



ANTONIO HENRIQUE FONSECA DE CARVALHO

**ESTRATÉGIAS DE CONTROLE DE DOENÇAS E
MAXIMIZAÇÃO DO POTENCIAL PRODUTIVO NA
CULTURA DA SOJA BEM COMO A VIABILIDADE
ECONÔMICA DE APLICAÇÕES**

**LAVRAS – MG
2021**

ANTONIO HENRIQUE FONSECA DE CARVALHO

**ESTRATÉGIAS DE CONTROLE DE DOENÇAS E MAXIMIZAÇÃO DO
POTENCIAL PRODUTIVO NA CULTURA DA SOJA BEM COMO A VIABILIDADE
ECONÔMICA DE APLICAÇÕES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Profa. Dra. Fernanda Carvalho Lopes de Medeiros
Orientadora

Prof. Dr. Silvino Guimarães Moreira
Coorientador

**LAVRAS – MG
2021**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

De Carvalho, Antônio Henrique Fonseca.

Estratégias de controle de doenças e maximização do potencial produtivo na cultura da soja bem como a viabilidade econômica de aplicações / Antônio Henrique Fonseca De Carvalho. - 2021.

69 p. : il.

Orientador(a): Fernanda Carvalho Lopes De Medeiros.

Coorientador(a): Silvino Guimarães Moreira.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2021.

Bibliografia.

1. [Glycine max (L) Merrill]. 2. Avaliação de doenças. 3. Fungicida. I. De Medeiros, Fernanda Carvalho Lopes. II. Moreira, Silvino Guimarães. III. Título.

ANTONIO HENRIQUE FONSECA DE CARVALHO

**ESTRATÉGIAS DE CONTROLE DE DOENÇAS E MAXIMIZAÇÃO DO
POTENCIAL PRODUTIVO NA CULTURA DA SOJA BEM COMO A VIABILIDADE
ECONÔMICA DE APLICAÇÕES**

**STRATEGIES FOR DISEASE CONTROL AND MAXIMIZATION OF THE
PRODUCTIVE POTENTIAL IN THE SOYBEAN CULTURE AS WELL AS THE
ECONOMIC FEASIBILITY OF APPLICATIONS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 27 de julho de 2021.

Adriano Teodoro Bruzi	UFLA
Silvino Guimarães Moreira	UFLA
Laércio Luiz Hoffmann	SYNGENTA

Profa. Dra. Fernanda Carvalho Lopes de Medeiros
Orientadora

Prof. Dr. Silvino Guimarães Moreira
Coorientador

**LAVRAS - MG
2021**

A DEUS, aos meus pais, Antônio Vicente de Carvalho e Liz Telma Fonseca Neto, à minha esposa Júlia Carvalho Costa e à minha filha Luísa Costa de Carvalho. A todos os familiares e amigos e a todos que me incentivaram para que eu conseguisse chegar até aqui.

Com todo amor, admiração, respeito e gratidão.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a DEUS, por me permitir desfrutar de toda a saúde e força para poder cursar o mestrado. Pelo discernimento, paciência e muita perseverança para continuar sempre em busca pelo conhecimento.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), ao Departamento de Agricultura (DAG), e ao Setor de Grandes Culturas, pela oportunidade concedida para a realização do mestrado.

Aos meus pais, Antônio Vicente de Carvalho e Liz Telma Fonseca Neto, por todo o apoio incondicional, valores transmitidos e todos os ensinamentos passados durante os anos de minhas inúmeras trajetórias.

À minha amada esposa Júlia Carvalho Costa e à minha querida filha Luísa, por todo o amor, dedicação e compreensão pelas horas que não pude estar com elas. Amo-as imensamente!

Aos demais familiares, pelo apoio e ajuda durante todas as etapas da minha formação.

À Prof. Dra. Fernanda Carvalho Lopes de Medeiros, pela amizade, orientação, dedicação e ensinamentos que foram essenciais para meu crescimento profissional e pessoal.

Ao Prof. Dr. Silvino Guimarães Moreira, pelos conselhos valorosos, coorientação, ensinamentos e prazerosa convivência.

Estendo também meus sinceros agradecimentos ao Prof. Dr. Adriano Teodoro Bruzi, por toda a dedicação e amizade durante todos esses anos de UFLA e Setor de Grandes Culturas.

Aos integrantes do Grupo Pesquisa Soja, pela convivência, amizade, companheirismo, ensinamentos e ajuda na condução dos experimentos.

Muito obrigado!

RESUMO

A soja é o principal produto do agronegócio brasileiro atualmente. No entanto, para a obtenção da máxima produtividade, diversos fatores podem interferir, sendo a cultura altamente influenciada pelo manejo, bem como pelos fatores ambientais previsíveis e imprevisíveis. Assim, na safra 2020/2021 foi realizado um experimento com o objetivo de verificar a interação que as doenças e as épocas de semeadura apresentam em relação a maximização do potencial produtivo da cultura da soja. No Centro de Desenvolvimento Tecnológico e Científico da UFLA, o experimento foi realizado em três épocas de semeadura, 15/10, 15/11 e 15/12, com a cultivar comercial NS 7709IPRO. O delineamento utilizado foi fatorial duplo em blocos completos casualizados, composto por três repetições. O primeiro fator foi constituído por três estratégias de manejo de fungicidas, e o segundo fator foram as épocas de semeadura, totalizando 39 parcelas experimentais por época semeada. Cada estratégia possui quatro fungicidas comerciais, Elatus®, Ativum®, Fox Xpro® e Versarya®, além do controle. As estratégias se diferenciam pelo estágio fenológico em que os fungicidas foram aplicados, sendo a primeira com quatro aplicações nos estádios V8, R1, R1+14 dias e R1+28 dias. Na estratégia dois foram realizadas aplicações a partir de R1, R1+14 e R1+28 dias e, a estratégia três, em V8, R1 e R1+14 dias. Para as três épocas de semeadura, a estratégia que recebeu um número maior de aplicações apresentou maiores produtividades e um maior controle de doenças, assim como maior peso de mil grãos. Uma característica muito importante acerca dos tratamentos é sua relação econômica, sendo a estratégia utilizada de suma importância para a maximização do lucro na cultura. Para os fungicidas utilizados, através da análise de estabilidade, verifica-se que o fungicida comercial Elatus® é tido como mais estável independentemente da estratégia de manejo e época de semeadura.

Palavras-chave: [*Glycine max* (L.) Merrill]. Avaliação de doenças. Fungicida. Produtividade de grãos. Estabilidade.

ABSTRACT

Soy is currently the main product of Brazilian agribusiness. However, to obtain maximum productivity, there are several factors that can interfere, with the crop being highly influenced by management, as well as by predictable and unpredictable environmental factors. Thus, in the 2020/2021 crop year, an experiment was carried out with the objective of verifying the interaction that diseases and sowing times have in relation to maximizing the productive potential of the soybean crop. At the Technological and Scientific Development Center at UFLA, the experiment was carried out in three sowing times, 10/15, 11/15 and 12/15, with the commercial cultivar NS 7709IPRO. The design used was a double factorial in randomized complete blocks, consisting of three replications. The first factor was constituted by three fungicide management strategies, and the factor two was the sowing dates, totaling 39 experimental plots per sowed period. Each strategy has four commercial fungicides, Elatus®, Ativum®, Fox Xpro® and Versarya®, in addition to the control. The strategies differ according to the phenological stage in which the fungicides were applied, the first with four applications at stages V8, R1, R1+14 days and R1+28 days. Strategy two, applications being made from R1, R1+14 and R1+28 days and strategy three in V8, R1 and R1+14 days. For both sowing dates, the strategy that received a greater number of applications showed higher yields and greater disease control, as well as greater weight of a thousand grains. A very important feature about treatments is their economic relationship, and the strategy used is of paramount importance for maximizing profit in the crop. For the fungicides used, through the stability analysis, it appears that the commercial fungicide Elatus® is considered more stable regardless of the management strategy and sowing time.

Keywords: [Glycine max (L.) Merrill]. Disease assessment. Stability. Fungicide. Grain yield.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1	Aspectos gerais da cultura da soja	11
2.2	Doenças na cultura da soja	12
2.2.1	Ferrugem Asiática da Soja (<i>Phakopsora pachyrhizi</i>).....	13
2.2.2	Mancha Alvo (<i>Corynespora cassicola</i>)	17
2.2.3	Mancha Parda da soja (<i>Septoria glycines</i>).....	19
2.2.4	Oídio (<i>Erysiphe diffusa</i>).....	21
2.3	Análise econômica.....	23
3	MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1	Local.....	25
3.2	Tratamentos e condução dos experimentos.....	27
3.3	Caracteres avaliados.....	32
3.3.1	Ferrugem Asiática (<i>Phakopsora pachyrhizi</i>)	33
3.3.2	Mancha Alvo (<i>Corynespora cassicola</i>).....	34
3.3.3	Oídio (<i>Erysiphe diffusa</i>)	34
3.3.4	Mancha Parda (<i>Septoria glycines</i>)	35
3.4	Análise Estatística	35
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
5	CONCLUSÃO	61
	REFERÊNCIAS.....	62

1 INTRODUÇÃO

O setor agrícola brasileiro exerce papel fundamental para a manutenção da economia e saldo positivo da balança comercial do país. Segundo dados da Confederação Nacional da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA, 2020), o setor foi responsável por empregar cerca de 62,6 mil novos postos de trabalho entre os meses de janeiro a junho do ano de 2020. A cultura da soja em questão, principalmente nos estados de São Paulo e Mato Grosso, foi responsável pela maior parte desses postos empregatícios no ano de 2020.

A cultura da soja tem importância fundamental no Brasil, seja para geração de emprego, manutenção do superávit comercial ou até mesmo para o consumo interno. A oleaginosa no ano agrícola 2020/21 foi recorde novamente, com um aumento de 4,2% na área plantada, atingindo o número de 38,5 milhões de hectares semeados e com produção de 135,4 milhões de toneladas do grão, um acréscimo em percentual de 8,5% relacionado à safra passada. Desse aumento, 4,2% são devido ao incremento de área, e os 4,3% restante pelo aumento em produtividade, dado publicado pelo Oitavo Acompanhamento da Safra Brasileira 2020/2021 da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2021).

Por seu turno, quando se analisa balança comercial da soja, esta tem se tornado de extrema importância para a manutenção do balanço comercial brasileiro. A soja foi o principal produto da pauta exportadora do agronegócio brasileiro em 2020. Teve participação de 28,3%, ao atingir um valor de US\$ 28,6 bilhões, com um crescimento de 9,6% em relação ao ano de 2019. Considerando os últimos quatro anos, as vendas internacionais desse produto tiveram um aumento de 5,7% ao ano, em média (CNA, 2021).

A produtividade potencial da soja depende de inúmeros fatores, que, juntos, irão determinar a alta ou baixa produção da cultura. Segundo um estudo realizado pela Comissão Estratégica Soja Brasil (CESB, 2016), são cinco os fatores que mais têm impacto no decréscimo da produtividade da cultura no Brasil. Dentre eles estão aqueles associados às estratégias de manejo, com exceção dos fatores climáticos.

Podem ser citados os relacionados ao solo, como o impedimento físico até 40 centímetros de profundidade, correção e adubação. Em relação ao manejo de plantas, o arranjo espacial da cultura, juntamente com a distribuição e espaçamento de plantas. E ainda referente ao manejo fitossanitário, destaca-se a necessidade de um adequado manejo de plantas daninhas, pragas e doenças (CESB, 2016).

A ocorrência de fitopatógenos na soja no Brasil merece destaque, pois está diretamente relacionada ao clima tropical do país (ZAMBIAZZI *et al.*, 2018). As perdas podem chegar a

100% da produtividade de grãos, sobretudo se a infecção é precoce e as condições ambientais para o aparecimento do patógeno são favoráveis. O aumento das aplicações de produtos à base de fungicidas tem se tornado essencial para alcançar elevadas produtividades (GODOY, 2018).

Há na literatura, cerca de 40 doenças causadas por fungos, bactérias, vírus e nematoides reportados no Brasil e que causam danos a cultura (FINOTO *et al.*, 2011; VELLO CARVALHO, 2013). Porém, com a diminuição nas eficiências de controle nas sucessivas safras, algumas doenças têm tomado proporções de importância maior, como se pode exemplificar as manchas foliares, doenças de caule e raízes.

Existem diversas estratégias para se associar visando ao controle de doenças. Contudo, o controle químico tem se tornado o mais utilizado. Porém, a utilização calendarizada e demasiada de fungicidas tem propiciado um aumento da seleção de populações de patógenos resistentes, causando uma redução na eficiência dos produtos. Assim, existe uma elevação de custos, associada à preocupação ambiental, devido ao uso exacerbado de defensivos agrícolas em geral (GARCIA *et al.*, 2020). Ante o exposto, objetivou-se comparar estratégias de manejo visando o controle de doenças na cultura da soja, bem como a maximização do potencial produtivo em diferentes épocas de semeadura em região de clima tropical de altitude .

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais da cultura da soja

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é originária de uma região que fica ao nordeste da China, denominada Manchuria. Porém, essa soja antes encontrada naquela época, nada se compara com a atual planta. Sucessivas etapas de melhoramento e domesticação a conduziram para o que está sendo visto no campo atualmente, com essas altas produtividades, estáveis e versáteis.

A soja exerce importância de destaque no complexo do agronegócio brasileiro, sendo responsável por cerca de 38.502,1 milhões de hectares, o que representa cerca de 59,6% de toda a área agricultada na safra verão 2020/2021 (CONAB, 2021). Com isso, o Brasil consegue se manter como o principal produtor da cultura, atingindo, segundo estimativas da CONAB, 135,4 milhões de toneladas de produção do grão. O grão de soja não é apenas importante como fonte de alimento, mas junto a isso, como fonte de energia renovável (CONAB, 2020).

O Centro-Oeste brasileiro é responsável por quase metade da produção nacional, e junto a região Sul contribuem com mais de 80% da produção nacional. Em uma análise geral, a soja passou de uma área cultivada de 6,9 milhões de hectares na safra 1976/77, com produção de 12,1 milhões toneladas, para 38,5 milhões de hectares na safra 2020/21, com produção total de 135,4 milhões de toneladas. Nota-se grande aumento na produtividade média nacional, que passou de 1.748 kg.ha⁻¹ para 3.517 kg.ha⁻¹, quando se compara a safra de 1976/77 com atual safra (CONAB, 2021).

O comércio da soja iniciou-se no século XVII, embora restrito aos países orientais, como China e Japão. No final do século XV e início do século XVI, a leguminosa foi trazida para o ocidente através de navios europeus, sendo introduzida na Europa como uma planta ornamental. A partir daí, inúmeros estudos científicos foram realizados acerca dos parâmetros produtivos e do desenvolvimento da espécie (CÂMARA, 2011).

No Brasil, as citações mais antigas datam no ano de 1882, referente às experiências feitas na Bahia por Gustavo Dutra, o qual conduziu os primeiros estudos de avaliação da espécie no país. Porém, a cultura apresentou baixíssima adaptação à latitude do estado e novas cultivares foram introduzidas nos estados de São Paulo e Rio Grande do Sul, em 1891, as quais obtiveram um melhor desempenho (SEDIYAMA *et al.*, 2015).

O local que a cultura encontrou condições favoráveis para se desenvolver e expandir foi o Rio Grande Sul, isso devido a semelhança climática com o local de origem dos cultivares plantados nos Estados Unidos. Por sua vez, na década de 50, com a política de incentivos fiscais à produção de trigo, a cultura da soja passou a ser cultivada em larga escala, adotando-se como a melhor opção para o cultivo de verão na rotação com o trigo de inverno (EMBRAPA, 2004).

A partir da década de 70, o desenvolvimento de cultivares adaptadas para diferentes regiões se fez presente juntamente com investimentos em pesquisas, o que permitiu a expansão do cultivo para áreas de cerrado, colocando o Brasil como destaque entre os principais produtores de soja no mundo a partir disso (SEDIYAMA *et al.*, 2005).

O complexo agroindustrial da soja possui expressiva importância socioeconômica para o país, isso devido movimentar um amplo número de agentes e organizações ligados aos mais diversos setores. Diversas empresas e setores são ligados ao sistema, sendo as de pesquisa e desenvolvimento, de produtos, fornecedores de insumos utilizados durante o ciclo da cultura, a própria indústria de máquinas e equipamento. E quando se pensa no pós-colheita da cultura, entra em cena as cooperativas e instituições agropecuárias, cooperativas agroindustriais, processadores junto aos produtores de óleo e farelo, fabricantes de ração e usinas de biodiesel (EMBRAPA, 2014).

As altas produtividade alcançadas em diversos lugares do país, constatada principalmente pelo CESB (Comissão Estratégica Soja Brasil), é resultado da aplicação do conhecimento aplicado por hectare. Isso vem junto a um bom pacote tecnológico, aliado a precipitações e temperaturas favoráveis (CESB, 2016).

No Sul de Minas gerais/Campos das Vertentes, a cultura da soja vem apresentando ótimas produtividades nos últimos anos. No ano de 2021, no município de Madre de Deus de Minas, no estado de Minas Gerais, foi alcançada a maior produtividade para o sudeste, com incríveis 113,99 sacas por hectare, no Concurso de Produtividade da CESB, valor que é mais que é mais de duas vezes a média nacional (CESB, 2021).

2.2 Doenças na cultura da soja

O complexo de doenças na cultura da soja é muito amplo, e com o passar dos anos tem se tornado muito desafiador. Globalmente, são listadas mais de 100 doenças na cultura da soja (JULIATTI, 2018), dessas, cerca de 40 a 50 doenças causadas por fungos, bactérias, vírus e nematoides já foram identificados no Brasil e causam danos à cultura (FINOTO *et al.*, 2011; VELLO; CARVALHO, 2013; JULIATTI, 2018).

Para Assis (2015), as doenças são um dos principais fatores que limitam o rendimento, a lucratividade e o sucesso de sua produção, estimando-se que as perdas anuais de produção sejam de 15 a 20%, porém, algumas podem chegar a até 100% (QUINEBRE, 2014).

De todo o complexo fitopatológico da soja, a doença que mais gera prejuízos econômicos e perdas em produtividade é a ferrugem asiática da soja (FAS), que é causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* (GODOY *et al.*, 2016). Os danos causados pela FAS são a redução no número de vagens, grãos e seu peso, devido à desfolha prematura que a planta sofre. Porém, as perdas por ela têm sido muito dependentes da época de semeadura, o qual tem se mostrado extremamente importante para aqueles que querem diminuir os custos de produção.

Com um sistema de produção cada vez mais intensificado, com cultivos sucessivos, outras doenças que anteriormente eram taxadas como doenças de final de ciclo como *Cercospora kikuchii* e *Septoria glycines* (septoriose), têm se tornado cada vez mais presentes, acrescida de antracnose (*Colletotricum truncatum*) e mancha alva (*Corinespora cassiicola*), tornando-se cada vez mais importantes já no início do ciclo (fonte).

Com essa nova realidade da agricultura se estabelecendo no complexo agropecuário, a utilização de meios para controle de doenças tem aumentado. Os fungicidas químicos são os mais utilizados, e o foco principal tem sido ainda a ferrugem asiática, pela perda potencial causada pelo fungo. Porém, com o acréscimo de perdas causadas por esses outros fungos, tem-se realizado aplicações cada vez mais preventivas, com o intuito de minimizar esses danos.

Como é difícil discutir todas as doenças da cultura da soja, nos tópicos a seguir serão discutidas as principais doenças que vêm causando prejuízos na soja no país, destacando sua origem, sintomas, principais prejuízos causados e manejo.

2.2.1 Ferrugem Asiática da Soja (*Phakopsora pachyrhizi*)

Considerada uma das doenças de maior importância na cultura da soja, a ferrugem asiática tem como agente causador a *P. pachyrhizi*. O fungo é nativo do leste da Ásia e Oceania e era exclusivo dessas regiões até o início da década de 50. Nas primeiras décadas do século XX, a ferrugem da soja foi relatada em todo o Hemisfério Oriental, sendo relatada pela primeira vez no Japão, em 1903. Porém, os registros de epidemias severas apenas ocorreram nas regiões tropicais e subtropicais da Ásia e Austrália (BROMFIELD, 1984; GRAU *et al.*, 1999).

Em 1951, a doença foi identificada na Índia (SHARMA; MEHTA, 1996), e em 1994 no Havaí, EUA (KILLGORE; HEU, GARDNER, 1994), sendo também identificada na década de 90 pelo continente africano (LEVY, 2005). Os primeiros relatos da doença no Brasil datam da

safrinha 2000/2001, sendo considerada uma grande ameaça para o continente americano (GODOY *et al.*, 2006). Porém, bem antes disso, o pesquisador Deslandes (1979) havia descrito a presença da doença dentro de campos de soja na cidade de Lavras – MG. Sua presença nos campos testes da cultura fez com que se levantasse um potencial risco para a produção nos campos brasileiros. Contudo, com a não confirmação dos possíveis danos à cultura, houve, na época, redução da prioridade de mais pesquisas e cuidados.

Na safra 1990/91, a ferrugem também apresentou alguns surtos de epidemias em Minas Gerais e no Distrito Federal, porém, esporádicos, principalmente em cultivares suscetíveis. Isso trouxe em questão uma grande indicação da potencialidade da doença. Já em áreas experimentais da Universidade Federal de Uberlândia, houve ainda uma severa disseminação pela ferrugem em cultivares suscetíveis, como a MG/BR 46 (Conquista) (JULIATTI *et al.*, 2003).

Apesar do achado de *P. pachyrhizi* em amostras, foi considerado o primeiro relato da doença no início dos anos 2000 (YORINORI, 2002). Esse ano foi o marco inicial da ferrugem asiática no continente americano, pois, a partir desta data, a doença foi rapidamente disseminada pelo Hemisfério Ocidental e começou a ocorrer em níveis epidêmicos nos principais estados produtores de soja no Brasil, causando danos de 10 a 80% na produção. O total de custo causados pela ferrugem, desde a safra 2001/2002 à safra 2018/2019, atingiu o montante de US\$ 36,5 bilhões, o qual se refere à perda em potencial produtivo e também ao custo médio de aplicações para controle (CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM, 2021).

Ono, Buriticá e Hennen (1992) desenvolveram um estudo detalhado da comparação entre isolados americanos e asiáticos de patógenos causadores da ferrugem asiática. Até o ano de 1992, a *P. pachyrhizi* foi reconhecida como sendo a única espécie patogênica a causar a ferrugem da soja, mas, graças aos seus estudos, houve evidências que os isolados da Ásia e da Austrália eram morfologicamente distintos da patogênese dos isolados americanos. A partir desse estudo, houve uma proposta de separação do agente causal da ferrugem da soja em duas espécies, os quais deram o nome de *Phakopsora pachyrhizi* do Hemisfério Oriental (Ásia e Austrália) e *Phakopsora meibomia* do Hemisfério Ocidental.

A doença é caracterizada por pequenos pontos com coloração pardo-avermelhado na parte adaxial (superior) das folhas. Na face abaxial (inferior) das folhas os sintomas iniciais são visualizados com uma ou mais urédias, que ao se romper liberam uredósporos, no qual formam pequenas pústulas foliares que são classificadas conforme a coloração da lesão. Caso as lesões sejam do tipo castanho claro, com muitos soros urediniais e muitos esporos, a lesão é denominada do tipo TAN, e se a lesão apresentar coloração castanho avermelhada, com poucos

soros urediniais, e pouco ou nenhum esporo, a lesão é denominada do tipo RB ou *reddish brown*. Nas lesões do tipo RB, após iniciada a infecção do patógeno nas células do hospedeiro, essas mesmas células juntamente às células próximas ao local de infecção, morrem, esse efeito ocorre devido uma reação de hipersensibilidade (RIBEIRO, 2009).

A infecção do fungo nas plantas ocorre em temperatura ótima de 10 °C a 27,5 °C, e com um período mínimo de molhamento foliar de 6 horas (NARVAEZ *et al.*, 2007). Esse molhamento contínuo das folhas, pode ser causado tanto pela chuva quanto por orvalho, favorecendo o desenvolvimento da doença. Além disso, a chuva é considerada um fator importante na determinação para se atingir níveis epidêmicos no campo (DEL PONTE *et al.*, 2006).

A sobrevivência do fungo ao longo do ano é muito dependente de sua continuidade na produção de uredósporos em um hospedeiro adequado. Porém, não é apenas a cultura da soja que é hospedeira do patógeno, mais de 90 outras espécies de leguminosas também são hospedeiros de *P. pachyrhizi* (SLAMINKO *et al.*, 2008). As condições ambientais encontradas em grande parte do Brasil, Paraguai e Bolívia, são propícias à sobrevivência do patógeno durante todo o ano, enquanto a ocorrência de epidemias de ferrugem na Argentina e nos Estados Unidos é extremamente dependente da dispersão de uredósporos produzidos em áreas distantes dessas regiões (PIVONIA; YANG, 2004; LI *et al.*, 2010).

Antes da chegada de *P. pachyrhizi* no Brasil, a cultura da soja era semeada praticamente todo o ano, principalmente visando a produção de sementes em áreas irrigadas no Cerrado (junho a setembro). Após a introdução da FAS, estas áreas de soja transformaram-se em uma ponte verde para a sobrevivência do fungo (EMBRAPA, 2013). Porém, essa observação apenas foi possível durante a safra regular, quando houve registros de incidência de ferrugem durante a fase vegetativa da soja semeada em áreas próximas. Na safra 2003/2004, a ferrugem foi relatada 25 dias após a germinação nos municípios de Sorriso, Campo Novo do Parecis, Campos de Júlio, Sapezal e Primavera do Leste, no estado de Mato Grosso, e no município de Goiânia, no estado de Goiás, Brasil (GODOY *et al.*, 2016).

Com o objetivo de reduzir o inóculo do patógeno, a partir de 2005, a recomendação técnica foi adotar um período vazio sanitário, onde o cultivo da soja fosse proibitivo, sendo ele por 90 dias, salve algumas exceções relacionadas a pesquisas ou quando houvesse autorização. No entanto, devido a liberação de soja *Roundup Ready* (Monsanto Company, Saint Louis, MO, EUA) no mesmo ano, a soja irrigada foi semeada na entressafra para multiplicação de sementes, sendo cultivados cerca de 16.000 hectares no município de Primavera do Leste, no estado do Mato Grosso (GODOY *et al.*, 2016).

Assim, durante o início da safra 2005/2006, foi reportada novamente no estádio vegetativo a infecção por ferrugem em áreas irrigadas do município de Guaíra, no estado de São Paulo, e dos municípios de Primavera do Leste e Alto Garças, no estado de Mato Grosso. Em Primavera do Leste, a ferrugem foi observada 18 dias após a germinação, exigindo até sete aplicações de fungicida para seu controle (GODOY *et al.*, 2016).

Juntamente aos problemas ocasionados pela ferrugem e tamanhos prejuízos causados, a unidade de pesquisa da Embrapa Soja lançou, no ano de 2005, um projeto de sistema de alerta, com o intuito de gerar informação àqueles da assistência técnica, pública e privada, sobre os problemas detectados durante a estação de crescimento, para possíveis orientações e soluções e, juntamente a isso, capturar informações sobre o desempenho da cultura nas diversas regiões produtoras. De 2004/2005 a 2006/2007, o sistema de alerta hospedou o mapa de ocorrências FAS, com um sistema em tempo real usado para monitorar a distribuição da doença em todo o Brasil. Desde 2007/2008, o Consórcio Antiferrugem também está hospedado no site (CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM, 2015).

Devido as importâncias que a cultura da soja possui para a agricultura e para o Brasil em si, e a ferrugem asiática ser uma doença que pode levar a até 80% de perdas, a iniciativa de métodos que auxiliam o controle e disseminação do patógeno começaram a ser pensadas e instituídas. A implementação do vazio sanitário da soja foi uma delas, sendo um período de ausência de plantas vivas dessa cultura no campo, por um período mínimo de 60 dias (EMBRAPA, 2017).

O objetivo inicial do vazio sanitário foi a redução da quantidade de uredosporos no ambiente durante a entressafra, reduzindo a possibilidade de incidência precoce da ferrugem. Esse período é dependente de estado, sendo de no mínimo 60 dias, isso devido ter sido considerado que o período máximo de viabilidade de uredosporos de *P. pachyrhizi* registrado é de 55 dias. Em 2006, essa medida foi instituída nos estados de Mato Grosso, Goiás e Tocantins. Atualmente, 13 estados e o Distrito Federal apresentam o período do vazio sanitário regulamentado, além da presença do Paraguai (CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM, 2021). No caso específico de Minas Gerais, o vazio sanitário da soja inicia nesse ano de 2021 em 1º de julho, se estendendo até 3 de setembro.

Ao ser identificada no Brasil, no ano de 2001, a ferrugem-asiática foi controlada com a aplicação de fungicidas triazóis isolados e misturas de triazóis e estrobilurinas. Desde 2008, ingredientes ativos isolados não são recomendados em decorrência da seleção de populações do fungo menos sensíveis aos fungicidas IDM, sendo recomendados somente misturas comerciais de fungicidas com diferentes mecanismos de ação.

Atualmente os principais grupos de fungicidas utilizados no controle da ferrugem pertencem aos Inibidores de desmetilação (IDM, ‘triazóis’), os Inibidores da Quinona externa (IQe, ‘estrobilurinas’) e os Inibidores da Succinato Desidrogenase (ISDH, ‘carboxamidas’), citados anteriormente, todos sítios específicos. Contudo, através da redução de eficiência dos IDM e das misturas de IDM + IQo, fungicidas multissítios têm sido registrados e utilizados para o controle de doenças na soja, e sua utilização vem aumentando principalmente em associação aos fungicidas sítio-específicos (CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM, 2021).

2.2.2 Mancha Alvo (*Corynespora cassiicola*)

A mancha alvo da soja *Glycine max* (L.) Merr. é causada pelo fungo *Corynespora cassiicola* (Berk. & M.A. Curtis) C.T. Wei. Sua primeira aparição foi nos EUA no ano de 1945 com o nome de *Helminthosporium vignae*. Porém, na década de 50 por C.T. Wei fizeram a reclassificação da doença para *Corynespora cassiicola*. É a única espécie do gênero *Corynespora* patogênica à cultura da soja. A fase sexual de *C. cassiicola* é desconhecida, encontrando-se apenas a formação de conídios.

No Brasil, os primeiros registros datam de 1974 no Mato Grosso e 1976 no Paraná e São Paulo (ALMEIDA *et al.*, 1976). Posteriormente, a doença avançou para os estados do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul, conforme Yorinori (1989). Após alguns anos, a doença já havia sido espalhada por todas as regiões produtoras de soja no país. Por muitos anos a mancha alvo foi considerada como sendo um patógeno secundário para a cultura, por ser muitas vezes observada apenas no fim do ciclo da cultura, infectando folhas baixas, e com baixa incidência e severidade, não ocasionando perdas significativas à produtividade (YORINORI *et al.*, 1993).

Atualmente, o fungo é encontrado em quase todas as regiões produtoras de soja no Brasil, infectando um grande número de espécies de plantas. Para sua disseminação e proliferação, as condições ótimas de desenvolvimento requerem alta umidade relativa do ar, associada a temperaturas amenas, sendo esses fatores, favoráveis à infecção nas folhas (SOARES, 2009).

O fungo *C. cassiicola* pode colonizar uma grande variedade de plantas, além disso, sobreviver em solo não cultivado por mais de dois anos. É considerado uma espécie cosmopolita, por ser facilmente encontrado nos trópicos e subtropicais em todo o mundo. Doença polífaga, capaz de infectar mais de 408 hospedeiros (FARR; ROSMANN, 2020), dentre

eles, algumas culturas de grande valor econômico para o país, como o algodão (*Gossypium hirsutum*), o tomate (*Solanum lycopersicum*), a seringueira (*Hevea brasiliensis*), o tabaco (*Nicotiana tabacum*) e o pepino (*Cucumber sativus*) (SUMABAT *et al.*, 2018).

Apesar de possuir uma grande quantidade de hospedeiros, não existem relatos de táxons subespecíficos dentro da espécie *C. cassiicola*. Alguns estudos sobre linhagens filogenéticas são realizados para relacionar a especificidade e patogenicidade dos isolados do patógeno entre os hospedeiros. Furukawa *et al.* (2008) relataram algumas limitações entre a patogenicidade de um isolado e sua origem, pois isolados de um mesmo hospedeiro podem apresentar perfis de patogenicidade distintos.

Godoy *et al.* (2016) afirmam que o inóculo inicial em campo pode ocorrer tanto pela sobrevivência saprofítica em restos culturais (KINGSLAND, 1986), quanto por hospedeiros alternativos, ou também através do uso de sementes contaminadas e pela disseminação aérea. Onesirosan *et al.* (1974) relataram ter encontrado isolados do fungo causador de mancha alvo em plantas não hospedeiras, sem sintomas de infecção da doença, mostrando a grande capacidade epifítica de sobrevivência deste patógeno sem ao menos causar a doença.

Relacionado às reduções de produtividade, há muitos relatos na literatura com reduções de produtividade de até 42% (MOLINA *et al.*, 2019a). Em alguns campos nos Estados Unidos foram estimadas perdas entre 20 a 40% em 2004 (KOENNING *et al.*, 2006) e também nos EUA, Hartwig (1959) relatou perdas de 18 a 32% na produtividade.

Com relação aos sintomas, os mais comuns são manchas nas folhas, com halo amarelado e pontuação escura no centro, que causam severa desfolha. Ocorrem também manchas na haste e na vagem. O fungo pode infectar raízes, causando podridão radicular e intensa esporulação (HENNING *et al.*, 2005).

Com a rotina de aplicações de fungicidas para prevenção/controle contra a ferrugem asiática, os fungicidas utilizados para esse fim possuem um grande efeito no controle também da mancha alvo. Atualmente, os fungicidas mais utilizados e aplicados na cultura da soja pertencem aos grupos metil benzimidazol carbamato - MBC (carbendazim), inibidores da desmetilação - DMI (protioconazol, epoxiconazol e tebuconazol); inibidores de quinona externa - QoI (trifloxistrobina, piraclostrobina, azoxistrobina), inibidores da succinato desidrogenase - SDHI (fluxapiraxade e bixafen), ditiocarbamato (mancozebe), inorgânico (oxicloreto de cobre) e cloronitrila (clorotalonil) (GODOY *et al.*, 2018). Porém, com o uso demasiado desses produtos ou de algumas poucas moléculas de fungicida, podem ocorrer uma indução da redução da sensibilidade do patógeno e, conseqüentemente, ao estabelecimento endêmico da doença em uma região (XAVIER *et al.*, 2013). Até o momento, não se conhece estudos sobre a reação dos

isolados de *C. cassicola* de soja nacionais aos princípios ativos fungicidas mais utilizados na cultura.

Com estudos realizados a cada safra no Brasil, Godoy *et al.* (2017) apresentaram uma maior eficiência de fungicidas com misturas duplas e triplas dos grupos de moléculas de sítio único, quando comparada a eficiência do uso de fungicida multissítio isoladamente. Juntamente a isso, a produtividade pode ser relacionada, encontrando no estudo um incremento de 16% em comparativo ao tratamento sem a realização de controle químico. Contudo, em um estudo mais recente, Molina *et al.* (2019b) relataram uma baixa eficiência de alguns fungicidas comumente utilizados, carbendazim, e alta eficácia dos fungicidas contendo fluxapiraxade (SDHI) e piraclostrobina (QoI).

Atualmente no Brasil, existe registro de 64 produtos comerciais para o controle de mancha alvo para a cultura da soja, sendo destas, 27 combinações de moléculas dos grupos triazol (DMI – inibidores da demetilação), estrobilurina (QoI), ditiocarbamato, benzimidazol, carboxamida (SDHI), anilida e oxicloreto de cobre (Agrofit, 2021).

2.2.3 Mancha Parda da soja (*Septoria glycines*)

A mancha parda cujo agente causal é o fungo *Septoria glycines* (LUZZARDI *et al.*, 1972) atualmente é uma das doenças de maior importância no complexo de Doenças de Final de Ciclo – DFC. Ainda que considerada DFC, sua ocorrência nos estádios iniciais pode reduzir o potencial produtivo da cultura (MANTECÓN, 2018), e segundo Godoy *et al.* (2016), o seu rendimento pode diminuir em até 30%.

Em 1970, a septoriose era pouco encontrada nas lavouras, sendo descrita pela primeira vez em 1972, no Rio Grande do Sul, por Luzzardi *et al.* (1972). Dois anos depois, ao ser realizado um levantamento de doenças, esta foi identificada em 65% das lavouras no mesmo estado (EMBRAPA, 1979). Algumas regiões específicas como o Cerrado, as quais possuem temperatura e umidade elevada, favorecem o estabelecimento do patógeno, além da evolução da doença (FERREIRA *et al.*, 1979), o que com períodos úmidos sendo intercalados por períodos secos e com ventos, favorecem a esporulação do fungo e sua consequente disseminação (BALARDIN, 2001).

As condições ideais para favorecer a disseminação e infecção da doença são temperatura ótima de 25 °C, com desenvolvimento dos sintomas entre 15-30 °C, e umidade relativa do ar alta. Para que haja infecção, é necessário que exista um período de molhamento foliar de no mínimo 6 horas (PICININI; FERNANDES, 1998), sendo que poucas lesões se formam quando

o período de molhamento foliar é inferior a 48 horas, por outro lado períodos crescentes de molhamento elevam a taxa de severidade da doença (SCHUH; ADAMOWICZ, 1993).

Assim, com as condições de ambiente favorável ao patógeno, a doença tem a tendência de evoluir e atingir os primeiros trifólios, causando uma severa desfolha em plantas de 35 a 40 dias, logo, a mesma consegue se recuperar (YORINORI, 1997). Porém, mesmo que a soja se recupere, a desfolha precoce interfere na formação das raízes iniciais, diminuindo sua capacidade de se reestabelecer. Outro aspecto relevante ocasionado pelo patógeno é a redução da taxa fotossintética em níveis acentuados, que pode prejudicar diretamente o potencial produtivo da cultura (CARREGAL *et al.*, 2015).

Os sintomas iniciais da doença, comumente aparecem cerca de duas semanas após a emergência das plântulas (GODOY *et al.*, 2016; ALMEIDA *et al.*, 2005), o que pode evoluir para manchas necróticas. Quando presente nas folhas, são observadas pontuações pardas, podendo apresentar no início da infecção cerca de 1 mm de diâmetro, evoluindo até 4 mm. As manchas têm como característica um halo amarelado, com um contorno angular e uma coloração castanha avermelhada (GODOY *et al.*, 2016). Segundo Giordani (2002), a mancha-parda pode ocorrer em regiões com solos de baixa fertilidade, e pode se manifestar com maior intensidade no estágio R5, além de ocasionar uma maturação precoce (GODOY *et al.*, 2016).

Devido sua alta capacidade de sobrevivência em restos culturais, a doença exerce grande importância no conjunto de doenças que acometem a soja, sendo também amplamente disseminada por sementes infectadas (JULIATTI, POLIZEL; JULIATTI, 2004; GODOY *et al.*, 2016), fato este que pode contribuir com o aparecimento precoce da doença na área (SILVA *et al.*, 2009). Com um sistema de produção cada vez mais complexo e dinâmico, algumas medidas de controle eficientes devem ser adotadas para evitar perdas precoces. Para tanto, uma das formas de controle é o químico (YORINORI, 1992; NOMURA *et al.*, 1996; UTIAMADA *et al.*, 1997).

Segundo Heaney *et al.* (1994) e Delp (1988), as aplicações de fungicidas na fase inicial da doença, podem fazer com que ocorra uma redução do progresso ou até mesmo evitar a evolução da doença ao longo do ciclo da cultura. Além disso, a rotação de mecanismos de ação dos produtos utilizados faz com que diminua os riscos de seleção de raças patogênicas resistentes. Vários são os fungicidas que podem ser utilizados como opções viáveis para o controle da septoriose na cultura da soja, tais como os grupos químicos de fungicidas benzimidazóis, triazóis e estrobirulinas (EMBRAPA, 2002), que contribuem com a proteção dos altos níveis de produtividade, em função do controle da doença (BALARDIN *et al.*, 2001,

JULIATTI, POLIZEL; JULIATTI, 2004), menor desfolha e prolongamento do ciclo da cultura (SANTEN *et al.*, 2001; UTIAMADA *et al.*, 2001).

2.2.4 Oídio (*Erysiphe diffusa*)

O oídio [*Erysiphe diffusa* (Cooke & Peck) U. Braun & S. Takamatsu] é mais uma das doenças que atualmente recebe lugar de destaque dentre as que mais afetam a cultura da soja no Brasil. Esse destaque é devido representar perdas significativas nas lavouras de soja (DE ALMEIDA; FORCELINI; FIALLOS, 2017; YORINORI, 1997), sendo uma das doenças mais antigas desta cultura. Inicialmente, a doença foi atribuída ao fungo *Erysiphe polygoni* Dc. ex. Merat, e a *Microsphaera diffusa* Cook e Peck, porém, de acordo com a evolução dos conhecimentos, atualmente *Erysiphe diffusa* é considerado como principal causador do oídio nesta cultura (BRAUN; TAKAMATSU, 2000).

A primeira observação da doença ocorreu na Alemanha, no ano de 1921. Na América, ela foi relatada pela primeira vez nos Estados Unidos, em 1931, por Lehman (1931) e no Brasil, apenas durante a safra 1996/97, sendo já uma grande epidemia de oídio, o que foi favorecida pelo clima chuvoso e temperaturas baixas, atingindo as cultivares suscetíveis nas lavouras brasileiras. Assim, a partir deste período, a doença já começou a ganhar espaço importante nos níveis produtivos da soja brasileira, haja vista que a frequência de surtos fora relatada desde o Sul até o Sudeste e Centro-Oeste brasileiros provocando perdas de até 25% da produtividade.

O fungo *E. diffusa* é um patógeno obrigatório que se desenvolve em toda a parte aérea da soja, incluindo também haste, pecíolo e vagem, mesmo sendo raramente observado esse tipo de infecção, sendo mais visível em folhas e hastes (ITO, 2013). Os sintomas são característicos pela presença de eflorescência branca, pulverulenta, que pode recobrir folhas, podendo gradualmente ter alterações na coloração, passando de branca para castanho-acinzentada quando em condições de infecção severa, causando assim, queda prematura das folhas. Esses tipos de danos são relacionados a interferência do fungo no processo de fotossíntese, retirada de nutrientes da célula, e também pela diminuição da quantidade de luz que chega à superfície da folha. Em alguns casos, os danos a produção chegam a 40% (BEDENDO, 2011), o que na ausência de cultivares resistentes é recomendado o uso do tratamento químico como medida emergencial e mitigação dos danos (YORINORI, 1997).

As condições ideais para infecção e desenvolvimento do fungo ocorre em ambientes secos e quentes (IGARASHI *et al.*, 2010). Seu desenvolvimento é favorecido com temperatura variando de 18 °C a 30 °C e baixa umidade relativa (GODOY *et al.*, 2014; BRASIL *et al.*,

2018). De acordo com Medice, Bettiol e Altéa (2013), temperaturas acima de 30 °C inibem o desenvolvimento do fungo, assim como o molhamento foliar. Outros fatores que são extremamente importantes para a doença são relativos à época de semeadura e fase de desenvolvimento da planta. Esse fator possui grande influência na severidade da doença, devido, principalmente, ter as questões climáticas a seu favor, assim, a escolha de algumas cultivares consideradas resistentes se tornam suscetíveis quando plantadas nas épocas mais favoráveis à ocorrência da doença (GRIGOLLI, 2014).

Relacionado à disseminação do oídio, o patógeno é principalmente disseminado pelo vento, o que faz uma distribuição dos conídios a longas distâncias, para quando existir condições em que possa ocorrer infecção e germinação. O processo de pré-infecção, germinação e reprodução de *E. diffusa* se inicia logo após três horas da inoculação. Com oito horas, o apêndice de infecção já está formado, penetrando as células epidérmicas. Desse modo, o fungo penetra na cutícula, forma os haustórios nas células da epiderme foliar, e após 144 horas já existe a formação dos conídios (YORINORI; SARTORATO, 2001). A água pode atuar como agente de controle, retirando as estruturas do fungo encontradas na superfície do hospedeiro, prejudicando seu desenvolvimento e sua dispersão (BEDENDO *et al.*, 2011).

O oídio é dificilmente controlado através de técnicas convencionais devido o fungo produzir um grande número de esporos, o que são facilmente dispersos pelo vento. Além disso, o fungo pode ser transmitido através de sementes infectadas, restos culturais e algumas plantas daninhas (PÉREZ-VEGA, 2013). O método mais eficiente de controle do oídio consiste na utilização de cultivares resistentes, porém, mesmo algumas cultivares sendo consideradas resistentes, quando semeadas nas épocas mais favoráveis a ocorrência do fungo, elas acabam se tornam suscetíveis (GRIGOLLI, 2014). Sendo assim, é necessário a aplicação de fungicidas para o controle.

Com a utilização de fungicidas, os ingredientes ativos registrados para controle dessas doenças encontram-se em três grupos principais de fungicidas sistêmicos, formados pelos benzimidazóis, triazóis, estrobilurinas e, mais atualmente, as carboxamidas. Também são possíveis misturas prontas de ingredientes ativos entre os fungicidas tradicionalmente usados contra o oídio (YORINORI, 2001), possuindo atualmente registro de 10 produtos comerciais (AGROFIT, 2021). O controle alternativo dessa doença vem sendo muito pesquisado. Os testes de controle biológico mais promissores envolveram vários fungos antagonistas aos oídios.

Além das doenças enfatizadas acima, existem ainda outras de grande importância econômica para a cultura da soja, porém, como não foram foco do trabalho, não foram

enfatuada. São elas o cretamento foliar de cercospora (*Cercospora kikuchii*), antracnose (*Colletotrichum truncatum*), mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*), dentre outras.

2.3 Análise econômica

O uso adequado de recursos financeiros ou materiais é extremamente importante para o incremento produtivo e competitivo nas propriedades rurais. Como consequência, a eficiência na gestão gera redução de custos com maximização do lucro (RICHETTI; GARCIA, 2018).

Com a globalização e acessos às novas tecnologias, as empresas precisam de um controle maior de tudo, para se ter uma organização da gestão de negócios. Esse gerenciamento possui a finalidade de harmonizar com os padrões internacionais de qualidade e rendimento exigidos pelo mercado mundial (ZAMBIAZZI *et al.*, 2018).

Com um nível de competitividade crescente, as estratégias e ferramentas para gerenciamento e análises são importantes para se quantificar a consistência e rentabilidade do negócio. O foco principal é a gestão de custos, sendo um requisito essencial para a manutenção de uma empresa, isso porque o lucro real nem sempre é nas organizações (SANTOS, 2016).

O estudo de viabilidade econômica (EVE) no agronegócio é uma ferramenta de extrema importância, isso devido aos altos valores agregados à produção agrícola, bem como dar subsídio ao produtor rural sobre os números do empreendimento. Para a realização desse estudo no empreendimento rural, deve-se colocar os custos reais e realizados de tudo aquilo referente a produção agrícola. O sistema de produção de um local para o outro pode possuir diferenças, devido as tecnologias utilizadas, métodos de análises dos custo e forma de condução do empreendimento (ZAMBIAZZI *et al.*, 2018).

Conforme estudo realizado por Richetti e Garcia (2018), para o estado do Rio Grande do Sul, estimou-se a produção da soja entre R\$3405,70 a R\$3546,10, sendo a participação do fungicida com aproximadamente 7,3% a 7,5%, dependendo do sistema estudado. Portanto, torna-se necessário a realização de estudo de viabilidade econômica do aumento nas aplicações foliares de fungicidas e os produtos utilizados, impactando diretamente no resultado final da propriedade.

Com esses fatos apresentados, Zambiazzi *et al.* (2018) obtiveram resultados de desempenho rentável na soja, a partir de uma aplicação de fungicida, obtendo ganhos entre 1 até 8,2%. E com o acréscimo das aplicações se encerrando na quinta, houve tratamento com acréscimo de até 41% na rentabilidade, comparado ao controle.

A análise econômica busca identificar quais são os benefícios esperados em dado investimento. Para tanto, diversos parâmetros e fatores devem ser levantados e observados. De acordo com Werner (2007), para a realização da análise econômica de uma propriedade rural é necessário realizar um levantamento detalhado da atividade produtiva em relação àquilo produzido, além de todos os fatores de custos relacionados às quantias produzidas. Reis (2007) define custo de produção como sendo a soma dos valores de todos os recursos (insumos e serviços) utilizados no processo produtivo de uma atividade agrícola, em determinado período de tempo, e que podem ser classificados em curto e longo prazo.

Os custos de produção também podem ser divididos em dois tipos, custos fixos e custos variáveis. Os custos fixos são aqueles que permanecem constantes dentro de determinada capacidade instalada, independentemente do volume de produção, como no caso do Imposto Territorial Rural (ITR), depreciação dos equipamentos agrícolas, dentre outros (CREPALDI, 2006).

Dentre os principais custos fixos na atividade agrícola destacam-se a depreciação, custo de oportunidade da terra ou juros sobre terras, o custo de oportunidade do capital ou juros sobre o capital fixo, mão de obra permanente e remuneração do produtor. Os custos variáveis, conforme Crepaldi (2006), são aqueles que variam proporcionalmente ao volume produzido, os quais aumentam à medida que aumenta a produção agrícola, e no caso de não haver quantidade produzida, os mesmos serão nulos.

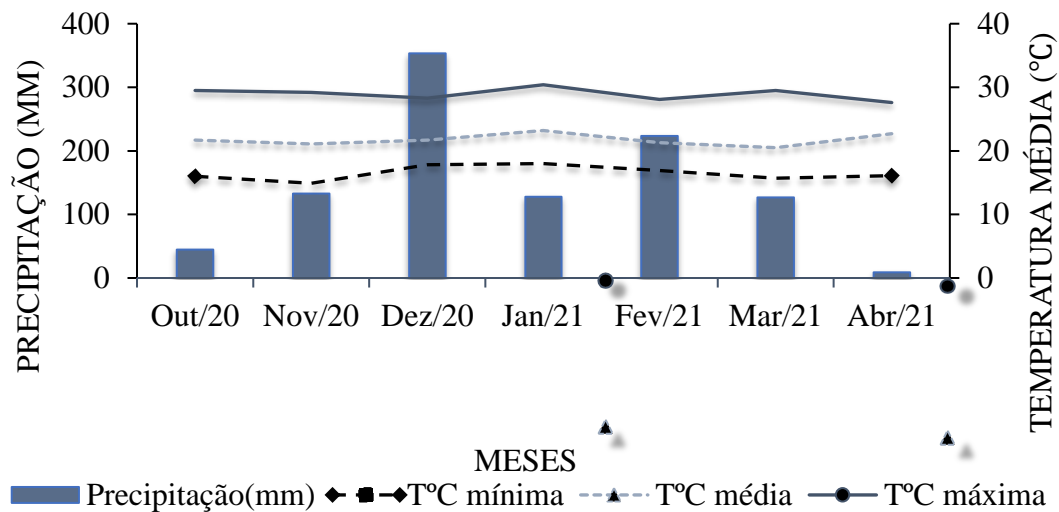
Os principais custos variáveis considerados na atividade agrícola são os custos com conservação e reparos de máquinas e equipamentos, insumos agrícolas, combustíveis e lubrificantes, mão de obra temporária, transporte externo, assistência técnica, impostos variáveis, juros sobre o capital de giro e despesas gerais (ARTUZO *et al.*, 2015) A soma do custo fixo total com o custo variável total fornece o custo total de produção, o qual, conforme Santos *et al.* (2002), consiste na soma de todos os custos com recursos de produção para determinada atividade produzir um bem ou serviço. Tomada de decisão a partir da análise econômica de viabilidade: estudo de caso no dimensionamento de máquinas agrícolas

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

Os experimentos foram conduzidos em três épocas de semeadura. A primeira em 15 de outubro; a segunda em 15 de novembro e; a terceira em 15 de dezembro, no ano agrícola 2020/2021. Os experimentos foram conduzidos na cidade de Lavras-MG, no Centro de Desenvolvimento Científico Tecnológico da Universidade Federal de Lavras (Fazenda Muquém), que está localizada a 21°40'0 "Sul e 45°00'00" Oeste, em 918 m de altura. A cidade de Lavras tem clima Cwa (subtropical, com verão chuvoso e inverno seco), com base na classificação de Köppen, com precipitação e temperatura média anual de 1529,7 mm e 19,5 °C, respectivamente.

Figura 1 – Representação gráfica das precipitações médias pluviométricas e temperaturas máximas e mínimas médias mensais ocorridas em Lavras na safra 2020/2021



Fonte: INMET/ BDMEP – Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa, Estação de Lavras.

O solo no qual os experimentos foram conduzidos é classificado de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos como Latossolo Vermelho Amarelo (LVA) muito argiloso (RESENDE *et al.*, 2013). Na Tabela 1 está apresentada a caracterização química do solo da área experimental, realizada durante a entressafra.

Tabela 1 - Propriedades químicas do solo coletados na área experimental no início do experimento. Sugestão de Tabela

Prof. (cm)	pH H ₂ O	K --- mg dm ⁻³	P ¹ -	S -	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V	MO	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
					----- cmol _c dm ⁻³ -----							%	g kg ⁻¹	-----mg dm ⁻³ -----				
0 a 20	6,1	116	24,6	19,1	3,3	0,9	0,1	2	4,5	6,5	69	2,2	0,2	0,1	54,3	20,6	2,6	
20 a 40	5,8	98	28,4	6,3	2,1	0,5	0,1	2,9	2,8	5,7	51	2,4	-	-	-	-	-	

K = potássio, P = fósforo, S = enxofre, Ca = cálcio, Mg = magnésio, Al = alumínio, H+Al = poder tampão, SB = soma de bases, T = capacidade de troca de cátions potencial, V = saturação por base, MO = matéria orgânica do solo, ¹ extrator utilizado Resina.

Fonte: Do autor (2021).

3.2 Tratamentos e condução dos experimentos

O delineamento utilizado no trabalho foi em fatorial duplo, com blocos completos casualizados, composto por três repetições. O primeiro fator foi composto pelas 3 estratégias de manejo de fungicidas, e o fator dois foram as épocas de semeadura, totalizando por época, 39 parcelas experimentais. As parcelas foram constituídas de seis linhas de cinco metros, com espaçamento de 0,6 m entre linhas, perfazendo-se uma área por parcela de dezoito metros quadrados.

Em cada uma das três estratégias de manejo foram adotados quatro fungicidas comerciais e um tratamento controle, sem aplicação de fungicida. Todos os produtos utilizados continham carboxamidas, as quais se distinguiam através do princípio ativo, e estão apresentados na Tabela 2. As aplicações dos produtos foram realizadas utilizando-se um pulverizador costal pressurizado com CO₂, equipado com barra munida com pontas de pulverização tipo leque, com ângulo de 110°, com pressão média de 2,0 bar. O equipamento produz gotas médias e aplica um volume de calda equivalente a 200 L ha⁻¹.

Tabela 2 – Descrição de fungicidas comerciais utilizados para o experimento.

Produto Comercial	Princípio Ativo	C.I.A	Formulação	Dosagem utilizada
Elatus®	Azoxistrobin	300	WG	0,2 Kg
	Benzodiflupir	150		
Fox Xpro®	Trifloxystrobin	150	SC	0,5 L
	Protioconazole	175		
	Bixafen	125		
Vessarya®	Benzovindiflupir	50	SC	0,6 L
	Picoxistrobina	100		
Ativum®	Pyraclostrobina	81	EC	0,8 L
	Epoxiconazole	50		
	Fluxapyroxad	50		
Unizeb Gold®	Mancozeb	750	WP	2,0 Kg
Aproch Prima®	Ciproconazole	80	SC	0,3 L
	Picoxistrobina	200		

Fonte: Do autor (2021). C.I.A. (Concentração do Ingrediente ativo).

Nas Tabelas 3, 4 e 5 estão apresentadas as descrições dos produtos dos tratamentos, juntamente com a estratégia de manejo adotada. Na Tabela 3 tem-se a estratégia de manejo um, com aplicações em quatro distintos estádios fenológicos: V8 (7 trifólios expandidos), R1 (início do florescimento); R1+14 dias e R1+28 dias. Na Tabela 4, estratégia dois, com

pulverizações realizados no florescimento (R1), R1 + 14 dias e R1 + 28 dias. Por seu turno, na estratégia três as aplicações foram iniciadas em V8, posteriormente R1 e R1 + 14 dias.

A escolha das estratégias de aplicações adotadas e os produtos utilizados vêm de acordo com uma demanda do campo, para tentar mostrar ao produtor a importância da escolha dos produtos certos, assim como os momentos ideais das aplicações. Sendo assim, pegou-se os 4 principais produtos comerciais da região para serem testados, como apresentados nas Tabelas 3, 4 e 5.

Tabela 3 – Descrição de tratamentos utilizados na estratégia de manejo 1.

Nº		Tratamentos	Adicionais	
1		Controle	- -	
2	Elatius	V8	Aproach Prima	Adjuvante Ochima Alquil Ester Fosfatado 752 g/L EC Dose 0,250 L.ha ¹
		R1	Elatus + Unizeb Gold	
		R1 + 14	Elatus + Unizeb Gold	
		R1 + 28	Aproach Prima Unizeb Gold	
3	Ativum	V8	Aproach Prima	Adjuvante Assist Hidrocarbonetos Alifáticos 756 g.L EC Dose 0,5 L/ha
		R1	Ativum Unizeb Gold	
		R1 + 14	Ativum Unizeb Gold	
		R1 + 28	Aproach Prima Unizeb Gold	
4	Fox Xpro	V8	Aproach Prima	Adjuvante Aureo Ester Metílico de óleo de Soja 720 EC Dose 0,25 % v/v
		R1	FOX XPRO Unizeb Gold	
		R1 + 14	FOX XPRO Unizeb Gold	
		R1 + 28	Aproach Prima Unizeb Gold	
5	Vessarya	V8	Aproach Prima	Adjuvante Nimbus Óleo Mineral 428 EC 0,5 L.ha ¹
		R1	VESSARYA Unizeb Gold	SEM ADJUVANTE
		R1 + 14	VESSARYA Unizeb Gold	
		R1 + 28	Aproach Prima Unizeb Gold	Adjuvante Nimbus Óleo Mineral 428 EC 0,5 L.ha ¹

Fonte: Do autor (2021).

Tabela 4 – Descrição de tratamentos utilizados na estratégia de manejo 2.

Nº		Tratamentos	Adicionais
1		Controle	- -
2	Elatus	R1 Elatus + Unizeb Gold	Adjuvante Ochima Alquil Ester Fosfatado 752 g.L EC Dose 0,250 L.ha ¹
		R1 + 14 Elatus + Unizeb Gold	
		R1 + 28 Approach Prima Unizeb Gold	
3	Ativum	R1 Ativum Unizeb Gold	Adjuvante Assist Hidrocarbonetos Alifáticos 756 g.L EC Dose 0,5 L.ha ¹
		R1 + 14 Ativum Unizeb Gold	
		R1 + 28 Approach Prima Unizeb Gold	
4	Fox Xpro	R1 FOX XPRO Unizeb Gold	Adjuvante Aureo Ester Metílico de óleo de Soja 720 EC Dose 0,25 %v/v
		R1 + 14 FOX XPRO Unizeb Gold	
		R1 + 28 Approach Prima Unizeb Gold	
5	Vessarya	R1 VESSARYA Unizeb Gold	SEM ADJUVANTE
		R1 + 14 VESSARYA Unizeb Gold	
		R1 + 28 Approach Prima Unizeb Gold	Adjuvante Nimbus Óleo Mineral 428 EC 0,5 L/ha

Fonte: Do autor (2021).

Tabela 5 – Descrição de tratamentos utilizados na estratégia de manejo 3.

Nº		Tratamentos	Adicionais
1		Controle	- -
2	Elatus	V8	Adjuvante Ochima Alquil Ester Fosfatado 752 g/L EC Dose 0,250 L.ha ¹
		R1	
		R1 + 14	
3	Ativum	V8	Adjuvante Assist Hidrocarbonetos Alifáticos 756 g/L EC Dose 0,5 L.ha ¹
		R1	
		R1 + 14	
4	Fox Xpro	V8	Adjuvante Aureo Ester Metílico de óleo de Soja 720 EC Dose 0,25 % v/v
		R1	
		R1 + 14	
5	Vessarya	V8	Adjuvante Nimbus Óleo Mineral 428
		R1	SEM ADJUVANTE
		R1 + 14	

Fonte: Do autor (2021).

Os experimentos foram semeados em três diferentes épocas de cultivo, conforme comentado anteriormente, utilizando-se a cultivar comercial NS 7709 IPRO. Este genótipo apresenta como principais características hábito de crescimento indeterminado, pertence ao grupo de maturidade relativa 7.2, com ciclo médio, podendo totalizar cerca de 130 dias após emergência das plântulas na região Sul de Minas e Campos das Vertentes. Porém, nas diferentes datas de semeadura, a cultivar se comportou de forma distinta, diminuindo seu ciclo no transcorrer das datas de semeadura, como será citado posteriormente. A semeadura foi realizada com o auxílio de uma semeadora pneumática, Jumil modelo 2670, munida de quatro linhas com espaçamento de 0,6 metros entre elas.

A semeadura foi realizada sob sistema de plantio direto, apenas com o auxílio de disco corte palhada e haste sulcadora para aprofundamento de fertilizante e descompactação local durante deposição da semente. A recomendação de fertilizantes foi adotada, seguindo-se o Boletim de Cerrado, aplicando 100 e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O (SOUZA, 2004). O adubo fosfatado foi aplicado no sulco de semeadura, utilizando-se a fonte MAP 11-52-00 e o potássio foi distribuído a lanço, empregando-se a fonte KCl. A inoculação foi realizada via sulco com o equipamento Micron® acoplado à semeadora no momento da semeadura.

Todos os controles de plantas daninhas e insetos foram realizados via pulverizações, com produtos registrados para a cultura sob demanda e necessidade. O controle de pragas na cultura foi realizado de acordo com a necessidade, avaliada com emprego de pano de batida. Foram utilizados em três aplicações inseticidas dos grupos químicos neonicotinóide, piretróide e organofosforado. O controle de plantas daninhas, em pós-emergência, foi realizado em uma única aplicação, utilizando-se glifosato na dosagem de 3,0 L.ha⁻¹.

Para as aplicações dos tratamentos de fungicidas, utilizou-se um pulverizador costal pressurizado com CO₂, equipado com barra munida com pontas de pulverização tipo leque, com ângulo de 110°, com pressão média de 2,0 bar ele produz gotas médias e aplica um volume de calda equivalente a 200 L ha⁻¹.

3.3 Caracteres avaliados

Foram avaliados os seguintes caracteres agrônômicos:

- a) Produtividade de grãos: determinada a partir da colheita das parcelas. Após a padronização da umidade de grãos para 13%, foi definida a produtividade, em kg ha⁻¹, a partir da conversão da área de cada parcela;
- b) Massa de mil grãos, com oito repetições de 100 grãos, calculado segundo a metodologia

apresentada por Brasil (2009), com resultado obtido em gramas;

- c) Teste de uniformidade (retenção da peneira), em que a peneira indicada para o tratamento foi determinada por meio da porcentagem de sementes retidas na peneira (Brasil, 2009);
- d) Notas de severidade de doenças;
- e) Retorno econômico em relação ao tratamento controle: foi realizada a média de cada estratégia utilizada com o valor médio dos produtos encontrados na região Sul de Minas Gerais, sendo apresentado nas Tabelas 6 e 7, abaixo. Vale ressaltar que para o cálculo do retorno econômico da aplicação não foi contabilizado o valor da operação, apenas produtos.

Tabela 6 – Valores médios dos produtos utilizados no experimento (valor referente a dosagem recomendada).

Fungicida	Valor do produto
Ativum®	R\$120,00
Fox Xpro®	R\$140,00
Elatus®	R\$90,00
Vessarya®	R\$140,00
Unizeb Gold®	R\$45,00
Aproch Prima®	R\$110,00

Fonte: Do autor (2021).

Tabela 7 – Valores médios das estratégias utilizadas de aplicação com os produtos utilizados no experimento (valor referente apenas dos produtos).

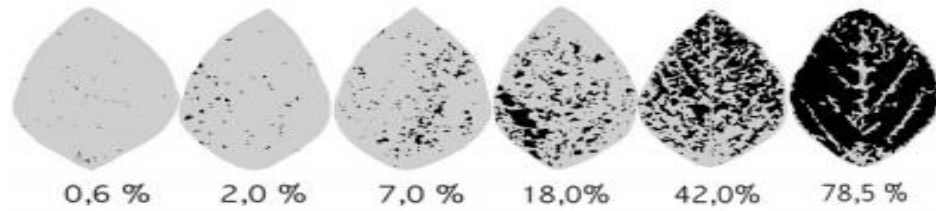
Tratamento fúngico	Valor da Estratégia 1	Valor da Estratégia 2	Valor da Estratégia 3
Ativum	R\$595,00	R\$485,00	R\$440,00
Fox Xpro	R\$635,00	R\$525,00	R\$480,00
Elatus	R\$535,00	R\$425,00	R\$380,00
Versarya	R\$635,00	R\$525,00	R\$480,00

Fonte: Do autor (2021).

3.3.1 Ferrugem Asiática (*Phakospora pachyrhizi*)

A quantificação da severidade definida como a porcentagem da área foliar coberta com sintomas da doença, foi realizada com o auxílio de escala diagramática (GODOY *et al.*, 2006). As avaliações foram realizadas a partir do estágio R1 do desenvolvimento das plantas até R1+45 dias, em cinco folíolos centrais de trifólios (2 do terço inferior, 2 do médio e 1 do superior) por parcela, sendo a média da severidade uma estimativa da média da doença na parcela.

Figura 2 – Escala diagramática para avaliação da severidade da ferrugem asiática.

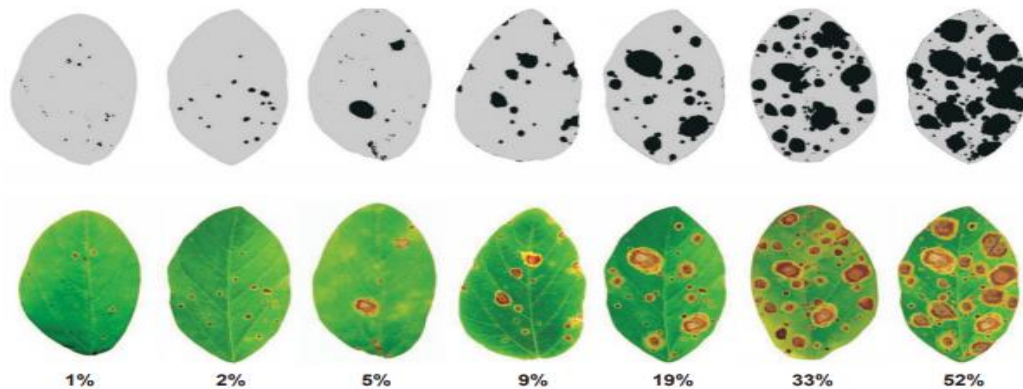


Fonte: Godoy *et al.* (2006).

3.3.2 Mancha Alvo (*Corynespora cassiicola*)

A quantificação de mancha alvo (*Corynespora cassiicola*) foi realizada com o auxílio da escala diagramática (SOARES *et al.*, 2009). As avaliações foram realizadas a partir do estágio R1 do desenvolvimento das plantas até R1+45 dias, em cinco folíolos centrais de trifólios (2 do terço inferior, 2 do médio e 1 do superior) por parcela, sendo a média da severidade uma estimativa da média da doença na parcela.

Figura 3 – Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha alvo da soja.



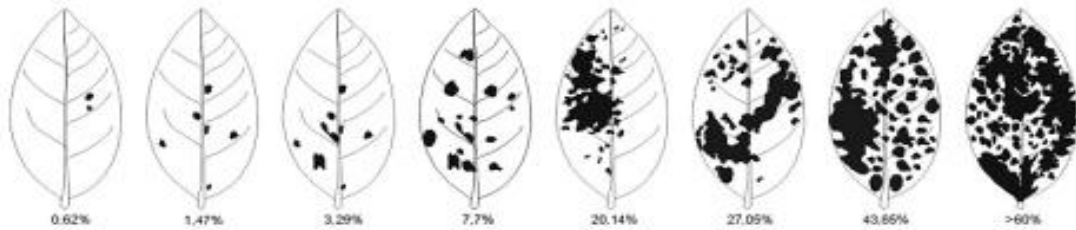
Fonte: Soares, Godoy e Oliveira (2009).

3.3.3 Oídio (*Erysiphe difusa*)

Foram realizadas avaliações semanais da severidade, a partir da aplicação dos produtos (V8) com auxílio de escala diagramática para diminuir a variação da estimativa entre os locais (FIGURA 3). As avaliações foram realizadas em quatro pontos nas linhas centrais de cada parcela, estimando-se a severidade nos terços inferior, médio e superior das plantas, sendo a média desses valores utilizada para a estimativa da severidade de doença na planta toda. O valor

de severidade dos quatro pontos da parcela foi utilizado para cálculo da severidade média das parcelas.

Figura 4 – Escala diagramática para avaliação de Oídio (*Erysiphe difusa*) na cultura da soja.

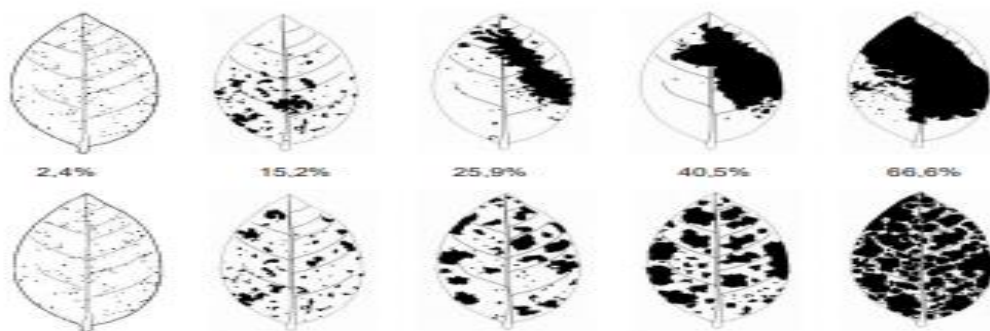


Fonte: Soares, Godoy e Oliveira (2009).

3.3.4 Mancha Parda (*Septoria glycines*)

A quantificação de mancha parda (*Septoria glycines*) foi realizada com o auxílio da escala diagramática (MARTINS *et al.*, 2004). As avaliações foram realizadas a partir do estágio R1 do desenvolvimento das plantas até R1+45 dias, em cinco folíolos centrais de trifólios (2 do terço inferior, 2 do médio e 1 do superior) por parcela, sendo a média da severidade uma estimativa da média da doença na parcela.

Figura 5 – Escala diagramática das doenças de final de ciclo da soja (*Glycine max*) causadas por *Septoria glycines*. Painel superior: Sintomas agregados. Painel inferior: Sintomas aleatoriamente distribuídos.



Fonte: Martins *et al.* (2004).

3.4 Análise Estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância por época de semeadura e, posteriormente, procedeu-se a análise conjunta com auxílio do pacote SISVAR (FERREIRA, 2019). As médias foram comparadas pelo teste de Scott e Knott (1974) a 5% de probabilidade. Para aferir a qualidade experimental, foi estimado o coeficiente de variação.

As análises individuais por ambiente, para todos os caracteres, foram realizadas utilizando o modelo estatístico:

$$y_{ij} = \mu + c_i + b_j + e_{ij} \quad (1)$$

em que:

y_{ij} : valor observado referente a parcela que recebeu o fungicida i no bloco j ;

μ : constante associada a toda observação;

c_i : efeito do fungicida i ;

b_j : efeito do bloco j ;

e_{ij} : erro associado ao fungicida i no bloco j .

A análise conjunta envolvendo todos os ambientes seguiu o modelo estatístico:

$$y_{ijk} = \mu + a_k + b_{j(k)} + c_i + (ca)_{ik} + e_{ij(k)} \quad (2)$$

em que:

y_{ijk} : valor observado referente a parcela que recebeu o fungicida i no bloco j na época k .

μ : constante associada a toda observação;

a_k : efeito da época k ;

$b_{j(k)}$: efeito do bloco j na época k ;

c_i : efeito do fungicida i ;

$(ca)_{ik}$: efeito da interação fungicida x épocas;

$e_{ij(k)}$: erro associado ao fungicida i no bloco j no local k .

As estimativas de coeficiente de variação foram obtidas por:

$$CV = \frac{\sqrt{QME}}{\bar{x}} \quad (3)$$

em que:

QME : quadrado médio do erro;

\bar{x} : média.

A área abaixo da curva de progresso da doença foi obtida pelo estimador:

$$AACPD = \sum_{i=1}^n \left[\frac{Y_{i+1} + Y_i}{2} \times (T_{i+1} - T_i) \right] \quad (4)$$

em que:

AACPD: área abaixo da curva de progresso da doença.

Y_i : severidade da doença na época de avaliação i ;

Y_{i+1} : severidade da doença na época de avaliação $i+1$;

T_i : época da avaliação i , em número de dias após a emergência das plantas;

T_{i+1} : época da avaliação $i+1$.

As estimativas da AACPD foram submetidas a análise de variância, considerando todos os efeitos como fixos, exceto o erro experimental, conforme o modelo estatístico:

$$Y_{ij} = m + p_i + b_j + e_{ijk} \quad (5)$$

em que:

Y_{ij} : AACPD do tratamento i no bloco j ;

m : média geral;

p_i : é o efeito do tratamento i ;

b_j : efeito do bloco j ;

e_{ijk} : erro experimental.

Obteve-se também o Índice de Confiança (I_i) de ANNICCHIARICO (1992), utilizou-se o seguinte modelo:

$$I_i = \bar{Y}_i - Z_{(1-\alpha)}(\sigma_i) \quad (6)$$

em que:

\bar{Y}_i é a média;

$Z_{(1-\alpha)}$ valor na distribuição normal standardizada no qual a função de distribuição acumulada atinge o valor $(1-\alpha)$, com nível de significância α pré-fixado pelo autor em 0,05;

σ_i é o desvio padrão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos das análises de variância conjunta dos caracteres produtividade de grãos, PMS, retenção de peneira e AACPD estão representados nas Tabelas 7, 8 e 9, respectivamente. Para as três épocas de semeadura, em geral, obteve-se boa precisão experimental, com as estimativas do coeficiente de variação variando para produtividade entre 3,89 a 4,8%. Para peso de mil sementes observou-se variação de 1,94 a 2,90%. As maiores magnitudes do coeficiente de variação foram observadas para os caracteres de retenção de peneiras (variação de 6,96 a 77,8%) bem como para as avaliações de AACPD (variando de 9,3 a 50,3%).

Para produtividade de grãos e PMS, o CV% estimado foi de baixa magnitude, inferior a 10%. Este fato reflete a adequada condução dos experimentos, associado à homogeneidade das parcelas experimentais. Além disso, é oportuno destacar que, quanto maior o número de repetições, melhor serão as estimativas e a precisão associada às inferências e as recomendações agronômicas (RAMALHO *et al.*, 2012).

Para as avaliações de retenção de peneira e AACPD, porém, o CV% estimado foi de grande magnitude. Uma possível explicação para esta observação está inerente às estimativas das médias fenotípicas. Os altos valores de estimativas do coeficiente de variação foram observados apenas para a retenção de peneiras (granulometria 7,0 e 4,5) e a AACPD. Valores altos de CV para essas características também foram observados por Soares *et al.* (2015) e Amaral *et al.* (2019). São esperados valores mais altos de CV% para atributos com valores médios mais baixos. Como mencionado anteriormente, quando o valor médio é próximo a zero, o coeficiente de variação se aproxima do infinito, e isto é uma possível explicação para a precisão experimental baixa observada para os caracteres retenção de peneira e AACPD (SOARES *et al.*, 2015).

De acordo com as análises, é possível verificar que nas três épocas de semeadura detectou-se diferenças significativas (com 5% de probabilidade) para os parâmetros avaliados. Houve interação significativa entre os tratamentos e as épocas de semeadura para quase todos os parâmetros avaliados, exceto para a avaliação de progresso de doenças de mancha parda na estratégia de manejo três e mancha alvo (em todas as estratégias). Ao proceder as análises conjuntas, observou-se também diferença significativa para as fontes de variação de fungicidas, ambientes e interação fungicidas x ambientes para os todos caracteres avaliados, nas três estratégias de manejos (TABELA 6).

Com o estudo da interação fungicida x épocas é possível observar para produtividade de grãos, que as estratégias de manejo apresentaram comportamento não coincidente nos

diferentes ambientes. Fato este, semelhante foi observado para o peso de mil sementes. Com o desenvolvimento das tecnologias, a cultura da soja vem sendo cultivada em praticamente todo o território brasileiro, estando assim, exposta a diferentes ambientes de cultivo. Essas diferenças podem ser em relação ao solo, à temperatura, à pluviosidade ou ao fotoperíodo. Uma mesma cultivar de soja responde diferentemente, quanto aos caracteres agronômicos, conforme as variações das condições ambientais e época de semeadura. Tal condição é chamada interação genótipos x ambientes e ela dificulta a identificação de cultivares superiores e estáveis para uma mesma região de cultivo (BRANQUINHO *et al.*, 2014).

Tabela 7 – Resumo da análise de variância para os caracteres produtividade média estimada em sacas ha⁻¹ e peso de mil sementes estimado em gramas.

FV	p-valor (Produtividade)		
	Estratégia de Manejo 1 (V8, R1, R1+14 e R1+28 dias)	Estratégia de Manejo 2 (R1, R1+14 e R1+28 dias)	Estratégia de Manejo 3 (V8, R1 e R1+14 dias)
Época (EP)	0,0000	0,0000	0,0000
Fungicida (Fung)	0,0000	0,0000	0,0000
Fung * EP	0,0000	0,0000	0,0000
CV (%)	4,67	4,76	3,87
Média Geral	50,12	42,27	42,15
FV	p-valor (PMS)		
	Estratégia de Manejo 1 (V8, R1, R1+14 e R1+28 dias)	Estratégia de Manejo 2 (R1, R1+14 e R1+28 dias)	Estratégia de Manejo 3 (V8, R1 e R1+14 dias)
Época (EP)	0,0000	0,0000	0,0000
Fungicida (Fung)	0,0000	0,0000	0,0000
Fung * Ep	0,0000	0,0000	0,0000
CV (%)	2,41	2,90	1,94
Média Geral	159,21	168,90	165,11

Fonte: Do autor (2021).

Tabela 8 – Resumo da análise de variância para o caráter percentagem de retenção de peneiras granulométricas.

FV	p-valor					
	Peneira 7,0	Peneira 6,5	Peneira 6,0	Peneira 5,5	Peneira 5,0	Peneira 4,5
Estratégia de Manejo 1 (V8, R1, R1+14 e R1+28 dias)						
Ambiente (Amb)	0,0000	0,0000	0,0285	0,0037	0,0000	0,0000
Fungicida (Fung)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Fung * Amb	0,0000	0,0056	0,0000	0,0365	0,0000	0,0000
CV (%)	77,84	16,86	8,31	8,60	18,24	31,05
Média Geral	0,51	16,62	36,10	31,82	10,96	3,80
Estratégia de Manejo 2 (R1, R1+14 e R1+28 dias)						
Ambiente (Amb)	0,0000	0,0000	0,0285	0,0037	0,0000	0,0000
Fungicida (Fung)	0,0000	0,0000	0,0013	0,0000	0,0000	0,0000
Fung * Amb	0,0000	0,0056	0,0000	0,0365	0,0000	0,0000
CV (%)	54,06	7,59	8,46	6,96	17,36	26,08
Média Geral	1,52	20,59	35,12	29,18	10,05	3,35
Estratégia de Manejo 3 (V8, R1, R1+14 dias)						
Ambiente (Amb)	0,0000	0,0000	0,0285	0,0000	0,0000	0,0000
Fungicida (Fung)	0,0020	0,0000	0,0101	0,0000	0,0101	0,0000
Fung * Amb	0,0019	0,0000	0,0000	0,0000	0,0766	0,0000
CV (%)	64,13	11,66	15,21	8,22	54,79	33,90
Média Geral	1,36	21,76	31,61	28,90	11,32	3,69

Fonte: Do autor (2021).

Tabela 9 – Resumo da análise de variância para o caráter de avaliação da área da curva de progresso de doenças (AACPD).

FV	p-valor			
	AACPD Ferrugem	AACPD Oídio	AACPD Mancha Parda	AACPD Mancha Alvo
Estratégia de Manejo 1 (V8, R1, R1+14 e R1+28 dias)				
Ambiente (Amb)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002
Fungicida (Fung)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Fung * Amb	0,0000	0,0562	0,0050	0,5117
CV (%)	40,37	28,62	13,60	37,25
Média Geral	66,44	240,06	327,81	227,76
Estratégia de Manejo 2 (R1, R1+14 e R1+28 dias)				
Ambiente (Amb)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0104
Fungicida (Fung)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Fung * Amb	0,0000	0,0012	0,0085	0,0684
CV (%)	25,10	22,08	9,25	31,76
Média Geral	86,17	303,85	402,55	275,47
Estratégia de Manejo 3 (V8, R1, R1+14 dias)				
Ambiente (Amb)	0,0000	0,0000	0,0000	0,5935
Fungicida (Fung)	0,0000	0,0004	0,0000	0,0054
Fung * Amb	0,0000	0,0125	0,3699	0,6609
CV (%)	30,28	27,03	16,89	50,27
Média Geral	80,18	305,40	378,36	286,73

Fonte: Do autor (2021).

As produtividades médias de grãos por época de semeadura e estratégia de manejo estão apresentadas na Tabela 10. É possível observar ampla variação, tanto para o efeito do manejo, bem como para as épocas de semeadura. Na época de semeadura 1 (15/10/2020) detectou-se a máxima produtividade de 81,9 sacas ha^{-1} (4914,6 kg ha^{-1}). É possível inferir também, que, considerando as distintas épocas, verifica-se um decréscimo de produtividade de 54% entre as semeaduras em 15/10 e 15/12/2020. O intervalo de confiança para a diferença de duas médias permitiu comparar os tratamentos nos quais ocorreu aplicação de fungicida em relação ao controle. Em todas as épocas de semeadura, bem como estratégias de manejo está evidente que há diferença estatística e que o desempenho médio dos tratamentos foi superior conforme a estimativa negativa dos limites inferior e superior do intervalo de confiança (TABELA 10). Estes resultados observados no presente trabalho corroboram os relatos reportados na literatura por Zambiazzi *et al.* (2018) e Nascimento *et al.* (2021).

Tabela 10 – Médias fenotípicas conjuntas para o caráter produtividade de grãos em sacas ha¹, em função da interação tratamentos x épocas de semeadura.

Época 1 (15/10)								
Estratégia de Manejo 1 (V8, R1, R1+14 e R1+28 dias)			Estratégia de Manejo 2 (R1, R1+14 e R1+28 dias)			Estratégia de Manejo 3 (V8, R1, R1+14 dias)		
Tratamento	Produtividade		Tratamento	Produtividade		Tratamento	Produtividade	
Controle	48,2	a	Controle	48,20	a	Controle	48,2	a
Ativum	66,2	b	Fox Xpro	58,70	b	Vessarya	59,5	b
Vessarya	67,4	b	Ativum	60,40	b	Ativum	63,2	c
Fox Xpro	78,6	c	Elatus	61,10	b	Elatus	70,3	d
Elatus	81,9	c	Vessarya	61,50	b	Fox Xpro	76,1	e
(-28,56;-22,03) ^{1/}			(-15;-9,39) ^{1/}			(-21,37;-16,82) ^{1/}		
Época 2 (15/11)								
Estratégia de Manejo 1 (V8, R1, R1+14 e R1+28 dias)			Estratégia de Manejo 2 (R1, R1+14 e R1+28 dias)			Estratégia de Manejo 3 (V8, R1, R1+14 dias)		
Tratamento	Produtividade		Tratamento	Produtividade		Tratamento	Produtividade	
Controle	34,8	a	Controle	34,80	a	Ativum	33,1	a
Vessarya	49,6	b	Vessarya	41,50	b	Controle	34,2	a
Ativum	51,5	b	Elatus	44,40	c	Fox Xpro	36,6	a
Fox Xpro	52,9	b	Fox Xpro	49,40	d	Elatus	42,2	b
Elatus	63,2	c	Ativum	49,70	d	Vessarya	44,2	b
(-22,76;-16,23) ^{1/}			(-14,3;-3,59) ^{1/}			(-8,47;-3,92) ^{1/}		
Época 3 (15/12)								
Estratégia de Manejo 1 (V8, R1, R1+14 e R1+28 dias)			Estratégia de Manejo 2 (R1, R1+14 e R1+28 dias)			Estratégia de Manejo 3 (V8, R1, R1+14 dias)		
Tratamento	Produtividade		Tratamento	Produtividade		Tratamento	Produtividade	
Controle	19,3	a	Controle	19,30	a	Controle	19,3	a
Fox Xpro	29,1	b	Elatus	22,00	a	Vessarya	23	b
Ativum	30,6	b	Vessarya	25,00	b	Elatus	24,7	c
Vessarya	33,9	c	Ativum	27,60	b	Ativum	26,9	c
Fox Xpro	44,3	d	Fox Xpro	28,20	b	Fox Xpro	29,7	d
(-18,46;-11,93) ^{1/}			(-14,3;-8,69) ^{1/}			(-9,07;-3,52) ^{1/}		

^{1/} Limite inferior e superior do intervalo de confiança para diferença de duas médias.

Fonte: Do autor (2021).

Quando observadas as produtividades médias por estratégia de manejo, as maiores produtividades foram obtidas para a estratégia de manejo 1, o qual recebeu um maior número de aplicação de fungicidas (4 aplicações). Esse resultado foi observado nas três épocas de semeadura, 15/10, 15/11 e 15/12. Consequentemente, as menores produtividades foram obtidas nas plantas que não receberam aplicação de fungicidas (Controle). A diferença mencionada anteriormente entre os ambientes pode ser explicada pelos fatores ambientais previsíveis e imprevisíveis (SILVA *et al.*, 2017). A cultivar NS7709 IPRO foi avaliada no mesmo ano

agrícola, porém, em épocas de semeadura diferentes. A fonte de variação épocas de semeadura explicou cerca de 15,00% da variação total observada, evidenciando assim, a necessidade da realização de experimentos em vários locais/anos agrícolas para uma maior assertividade em relação as recomendações gerais.

Dentro dos fatores ambientais, possivelmente o fotoperíodo foi aquele que contribuiu de forma significativa para a redução das produtividades da época de semeadura 1 para 3. Um fato importante sobre isso é a diminuição do ciclo entre as épocas de semeadura, sendo que na época 1 (15/10) foram 130 dias de ciclo total até a colheita, na data de semeadura 2 houve uma diminuição pequena, 128 dias, porém, para a semeadura de dezembro (15/12), o ciclo diminuiu para 112 dias, um decréscimo de 18 dias de ciclo. Além da diminuição do ciclo, após março obteve-se uma estiagem bem severa, podendo ser mais um fator que prejudicou na época de semeadura 2 e 3.

Por seu turno, para o caráter, o peso de mil sementes (PMS) na primeira época de semeadura, observou-se variação total de 38 g. Na época dois os mesmos comentários são pertinentes. A magnitude na amplitude total de 14,2 % quando se compara os tratamentos nos quais ocorreu aplicação de fungicidas *versus* o controle. Para a terceira época, a diferença percentual obtida foi de maior magnitude, cerca de 22,8 % a mais entre o menor valor (130,00 gramas), referente ao tratamento controle e o máximo observado (159,66 gramas).

O resumo da análise de variância conjunta para o caráter AACPD evidencia que há diferença para todas os patossistemas avaliados (TABELA 9). Para ferrugem asiática, em todas as estratégias de manejo existiu interação significativa, diferentemente do que ocorreu para oídio, o qual ocorreu interação apenas para as estratégias dois e três. Para mancha parda detectou-se diferença significativa para o ambiente e tratamentos para a todas as estratégias. No que tange a interação, está não foi significativa para o método três. A mancha alvo foi a única doença em que não se detectou interação para nenhuma estratégia de manejo adotada. Porém, observou-se diferença significativa para fungicida nas 3 estratégias e diferença significativa para ambiente nas estratégias 1 e 2.

O estudo da interação aplicações fúngicas x épocas de semeadura, utilizando-se ferramentas estatísticas que sejam precisas, contribui inegavelmente para maior eficiência nas recomendações de qualquer método a ser utilizado na determinação de aplicação de fungicida na soja. Uma das maneiras de proceder ao estudo da interação é identificar o tratamento que tenha uma melhor estimativa da média associada à um menor risco (VAN EEUWIJK *et al.*, 2016).

Assim, com o objetivo de identificar os fungicidas com menor risco de adoção, procedeu-se também a análise de Annicchiarico (1992). A aplicação com o fungicida Elatus® foi a que apresentou menor risco, índice de confiança superior a 110%, ou seja, na pior das hipóteses, este fungicida apresentará desempenho médio de 10% a mais do que a média dos demais fungicidas no ambiente (TABELA 11).

Tabela 11 – Valores médios de Índice de Confiança de Annicchiarico (Ii).

Fungicida	Estratégia de Manejo 1 (V8, R1, R1+14 e R1+28 dias)	Estratégia de Manejo 2 (R1, R1+14 e R1+28 dias)	Estratégia de Manejo 3 (V8, R1, R1+14 dias)
	I(i)		
Controle	58,849	76,859	67,97
Elatus ®	110,624	85,951	97,09
Ativum ®	93,961	100,78	80,08
Fox Xpro®	86,046	96,47	89,29
Vessarya ®	92,696	90,13	79,34

Fonte: Do autor (2021).

Com a realização do teste de Annicchiarico, é possível identificar as aplicações que propiciaram maior estabilidade agrônômica, isto é, contribuem pouco para a interação e associam responsividade à melhoria dos fatores ambientais. Observou-se que a aplicação com o fungicida Elatus®, além de ter sido o fungicida mais estável nas épocas de semeadura 1 e 3, contribuindo com 10,62% na época 1. Para a interação fungicida por ambientes, as parcelas que receberam aplicação de Elatus® apresentaram, em média, uma das maiores produtividades (4914,6 kg.ha⁻¹).

A análise de Annicchiarico permite identificar qual o fungicida com maior índice de confiança, ou seja, menor risco. A aplicação com o fungicida Elatus® denota alta produtividade de grãos e baixo risco, corroborando assim, os comentários mencionados anteriormente. Sendo assim, pode-se inferir que este fungicida além de apresentar boa estabilidade possui desempenho superior à média dos ambientes testados.

Um maior número de aplicações e a depender do estágio fenológico que se é aplicado poderá propiciar um efeito fisiológico e, conseqüentemente, um aumento na produtividade devido a uma diminuição da produção de etileno pela planta resultando em um atraso da senescência (DUNNE, 2005). No estudo, o tratamento no qual houve quatro aplicações de fungicidas obteve uma média superior de 26% e 14%, em relação ao de três aplicações, iniciando em R1 e V8, respectivamente. Esse resultado corrobora com os obtidos por Barros *et al.* (2008), Finoto *et al.* (2011) e Zambiazzi *et al.* (2018), no qual o aumento no número de aplicações também proporcionou aumento na produtividade de grãos e por consonância um efeito fisiológico.

Percebe-se maior produtividade em ambas as épocas de cultivo para a estratégia de manejo 1, o qual recebeu 4 aplicações fúngicas (TABELA 10). Porém, uma observação muito importante é que entre as estratégias 2 e 3 foram realizadas apenas 3 aplicações, e a diferença entre elas é o estágio fenológico de início. Para a estratégia 2, as aplicações iniciaram no estágio fenológico R1 (início do florescimento) e na 3 em V8 (7 trifólios formados). Porém, Boschini *et al.* (2008) e Cunha *et al.* (2011) afirmam que existe uma relação entre baixa eficácia no controle da ferrugem com a distribuição irregular e em pequena quantidade do ingrediente ativo no dossel da planta. Assim, uma alternativa seria, portanto, uma aplicação adicional a partir do estágio V6 da cultura, antes do fechamento do dossel.

Os valores de produtividade obtidos no presente trabalho foram similares aos encontrados por Zambiazzi *et al.* (2018) e Nascimento *et al.* (2021). Contudo, é oportuno destacar, que nestes trabalhos que as aplicações foram realizadas a partir do estágio de

desenvolvimento reprodutivo R1, conforme estratégia 2 de manejo na época de plantio em 15/10.

Os primeiros produtos químicos utilizados para controlar a ferrugem asiática da soja pertenciam aos fungicidas inibidores de desmetilação (DMI's), os triazóis, com modo de ação específico (ZAMBOLIN *et al.*, 2021). Porém, desde a safra de 2002/2003, com a utilização contínua dos produtos específicos sem uma preocupação com a resistência, alguns produtos foram perdendo sua efetividade para controle de doenças, não só para ferrugem asiática, mas também para demais patógenos, como mancha alvo. Diversos são os relatos de diminuição de eficiência dos princípios ativos. Na safra 2005 e 2006, foi observada uma redução da eficiência de triazóis (FURTADO, 2007), com situações que atingiram 50% ou menos do valor de eficácia. Na safra 2011 houve também redução da sensibilidade de *Phakopsora pachyrhizi* aos fungicidas tebuconazol e ciproconazol, com apenas 42 e 38% de controle, respectivamente, também foi confirmado por Godoy e Palaver (2011).

Um fato extremamente importante e pertinente é a cronologia da diminuição da eficácia sobre os anos, havendo uma redução gradual na eficácia de tebuconazol no controle de FAS nos campos de produção no país. A eficácia do controle da FAS com tebuconazol foi 90 e 91% na safra de soja de 2003/05, 77% em 2005/06, 58% na 2006/08, 39% em 2008/09 e apenas 24% em 2009/10 (GODOY; PALAVER, 2011; GODOY *et al.*, 2013). Com sucessivas diminuições de eficiência e devido a FAS ser uma doença extremamente destrutiva, produtos de outros grupos como QOIs e SSDH começaram a ser adicionados nas misturas comerciais, sendo presentes atualmente nos melhores produtos do mercado (CONSORCIO ANTIFERRUGEM, 2021).

Foi observado que o aumento do número de aplicações de fungicida reduziu a incidência de todas as doenças avaliadas, conforme Tabelas 12,13,14 e 15, correspondentes à ferrugem asiática, oídio, mancha parda e mancha alvo, respectivamente. Os fungicidas atuam positivamente na fisiologia das plantas, aumentando os níveis de clorofila e reduzindo a produção de etileno. Estes efeitos contribuem diretamente para menos estresse no campo, garantindo maior qualidade e rendimento para as plantas (ZAMBIAZZI *et al.*, 2018). Ficou evidente pelos testes estatísticos que as doenças foram altamente influenciadas pelo clima, isso devido ao atraso no início da semeadura da safra, pois o índice pluviométrico foi abaixo do normal e, conseqüentemente, diminuiu a disseminação de doenças. Dessa forma, oídio e ferrugem asiática apresentaram baixa severidade na primeira época de semeadura. As demais épocas foram influenciadas com maior severidade de oídio e manchas foliares (parda e alvo) e FAS.

Conforme as médias fenotípicas apresentadas na Tabela 11, não se observou diferença significativa para a primeira época (15/10). Isso possivelmente foi ocasionado devido as características inerentes do patógeno, haja vista que a FAS é um patógeno biotrófico, ou seja necessita de hospedeiro vivo, sendo os plantios mais antecipados os melhores para evitar a doença. Já para as épocas 15/11 e 15/12, houve diferença entre os tratamentos. Houve maior severidade do patógeno na época três. Na semeadura de dezembro, além do tratamento controle, a estratégia na qual se iniciou as aplicações mais tardiamente, R1, observou-se influência da ferrugem no rendimento de grãos. Essa influência se deu pelo fato de a ferrugem ter sido detectada em 15 de fevereiro, dando início mais cedo na safra (CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM, 2021).

Estes resultados são diferentes dos encontrados por Reznikov *et al.* (2019), os quais perceberam incidência de ferrugem em seus experimentos apenas em março, muito embora os tratamentos fúngicos tenham sido efetivos para o controle da ferrugem.

Tabela 12 – Médias fenotípicas conjuntas para o caráter AACPD para ferrugem asiática da soja em função da interação tratamentos x épocas de semeadura.

Plantio 15/10					
Estratégia de Manejo 1 (V8, R1, R1+14 e R1+28 dias)		Estratégia de Manejo 2 (R1, R1+14 e R1+28 dias)		Estratégia de Manejo 3 (V8, R1, R1+14 dias)	
Tratamento	AACPD Ferrugem	Tratamento	AACPD Ferrugem	Tratamento	AACPD Ferrugem
Fox Xpro	20 a	Ativum	14,40 a	Ativum	16,6 a
Elatus	20 a	Fox Xpro	17,20 a	Vessarya	17,2 a
Vessarya	20 a	Elatus	17,20 a	Fox Xpro	20 a
Ativum	21,4 a	Vessarya	21,40 a	Elatus	20 a
Controle	30,6 a	Controle	30,60 a	Controle	30,6 a
Plantio 15/11					
Estratégia de Manejo 1 (V8, R1, R1+14 e R1+28 dias)		Estratégia de Manejo 2 (R1, R1+14 e R1+28 dias)		Estratégia de Manejo 3 (V8, R1, R1+14 dias)	
Tratamento	AACPD Ferrugem	Tratamento	AACPD Ferrugem	Tratamento	AACPD Ferrugem
Fox Xpro	21,4 a	Fox Xpro	37,40 a	Ativum	26,4 a
Ativum	27,2 a	Vessarya	42,40 a	Fox Xpro	29,2 a
Elatus	30,2 a	Elatus	48,60 a	Vessarya	32,6 a
Vessarya	32 a	Ativum	57,60 a	Elatus	35,8 a
Controle	136,02 b	Controle	136,20 b	Controle	136,2 b
Plantio 15/12					
Estratégia de Manejo 1 (V8, R1, R1+14 e R1+28 dias)		Estratégia de Manejo 2 (R1, R1+14 e R1+28 dias)		Estratégia de Manejo 3 (V8, R1, R1+14 dias)	
Tratamento	AACPD Ferrugem	Tratamento	AACPD Ferrugem	Tratamento	AACPD Ferrugem
Ativum	34,1 a	Elatus	77,10 a	Elatus	84,2 a
Elatus	42,8 a	Vessarya	98,10 a	Fox Xpro	94,5 a
Fox Xpro	59,8 a	Ativum	115,40 b	Ativum	111 a
Vessarya	65,1 a	Fox Xpro	143,20 b	Vessarya	112,4 a
Controle	435,8 b	Controle	435,80 c	Controle	435,8 b

Fonte: Do autor (2021).

Para oídio, apenas na primeira época de semeadura não se obteve diferença significativa na AACPD entre os tratamentos fúngicos, mas estes foram diferentes do controle (sem fungicida) (TABELA 12). Vale ressaltar, que as condições ambientais para o oídio são temperaturas amenas e molhamento foliar seguido com a presença do patógeno para que ocorra a infecção, com posterior ausência de umidade. O tratamento controle, sem aplicação foi altamente influenciado pelo oídio, porém, sem distinção entre os fungicidas. Resultado semelhante reportado por *Zambiazzi et al.* (2018), os quais não verificaram diferenças entre os fungicidas aplicados, apenas para o tratamento controle. Garcia (2020) encontrou resultados semelhantes aos observados no presente trabalho, ao estudar softwares para um melhor gerenciamento de pulverizações. Por outro lado, *Maciel et al.* (2019) e *Orso et al.* (2018)

observaram relação no aumento da produtividade da cultura da soja devido ao controle químico de oídio.

Tabela 13 – Médias fenotípicas conjuntas para o caráter AACPD para Oídio em função da interação tratamentos x épocas de semeadura.

Plantio 15/10					
Estratégia de Manejo 1 (V8, R1, R1+14 e R1+28 dias)		Estratégia de Manejo 2 (R1, R1+14 e R1+28 dias)		Estratégia de Manejo 3 (V8, R1, R1+14 dias)	
Tratamento	AACPD Oídio	Tratamento	AACPD Oídio	Tratamento	AACPD Oídio
Fox Xpro	82,6 a	Elatus	170,40 a	Elatus	132,4 a
Ativum	97,2 a	Fox Xpro	221,30 a	Fox Xpro	201,5 a
Elatus	153,7 a	Vessarya	244,40 a	Vessarya	234,2 a
Vessarya	156,2 a	Ativum	272,90 a	Ativum	247,8 a
Controle	286,2 b	Controle	286,10 a	Controle	286,1 a
Plantio 15/11					
Estratégia de Manejo 1 (V8, R1, R1+14 e R1+28 dias)		Estratégia de Manejo 2 (R1, R1+14 e R1+28 dias)		Estratégia de Manejo 3 (V8, R1, R1+14 dias)	
Tratamento	AACPD Oídio	Tratamento	AACPD Oídio	Tratamento	AACPD Oídio
Fox Xpro	81,4 a	Fox Xpro	194,10 a	Elatus	228,4 a
Elatus	116,6 a	Vessarya	205,00 a	Vessarya	236,2 a
Ativum	142,8 a	Ativum	209,80 a	Ativum	278,3 a
Vessarya	193,1 a	Controle	320,80 b	Controle	320,8 a
Controle	320,8 b	Elatus	322,70 b	Fox Xpro	337,9 b
Plantio 15/12					
Estratégia de Manejo 1 (V8, R1, R1+14 e R1+28 dias)		Estratégia de Manejo 2 (R1, R1+14 e R1+28 dias)		Estratégia de Manejo 3 (V8, R1, R1+14 dias)	
Tratamento	AACPD Oídio	Tratamento	AACPD Oídio	Tratamento	AACPD Oídio
Elatus	293,8 a	Fox Xpro	313,40 a	Fox Xpro	325,4 a
Fox Xpro	312,6 a	Elatus	349,50 a	Ativum	331,5 a
Ativum	317,5 a	Ativum	356,30 a	Elatus	352,3 a
Vessarya	341,2 a	Vessarya	385,80 a	Vessarya	362,8 a
Controle	704,9 b	Controle	704,90 b	Controle	704,9 b

Fonte: Do autor (2021).

Para mancha parda e mancha alvo, os resultados foram muito coincidentes aos de oídio, porém, com infestações iniciando desde a semeadura em 15/10, mas com aumento da incidência à medida que as épocas de semeaduras foram se tornando mais tardias. Não houve diferença entre os fungicidas utilizados, apenas houve diferenças significativas entre os tratamentos com fungicidas e tratamento controle. Para a mancha alvo em questão, houve um decréscimo na

AACPD da doença para a semeadura em dezembro, isso principalmente devido ao déficit hídrico pós florescimento.

Tabela 14 – Médias fenotípicas conjuntas para o caráter AACPD para Mancha Parda em função da interação tratamentos x épocas de semeadura.

Plantio 15/10					
Estratégia de Manejo 1 (V8, R1, R1+14 e R1+28 dias)		Estratégia de Manejo 2 (R1, R1+14 e R1+28 dias)		Estratégia de Manejo 3 (V8, R1, R1+14 dias)	
Tratamento	AACPD M. Parda	Tratamento	AACPD M. Parda	Tratamento	AACPD M. Parda
Fox Xpro	157 a	Vessarya	239,60 a	Elatus	209,4 a
Ativum	157,8 a	Fox Xpro	256,10 a	Ativum	235,9 a
Elatus	173,1 a	Elatus	257,30 a	Vessarya	241,3 a
Vessarya	176 a	Ativum	292,50 a	Fox Xpro	244,3 a
Controle	407,4 b	Controle	407,40 b	Controle	407,4 b
Plantio 15/11					
Estratégia de Manejo 1 (V8, R1, R1+14 e R1+28 dias)		Estratégia de Manejo 2 (R1, R1+14 e R1+28 dias)		Estratégia de Manejo 3 (V8, R1, R1+14 dias)	
Tratamento	AACPD M. Parda	Tratamento	AACPD M. Parda	Tratamento	AACPD M. Parda
Fox Xpro	245,5 a	Vessarya	323,10 a	Ativum	253,5 a
Vessarya	248,9 a	Fox Xpro	352,10 a	Fox Xpro	266,3 a
Elatus	261,6 a	Ativum	360,30 a	Vessarya	323,8 a
Ativum	317,7 a	Elatus	373,90 a	Elatus	325,2 a
Controle	446,8 b	Controle	446,80 b	Controle	446,8 b
Plantio 15/12					
Estratégia de Manejo 1 (V8, R1, R1+14 e R1+28 dias)		Estratégia de Manejo 2 (R1, R1+14 e R1+28 dias)		Estratégia de Manejo 3 (V8, R1, R1+14 dias)	
Tratamento	AACPD M. Parda	Tratamento	AACPD M. Parda	Tratamento	AACPD M. Parda
Elatus	367,2 a	Vessarya	461,70 a	Vessarya	472,4 a
Ativum	391,2 a	Fox Xpro	478,10 a	Elatus	480,7 a
Vessarya	392,7 a	Elatus	501,90 a	Fox Xpro	494,8 a
Fox Xpro	406,7 a	Ativum	518,90 a	Ativum	505,7 a
Controle	767,5 b	Controle	767,50 b	Controle	767,5 b

Fonte: Do autor (2021).

Tabela 15 – Médias fenotípicas conjuntas para o caráter AACPD para Mancha Alvo em função da interação tratamentos x épocas de semeadura.

Plantio 15/10					
Estratégia de Manejo 1 (V8, R1, R1+14 e R1+28 dias)		Estratégia de Manejo 2 (R1, R1+14 e R1+28 dias)		Estratégia de Manejo 3 (V8, R1, R1+14 dias)	
Tratamento	AACPD M. Alvo	Tratamento	AACPD M. Alvo	Tratamento	AACPD M. Alvo
Fox Xpro	227,2 a	Vessarya	161,20 a	Vessarya	196,3 a
Ativum	233,6 a	Ativum	239,30 a	Fox Xpro	221,5 a
Vessarya	245,7 a	Elatus	256,30 a	Elatus	264,9 a
Elatus	254,1 a	Fox Xpro	287,20 b	Ativum	282 a
Controle	624,3 b	Controle	624,30 c	Controle	624,3 b
Plantio 15/11					
Estratégia de Manejo 1 (V8, R1, R1+14 e R1+28 dias)		Estratégia de Manejo 2 (R1, R1+14 e R1+28 dias)		Estratégia de Manejo 3 (V8, R1, R1+14 dias)	
Tratamento	AACPD M. Alvo	Tratamento	AACPD M. Alvo	Tratamento	AACPD M. Alvo
Fox Xpro	97,5 a	Ativum	196,80 a	Elatus	233 a
Elatus	114,1 a	Vessarya	210,60 a	Fox Xpro	237,6 a
Ativum	129,8 a	Fox Xpro	265,90 a	Vessarya	248,9 a
Vessarya	197,2 a	Elatus	284,20 a	Ativum	295,4 a
Controle	359,6 b	Controle	359,60 a	Controle	359,6 a
Plantio 15/12					
Estratégia de Manejo 1 (V8, R1, R1+14 e R1+28 dias)		Estratégia de Manejo 2 (R1, R1+14 e R1+28 dias)		Estratégia de Manejo 3 (V8, R1, R1+14 dias)	
Tratamento	AACPD M. Alvo	Tratamento	AACPD M. Alvo	Tratamento	AACPD M. Alvo
Ativum	82,2 a	Ativum	150,10 a	Fox Xpro	182,1 a
Fox Xpro	101,7 a	Elatus	164,80 a	Ativum	194 a
Vessarya	128,1 a	Fox Xpro	184,60 a	Vessarya	231,6 a
Elatus	194,9 a	Vessarya	220,80 a	Elatus	303,3 a
Controle	426,3 b	Controle	426,30 b	Controle	426,3 a

Fonte: Do autor (2021).

De acordo com a Tabela 16, houve correlação entre a produtividade grãos e a severidade de doenças avaliadas, exceto para mancha alvo. O R^2 %, isto é, percentual da variação fenotípica observada na produtividade que pode ser explicado devido a ocorrência da doença, indica que para a mancha parda, 75% da variação na produtividade pode ser explicada pelo patógeno. Por seu turno, para a ferrugem obteve-se o R^2 de 32% e para oídio R^2 de 44%.

Tabela 16 – Correlação fenotípica entre produtividade e incidência de doenças na cultura da soja.

	Ferrugem	Oídio	M Parda	M Alvo
Produtividade	-0,5698 **	-0,6650 **	-0,8699 **	0,0807 ns

**Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste t.

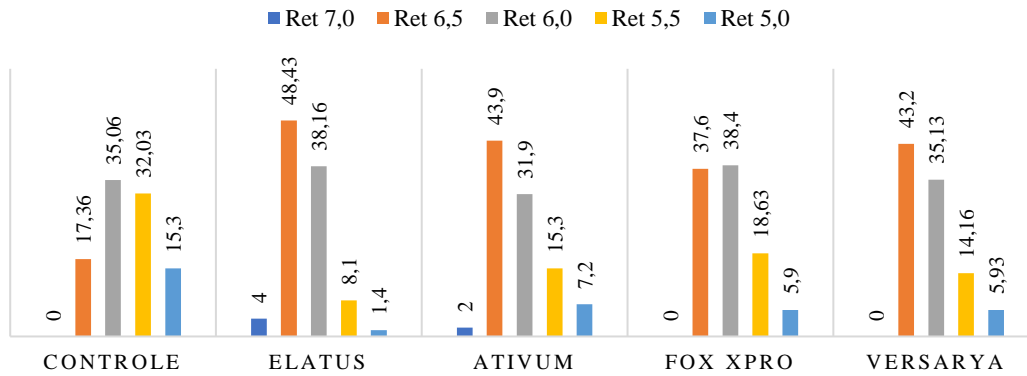
Fonte: Do autor (2021).

Com maior índice de doença durante o ciclo da cultura da soja, além da produtividade ser reduzida, pode ocorrer uma diminuição no enchimento de grãos. Dentre os componentes de produtividade, o peso de 1000 grãos merece destaque, haja vista que cultivares que possuem maior massa em seus grãos poderão convertê-lo em ganho de produtividade. Há relatos na literatura que o peso médio de 1000 grãos é de 160 gramas para a cultura da soja. Valores semelhantes foram observados por Ávila *et al.* (2008). No presente trabalho, o valor médio encontrado para os tratamentos que receberam aplicação de fungicida foi de 185, 165 e 140 gramas para as épocas 1, 2 e 3 de semeadura, respectivamente. Para o tratamento controle, houve uma perda de área foliar prematura, conseqüentemente, uma diminuição de produção de fotoassimilados, causando um menor enchimento de grãos e incidência maior de grãos chochos e abortados (BARROS, 2015). Considerando apenas o peso de 1000 grãos no experimento, observa-se uma redução de 30% no peso dos grãos, quando não realizada a aplicação de fungicidas.

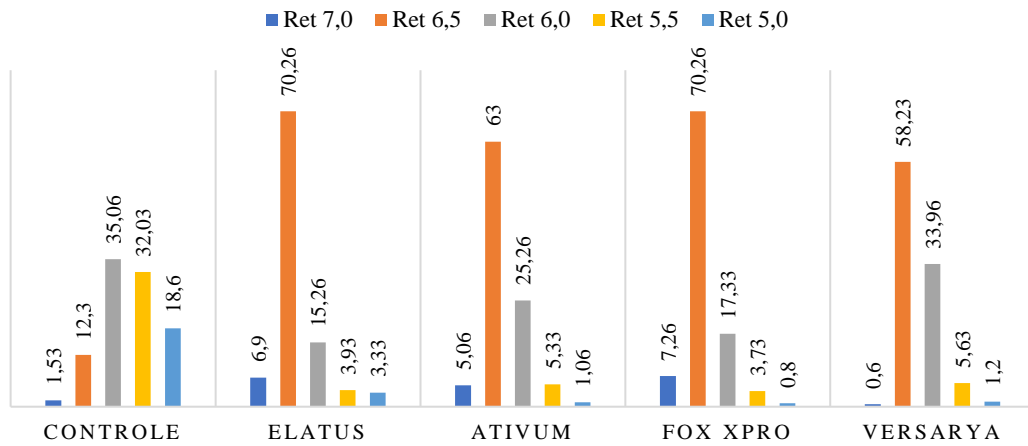
No estudo, foi realizada análise estatística para as variações de porcentagem de retenção por peneiras granulométricas na soja, sendo separadas por estratégia de manejo (1, 2 e 3) e pelas datas de semeadura (15/10, 15/11 e 15/12). De acordo com a Tabela 8, referente ao resumo de análise de variância para o caráter, em todas as peneiras e estratégias, exceto estratégia 3 para peneira 5,0, observa-se diferença significativa para a interação entre os fungicidas utilizados e a data de semeadura. Para melhor enchimento de grãos, juntamente com um aumento da granulometria, ficou evidente a influência da data de semeadura. Na primeira época, o índice médio granulométrico nas peneiras 7,0 e 6,5 foi acima dos 54 %. Para as demais épocas, essas magnitudes foram de 15,84% e nulo para os plantios em 15/11 e 15/12, respectivamente. Em geral, os fungicidas que melhor se performaram para agregar em granulometria foram o Elatus®, Fox Xpro® e o Ativum® (FIGURAS 6, 7 e 8).

Figura 6 – Gráfico referente a retenção granulométrica média de peneiras para época de plantio 15/10.

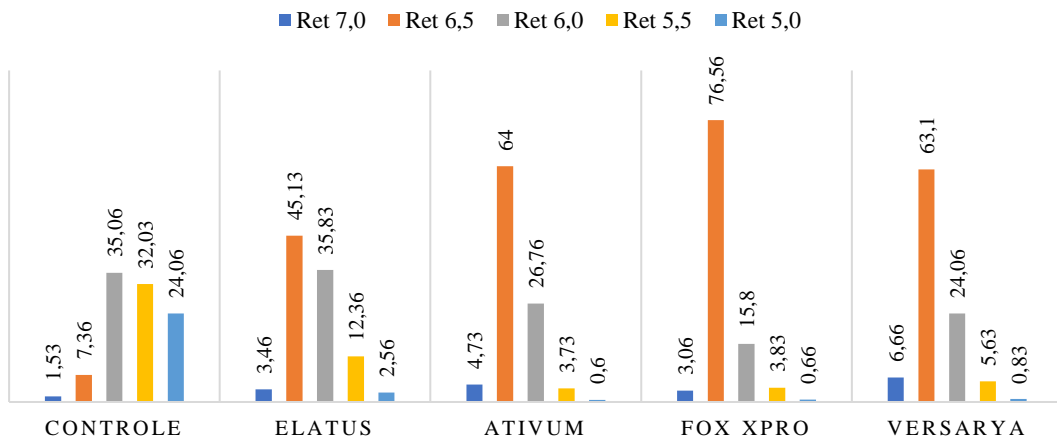
RETENÇÃO GRANLOMÉTRICA DE GRÃOS (ESTRATÉGIA 1)



RETENÇÃO GRANLOMÉTRICA DE GRÃOS (ESTRATÉGIA 2)



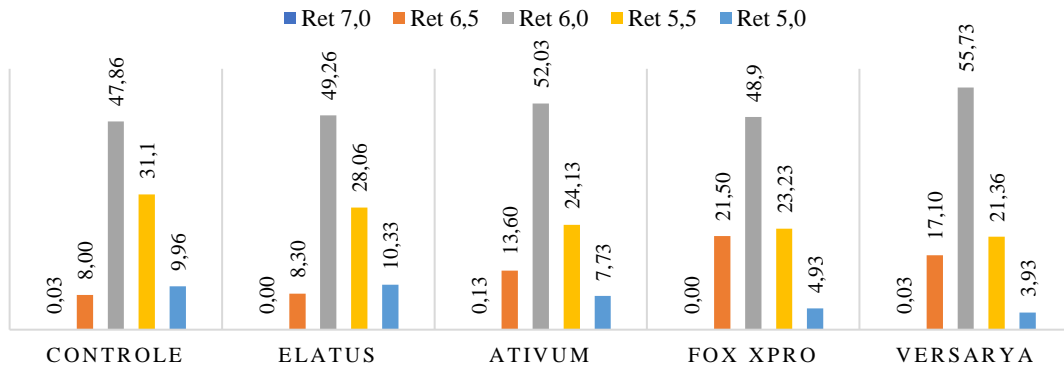
RETENÇÃO GRANLOMÉTRICA DE GRÃOS (ESTRATÉGIA 3)



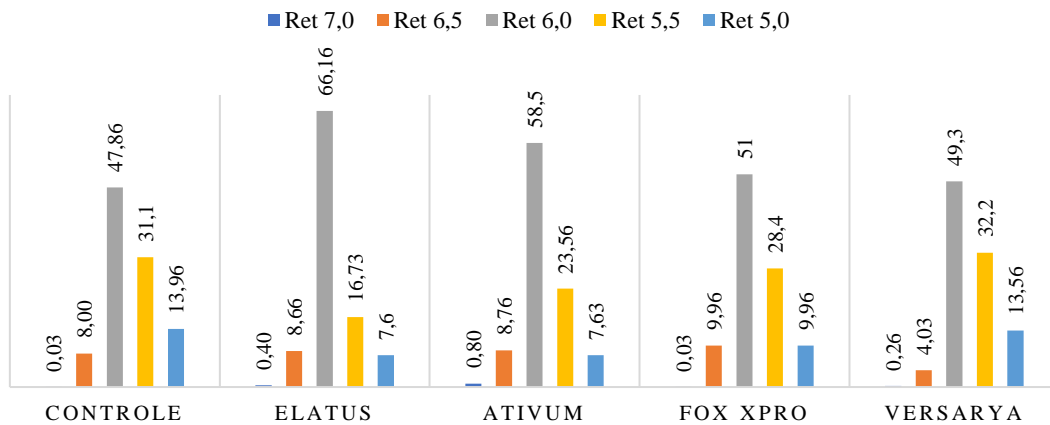
Fonte: Do autor (2021).

Figura 7 – Gráfico referente a retenção granulométrica média de peneiras para época de plantio 15/11.

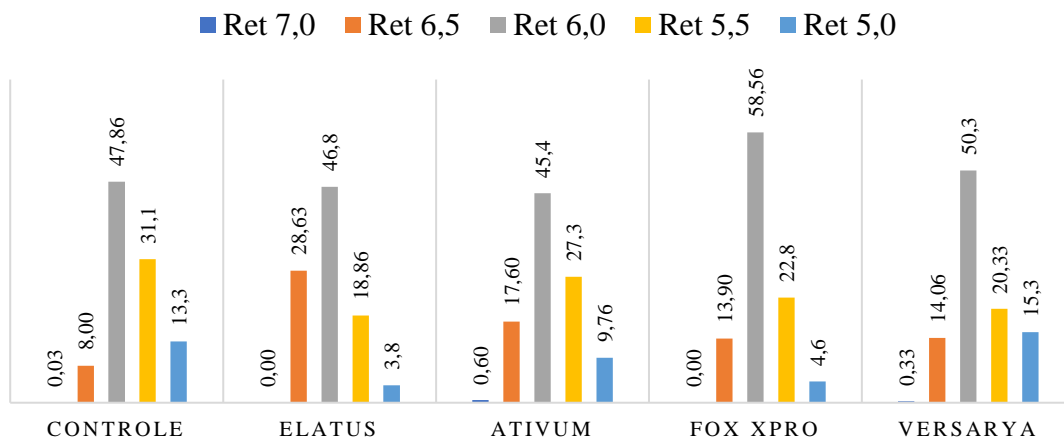
RETENÇÃO GRANLOMÉTRICA DE GRÃOS (ESTRATÉGIA 1)



RETENÇÃO GRANLOMÉTRICA DE GRÃOS (ESTRATÉGIA 2)



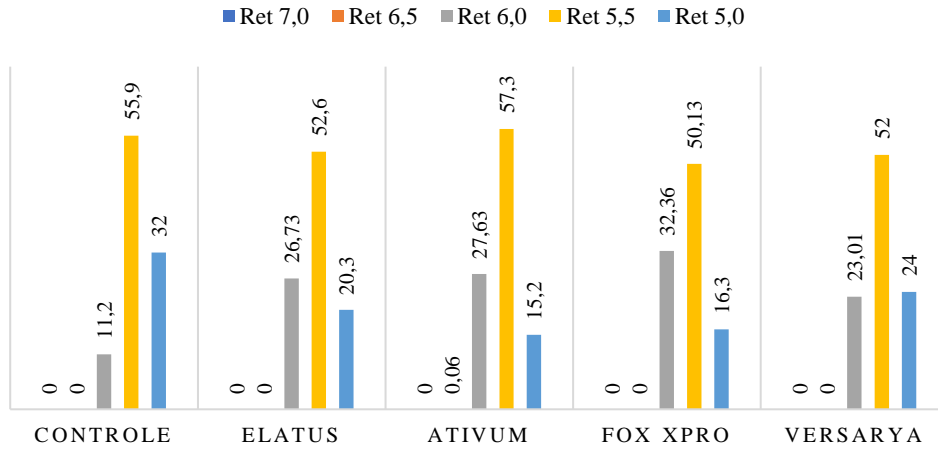
RETENÇÃO GRANLOMÉTRICA DE GRÃOS (ESTRATÉGIA 3)



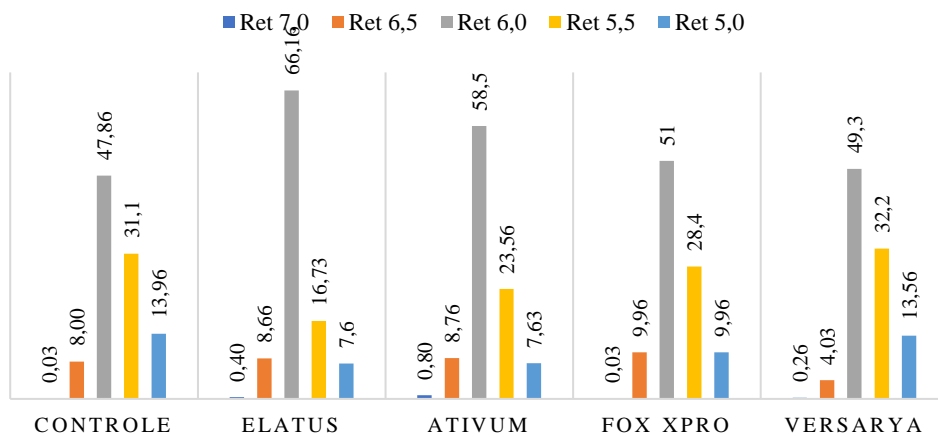
Fonte: Do autor (2021).

Figura 8 – Gráfico referente a retenção granulométrica média de peneiras para época de plantio 15/12.

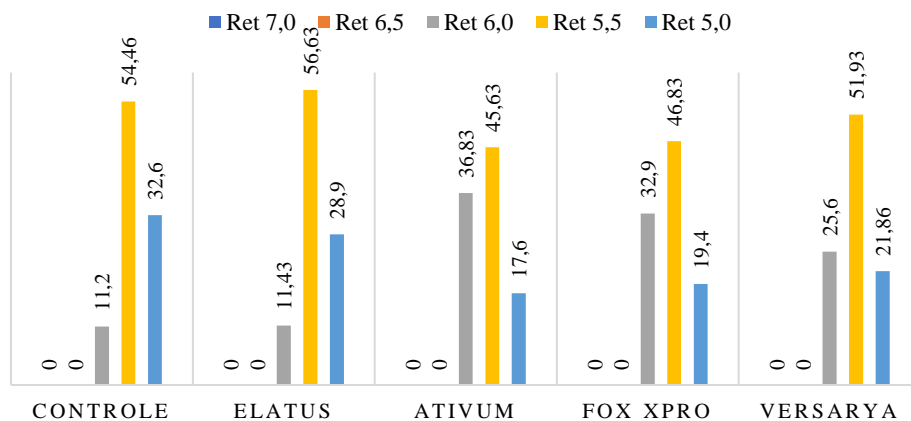
RETENÇÃO GRANLOMÉTRICA DE GRÃOS (ESTRATÉGIA 1)



RETENÇÃO GRANLOMÉTRICA DE GRÃOS (ESTRATÉGIA 2)



RETENÇÃO GRANLOMÉTRICA DE GRÃOS (ESTRATÉGIA 3)



Fonte: Do autor (2021).

Conforme as diferenças entre as médias fenotípicas entre o tratamento controle e demais fungicidas utilizados, apresentadas na Tabela 17, observou-se grande diferença econômica entre os tratamentos e as estratégias de manejo adotadas. Em ambas as épocas, a estratégia que possuiu um número maior de aplicações foi a que possuiu maior retorno do investimento. Para a primeira época (15/10), essa diferença econômica pode gerar um aumento de renda de até R\$4520,00 sob o controle, e dentro dos fungicidas utilizados houve ainda uma diferença de R\$595,00 a R\$2415,00 referentes aos fungicidas Fox Xpro® e Ativum®, respectivamente.

Uma observação importante se dá acerca da estratégia a ser adotada, sendo que quando foi realizado três aplicações (estratégia 2 e 3) o que impressiona é a diferença econômica entre elas e a importância da aplicação no estágio vegetativo da cultura. Para todos os fungicidas aplicados, a estratégia que recebeu aplicação no vegetativo rendeu um retorno econômico maior. Tais observações vão de encontro com encontrado por *Zambiazzi et al.* (2018), sendo o maior número de aplicações obtendo um maior retorno econômico ao experimento.

Tabela 17 – Retorno econômico relacionado a aplicações de fungicidas comerciais em relação ao controle sem aplicações.

Época 1 (15/10)								
Estratégia de Manejo 1 (V8, R1, R1+14 e R1+28 dias)			Estratégia de Manejo 2 (R1, R1+14 e R1+28 dias)			Estratégia de Manejo 3 (V8, R1, R1+14 dias)		
Tratamento	≠ Controle /Produto comercial (Scs.ha ¹)	Retorno Econômico (R\$)	Tratamento	≠ Controle /Produto comercial (Scs.ha ¹)	Retorno Econômico (R\$)	Tratamento	≠ Controle /Produto comercial (Scs.ha ¹)	Retorno Econômico (R\$)
Ativum	18	R\$ 2.105,00	Fox Xpro	10,5	R\$ 940,00	Vessarya	11,3	R\$ 1.060,00
Vessarya	19,2	R\$ 2.245,00	Ativum	12,2	R\$ 1.235,00	Ativum	15	R\$ 1.655,00
Fox Xpro	30,4	R\$ 3.925,00	Elatus	12,9	R\$ 1.400,00	Elatus	22,1	R\$ 2.780,00
Elatus	33,7	R\$ 4.520,00	Vessarya	13,3	R\$ 1.360,00	Fox Xpro	27,9	R\$ 3.550,00
Época 2 (15/11)								
Estratégia de Manejo 1 (V8, R1, R1+14 e R1+28 dias)			Estratégia de Manejo 2 (R1, R1+14 e R1+28 dias)			Estratégia de Manejo 3 (V8, R1, R1+14 dias)		
Tratamento	≠ Controle /Produto comercial (Scs.ha ¹)	Retorno Econômico (R\$)	Tratamento	≠ Controle /Produto comercial (Scs.ha ¹)	Retorno Econômico (R\$)	Tratamento	≠ Controle /Produto comercial (Scs.ha ¹)	Retorno Econômico (R\$)
Vessarya	14,8	R\$ 1.585,00	Vessarya	6,7	R\$ 370,00	Ativum	1,1	-R\$ 430,00
Ativum	16,7	R\$ 1.910,00	Elatus	9,6	R\$ 905,00	Fox Xpro	3,5	-R\$ 110,00
Fox Xpro	18,1	R\$ 2.080,00	Fox Xpro	14,6	R\$ 1.555,00	Elatus	9,1	R\$ 830,00
Elatus	28,4	R\$ 3.725,00	Ativum	14,9	R\$ 1.640,00	Vessarya	11,1	R\$ 1.030,00
Época 3 (15/12)								
Estratégia de Manejo 1 (V8, R1, R1+14 e R1+28 dias)			Estratégia de Manejo 2 (R1, R1+14 e R1+28 dias)			Estratégia de Manejo 3 (V8, R1, R1+14 dias)		
Tratamento	≠ Controle /Produto comercial (Scs.ha ¹)	Retorno Econômico (R\$)	Tratamento	≠ Controle /Produto comercial (Scs.ha ¹)	Retorno Econômico (R\$)	Tratamento	≠ Controle /Produto comercial (Scs.ha ¹)	Retorno Econômico (R\$)
Fox Xpro	9,8	R\$ 835,00	Elatus	2,7	-R\$ 130,00	Vessarya	3,7	-R\$ 80,00
Ativum	11,3	R\$ 1.100,00	Vessarya	5,7	R\$ 220,00	Elatus	5,4	R\$ 275,00
Vessarya	14,6	R\$ 1.555,00	Ativum	8,3	R\$ 650,00	Ativum	7,6	R\$ 545,00
Elatus	25	R\$ 3.115,00	Fox Xpro	8,9	R\$ 700,00	Fox Xpro	10,4	R\$ 925,00

Preço médio do saco de soja: R\$150,00.

Fonte: Do autor (2021).

5 CONCLUSÃO

Independente da estratégia de manejo e época de semeadura, o maior número de aplicações propicia maior produtividade média de grãos.

A época de semeadura influencia diretamente o potencial produtivo, bem como a severidade de doenças.

O fungicida Elatus®, figura-se como mais estável independentemente da estratégia de manejo e época de semeadura.

REFERÊNCIAS

- AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitário. MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 13 maio 2021.
- ALMEIDA, A.M.R.; MACHADO, C.C.; FERREIRA, L.P.; LEHMAN, P.S. ANTONIO, H. Ocorrência de *Corynespora casiicola* (Berk. & Curt.) Wei no estado de São Paulo. **Fitopatologia Brasileira**, [S.l.], v. 1, p. 111–112, 1976.
- ALMEIDA, A.M.R.; FERREIRA, L.P.; YORINORI, J.T.; SILVA, J.E.; HENNING, A.A. Doenças da soja. In: KIMATI, H.; AMORIN, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. AM. **Manual de fitopatologia: Doenças de plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Ceres, 2005. V. 2, p. 663.
- AMARAL, L. O. **Seleção de linhas puras na cultivar de soja BRS Favorita RR**. 2007. 46 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2017.
- ARTUZO, F.D.; JANDREY, W.F.; CASARIN, F.; MACHADO, J.A.D. **Custos e @gronegocio on line**, v. 11, n. 3, jul./set. 2015. Disponível em: emwww.custoseagronegocioonline.com.br. Acesso em: 13 maio 2021.
- ASSIS, R. **Doenças da soja: melhoramento genético e técnicas de manejo**. São Paulo: Millennium, 2015.
- ÁVILA, W.; PERIN, A.; GUARESCHI, R.F.; GAZOLLA, P.R. Influência do tamanho da semente na produtividade de variedades de soja. **Agrarian**, [S.l.], v. 1, n. 2, p. 83-89, 2008
- BALARDIN, R.S.; GIORDANI, R.F. **Controle de oídio e doenças de final de ciclo na cultura da soja**. Santa Maria, 2001. 57 p. il.
- BARROS, H.B.; PELUZIO, J.M.; SANTOS, M.M.; BRITO, E.L.; ALMEIDA, R.D. Efeito das épocas de semeadura no comportamento de cultivares de soja, no sul do estado do Tocantins. **Ceres**, [S.l.], v. 50, n. 291, 2015.
- BEDENDO, I.P. *et al.* In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A. M.; BERGAMIM FILHO, A. (Ed.). **Manual de Fitopatologia Principios e Conceitos Volume I**. 4. ed. Piracicaba: Agronomia Ceres, 2011. p. 473-477.
- BOSCHINI, L.; CONTIERO, R.L.; MACEDO JÚNIOR, E.K.; GUIMARÃES, V.F. Avaliação da deposição da calda de pulverização em função da vazão e do tipo de bico hidráulico na cultura da soja. **Acta Sci. Agronomy**, [S.l.], p. 171-175, 2008.
- BRASIL, S.D.O.S.; MARQUES, L.D.L.; SILVA, R.F.B.; FREITAS, D.C.L.; SOARDI, K. Importância da resistência de plantas no controle de oídio: um levantamento de cultivares de soja no Brasil. **Revista Científica Rural**, [S.l.], v. 20, n. 2, p. 188-202, 2018.

BRAUN, U.; TAKAMATSU, S. Phylogeny of Erysiphe, Microsphaera, Uncinula and Cystotheca, Podosphaera, Sphaerotheca inferred from rDNA ITS sequences-some taxonomic consequences. **Schlechtendalia**, [S.l.], v. 4, p. 1-33, august. 2000.

CARREGAL, L.H.; WEGENER, H.; SILVA, J.R.C. Doenças de Final de Ciclo: mancha Parda e crestamento foliar de cercóspora ou macha púrpura da semente. In: **Doenças da soja: Melhoramento genético e técnicas de manejo**. Campinas, SP, 2015. 119 p.

CÂMARA, G.M.S. **Introdução ao agronegócio da soja**. Piracicaba: ESALQ, LPV, 2011. p. 1-18.

CESB. Comitê Estratégico Soja Brasil. **Circular Técnica 2: Fatores decisivos para se obter produtividade de soja acima de 4.200 kg/ha**. In: HENRY, S. *et al.* (Org.), 2016.

_____. Comitê Estratégico Soja Brasil. Case campeão Região Sudeste (sequeiro). In: ARAÚJO, B. (Org.). Disponível em: <http://www.cesbrasil.org.br/wp-content/uploads/2021/06/Case-SUDESTE-Breno-Araujo.pdf>. Acesso em: 04 jul. 2021.

CNA. Confederação Nacional da Agricultura e Pecuária do Brasil. **Balança Comercial Consolidada e Séries Históricas. 2020**. Disponível em: <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/assuntos/comercio-exterior/estatisticas/balanca-comercial-brasileira-acumulado-do-ano>. Acesso em: 12 nov. 2020.

_____. CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **Balança Comercial do Agronegócio Brasileiro**. Disponível em: https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/Balanca-Comercial_jan-dez-2020.pdf. Acesso em: 23 maio 2021.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Oitavo levantamento de safra 2020/2021**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 23 maio 2021.

CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM. **Produtos para controle**. Disponível em: <http://www.consorcioantiferrugem.net/#/conteudos/view/11>. Acesso em: 27 jul. 2021.

_____. Mapa de dispersão. **Relato de aparecimento de ferrugem asiática**. Disponível em: <http://www.consorcioantiferrugem.net/#/main>. Acesso em: 28 jul. 2021.

_____. Custo da ferrugem asiática da soja. **A estimativa do custo ferrugem foi elaborada por pesquisadores da área de sócioeconomia e fitopatologia da Embrapa Soja**. Disponível em: http://acacia.cnpso.embrapa.br:8080/cferrugem_files//764411951/Tabela_resumo_ferrugem_atual.pdf. Acesso em: 28 jul. 2021.

CUNHA, J.P.A.R.; FARNESE, A.C.; OLIVET, J.J.; VILLALBA, J. Deposição de calda pulverizada na cultura da soja promovida pela aplicação aérea e terrestre. **Eng. Agríc., Jaboticabal**, [S.l.], v. 31, n. 2, p. 343-351, 2011.

DE ALMEIDA, R.; FORCELINI, C.A.; FIALLOS, F.R.G. Chemical control of foliar diseases in soybean depends on cultivar and sowing date. **Bioscience Journal**, [S.l.], v. 33, n. 5, 2017.

DELP, C.J. **Fungicide resistance in North America**. S. Paul: APS Press, 1988. 133 p.

DUNNE B. Strobilurin use on cereals. **Crop Protection**, [S.l.], v. 23, n. 17, 2005.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistemas de Produção, 6: Tecnologia de produção de soja – região central do Brasil - 2005**. Londrina: Embrapa Soja; Embrapa Cerrados; Embrapa Agropecuária Oeste; Fundação Meridional. 239 p. 2004.

_____. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro**. 2014.

_____. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Boas práticas para o enfrentamento da ferrugem-asiática da soja**. Londrina, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1074899/boas-praticas-para-o-enfrentamento-da-ferrugem-asiatica-da-soja>. Acesso em: 22 nov. 2020.

_____. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Eficiência de fungicidas multissítios no controle da ferrugem-asiática da soja, Phakopsora pachyrhizi, na safra 2017/18: resultados sumarizados dos experimentos cooperativos**. Londrina, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1097030/eficiencia-de-fungicidas-multissitios-no-controle-da-ferrugem-asiatica-da-soja-phakopsora-pachyrhizi-na-safra-201718-resultados-sumarizados-dos-experimento-cooperativos> Acesso em: 24 nov. 2020.

FARR, D.F.; ROSSMAN, A.Y. **Fungal Databases, US National Fungus Collections, ARS, USDA**. Disponível em: <https://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/> Acesso em: 10 set. 2020.

FERREIRA, D.F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, L.P.; LEHMAN, P.S.; ALMEIDA, A.M.R. **Doenças da soja no Brasil**. Londrina: EMBRAPA, CNPSo (EMBRAPA. CNPSo. Circular Técnica 1). 1979. 42 p.

FINOTO, E.L.; CARREGA, W.C.; SEDIYAMA, T.; ALBUQUERQUE, J.A.A.; CECON, P.R.; REIS, M.S. Efeito da aplicação de fungicida sobre caracteres agronômicos e severidade das doenças de final de ciclo na cultura da soja. **Revista Agro@Mambiente on-Line**, [S.l.], v. 5, n. 1, p. 44, 2011.

FREITAS, F.C.L.; MEDEIROS, V.F.L.P.; GRANGEIRO, L.C.; SILVA, M.G.O.; NASCIMENTO, P.G.M.L.; NUNES, G.H. Interferência de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi. **Planta Daninha**, [S.l.], v. 27, n. 2, p. 241–247, 2009.

FURUKAWA, T.; USHIYAMA, K.; KISHI, K. Corynespora leaf spot of scarlet sage caused by Corynespora cassiicola. **Journal of General Plant Pathology**, [S.l.], v. 74, p. 117–119, 2008.

GARCIA, L.C.; MARTINS, M.A.; FRARE, I.C.; MELO, M. H.; NETO, E.M, FILHO, R.Z.; NETO, P.H.W.; ROCHA, C.H.; GOMES, J.A.; SOUZA, N.M. Efficiency of soybean crop fungicide spray applications at timed intervals based on a calendar schedule versus agrometeorological data. **Crop Protection**, [S.l.], v. 132, 2020.

GIORDANI, R.F. **Controle de doenças de final de ciclo e oídio na cultura da soja**. 102 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.

GODOY, C.V. *et al.* Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, [S.l.], v. 31, n. 1, p. 63-68, 2006.

GODOY, C.V. *et al.* **Doenças da Soja**. Sociedade Brasileira de Fitopatologia (SBF), 2014. 32 p.

GODOY, C.V. *et al.* Asian soybean rust in Brazil: Past, present, and future. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S.l.], v. 51, n. 5, p. 407-421, 2016.

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

GODOY, C.V.; UTIAMADA, C.M.; MEYER, M.C.; CAMPOS, H.D.; PIMENTA, C. B.; MIGUEL-WRUCK, D.S. 2017. **Eficiência de fungicidas para o controle da mancha alva, *Corynespora cassiicola*, na safra 2016/17: resultados sumarizados dos experimentos cooperativos**. Circular técnica. Embrapa. Londrina: Embrapa, 2016. p. 6.

GODOY, C.V. *et al.* **Eficiência de fungicidas para o controle da mancha-alva, *Corynespora cassiicola*, na cultura da soja, na safra 2017/18: resultados sumarizados dos experimentos cooperativos**. Circular técnica. Londrina: Embrapa, 2018. p. 6.

GODOY, C.V. Meta-analysis of fungicide efficacy on soybean target spot and cost–benefit assessment. **Plant Pathology**, [S.l.], v. 68, n. 94-106, 2019b.

GRIGOLLI, J.F.J. Manejo de Doenças na Cultura da Soja. **Tecnologia e produção: Soja 2013/2014**. Aracaju, abril, 2014. p. 205-231.

HARTWIG, E.E. Effect of target spot on yield of soybeans. **Plant Disease Reporter**, [S.l.], v. 43, p. 504–505, 1959.

IGARASHI, S. *et al.* Danos causados pela infecção de oídio em diferentes estádios fenológicos da soja. **Instituto Biológico de São Paulo**, [S.l.], v. 77, n. 2, p. 245-250, 2010.

ITO, M.F. Principais doenças da cultura da soja e manejo integrado. **Nucleus**, [S.l.], v. 10, n. 3, 2013.

JULIATTI, F.C.; POLIZEL, A.C.; JULIATTI, F.C. **Manejo integrado de doenças na cultura da soja**. Uberlândia: UFU, 2004. 327 p.

JULIATTI, B.C.M. **Biochemical, physiological and epidemiological characterization of soybean genotypes (*Glycine max*) with partial resistance against soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow & P. Sydow)**. 2018. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2018.

HEANEY, S.; SLAWSON, D.; HOLLOMON, D.W; SMITH, M.; RUSSELL, P.E.; PARRY, D.W. **Fungicide resistance**. Farnham: BCPC & BSPP, 1994. 418 p.

KINGSLAND, G.C. Pathogenicity and epidemiology of *Corynespora cassiicola* in the republic of seychelles. **Tropical Pest Management** [S.l.], v. 32, p. 283–287, 1986.

KOENNING, S.R.; CRESWELL, T.C.; DUNPHY, E.J.; SIKORA, E. J.; MUELLER, J. D. Increased occurrence of target spot of soybean caused by *Corynespora cassiicola* in the southeastern United States. **Plant Disease** [S.l.], v, 90, p. 974, 2006.

LUZZARDI, G.C.; KUHN, G.B.; WETZEL, D.P.; GASTAL, M.F.; RAUP, C. Mancha castanha da soja. Uma doença no Brasil. IPEAS. **Indicação de pesquisa**, [S.l.], v. 8, p.1-3, 1972.

MACIEL, M.S.; FABIANI, G.; DELAZERIL, J.; PRAETORIUS, D. M.; BUSSOLOTTO, V.P.; MACHADO, R.G.; VIEIRA JUNIOR, J.A.L.; GIRARDI, L.B.; TREVIZAN, K.; ELIAS, R.; FARINA, V.A. Efficiency of fungicides for oidium control in soybean crop. **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 17, n. 1, p. 49-55, 2019.

MANTECÓN, J.D. Efficacy of chemical and biological strategies for controlling the soybean brown spot (*Septoria glycines*). **Ciencia e Investigación Agrária**, [S.l.], v. 35, n. 2, p. 211-214, 2018.

MARTINS, M.C.; GUERZONI, R.A.; CÂMARA, G.M. de S. *et al.* Escala diagramática para a quantificação do complexo de doenças foliares de final de ciclo em soja. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 179-184, 2004.

MCGRATH, M.T. What are fungicides. **The plant health instructor**, [S.l.], v. 10, p. 109-115, 2004.

MEDICE, R.; BETTIOL, W.; ALTÉA, U. Q. M. Efeito de bicarbonato de potássio sobre a severidade do oídio em plantas de soja. **Summa Phytopathologica**, [S.l.], p. 35-39, 2013.

MOLINA, E. *et al.* Effect of target spot on soybean yield and factors affecting this relationship. **Plant Pathology**, [S.l.], v. 68, p. 107–115, 2019a.

NASCIMENTO, R.S.M.; FERREIRA, L.R.; ZAMBOLIM, L.; PARREIRA, D.F. COSTA, Y.K.S.; DAMASCENA, J.F.; CECON, P.R. **Volume da mistura de pulverização no controle da ferrugem asiática da soja, Proteção de Cultivos**, 2021. V. 146, p. 662.

NOMURA S.L.; YORINORI J.T.; BROGIN, R.; KITA, M. UTIAMADA, C.M.; SATO, L.M. Eficiências de fungicidas no controle de mancha parda e crestamento foliar de cercospora em soja. **Fitopatologia Brasileira**, [S.l.], v. 21, p.411, 1996.

ONESIROSAN, P.T.; ARNY, D.C.; DURBIN, R.D. Host specificity of Nigerian and North American isolates of *Corynespora cassiicola*. **Phytopathology**, [S.l.], v. 64, p. 1364–1367, 1974.

ORSO, L.; WALENDORFF, R.; CASASSOLA, A.; MACHADO, R.G.; MAMBRIN, R.B. **Aplicação de diferentes fungicidas para o controle de *Microsphaera difusa* na cultura de soja.** *In: MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, MOSTRA DE CRIAÇÃO E INOVAÇÃO*, Passo Fundo, 2018. 1., **Anais [...]**, Instituto de Desenvolvimento Educacional de Passo Fundo: Passo Fundo, RS, 2018. p. 1-14.

PÉREZ-VEGA, E. et al. Genetic mapping of two genes conferring resistance to powdery mildew in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Theoretical and applied genetics**, [S.l.], v. 126, n. 6, p. 1503-1512, 2013.

PICININI E.C.; FERNANDES J.M. **Doenças de Soja, Diagnose, epidemiologia e controle**, Passo Fundo: Embrapa, 1998. CNPT, 91p (Documentos 42).

QUINEBRE, S.R. Aplicação de fungicidas no manejo de doenças de soja. **Rev. Attalea Agron.**, [S.l.], ed. 98, 2014.

RESENDE, A.V. de *et al.* **Protocolo de Avaliação Agronômica de Rochas e Produtos Derivados como Fontes de Nutrientes às Plantas ou Condicionadores de Solo.** Sete Lagoas: Embrapa, 2013.

REZNIKOV, S.; DE LISI, V.; CLAPS, P.; GONZALEZ, V.; DEVANI, R.M.; CASTAGNARO, A.P.; PLOPER, L.D. Evaluation of the efficacy and application timing of different fungicides for management of soybean foliar diseases in northwestern Argentina. **Crop Protection**, [S.l.], v. 124, 2019.

RICHETTI, A.; GARCIA, R.A. **Viabilidade econômica da cultura da soja para a safra 2018/2019, em Mato Grosso do Sul.** Mato Grosso do Sul: Embrapa/ Comunicado Técnico, 2018. v. 236, n. 1, p. 8.

SANTEN, M.L.; VENANCIO, W.S.; OSÓRIO, E.G.; MORESCO, E.; RODRÍGUEZ, M.A.T.; VIEIRA, J.F Avaliação de diferentes fungicidas no controle de DFC na cultura da soja (*Glycine max* L.). **Fitopatologia Brasileira**, [S.l.], v. 26, Suplemento, p. 336, 2001.

SANTOS, W.A. **A importância do estudo de viabilidade econômica para as empresas.** Disponível em: http://www.varginhaonline.com.br/coluna/exibe_artigo.asp?codigo=1535. Acesso em: 21 nov. 2020.

SCHUH, W.; ADAMOWICZ A. Influence of assesment time and modeling approach on the relationship between temperature-left wetness periods and disease parameters of *Septoria glycines* on Soybean. **Phytophatology**, [S.l.], v. 83 n. 9, p. 941-948, 1993.

SCOTT, A.J.; KNOTT, M.A Cluster Analysis Method for Grouping Means in the Analysis of Variance. **Biometrics**, [S.l.], v. 30, n. 3, p. 507, 1974.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R.C.; REIS, M.S. Melhoramento da soja. *In: BORÉM, A. Melhoramento de espécies cultivadas.* Viçosa: UFV, 2005. p. 969.

SEDIYAMA, T. **Melhoramento genético da soja.** Londrina: Mecenas, 2015. V. 1. p 352.

- SILVA, L.H.C.P.; CAMPOS, H.D; SILVA, J.R.C. Manejo de Ferrugem Asiática na soja. *In*: UFLA (Org.). **Núcleo de Estudos em Fitopatologia**: manejo fitossanitário de cultivo Agroenergéticos. Brasília: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 2009. p. 127-136.
- SOARES, R.M.; GODOY, C.V.; OLIVEIRA, M.C.N. de. Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha alvo da soja. **Tropical Plant Pathology**, [S.l.], v. 35, n. 5, p. 333-338, 2009.
- SUMABAT, L.G.; KEMERAIT, R.C.; BREWER, M.T. Phylogenetic diversity and host specialization of *Corynespora cassiicola* responsible for emerging target spot disease of cotton and other crops in the southeastern United States. *Phytopathology*, [S.l.], v. 108, p. 892–901, 2018a.
- UTIAMADA, C.M.; SATO, L.M.; DALBOSCO, M.; YORINORI, J.T. Eficiência de fungicidas no controle de doenças foliares em soja. **Fitopatologia Brasileira**, [S.l.], v. 22, p. 317, 1997.
- UTIAMADA, C.M.; SATO, L.M.; TESSMANN D.J. Eficiências de fungicidas no controle de mancha parda e crestamento foliar de cercospora da soja (*Glycine max*). **Fitopatologia Brasileira**, [S.l.], v. 26, p. 346, 2001b.
- VELLO, N.A.; CARVALHO, R.S.B. **Melhoramento da soja para resistência genética a doenças**. *In*: Grupo de Estudos Avançados em Fitopatologia, GEAFIT, Universidade Federal de Viçosa (Eds.). (Org.). **Melhoramento genético no manejo de doenças de plantas**. 1 ed. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 1, 2013.
- XAVIER, S.A.; CANTERI, M.G.; BARROS, D.C.M.; GODOY, C.V. 2013. Sensitivity of *Corynespora cassiicola* from soybean to carbendazim and prothioconazole. **Tropical Plant Pathology**, [S.l.], v. 38, 431-435, 2013.
- YORINORI, J.T. **Levantamento e avaliação da situação de doenças da soja na safra 1987/88**. *In*: EMBRAPA. Londrina: Centro Nacional de Pesquisa de Soja, 1989. p.158-159.
- YORINORI J.T. **Management of foliar fungal diseases in soybean in Brazil**. *In*: COPPING, L.G.; GREEN, M.B.; REES R.T. (Ed) **Pest management in soybean**. London: Elsevier Applied Science, 1992. p. 185-195.
- YORINORI, J.T.; CHARCHAR, M.J.D.; NASSER, L.C.B.; HENNING, A.A. Doenças da soja e seu controle. *In*: ARANTES, N.E.; SOUZA, P.I.M. (Eds.). **Cultura da soja nos cerrados**. Uberaba: POTAFOS. 1993. p. 333–397.
- YORINORI, J.T. Cultivares de soja resistentes a *Microsphaera diffusa*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 320-321, 1997.
- YORINORI, J.T.; SARTORATO, A. Oídios e leguminosas: feijão e soja. *In*: STADNIK, M. J.; RIVERA, M.C. (Org.). **Oídios**. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2001, p. 255-284.

ZAMBIAZZI, E. V. *et al.* Effects and management of foliar fungicide application on physiological and agronomical traits of soybean. **Australian Journal of Crop Science**, [S.l.], v. 12, n. 2, Feb. 2018.