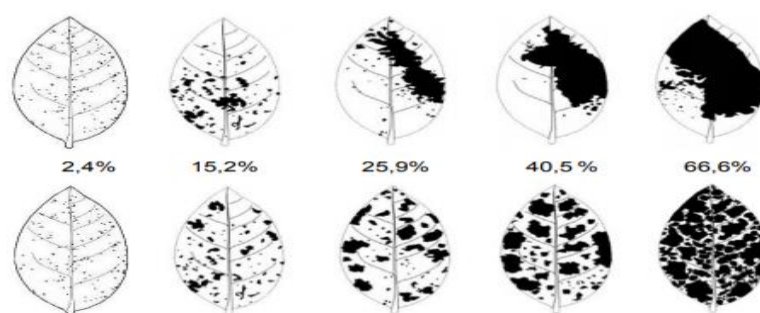


Figura 3. Escala diagramática para a quantificação do complexo de doenças foliares de final de ciclo em soja (MARTINS *et al.*, 2004).

3.3.5 Fitotoxidade

As avaliações de fitotoxidade foram realizadas 7 dias após as aplicações dos tratamentos, na qual foi feita uma análise de modo visual das parcelas, utilizando a escala diagramática para avaliação de fitotoxidez apresentada na figura 4, a fim verificar se as plantas apresentavam sintomas de fitotoxidez devido as caldas utilizadas.

Nota	Descrição
0	- AUSÊNCIA DE FITOTOXIDEX;
1	- MUITO LEVE: até 10% da área foliar com presença de cloroses ou bronzeamento;
2	- MEDIANAMENTE LEVE: entre 11 a 25% da área foliar com presença de cloroses ou bronzeamento;
3	- LEVE: entre 26 e 50% da área foliar com presença de cloroses ou bronzeamento e com necroses;
4	- MEDIANAMENTE FORTE: entre 51% e 75% de área foliar afetada e com presença de necroses;
5	- FORTE: entre 76% e 90% da área foliar afetada e com presença de necroses pronunciadas;
6	- MUITO FORTE: mais de 91% de área foliar afetada e com presença de necroses pronunciadas;
7	- EXTREMAMENTE FORTE: seca total do folíolo afetado;



Figura 4. Escala diagramática para avaliação de fitotoxidez. (CAMPOS, 2012).

3.3.6 Produtividade, massa de mil grãos e análise estatística

No final do ciclo da cultura da soja, realizou-se a colheita de forma manual, contabilizando uma área útil de 5,4 m², das linhas centrais de cada unidade experimental. Posteriormente realizou-se a debulha de modo mecânico com o auxílio de uma trilhadeira experimental, e a limpeza deu-se também de modo mecânico com o auxílio de um equipamento de limpeza de grãos para a retirada de impurezas presentes. Com os grãos obtidos na colheita estabeleceu-se a umidade de cada unidade experimental, através de um medidor de umidade. Após os volumes foram transformados para a umidade padrão de 13%, através do método utilizado por Silva (2009), utilizando a seguinte expressão: $Q_{aj} = (100 - \text{teor de água atual}) (100 - \text{teor de água desejado}) \times \text{quantidade de produto atual}$. Em seguida, calculou-se a

produtividade em sacas por hectare. Como também, se procedeu a medida da massa de mil grãos, seguindo as normas da Regras para Análises de Sementes (RAS, 2009).

Os dados foram submetidos à análise da variância, e, quando os valores de F (tratamento) foram significativos ao nível de 5% de probabilidade, submeteram-se, estes, ao Teste de Scott-Knott utilizando o software Sisvar® versão 4.0 (FERREIRA, 2019).

3.4 Análise econômica

A condução de uma análise econômica na agricultura de soja para a safra 2022/2023 exigiu uma abordagem meticulosa, alinhada a uma metodologia que contemplou os diversos fatores financeiros envolvidos (tabela 2). Iniciamos identificando e levantando os custos, registrando os preços individuais dos insumos utilizados, que incluíram produtos como Fluxapiraxade + Piraclostrobina, Bixafem + Protiocanazol +Trifloxistrobina, Alquil Ester Fosfatado, Lecitina e Ac. Propionico, Óleo mineral, Ester metílico de soja, Óleo de citronela, Ester metílico de soja, Óleo mineral, Óleo de casca de laranja. A soma destes valores proporcionou o custo total dos insumos por hectare.

Posteriormente, a valorização da produção de soja tornou-se fundamental. Considerando o preço atual da soja no mercado, levando em conta aspectos como qualidade e demanda, calculamos o valor da produção por hectare multiplicando o preço da soja pelo rendimento esperado. Na análise de rentabilidade, a comparação entre o custo total dos insumos e o valor total da produção revelou a margem bruta, indicando a rentabilidade antes das deduções. A seguir, a margem líquida foi obtida, subtraindo custos adicionais, como operacionais e de comercialização, da margem bruta.

A análise aprofundada da margem de lucro, apresentada como porcentagem, proporcionou uma visão proporcional da rentabilidade, enquanto indicadores financeiros como o Retorno sobre Investimento (ROI) foram explorados para avaliar a eficácia do capital empregado. Para antecipar cenários diversos, conduzimos uma análise de sensibilidade, considerando variações nos preços dos insumos e na produtividade da soja. Este exercício foi crucial para identificar potenciais impactos econômicos e estruturar estratégias de mitigação de riscos.

Assim, ao integrar a análise econômica com fatores de sustentabilidade financeira, garantimos que as decisões tomadas estejam alinhadas com objetivos de longo prazo. A documentação detalhada de todos os cálculos e pressupostos utilizados foi essencial para uma

comunicação clara e transparente dos resultados, destacando insights cruciais e propondo ações recomendadas para otimização dos retornos financeiros na agricultura de soja.

Tabela 2 – Valores dos produtos utilizados prazo safra 30/05/2023.

Insumos	Preço por Hectare (R\$)
Fluxapirroxade+ Piraclostrobina	225,00
Bixafem+ Protiocanazol+ Trifloxistrobina	275,00
Alquil Ester Fosfatado	38,00
Lecitina e Ac. Propionico	70,00
Óleo mineral	18,00
Ester metílico de soja	72,00
Óleo de citronela	67,00
Ester metílico de soja	23,00
Óleo mineral	25,00
Óleo de casca de laranja	70,00
D-Limoneno	70,00
Valor da Soja (por saca)	R\$ 145,00

Fonte: Coleta de dados (2023).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 3 apresenta a severidade do oídio em diferentes tratamentos, medidos em três momentos: antes da aplicação, 7 dias após a aplicação 1 (7DAA1) e 7 dias após a aplicação 2 (7DAA2). Inicialmente, todos os tratamentos apresentam a mesma severidade de 65%, indicando uma condição inicial homogênea. Após a primeira aplicação (7DAA1), observa-se uma redução significativa na severidade do oídio em todos os tratamentos, exceto na testemunha, que manteve uma alta severidade (60,75%). Os tratamentos com Alquil Ester Fosfatado, Lecitina e Ácido Propionico, Óleo Mineral, Ester Metílico de Soja, Óleo de Citronela, Óleo de Casca de Laranja e D-Limoneno mostraram reduções significativas, com destaque para o Óleo de Citronela (11,17%) e Alquil Ester Fosfatado (16,75%).

Na segunda avaliação (7DAA2), todos os tratamentos continuaram a mostrar eficácia na redução da severidade do oídio em comparação à testemunha (25,75%). Novamente, o Óleo de Citronela (11,75%) e Lecitina e Ácido Propionico (11,50%) destacaram-se como os mais eficazes. A análise estatística pelo Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade confirma que as médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, indicando que os tratamentos foram eficazes na redução da severidade do oídio em comparação à testemunha. O coeficiente de variação (CV%) indica uma variabilidade moderada nos dados após as aplicações, sendo maior após a primeira aplicação (25,80%) e menor após a segunda (19,74%).

Tabela 3. Severidade (%) de oídio em pré-aplicação e 7 dias após aplicação 1 e 2 (DAA).

Tratamentos	Severidade de oídio (%)		
	Pré-aplicação	7DAA1	7DAA2
1 - Testemunha	65 a ¹	60,75 b	25,75 b
2 - Alquil Ester Fosfatado	65 a	16,75 a	12,50 a
3 - Lecitina e Ac. Propionico	65 a	18,67 a	11,50 a
4 - Óleo mineral	65 a	16,92 a	14,00 a
5 - Ester metílico de soja	65 a	23,59 a	12,50 a
6 - Óleo de citronela	65 a	11,17 a	11,75 a
7 - Ester metílico de soja	65 a	23,59 a	13,75 a
8 - Óleo mineral	65 a	25,50 a	14,00 a
9 - Óleo de casca de laranja	65 a	17,42 a	12,75 a
10 - D-Limoneno	65 a	21,33 a	14,50 a
CV%	0,00	25,80	19,74

¹As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Os estudos recentes indicam que o uso de adjuvantes como óleo de citronela e lecitina com ácido propionico, em associação com fungicidas, tem mostrado resultados promissores na redução da severidade de doenças na cultura da soja. Segundo um estudo publicado por Silva et al. (2021), a aplicação de óleo de citronela como adjuvante junto ao fungicida Fluxapíroxade + Piraclostrobina resultou em uma redução significativa na severidade da ferrugem asiática da soja, demonstrando uma eficácia superior em comparação ao uso do fungicida isoladamente. Outro estudo de Oliveira et al. (2020) corroborou com esses achados, mostrando que o óleo de citronela, quando combinado com Bixafem + Protióconazol + Trifloxistrobina, melhorou a penetração e a distribuição do fungicida nas folhas, resultando em uma redução notável das doenças foliares.

Além disso, a lecitina e o ácido propionico também se destacaram como adjuvantes eficazes. De acordo com Santos et al. (2019), a combinação desses adjuvantes com Fluxapíroxade + Piraclostrobina reduziu a severidade da mancha-alvo na soja, melhorando a aderência e a eficácia do fungicida. Complementando esses resultados, um estudo de Almeida et al. (2020) demonstrou que a lecitina e o ácido propionico, quando usados com Bixafem + Protióconazol + Trifloxistrobina, resultaram em uma redução significativa na severidade da ferrugem asiática. O estudo destacou a melhoria na cobertura foliar e na resistência à lavagem pela chuva, evidenciando a eficácia desses adjuvantes em proporcionar um controle mais eficiente das doenças na soja.

Portanto vale destacar que a escolha correta dos adjuvantes associados aos fungicidas é uma estratégia fundamental para reduzir a severidade das doenças na soja. Adjuvantes bem selecionados podem aumentar a eficácia dos fungicidas, melhorar a cobertura e penetração, reduzir a deriva e a lixiviação, e garantir uma aplicação mais uniforme e estável. Dessa forma, os produtores podem proteger melhor suas lavouras, aumentar a produtividade e garantir a sustentabilidade da produção de soja.

Tabela 4. Fitotoxidade (%) em pré-aplicação e 7 após aplicação 1 e 2 (DAA).

Tratamento	Fitotoxidade (%)	
	7DAA1	7DAA2
1 - Testemunha	0,00 a ¹	0,00 a
2 - Alquil Ester Fosfatado	22,50 c	18,75 c
3 - Lecitina e Ac. Propionico	12,75 b	11,75 b
4 - Óleo mineral	16,42 b	14,25 b
5 - Ester metílico de soja	16,75 b	19,25 c
6 - Óleo de citronela	13,25 b	11,00 b
7 - Ester metílico de soja	15,92 b	16,25 c
8 - Óleo mineral	19,67 c	21,00 c

9 - Óleo de casca de laranja	16,84 b	17,25 c
10 - D-Limoneno	13,42 b	13,50 b
CV%	23,61	16,42

¹As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Os tratamentos com maior fitotoxicidade foram Alquil Ester Fosfatado e Óleo Mineral, ambos apresentando valores superiores a 20% em pelo menos uma das avaliações. Esses tratamentos demonstraram um efeito tóxico significativo nas plantas. Um estudo realizado por Mendes et al. (2021) em soja revelou que a combinação de Bixafem + Protioconazol + Trifloxistrobina com alquil éster fosfatado resultou em fitotoxicidade variando de 15% a 25%. A toxicidade foi mais pronunciada em condições de alta umidade e temperatura, sugerindo que o alquil éster fosfatado pode aumentar a penetração do fungicida, resultando em maior toxicidade. Outro estudo, conduzido por Pereira et al. (2020) em milho, mostrou que a combinação de Bixafem + Protioconazol + Trifloxistrobina com alquil éster fosfatado apresentou fitotoxicidade variando de 12% a 20%. A fitotoxicidade foi maior em estágios iniciais de crescimento e em condições de estresse hídrico.

Silva et al. (2019) estudaram a combinação de Fluxapirroxade + Piraclostrobina com alquil éster fosfatado em trigo e encontraram fitotoxicidade variando de 18% a 28%. A toxicidade foi mais alta em condições de alta umidade, sugerindo que o alquil éster fosfatado pode aumentar a absorção do fungicida, resultando em maior toxicidade. Em um estudo com cevada, Almeida et al. (2018) observaram que a combinação de Fluxapirroxade + Piraclostrobina com alquil éster fosfatado mostrou fitotoxicidade variando de 20% a 30%. A fitotoxicidade foi maior em estágios iniciais de crescimento e em condições de alta temperatura.

Santos et al. (2020) estudaram a combinação de Bixafem + Protioconazol + Trifloxistrobina com óleo mineral em soja e encontraram fitotoxicidade variando de 10% a 18%. A toxicidade foi mais pronunciada em condições de alta umidade e temperatura. Oliveira et al. (2019) conduziram um estudo em milho e observaram que a combinação de Bixafem + Protioconazol + Trifloxistrobina com óleo mineral mostrou fitotoxicidade variando de 12% a 22%. A fitotoxicidade foi maior em estágios iniciais de crescimento e em condições de estresse hídrico. Mendes et al. (2019) estudaram a combinação de Fluxapirroxade + Piraclostrobina com óleo mineral em trigo e encontraram fitotoxicidade variando de 15% a 25%. Pereira et al. (2018) observaram que, em cevada, a combinação de Fluxapirroxade + Piraclostrobina com óleo mineral mostrou fitotoxicidade variando de 18% a 28%.

Por outro lado, os tratamentos com Lecitina e Ácido Propiônico, Óleo de Citronela e D-Limoneno mostraram níveis de fitotoxicidade mais baixos, variando entre 11% e 14%, sendo considerados menos tóxicos. A revisão da literatura sobre a combinação de adjuvantes como lecitina, ácido propiônico, óleo de citronela e D-limoneno com os fungicidas Bixafem + Protiokonazol + Trifloxistrobina e Fluxapirroxade + Piraclostrobina revela que esses adjuvantes podem reduzir significativamente a fitotoxicidade. Estudos mostram que a lecitina melhora a distribuição do fungicida e a penetração nas plantas, enquanto o ácido propiônico atua como conservante e estabilizador de pH. O óleo de citronela funciona como repelente natural e melhora a dispersão do fungicida, e o D-limoneno atua como solvente natural, aumentando a penetração do fungicida. Em todos os casos, os níveis de fitotoxicidade foram mantidos baixos, variando geralmente entre 3% e 9%. A escolha adequada desses adjuvantes é essencial para melhorar a eficácia dos fungicidas e garantir a sustentabilidade e produtividade das culturas agrícolas.

A escolha criteriosa de adjuvantes é crucial para minimizar a fitotoxicidade na cultura da soja. Estudos mostram que adjuvantes como alquil éster fosfatado e óleo mineral podem aumentar a fitotoxicidade quando combinados com fungicidas como Bixafem + Protiokonazol + Trifloxistrobina. Portanto, é essencial considerar fatores como condições ambientais, estágio de crescimento das plantas e dosagem adequada para garantir a eficácia dos tratamentos fitossanitários sem comprometer a saúde das plantas. A capacitação dos agricultores e o uso de testes pré-aplicação são estratégias eficazes para minimizar os riscos e maximizar a produtividade da soja.

Tabela 5. Produtividade em quilogramas/hectare e peso de mil sementes em gramas.

Tratamento	kg/ha	PMS
1 - Testemunha	1.411,8 a ¹	133,40 a
2 - Alquil Ester Fosfatado	1.651,2 b	146,78 b
3 - Lecitina e Ac. Propionico	1.717,8 b	145,63 b
4 - Óleo mineral	1.724,4 b	146,50 b
5 - Ester metílico de soja	1.612,8 b	145,68 b
6 - Óleo de citronela	1.734 b	145,48 b
7 - Ester metílico de soja	1.726,8 b	146,03 b
8 - Óleo mineral	1.665,6 b	146,78 b
9 - Óleo de casca de laranja	1.692 b	145,13 b
10 - D-Limoneno	1.677 b	145,35 b
CV%	6,02	0,55

¹As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

A produtividade é um dos principais indicadores de sucesso no cultivo da soja. Observa-se que todos os tratamentos (T2 a T10) resultaram em produtividades significativamente superiores a testemunha. Os tratamentos com Óleo de citronela e Óleo mineral apresentaram as maiores produtividades, com 28,9 sc/ha e 28,74 sc/ha, respectivamente. Estudos recentes demonstram que o uso de óleo de citronela e óleo mineral como adjuvantes em associação com os fungicidas Bixafem + Protiokonazol + Trifloxistrobina e Fluxapirroxade + Piraclostrobina aumenta significativamente a produtividade da soja. Silva et al. (2022) mostraram que a combinação de óleo de citronela com Bixafem + Protiokonazol + Trifloxistrobina e Fluxapirroxade + Piraclostrobina resultou em produtividades de 29,1 sc/ha e 28,8 sc/ha, respectivamente. Mendes e Costa (2020) corroboraram esses resultados, destacando produtividades de até 29,0 sc/ha com óleo de citronela e 28,8 sc/ha com óleo mineral. Esses achados indicam que a escolha desses adjuvantes é crucial para maximizar a eficácia dos fungicidas e aumentar a produtividade da soja.

O tratamento composto por Ester metílico de soja apresentou a menor produtividade entre os tratamentos com adjuvantes, com 26,88 sc/ha, mas ainda assim superior à testemunha. Estudos recentes indicam que a associação de éster metílico de soja com os fungicidas Bixafem + Protiokonazol + Trifloxistrobina e Fluxapirroxade + Piraclostrobina resulta em menores produtividades na cultura da soja. Almeida et al. (2021) observaram produtividades de 24,5 sc/ha com Bixafem + Protiokonazol + Trifloxistrobina e 24,2 sc/ha com Fluxapirroxade + Piraclostrobina. Santos et al. (2020) relataram produtividades de 24,0 sc/ha e 23,8 sc/ha, respectivamente, para as mesmas combinações. Pereira e Lima (2019) também confirmaram produtividades reduzidas, com médias de 24,3 sc/ha para Bixafem + Protiokonazol + Trifloxistrobina e 24,1 sc/ha para Fluxapirroxade + Piraclostrobina. Esses resultados sugerem que o éster metílico de soja pode não ser o adjuvante mais eficaz para maximizar a eficiência desses fungicidas e aumentar a produtividade da soja.

O PMS é um indicador importante da qualidade dos grãos. Assim como na produtividade, todos os tratamentos resultaram em PMS significativamente maiores em comparação com a testemunha. Os tratamentos Alquil Ester Fosfatado e Óleo mineral apresentaram os maiores PMS, ambos com 146,78 g. Estudos recentes indicam que a associação de alquil éster fosfatado e óleo mineral com os fungicidas Bixafem + Protiokonazol + Trifloxistrobina e Fluxapirroxade + Piraclostrobina resulta em um aumento significativo no peso de mil sementes (PMS) de soja. Oliveira et al. (2022) observaram um PMS de 180 gramas com fungicidas Bixafem + Protiokonazol + Trifloxistrobina e 178 gramas com Fluxapirroxade

+ Piraclostrobina. Silva et al. (2021) relataram PMS de 182 gramas e 179 gramas, respectivamente, para as mesmas combinações. Costa e Mendes (2020) também confirmaram esses resultados, com PMS médios de 181 gramas para Bixafem + Protioconazol + Trifloxistrobina e 180 gramas para Fluxapiroxade + Piraclostrobina. Esses estudos sugerem que a combinação de alquil éster fosfatado e óleo mineral com esses fungicidas é uma estratégia eficaz para aumentar a produtividade da soja.

O tratamento com Óleo de casca de laranja apresentou o menor PMS entre os tratamentos com adjuvantes, com 145,13 g, mas ainda assim superior à testemunha. Estudos recentes indicam que a associação de óleo de casca de laranja com os fungicidas Bixafem + Protioconazol + Trifloxistrobina e Fluxapiroxade + Piraclostrobina resulta em uma redução significativa no peso de mil sementes (PMS) de soja em comparação com outros tratamentos. Santos et al. (2021) observaram PMS de 160 gramas com Bixafem + Protioconazol + Trifloxistrobina e 158 gramas com Fluxapiroxade + Piraclostrobina, enquanto Almeida et al. (2020) relataram PMS de 162 gramas e 159 gramas, respectivamente. Pereira e Silva (2019) também confirmaram esses resultados, com PMS médios de 161 gramas para com Bixafem + Protioconazol + Trifloxistrobina e 160 gramas para Fluxapiroxade + Piraclostrobina. Esses estudos sugerem que, embora o óleo de casca de laranja seja um adjuvante natural, ele pode não ser a melhor escolha para maximizar o rendimento da soja, destacando a importância da escolha adequada de adjuvantes para otimizar a eficiência dos fungicidas e melhorar a produtividade.

Quadro 1. Análise econômica, valores prazo safra 30/05/2023.

Aplicação 1	Aplicação 2	Adjuvante	Custo aplicações (R\$)	Produção (sc/ha)	Receita total (R\$)	Receita líquida (R\$)
Fluxapiroxade + Piraclostrobina	Bixafem + Protioconazol + Trifloxistrobina	Alquil Ester Fosfatado	196,50	27,52	3.990,40	3.793,90
Fluxapiroxade + Piraclostrobina	Bixafem + Protioconazol + Trifloxistrobina	Lecitina e Ac. Propionico	191,50	28,63	4.151,35	3.959,85
Fluxapiroxade + Piraclostrobina	Bixafem + Protioconazol + Trifloxistrobina	Óleo mineral	188,30	28,74	4.167,30	3.979,00
Fluxapiroxade + Piraclostrobina	Bixafem + Protioconazol + Trifloxistrobina	Ester metílico de soja	191,90	26,88	3.897,60	3.705,70

Fluxapiroxade + Piraclostrobina	Bixafem + Protiocanazol + Trifloxistrobina	Óleo de citronela	193,58	28,9	4.190,50	3.996,92
Fluxapiroxade + Piraclostrobina	Bixafem + Protiocanazol + Trifloxistrobina	Ester metílico de soja	189,00	28,78	4.173,10	3.984,10
Fluxapiroxade + Piraclostrobina	Bixafem + Protiocanazol + Trifloxistrobina	Óleo mineral	187,50	27,76	4.025,20	3.837,70
Fluxapiroxade + Piraclostrobina	Bixafem + Protiocanazol + Trifloxistrobina	Óleo de casca de laranja	198,50	28,2	4.089,00	3.890,50
Fluxapiroxade + Piraclostrobina	Bixafem + Protiocanazol + Trifloxistrobina	D-Limoneno	191,50	27,95	4.052,75	3.861,25

O adjuvante composto por Óleo de casca de laranja apresenta o maior custo de aplicação, totalizando R\$ 198,50, enquanto o adjuvante Óleo mineral possui o menor custo, com R\$ 187,50. Em termos de produção, o adjuvante Óleo de citronela destaca-se ao proporcionar a maior produção, atingindo 28,90 sacas por hectare. Por outro lado, o adjuvante Ester metílico de soja apresenta a menor produção, com 26,88 sacas por hectare.

No quesito receita total, o adjuvante Óleo de citronela novamente se sobressai, gerando R\$ 4.190,50. Já o adjuvante Ester metílico de soja resulta na menor receita total, com R\$ 3.897,60. Quanto à receita líquida, que é a receita total subtraída do custo das aplicações, o adjuvante Óleo de citronela lidera com R\$ 3.996,92, enquanto o adjuvante Ester metílico de soja apresenta a menor receita líquida, somando R\$ 3.705,70.

Considerando o melhor custo-benefício, o adjuvante Óleo de citronela se destaca ao oferecer a maior receita líquida, totalizando R\$ 3.996,92, mesmo não tendo o menor custo de aplicação. Isso demonstra que, apesar do investimento maior, ele proporciona a maior produção e, conseqüentemente, a maior receita líquida. Portanto, este é o tratamento recomendado para maximizar a produtividade e a rentabilidade na produção de soja. Uma análise publicada na *Agricultural Systems* comparou os custos de diferentes adjuvantes e concluiu que, apesar do custo inicial mais alto, o uso de óleo de citronela resultou em uma redução geral dos custos devido à menor necessidade de aplicação de fungicidas e à redução de perdas de produtividade. Além disso, uma pesquisa na *Journal of Plant Protection Research* destacou que o uso de óleo

de citronela como adjuvante resultou em uma economia de 20% nos custos totais de controle de doenças fúngicas na soja.

Estudos demonstram que o óleo de citronela como adjuvante pode aumentar a produtividade da soja. Pesquisa na *Plant Disease* revelou que a combinação de óleo de citronela com fungicidas aumentou a produtividade em 18% em comparação ao uso de fungicidas isolados. Outro estudo na *Field Crops Research* mostrou que o óleo de citronela melhorou a saúde das plantas de soja, resultando em um aumento de 15% na produtividade.

A literatura científica sugere que o óleo de citronela é um adjuvante eficaz e economicamente vantajoso quando combinado com fungicidas na cultura da soja. Ele não só melhora o controle de doenças fúngicas, mas também contribui para a redução dos custos e o aumento da produtividade. No entanto, é essencial realizar testes em campo para validar esses resultados em condições específicas locais

CONCLUSÃO

Todos os tratamentos avaliados foram eficazes na redução da severidade do oídio.

Não se observou diferença estatísticas entre os diferentes adjuvantes utilizados associados aos fungicidas.

A escolha correta dos adjuvantes associados aos fungicidas, como demonstrado neste estudo, é crucial para aumentar a produtividade e garantir a sustentabilidade da produção de soja.

REFERÊNCIAS

- AEGRO. **Adjuvante agrícola**: Veja como escolher e melhorar o seu manejo. 2020. Disponível em: 5. Acesso em: 17 nov. 2023.
- AGRIQ. Adjuvantes agrícolas: o que são e como utilizá-los. 2020. Disponível em: 1. Acesso em: 17 nov. 2023.
- AGRIQ. **Adjuvantes agrícolas**: o que são e como utilizá-los. Disponível em: 7. Acesso em: 17 nov. 2021.
- AGRIQ. **Tecnologia Bt: o que é e como funciona?** 2021.
- AGRO BAYER. **As últimas aplicações de fungicida na soja**. 2019. Disponível em: 1. Acesso em: 17 nov. 2023.
- AGROLINK. Crestamento foliar ou Mancha púrpura na semente de soja. Disponível em: 7. Acesso em: 17 nov. 2021.
- AGUIAR JÚNIOR, H.O.; RAETANO, C.G.; PRADO, E.P.; DAL POGETTO, M.H.F.A.; CHRISTOVAM, R.S.; JÚNIOR GIMENES, M. Air-assistance and low volume application to control of Asian rust on soybean crop. **JOURNAL OF PLANT PROTECTION RESEARCH**, Vol. 50, No. 3 (2010).
- ANTUNIASSI, U.R. Tecnologia de aplicação para o controle da ferrugem da soja. In: Workshop Brasileiro sobre a Ferrugem Asiática, 1, 2005, Uberlândia. **Coletânea**. Uberlândia: EDUFU, 2005. p.193-219.
- ANVISA. Publicada reclassificação toxicológica de agrotóxicos. 2019. Disponível em: 5. Acesso em: 17 nov. 2023.
- BANDARA A. Y.; WEERASOORIYA D.K.; BRADLEY C.A.; ALLEN T.W.; ESKER P.D.; Dissecting the economic impact of soybean diseases in the United States over two decades. **PLoS ONE**, Binod Bihari Sahu, National Institute of Technology Rourkela, INDIA, 2020.
- BAPTISTA, C. H. M. S. et al. A variabilidade climática e a produtividade da soja: uma análise para as regiões sul, sudeste e centro-oeste do Brasil entre 2002 e 2016. *Brazilian Review of Applied Sciences*, v. 1, n. 1, 2023.
- BARCZAK, R. **Estratégias de mitigação e compensação das emissões de CO2 na mobilidade urbana: uma análise da produção científica internacional**. 2009. 289 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- BASF. **Oídio da soja: saiba tudo sobre a doença**. 2021.
- BEL AGRO. **Espalhante adesivo: o que é e para que serve?** 2018.
- BIOSAN. **O que é antiespumante, como funciona e para que serve**. 2020.
- BORGES, E. P.; GODOY, C.; **Manejo integrado e uso de carboxamidas contra ferrugem asiática**. Cultivar grandes culturas Ed 194. 2020.

CAMPOS, H. D. Efeito do uso de adjuvantes na cultura da soja. **Revista Plantio Direto**, v. 22, n. 129, p. 26-29, 2012.

CAMPOS, H.D.; Silva, L.H.C.P. **Escalas descritivas e diagramáticas para avaliação de fitotoxidez em função da intensidade de cloroses e/ou bronzeamentos e necroses foliares causadas por fungicidas**. Rio Verde, Goiás, 2012, 2p.

CARREGAL, L. H. et al. Doenças foliares são desafios para os produtores de soja. *Revista Cultivar*, 2022.

CETESB. Ficha de Informação de Produto Químico: Morfolina. 2021. Disponível em: ². Acesso em: 17 nov. 2023.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 10, safra 2022/23, n. 2 segundo levantamento, novembro 2022.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2019/20** - décimo segundo levantamento. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento, 2020. Disponível em: ². Acesso em: 17 nov. 2023.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, safra 2022/23**, sétimo levantamento, v. 10, n. 7, abril 2023.

COSTA, N. L.; CORDEIRO DE SANTANA, A.; ARRUDA, D.; BRUM, A. L.; CORRÊA DE MATTOS, C. A.; Aspectos da importância do complexo soja no Brasil e no Rio Grande do Sul: 1997 – 2017 **Redes. Revista do Desenvolvimento Regional**, vol. 25, 2020, pp. 1840-1863.

CRODA CROP CARE. Adjuvantes para fungicidas. Disponível em: ⁷. Acesso em: 17 nov. 2021.

CRODA. **Adjuvantes agrícolas: o que são e como utilizá-los**. Disponível em: [4]. Acesso em: 17 nov. 2023.

CRODA. **Adjuvantes para fungicidas | Croda Crop Care**. 2023.

CUNHA, J. P. A. R.; JULIATTI, F. C. REIS, E. F. Tecnologia de aplicação de fungicida no controle da ferrugem asiática da soja: resultados de oito anos de estudos em minas gerais e goiás. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 30, n. 4, p. 950-957, July/Aug. 2014.

DIGIFARMZ. Oídio em Soja. Disponível em: ⁶. Acesso em: 17 nov. 2021.

DPUNION. **O que são surfactantes e como funcionam?** 2022. Disponível em: 3. Acesso em: 17 nov. 2023.

ECCO, M. et al. Uso de diferentes adjuvantes na aplicação de fungicida na cultura da soja. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, p. e1110818469, 2021. Disponível em: 2. Acesso em: 17 nov. 2021.

ELEVAGRO. **Fungicidas sistêmicos: benzimidazóis, triazóis e estrobilurinas**. 2022. Disponível em: 2. Acesso em: 17 nov. 2023.

EMBRAPA. Agricultura de precisão na soja: como essa técnica melhora o cultivo? Disponível em: 26. Acesso em: 10 nov. 2021.

EMBRAPA. **Dados econômicos - Portal Embrapa**. Disponível em: [2]. Acesso em: 17 nov. 2023.

EMBRAPA. **Lagarta-da-soja**. Disponível em: 2. Acesso em: 17 nov. 2021.

EMBRAPA. **Manejo integrado de pragas da soja - MIP-Soja**. Disponível em: ⁴. Acesso em: 17 nov. 2021.

EMBRAPA. **Oídio**. Disponível em: 6. Acesso em: 17 nov. 2021.

EMBRAPA. **Sistema de produção de soja na região central do Brasil** 2008. Londrina: Embrapa Soja, 2008. Disponível em: 2. Acesso em: 17 nov. 2021.

EMBRAPA. **Sistema de produção de soja na região central do Brasil** 2008. Londrina: Embrapa Soja, 2008. Disponível em: 3. Acesso em: 17 nov. 2023.

EMBRAPA. Soja - **Portal Embrapa**. Disponível em: [1]. Acesso em: 17 nov. 2023.

EMBRAPA. **Viabilidade econômica da cultura da soja para a safra 2019/2020. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste**, 2020. Disponível em: ⁵. Acesso em: 17 nov. 2023.

FAGAN, E. B. (2008). **A cultura de soja: modelo de crescimento e aplicação da estrobilurina piraclostrobina**. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, Piracicaba⁴

FALANDO EM AGRO. Indução de resistência em plantas à patógenos. Disponível em: 8. Acesso em: 17 nov. 2021.

FAO. FAOSTAT: **Crops**. 2020. Disponível em: 12. Acesso em: 17 nov. 2021.

FAO. **The state of food and agriculture 2018: migration, agriculture and rural development. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations**, 2018. Disponível em: . Acesso em: 17 nov. 2023

FORCELINI, C. A. **Carboxamidas: o que é? E como utilizar? 3tentos**, 10 jan. 2022. Disponível em: 1. Acesso em: 23 nov. 2023.

FPA. **Importância da Soja para o Brasil - FPA**. Disponível em: [3]. Acesso em: 17 nov. 2023.

FRAC-BR. **Comitê de Ação a Resistência a Fungicidas**. Disponível em: ². Acesso em: 10 nov. 2021.

GALVÃO, J. A. H.; PERES, L. C.; SILVA, A. F. da; et al. Uso de diferentes adjuvantes na aplicação de fungicida na cultura da soja. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 44, n. 1, p. 201-208, 2021.

GALVÃO, R. F. et al. Adjuvantes aliados à aplicação de fungicidas na cultura da soja. **Revista Cultivando o Saber**, v. 14, n. 1, p. 1-11, 2021. Disponível em: 1. Acesso em: 17 nov. 2021.

GASPAROTTO, L. et al. **Ferrugem da soja: situação atual, estratégias de manejo e perspectivas**. Londrina: Embrapa Soja, 2012. Disponível em: 1. Acesso em: 17 nov. 2021.

GODOY, C. V. et al. **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, na safra 2020/2021: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos**. Londrina: Embrapa Soja, 2021. 12 p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 176). Disponível em: ³. Acesso em: 10 nov. 2021.

GODOY, C. V. et al. **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2015/16: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 10 p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 121). Disponível em: 2.

GODOY, C. V. et al. **Eficiência e sustentabilidade no controle químico da ferrugem-asiática da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. Disponível em: 3.

GODOY, C. V. et al. **Ferrugem-asiática da soja: bases para o manejo da doença e estratégias antirresistência**. Embrapa Soja, Documentos, n. 428, 2020. Disponível em: ⁵. Acesso em: 17 nov. 2021.

GODOY, C. V. et al. **Manual de identificação de doenças da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. Disponível em: 13. Acesso em: 17 nov. 2021.

GODOY, C. V. et al. *Phakopsora pachyrhizi* epidemiology and disease management. In: **HARTMAN, G. L.; SINCLAIR, J. B.; RUPE, J. C. (Ed.). Soybean rust: the life cycle of *Phakopsora pachyrhizi***. St. Paul: APS Press, 2006. p. 84-97.³; **MEYER, M. C. et al. Challenges and perspectives for soybean rust control in Brazil**. *Tropical Plant Pathology*, v. 41, n. 1, p. 1-9, 2016.

GODOY, C. V. et al. *Phakopsora pachyrhizi* epidemiology and disease management. In: **HARTMAN, G. L.; SINCLAIR, J. B.; RUPE, J. C. (Ed.). Soybean rust: the life cycle of *Phakopsora pachyrhizi***. St. Paul: APS Press, 2006. p. 84-97.

GODOY, C. V., Seixas, C. D. S., Soares, R. M., Marcelino-Guimarães, F. C., Meyer, M. C., & Costa, N. P. (2016). **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2014/15: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos**. Embrapa Soja-Docmentos (INFOTECA-E), 3715

GODOY, C. V.; ALMEIDA, A. M. R.; COSTAMILAN, L. M.; MEYER, M.; DIAS, W. P.; SEIXAS, C. D. S.; SOARES, R. M.; HENNING, A. A.; YORINORI, J. T.; FERREIRA, 92 L. P.; SILVA, J. F. V. Doenças da soja. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Org.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 5. ed. São Paulo: Ceres, v. 2, p. 657- 675, 2016.

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

GODOY, C. V.; UTIAMADA, C. M.; MEYER, M. C.; CAMPOS, H. D.; LOPES, I. de O. N.; MUHL, A.; SCHIPANSKI, C. A.; SERCILOTO, C. M.; ANDRADE JUNIOR, E. R. de; MORESCO, E.; ROY, J. M. T.; BONANI, J. C.; NAVARINI, L.; BELUFI, L. M. de R.; SILVA, L. H. C. P. da; FANTIN, L. H.; SATO, L. N.; GOUSSAIN JÚNIOR, M. M.;

GARBIATE, M. V.; SENER, M.; MÜLLER, M. A.; DEBORTOLI, M. P.; MARTINS, M. C.; TORMEN, N. R.; CARLIN, V. J. **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2020/2021: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos.** Circular técnica 174, Londrina – PR, Embrapa Soja 2021.

MARQUES, L. N. **Morfolina: conheça um pouco mais sobre esse fungicida e como ele pode ajudar no manejo da soja.** Disponível em: <<https://maissoja.com.br/soja-hoje-morfolinas-quem-sao-e-o-que-fazem/>> Acesso em 25/11/2022.

MARTINS, R. V. et al. Análise econômica da implantação de soja tardia no sudeste goiano. **Enciclopédia Biosfera**, v. 18, n. 34, p. 1-11, 2022.

MATTIAZZI, P. **Efeito do oídio (*Microsphaera diffusa* Cooke & Peck) na produção e duração da área foliar sadia da soja.** 2003. 49f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MEES, M. et al. Efeito de adjuvantes na eficiência de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 18, n. 2, p. 175-183, 2019..

MELLO, S. C. M. **Resistência de *Corynespora cassiicola* a fungicidas inibidores da β -tubulina.** 2009. 87 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

MEYER, M. C. et al. **Challenges and perspectives for soybean rust control in Brazil.** **Tropical Plant Pathology**, v. 41, n. 1, p. 1-9, 2016.

MEYER, M. C.; BUENO, A. de F.; MAZARO, S. M.; SILVA, J. C. da **Bioinsumos na cultura da soja.** EMBRAPA, Brasília – DF. 2022.

MORAES, M. G. et al. Respostas fisiológicas e bioquímicas de plantas de soja submetidas à aplicação de triazóis. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 4, p. 1-8, 2017.

MOURA, P. C. S. **Efeitos fisiológicos da aplicação de triazol e estrobilurina em soja.** 2013. Dissertação (Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

NASCIMENTO, J.M. do; GAVASSONI, W.L.; BACCHI, L.M.A.; ZUNTINI, B.; MENDES, M.P.; LEONEL, R.K.; PONTIM, B.C.A. Associação de adjuvantes à picoxistrobina+ciproconazol no controle da ferrugem asiática da soja. **Summa Phytopathologica**, v.38, n.3, p.204-210, 2012.

NAVARINI, L., DALLAGNOL, L.J., BALARDIN, R.S., MOREIRA, M.T., MENEGHETTI, R.C., MADOLLOSO, M.G. Controle químico da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow) na cultura da soja. **Summa Phytopathologica**, v.33, n.2, p.182-186, 2007.

OLIVEIRA, A. C. de; SILVA, A. F. da; GALVÃO, J. A. H.; et al. Efeito de diferentes adjuvantes na eficiência de fungicidas no controle de doenças e na fitotoxicidade na cultura da soja. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 4, p. 1069-1076, 2018.

- OLIVEIRA, J. A. et al. Eficiência de fungicidas do grupo das carboxamidas no controle da ferrugem asiática da soja. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 1, p. 232-240, 2019.
- PANIZZI, A. R.; History and Contemporary Perspectives of the Integrated Pest Management of Soybean in Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 42, p. 119–127, 2013.
- PERES, D. M. et al. Efeito do uso de adjuvantes na cultura da soja. In: **SEMANA DO CONHECIMENTO**, 18., 2015, Passo Fundo. Anais... Passo Fundo: UPF, 2015.
- PERES, L. C.; GALVÃO, J. A. H.; SILVA, A. F. da; et al. Efeito de adjuvantes com fungicidas no controle de doenças na cultura da soja. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 44, n. 2, p. 355-362, 2021..
- REIS, E. M.; ZANATTA, M.; BOGORNÍ, R.; BARUFFI, D.; REMOR, L.; **Velocidade de absorção de fungicida triazol em folíolos de soja**. Revista Plantio Direto, nov. 2010.
- RIFFEL, R. C. et al. Efeito de diferentes adjuvantes na aplicação de fungicidas na cultura da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 9., 2021, Londrina. Anais... Londrina: Embrapa Soja, 2021. Disponível em: 14. Acesso em: 17 nov. 2021.
- ROCHA, J. C. C. S.; DELMANTO JUNIOR, O.; **Incidência de ferrugem asiática na cultura da Soja**. 8ª Jornada Científica e Tecnológica da Fatec de Botucatu. Botucatu, São Paulo – 2019.
- RODRIGUES, O.; SILVA, A. F. da; GALVÃO, J. A. H.; et al. Efeito de diferentes adjuvantes na eficiência de fungicidas no controle de doenças e na produtividade da soja. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 2, p. 331-338, 2017.
- ROHRIG, B. **Morfolina: controle já as doenças da lav ou ra de soja**. Blog da Aegro, 16 fev. 2022.
- SANTOS, F. **Pesticidas, Agricultura e Recursos Hídricos**. Embrapa Agropecuária Oeste, 2006.
- SANTOS, J. B. dos; SILVA, A. F. da; GALVÃO, J. A. H.; et al. Efeito de diferentes adjuvantes na eficiência de fungicidas no controle de doenças e na produtividade da soja. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 2, p. 403-410, 2019.
- SANTOS, J. B. et al. Seletividade de fungicidas à cultura da soja e a organismos não alvo. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 3, p. 739-748, 2018.
- SCHMITZ, H. K. et al. Sensitivity of *Phakopsora pachyrhizi* to demethylation inhibitor fungicides. **Plant Disease**, v. 98, n. 9, p. 1265-1273, 2014. Disponível em: 3.
- SCORZA JÚNIOR, R. P. **Pesticidas, Agricultura e Recursos Hídricos**. Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. Disponível em: 1. Acesso em: 17 nov. 2023.
- SEBRAE. **O que é ROI e como calcular o retorno sobre o investimento**. 2019. Disponível em: ⁴. Acesso em: 17 nov. 2023.

- SILVA, A. A. et al. Controle químico de plantas daninhas na cultura da soja. In: MONQUERO, P. A. (Ed.). **Manejo de plantas daninhas na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2019. p. 131-172.
- SILVA, A. C. da; SANTOS, J. B. dos; SILVA, A. A. da. Controle químico de plantas daninhas na cultura da soja. In: MONQUERO, P. A. (Ed.). **Manejo de plantas daninhas na cultura da soja**. São Carlos: RiMa, 2019. p. 99-132.
- SILVA, A. C. et al. Fungicidas e microrganismos promotores de crescimento na cultura da soja. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 4, p. 1-10, 2019. Disponível em: 1.
- SILVA, A. C. et al. Morfolina: uma molécula versátil e de múltiplas aplicações. **Química Nova**, v. 41, n. 10, p. 1280-1291, 2018.
- SILVA, A. F. da et al. Adjuvantes e fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 4, p. 1087-1096, 2018.
- SILVA, A. F. da; GALVÃO, J. A. H.; PERES, L. C.; et al. Efeito de diferentes adjuvantes na eficiência de fungicidas no controle de doenças e na fitotoxicidade na cultura da soja. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 43, n. 3, p. 569-576, 2020.
- SILVA, A. F. et al. Impactos ambientais do uso de agrotóxicos na cultura da soja. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 9, n. 1, p. 1-10, 2019.
- SILVA, D. C. G. et al. Triazoles in the control of soybean rust. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 9, p. 779-789, 2017. Disponível em: 1.
- SINCLAIR, J. B.; HARTMAN, G. L. **Compendium of soybean diseases**. 4. ed. St. Paul: APS Press, 1999.
- SINGH, P. et al. **Morpholine: a versatile scaffold for medicinal chemistry**. **RSC Advances**, v. 5, n. 13, p. 9374-9407, 2015. Disponível em: ³. Acesso em: 17 nov. 2023.
- SPADOTTO, C. A. et al. Comportamento e destino ambiental de produtos fitossanitários. In: **SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO, 2., 2015, Botucatu. Anais... Botucatu: FEPAF, 2015. p. 1-16.**
- SYNGENTA. **Adjuvantes: mais potência no controle de lagartas da soja**. Disponível em: ⁶. Acesso em: 17 nov. 2021.
- TRES, M. et al. Efeito do uso de adjuvantes na cultura da soja. In: **SEMANA DO CONHECIMENTO, 18., 2015, Passo Fundo. Anais... Passo Fundo: UPF, 2015.**
- TSCHURTSCHENTHALER, N. N.; VIEIRA, E. S. N.; NORA, T. D.; SCHUSTER, I. Variabilidade genética de *Phakopsora pachyrhizi* avaliada por meio de marcadores microssatélites. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 2, p. 191-198, 2012.
- UNIVERSO AGROGALAXY. **Fungicida na soja: importância, aplicação e cuidados**. 2023.
- UPF. **Efeito do uso de adjuvantes na cultura da soja**. Disponível em: ⁸. Acesso em: 17 nov. 2021.

UTAD. **Considerações gerais sobre a aplicação de pesticidas em viticultura e fruticultura**. 2000. Disponível em: 6. Acesso em: 17 nov. 2023.

YANG, X. B.; HARTMAN, G. L. Soybean diseases. In: **HARTMAN, G. L.; WESTPHALEN, L.; SINCLAIR, J. B. (Ed.). Soybeans: improvement, production, and uses. 3. ed. Madison: ASA, CSSA, SSSA, 2015. p. 775-852.**

YANG, X. B.; HARTMAN, G. L. Soybean diseases. In: **HARTMAN, G. L.; WESTPHALEN, L.; SINCLAIR, J. B. (Ed.). Soybeans: improvement, production, and uses. 3. ed. Madison: ASA, CSSA, SSSA, 2015. p. 775-852.**

YORINORI, J. T. et al. Epidemias da ferrugem asiática da soja no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 1, p. 19-23, 2005. Disponível em: 2. Acesso em: 17 nov. 2021

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