



CARLA TERESA SILVA DOS REIS

**HÁ EFEITO NO DELONGAMENTO DE APLICAÇÕES DE FUNGICIDAS NO
CONTROLE DE DOENÇAS NA CULTURA DA SOJA?**

LAVRAS/MG

2023

CARLA TERESA SILVA DOS REIS

**HÁ EFEITO NO DELONGAMENTO DE APLICAÇÕES DE FUNGICIDAS NO
CONTROLE DE DOENÇAS NA CULTURA DA SOJA?**

Monografia apresentada à
Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Curso
de Agronomia, para a obtenção do
título de Bacharel.

Prof. Dr. Adriano Teodoro Bruzi

Orientador

Msc. Antônio Henrique Fonseca de Carvalho

Coorientador

LAVRAS/MG

2023

CARLA TERESA SILVA DOS REIS

**HÁ EFEITO NO DELONGAMENTO DE APLICAÇÕES DE FUNGICIDAS NO
CONTROLE DE DOENÇAS NA CULTURA DA SOJA?**

Monografia apresentada à
Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Curso
de Agronomia, para a obtenção do
título de Bacharel.

APROVADA em 21 de março de 2023.

Adriano Teodoro Bruzi

Antônio Henrique Fonseca de Carvalho

Mateus Ribeiro Piza

Prof. Dr. Adriano Teodoro Bruzi

Orientador

LAVRAS/MG

2023

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

Reis, Carla Silva dos.

Há efeito no delongamento de aplicações de fungicidas no
controle de doenças na cultura da soja? / Carla Silva dos Reis. -
2023.

52 p.

Orientador(a): Adriano Teodoro Bruzi.

Coorientador(a): Antônio Henrique Fonseca de Carvalho.
TCC (graduação) - Universidade Federal de Lavras, 2023.
Bibliografia.

1. *Glycine max* (L) Merrill. 2. Produtividade de grãos. 3. Manejo.
I. Bruzi, Adriano Teodoro. II. Carvalho, Antônio Henrique Fonseca
de. III. Título.

AGRADECIMENTOS

Ao findar de mais esta etapa, agradeço primeiramente a Deus por todas as oportunidades e segundas chances diárias para que eu me tornasse uma melhor versão de mim mesma, pelo privilégio da vida e de desfrutar bons momentos e boas companhias até aqui.

À minha família, por todo o apoio, carinho e incentivo, por se fazer presente em todos os momentos, me ajudando a superar desafios que muitas vezes parecem ser impossíveis de serem ultrapassados.

Ao professor Dr. Adriano Teodoro Bruzi, pela oportunidade de ingressar no Pesquisa Soja, por todo conhecimento que compartilha com a equipe, sendo exemplo de pessoa e profissional, além de todo o apoio e disponibilidade prestados durante a realização deste trabalho.

Ao MSc. Antônio Henrique Fonseca de Carvalho, por ter aceito o convite de me coorientar neste trabalho e por todo aprendizado que me proporcionou ao longo destes anos de convivência.

Ao MSc. Mateus Ribeiro Piza, por ter aceito com prontidão o convite para compor a banca de defesa deste trabalho, além de todo o suporte prestado na condução do mesmo.

Ao Engenheiro Agrônomo Auac Breno Lafe, por ceder a área na Estação de Pesquisa vinculada a LAFE Consultoria, por todo o suporte na implantação e condução do experimento.

Aos integrantes do Pesquisa Soja, pela convivência, amizade, companheirismo e troca de experiência durante o período em que trabalhamos juntos.

Aos colaboradores do Setor de Grandes Culturas do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, pelo auxílio durante a condução dos experimentos.

A Universidade Federal de Lavras e a todos os professores que contribuíram para a minha formação pessoal e profissional.

Aos mestres e doutores, colegas, peões, operadores e gerentes que não mediram esforços em partilhar conhecimento com alguém que está iniciando sua carreira.

A TODOS, MEUS SINCEROS AGRADECIMENTOS!

RESUMO

As doenças são um dos principais fatores ambientais que interferem no rendimento, lucratividade e sucesso dos sistemas de produção. O método químico ainda é a ferramenta de controle mais utilizada no manejo de doenças na soja. Todavia, o fator de maior relevância no controle químico é o momento da aplicação. O presente estudo buscou avaliar o efeito do delongamento das aplicações de fungicidas no controle de doenças na cultura da soja. O experimento foi conduzido no ano agrícola 2021/2022, no município de Campanha, Minas Gerais. O delineamento utilizado foi de blocos completos casualizados (DBC), composto por quatro repetições. Utilizou-se a cultivar comercial M5838IPRO, semeada em 18/11/2021. Foram adotadas quatro estratégias de manejo que consistiam nas aplicações de quatro fungicidas comerciais: Aproach® Prima, Ativum®, Cypress® e Fox Xpro®. Foram realizadas cinco aplicações e as estratégias se diferenciam pela época em que os fungicidas foram aplicados, assim descritas: a primeira aos 30 dias após a emergência (DAE) e outras quatro com intervalos aproximados de 15 dias entre elas (T1); a primeira aos 40 DAE e outras quatro com intervalos aproximados de 15 dias entre elas (T2); a primeira aos 50 DAE e outras quatro com intervalos aproximados de 15 dias entre elas (T3); a primeira aos 50 DAE e outras quatro com intervalos aproximados de 15 dias entre elas, sendo adicionado o indutor de resistência Re-Leaf®, entre V6 e V8 (T4); e, uma testemunha, sem aplicação (T5). A partir do estágio vegetativo V8, avaliou-se a ocorrência e severidade de oídio na cultura. Entre R1 e R1+35 dias, avaliou-se a ocorrência e severidade da ferrugem asiática da soja, mancha alvo e mancha parda. Avaliou-se também a altura de inserção da primeira vagem, altura da planta, número de grãos por vagem, número de vagens por planta, peso de mil grãos e produtividade de grãos corrigida para 13% de umidade. O fato de se postergar o início das aplicações, não exerce influência sobre os principais caracteres agrônômicos da soja, bem como sobre a produtividade final de grãos, não interferindo no crescimento e desenvolvimento das plantas. Além disso, observou-se grande efeito dos fatores ambientais previsíveis e imprevisíveis no recrudesimento dos patógenos. Assim, sugere-se que sejam realizados outros estudos, principalmente mais locais e anos agrícolas para se isolar estes fatores na expressão dos fenótipos avaliados.

Palavras-chave: *Glycine max* (L.) Merrill; Produtividade de grãos; Manejo.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	08
2 REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1 Inserção da cultura da soja no Brasil	10
2.2 Principais doenças da cultura da soja	13
2.2.1 Ferrugem asiática da soja (<i>Phakopsora pachyrhizi</i>)	14
2.2.2 Mancha alvo (<i>Corynespora cassiicola</i>)	17
2.2.3 Mancha parda (<i>Septoria glycines</i>)	19
2.2.4 Oídio (<i>Erysiphe diffusa</i>)	21
3 MATERIAIS E MÉTODOS	23
3.1 Local de condução do experimento	23
3.2 Manejo e condução do experimento	23
3.3 Caracteres avaliados	25
3.3.1 Avaliações fito métricas	25
3.3.2 Avaliações fitossanitárias	26
3.3.2.1 Severidade de ferrugem asiática da soja (<i>Phakopsora pachyrhizi</i>)	26
3.3.2.2 Severidade de mancha alvo (<i>Corynespora cassiicola</i>)	26
3.3.2.3 Severidade de mancha parda (<i>Septoria glycines</i>)	27
3.3.2.4 Severidade de oídio (<i>Erysiphe diffusa</i>)	28
3.4 Análises dos dados	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5 CONCLUSÃO	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

1 INTRODUÇÃO

Desde o século passado, a soja é considerada uma das culturas responsáveis por impulsionar grandes mudanças na base da produção brasileira, se tornando uma das principais espécies cultivadas no país em um curto espaço de tempo. O mercado sólido e a grande disponibilidade de diferentes cultivares, bem como o papel social na geração de emprego, aliados as pesquisas e tecnologias desenvolvidas desde o início do seu cultivo, criaram um cenário favorável para a expansão da cultura em todo território brasileiro (LEITNER & ALVES FILHO, 2019; SEDIYAMA; SILVA; BORÉM, 2015).

Quando se analisa a relação entre as exportações e as importações da oleaginosa, esta tem se tornado de extrema importância para a manutenção da balança comercial brasileira. O agronegócio fechou 2022 com exportações recordes de US\$ 159,1 bilhões, crescimento de 32% em relação a 2021, segundo dados do Governo Federal compilados pela Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) no Boletim de Comércio Exterior do Agronegócio. A soja permanece como o principal produto exportado, liderando as vendas externas no ano passado, com receita de US\$ 46,6 bilhões, 20,8% a mais que 2021 (CNA, 2023).

O potencial produtivo da soja depende de inúmeros fatores que, associados, determinam se a produção da cultura será de alta ou baixa magnitude. Segundo o Comitê Estratégico Soja Brasil – CESB, cinco são os fatores que influenciam no decréscimo da produtividade da cultura no Brasil. Dentre eles estão aqueles associados às estratégias de manejo, com exceção dos fatores climáticos, tais como: o impedimento físico até 40 cm de profundidade, bem como, correção e adubação; o arranjo espacial, distribuição e espaçamento de plantas; e o manejo fitossanitário, envolvendo plantas daninhas, pragas e doenças (CESB, 2016).

A produtividade de uma cultura é determinada pela interação de fatores como solo, planta e ambiente. As doenças são um dos principais fatores ambientais que interferem no rendimento, lucratividade e sucesso dos sistemas de produção. A importância econômica de cada doença varia de ano para ano e de região para região, em virtude das condições climáticas de cada safra (GODOY, 2017). Em safras de maior recrudescimento de chuva durante a implantação, observa-se, logo após a emergência, a morte de plântulas ou tombamentos que podem estar associados a fungos de solo. Durante

o desenvolvimento da cultura, as manchas foliares, causadas por fungos e bactérias, são os sintomas mais comuns.

Diante da influência do ambiente sobre a doença, torna-se impossível recomendar uma única estratégia e definir o momento exato da primeira aplicação para manejar doenças em uma grande região, tampouco, definir o número de aplicações necessárias para todo o período de condução das plantas no campo. Desta forma, visando o controle de doenças, existem diversas estratégias que podem ser ou não integradas. No entanto, o controle químico tem sido o mais utilizado (CARVALHO, 2021).

O controle de doenças de plantas com fungicida tem a finalidade de reduzir os danos e de não comprometer a produtividade, sendo que o uso destes produtos impacta diretamente no custo de produção e no aumento do risco de seleção de fungos resistentes (REIS; REIS; ZANATTA, 2018). Os autores, ainda, salientam que estes dois fatores, custo e resistência, são dependentes do número de aplicações.

Por mais eficientes que os produtos utilizados para o controle de doenças na soja sejam, ainda existem alguns pontos críticos a serem observados capazes de promover a redução do número de aplicações, além do momento ideal para a primeira aplicação, podemos citar a capacitação dos técnicos de campo para a correta identificação da doença, bem como a utilização do manejo integrado de doenças (SOUZA, 2021).

Atualmente, o mercado dispõe de tecnologias como a Monitora Oeste, desenvolvida pela Embrapa e a Associação Baiana dos Produtores de Algodão (Abapa), cujo objetivo é emitir alertas relacionados a ocorrência de doenças, condições climáticas favoráveis e dispersão de esporos no ar, dando aos produtores as melhores condições para a tomada de decisão de abrir mão ou de utilizar os defensivos agrícolas na época certa e na dose correta (EMBRAPA, 2022).

Ainda, o monitoramento de pragas e doenças em campo, bem como as aplicações de defensivos agrícolas, via drone, tem se tornado cada vez mais comuns, uma vez que plantas doentes apresentam respostas espectrais diferentes das plantas saudáveis (ARAÚJO, 2013). Os drones são uma subcategoria dos Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) e podem ser utilizados para a captura de imagens de áreas agrícolas, muito embora tenham sido criados para fins militares. O sensoriamento remoto permite a obtenção de informações, por meio do uso de sensores, de um objeto, ou alvo, sem que haja contato físico com o mesmo. Os dados podem ser adquiridos nos níveis aéreo, terrestre e orbital,

de acordo com a distância entre o objeto de interesse e o sensor (ARAÚJO, 2013). Monitorar o surgimento de doenças e/ou pragas na lavoura com drones se mostra muito promissor devido ao baixo custo da operação, considerando a grande quantidade de doenças e pragas que podem ser identificadas pelas imagens aéreas (GARCIA, 2015). Além disso, o constante monitoramento da lavoura de soja utilizando drones e os sistemas de análise e processamento de imagens, possibilita o mapeamento de grandes áreas e o diagnóstico mais precoce da ocorrência da doença na lavoura, sendo possível antecipar as aplicações (JESUS, 2015).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito no delongamento das aplicações de fungicidas no controle de doenças na cultura da soja, bem como, sobre os caracteres fito métricos, relacionados a produção e ao desenvolvimento da cultura da soja.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Inserção da cultura da soja no Brasil

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) tem seu centro de origem situado na região da Manchuria, região nordeste da China. Se disseminou pela Ásia por volta do século XI a.C, América e Europa nos séculos seguintes, através da distribuição de sementes para jardins botânicos e estações experimentais da Alemanha, Inglaterra, Áustria, Holanda, França e Itália, na qual organizações buscavam obter informações acerca do desenvolvimento da espécie (SEDIYAMA et al., 2005). Somente no século XX, o teor de óleo e proteína do grão despertou o interesse das indústrias.

Em 1920, os Estados Unidos da América iniciaram o cultivo comercial da soja, visando a produção de forragens e grãos. Ao mesmo tempo, outros locais do mundo também apostaram no cultivo da espécie, no entanto, devido às condições climáticas desfavoráveis em que se situavam, não obtiveram êxito nas tentativas (SEDIYAMA et al., 2015).

No Brasil, a cultura foi introduzida na Bahia, sem muito sucesso, por volta de 1882, segundo Gustavo Dutra, responsável por conduzir os primeiros estudos de

avaliação da espécie no país. O insucesso desta introdução se deve à baixa adaptação da cultura à latitude do estado. Todavia, novas cultivares foram introduzidas nos estados de São Paulo e Rio Grande do Sul, quase 10 anos depois, em caráter experimental, apresentando melhor desempenho (SEDIYAMA et al., 2015).

Em meados de 1970, com a explosão do preço da soja no mercado mundial, houve a expansão da produção em território nacional, principalmente ao sul, devido a semelhança climática com as tradicionais regiões de cultivo e em virtude de incentivos do governo. A soja, então, assumiu a posição de produto comercial de necessidade estratégica, sendo visada como uma opção de verão em sucessão ao trigo, principal cultura do Sul do país, na época, além da sua facilidade de cultivo, colheita e uso dos mesmos equipamentos (MARCONATO, 2014).

Além disso, com o desenvolvimento de cultivares adaptadas para diferentes regiões, em virtude de investimentos em pesquisa que levaram a “tropicalização” da cultura e permitiram que a mesma fosse plantada em regiões de baixas latitudes, entre o trópico de capricórnio e a linha do equador, houve a expansão do cultivo para áreas de Cerrado, colocando o Brasil como destaque entre os principais produtores de soja do mundo a partir disso (SEDIYAMA et al., 2005).

Desde 2020, o Brasil é considerado o maior produtor e exportador de soja do mundo, respondendo por 50% do comércio mundial. Um dos principais benefícios competitivos do Brasil, em relação aos demais países produtores, relaciona-se ao fato de que o escoamento da safra brasileira ocorre na entressafra americana, quando os preços atingem as maiores cotações (EMBRAPA, 2022).

Atualmente, a soja é uma das principais culturas de importância socioeconômica para o Brasil, sendo considerada, mundialmente, como a principal fonte de óleos e proteínas vegetais para alimentação humana e animal. O grão de soja é rico em proteínas e óleo, com teores de 40% e 20%, respectivamente, para as cultivares brasileiras (BEZERRA et al., 2015). De acordo com o 9º Levantamento da Safra 2021/22, realizado pela Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB, são cerca de 40,98 milhões de hectares plantados – um incremento de 4,6% em relação ao ciclo anterior. Com isso, o Brasil se mantém no topo do ranking mundial de produção de soja, alcançando 124,27 milhões de toneladas produzidas. A produtividade média brasileira foi de 3.032 kg ha⁻¹ (CONAB, 2022).

O Centro-Oeste brasileiro é responsável por quase metade da produção nacional de soja, sendo o estado do Mato Grosso o principal produtor, e, junto com a região Sul, totalizam mais de 70% da produção total. Os problemas climáticos que impactaram de maneira expressiva, sobretudo, os estados da Região Sul do país e no centro-sul de Mato Grosso do Sul, foram determinantes para uma redução de 14% da produtividade média nacional, em relação ao ciclo 2020/21 (CONAB, 2022).

Em Minas Gerais, a produção de grãos tem crescido nos últimos anos. Na safra 2021/22, foram cerca de 1,98 milhões de hectares plantados de soja, com um incremento de 4,4% em relação ao ciclo anterior, totalizando 7,59 milhões de toneladas produzidas, com produtividade média de 3.828 kg ha⁻¹ (CONAB, 2022). O Sul de Minas é a principal região produtora de itens agropecuários do estado, contudo, a produção de café ainda é a atividade agrícola mais importante.

A cultura da soja continua se expandindo para novos territórios do bioma Cerrado, em novas fronteiras agrícolas como MATOPIBA (Maranhão, Piauí, Tocantins e Bahia) e SEALBA (Sergipe, Alagoas e Bahia) no Norte e Nordeste do país, respectivamente. Apesar da extensão de área ocupada atualmente e das perspectivas de crescimento da demanda a nível mundial, o desafio da produção de soja concentra-se em otimizar os sistemas de produção nas áreas já cultivadas, com incremento em produtividade, visto que a expansão do território agrícola não é uma opção a longo prazo (EMBRAPA, 2018).

No Brasil, foi criado o Comitê Estratégico Soja Brasil (CESB), uma entidade sem fins lucrativos formada por profissionais e pesquisadores de diversas áreas que trabalham estrategicamente em prol da sojicultura nacional, buscando fazer sempre mais de forma sustentável e rentável. O CESB promove anualmente o Desafio Nacional de Máxima Produtividade de Soja, que visa reconhecer os melhores sojicultores, nos sistemas irrigado e sequeiro, através de auditorias e análises de lavouras de todo o país (CESB, 2022). Na safra 2020/21, para a categoria Sudeste/Nacional, no município de Madre de Deus de Minas, região do Campo das Vertentes, em Minas Gerais, foi alcançada a marca de 113,99 sacas por hectare – valor que excede o dobro da média nacional (CESB, 2022).

O sucesso que envolve o mercado mundial de soja está atribuído ao sofisticado pacote tecnológico desenvolvido para a cultura, resultado de esforços em pesquisa, aliado a condições ambientais favoráveis e práticas de manejo adequadas. Com destaque especial aos programas de melhoramento genético que disponibilizam novas cultivares

no mercado ao longo dos anos, possibilitando ainda mais a expansão da cultura em diversas regiões (NOGUEIRA; SEDIYAMA; GOMES, 2015).

2.2 Principais doenças da cultura da soja

A produtividade de uma cultura é determinada pela interação de fatores como solo, planta e ambiente. As doenças são um dos principais fatores ambientais que interferem no rendimento, lucratividade e sucesso dos sistemas de produção. Estima-se que as perdas anuais de produção estejam entre 15 a 20%, todavia, em alguns casos, podem chegar a 100% (QUINEBRE, 2014).

Existem mais de 100 doenças que incidem na cultura da soja (JULIATTI, 2018), já foram identificados no Brasil e causam danos à cultura, das quais 50% são causadas por fungos, bactérias, vírus e nematoides (FINOTO et al., 2011; VELLO; CARVALHO, 2013; JULIATTI, 2018).

As doenças que incidem na cultura da soja se intensificaram nos últimos anos em virtude da extensão da área semeada, ampla janela de semeadura e a expansão da cultura para novas regiões, bem como a entrada de novos patógenos no país (GODOY, 2017). Doenças anteriormente classificadas como doenças de final de ciclo (DFCs), como a Septoriose (*Cercospora kikuchii* e *Septoria glycines*), a antracnose (*Colletotrichum truncatum*) e a mancha-alvo (*Corynespora cassiicola*), têm se tornado cada vez mais comuns mesmo no início do ciclo da cultura.

A importância econômica de cada doença varia de ano para ano e de região para região, em virtude das condições climáticas de cada safra (GODOY, 2017). Em safras de maior volume de chuva durante a implantação, observa-se, logo após a emergência, a morte de plântulas ou tombamentos que podem estar associados a fungos de solo. Durante o desenvolvimento da cultura, as manchas foliares, causadas por fungos e bactérias, são os sintomas mais comuns.

Nos tópicos a seguir, serão discutidas as principais doenças foliares que acometem a cultura da soja no Brasil, destacando sua origem, sintomas, principais danos e métodos de manejo.

2.2.1 Ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*)

A Ferrugem Asiática da Soja (FAS) tem como agente causador o fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & Sydow. É considerada uma das doenças de maior importância na cultura da soja, em decorrência do seu alto potencial de dano, que varia entre 10 a 90% nas diversas regiões geográficas onde foi relatada (YORINORI et al., 2005).

O fungo *P. pachyrhizi* é nativo do leste da Ásia e Oceania, sendo exclusivo dessas regiões até o início da década de 50. Em 1951, a doença foi identificada na Índia (SHARMA; MEHTA, 1996), e, nas décadas seguintes, no Havaí e no continente africano (KILLGORE; HEU, GARDNER, 1994; LEVY, 2005).

No Brasil, a FAS foi inicialmente descrita em Lavras, Minas Gerais, em 1979 (JULIATTI et al., 2005). Na safra 2000/01 foi constatada no Paraná (YORINORI et al., 2002) e, nos anos seguintes, atingiu rapidamente quase todas as regiões produtoras de soja, alcançando perdas de até 80%, nas primeiras safras.

As perdas variam em função da intensidade da infecção e da fase na qual ocorrem os primeiros sintomas, de modo que, quanto mais cedo ocorrer, maiores serão os danos. Fatores ambientais como o clima e a temperatura são importantes na determinação da severidade da doença na lavoura (JULIATTI et al., 2005).

Alguns fatores possuem grande influência no desenvolvimento da doença na cultura, dentre eles, condições de molhamento foliar por períodos prolongados, no mínimo 6 horas, associado a dias nublados, chuvosos e/ou alta umidade relativa do ar, bem como temperaturas entre 10 °C a 27,5 °C (YOUNG et al., 2011). O molhamento contínuo das folhas, pode ser causado tanto pela chuva quanto por orvalho.

A doença é caracterizada por pequenas pontuações de coloração pardo-avermelhado na parte adaxial das folhas. Na face abaxial, são visualizadas as urédias, de coloração castanho-claro a castanho-escuro, que se abrem em minúsculos poros, expelindo os esporos da doença – denominados uredósporos. O número de urédias por lesão pode variar de uma a seis. A disseminação da doença é feita unicamente através da dispersão dos uredósporos pelo vento, principalmente em dias secos e sem umidade nas folhas, podendo atingir longas distâncias (YORINORI et al., 2002).

Caso as lesões apresentem coloração castanho-claro, com grande quantidade de soros urediniais e muitos esporos, será denominada do tipo TAN, caso apresentem coloração castanho-avermelhado, com poucos soros urediniais e pouco ou nenhum esporo, será denominada do tipo RB – reddish brown. As lesões RB são caracterizadas por uma reação de hipersensibilidade à infecção do patógeno, de modo que as células próximas ao local de infecção morrem.

A cultura da soja não é a única hospedeira do patógeno, existem mais de 150 espécies de leguminosas que hospedam o *P. pachyrhizi* (AMORIM et al., 2016). As condições ambientais encontradas em grande parte do Brasil, Paraguai e Bolívia são favoráveis a sobrevivência do patógeno durante todo o ano. Na Argentina e nos Estados Unidos, a doença ocorre em função da dispersão de uredósporos produzidos em áreas distantes.

Anteriormente à introdução da ferrugem no Brasil, a cultura da soja era semeada praticamente o ano todo. Contudo, após a entrada do patógeno no país, estas áreas transformaram-se em ponte verde para a sobrevivência do fungo. Os prejuízos causados pela doença incluem redução no número de vagens e, conseqüentemente, no número de grãos, e no peso de mil sementes (PMS), em virtude da desfolha prematura (CAGLIARI, 2018).

De acordo com dados do Consórcio Antiferrugem, estima-se que o custo-ferrugem médio é de US\$ 2 bilhões por safra no Brasil. Entre a safra 2001/02 e a safra 2018/19, os danos causados pela doença atingiram o montante de US\$ 36,5 bilhões, em decorrência de perdas em potencial produtivo e gastos com fungicidas para controle (CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM, 2022).

Em decorrência dos problemas ocasionados pela FAS ainda nos primeiros anos após a sua introdução, em 2004, foi instituído o Consórcio Antiferrugem, do qual fazem parte fundações, universidades, institutos de pesquisa e demais representantes de diversos segmentos da cadeia produtiva da soja. A princípio, o Consórcio teve por objetivo: o monitoramento da dispersão da doença no Brasil e divulgação das informações de detecções por meio do mapa de focos disponibilizado na internet, em tempo real; e a uniformização do conhecimento gerado pela pesquisa e treinamento da assistência técnica (GODOY et al., 2016).

Além do monitoramento assíduo da doença, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) estabeleceu o período de vazio sanitário da cultura da soja – medida fitossanitária para controle da ferrugem. Atualmente, 21 unidades da federação devem instituir a medida. O vazio sanitário compreende o período contínuo de, no mínimo, 90 dias, no qual está expressamente proibido o cultivo ou a manutenção de plantas de soja em qualquer fase de desenvolvimento nas áreas determinadas, visando a máxima redução do inóculo da doença e dos impactos negativos durante a safra seguinte (BRASIL, 2022).

Os fungicidas sítio-específicos utilizados no controle da FAS pertencem a três grupos distintos: os Inibidores de Desmetilação (IDM, “triazóis”); os Inibidores de Quinona Externa (IQe, “estrobilurinas”); e os Inibidores da Succinato Desidrogenase (ISDH, “carboxamidas”). Inicialmente, em 2001, o controle da ferrugem era feito mediante aplicações de triazóis isolados ou associados às estrobilurinas. Em 2008, a utilização de ingredientes ativos isolados passou a não ser recomendada, em virtude da seleção de populações resistentes aos fungicidas IDM. Em 2014, foram observadas reduções de eficiência das estrobilurinas e, em 2017, alguns fungicidas carboxamidas também apresentaram redução de eficiência nos ensaios em rede (CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM, 2021).

Atualmente, o *P. pachyrhizi* apresenta mutações que conferem resistência quantitativa aos três principais grupos de fungicidas sítio-específicos. No entanto, ainda são ferramentas importantes no manejo das doenças. A partir da safra 2013/14, fungicidas multissítios – isolados ou em misturas comerciais – passaram a ser registrados no Brasil. Dessa forma, a utilização de fungicidas multissítios isolados ou associados com sítio-específicos vem crescendo, com o intuito de atrasar o processo de seleção de resistência e aumentar a eficiência dos sítio-específicos (CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM, 2021). Atualmente, existem 147 produtos registrados para o controle da doença na cultura da soja, entre ingredientes isolados e misturas (AGROFIT, 2022).

Todavia, o fator de maior relevância no controle químico é o momento da aplicação. Por ser um fungo biotrófico, sobrevivendo apenas em tecido vivo, obrigatoriamente, a fonte do inóculo inicial é externa, o que dificulta saber o exato momento em que o patógeno entra na lavoura. Aplicações preventivas realizadas nos estádios vegetativos (V3/V4) e a partir do florescimento (R1), quando há o fechamento

das entrelinhas, favorecendo a ocorrência de doenças, têm propiciado maior eficiência de controle, além de preservar o período residual dos fungicidas (CARVALHO, 2021).

2.2.2 Mancha alvo (*Corynespora cassiicola*)

A mancha-alvo foi relatada como uma doença da cultura da soja e do feijão-caupi pela primeira vez no Novo Mundo, em 1945, causada pelo patógeno *Helminthosporium vignae*. Em 1950, o agente etiológico da doença foi reclassificado como o fungo *Corynespora cassiicola* (Berk. & M.A. Curtis) C.T. Wei (WEI, 1950).

No Brasil, os primeiros registros da doença na soja datam de 1974 no Mato Grosso e 1976 nos estados do Paraná e São Paulo (ALMEIDA et al., 1976). Posteriormente, a doença avançou para os estados do Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul (YORINORI, 1989), e, em 1988, foi relatada na Argentina (PLOPER & RAMALLO, 1988). Em 1995, foi novamente descrita nas lavouras de algodão do Brasil, mas sob o nome de mancha foliar de *Corynespora* (MEHTA et al., 2005).

A mancha-alvo era considerada uma doença secundária na economia agrícola, não causando danos econômicos significativos, visto que, na maioria das vezes, era observada apenas ao final do ciclo da cultura, infectando folhas do terço inferior, com baixa incidência e severidade (YORINORI et al., 1993). Atualmente, o fungo é identificado em quase todas as regiões produtoras de soja do Brasil.

C. cassiicola é um fungo patogênico de planta generalizada que induz sintomas em folhas, caules, raízes, flores e frutos em mais de 400 espécies de plantas, em mais de 70 países (FARR & ROSSMAN, 2020), incluindo algumas culturas de grande valor econômico, como o algodão (*Gossypium hirsutum*), o tomate (*Solanum lycopersicum*), a seringueira (*Hevea brasiliensis*), o tabaco (*Nicotiana tabacum*) e o pepino (*Cucumis sativus*) (SUMABAT et al., 2018). Todavia, isolados do *C. cassiicola* foram encontrados em espécies não hospedeiras, sem sintomas de infecção da doença, evidenciando a alta capacidade epifítica de sobrevivência do patógeno sem ao menos causar a doença (ONESIROSAN et al., 1974).

A mancha-alvo é uma doença policíclica e o patógeno tem um ciclo de vida curto, completando muitas gerações em uma mesma safra (AGRIOS, 2005; MACKENZIE et

al., 2018). O inóculo inicial em campo pode ocorrer em virtude da sobrevivência saprofítica em restos culturais e sementes contaminadas (ALMEIDA et al., 2001), em hospedeiros alternativos e pela disseminação pelo vento. Condições de alta umidade relativa do ar, associada a temperaturas amenas, favorecem a disseminação do patógeno e a infecção da doença (SOARES et al., 2009), sendo mais comumente encontrada no dossel inferior em virtude da maior umidade e proximidade com o inóculo primário transmitido pelos restos culturais (GALBIERI et al., 2014).

Os sintomas característicos da doença são lesões foliares concêntricas, distintamente zoneadas com uma mancha mais escura no centro da lesão, remetendo a um alvo (GODOY, 2015), frequentemente, podem estar associadas a um halo verde-amarelado. Os sintomas são similares tanto para a soja quanto para o algodão. No entanto, na soja, o patógeno pode infectar hipocótilos, raízes, folhas, caules, vagens e sementes; enquanto no algodão, pode infectar todas as partes acima do solo. Em casos graves de infecção, a doença pode causar desfolha prematura, reduzindo a capacidade fotossintética da planta e, conseqüentemente, acarretando em perdas de produtividade, que podem chegar até 42% (MOLINA et al., 2019).

Sabe-se que os fungicidas são uma ferramenta eficaz para o controle da mancha-alvo, todavia, suas extensas aplicações podem levar ao desenvolvimento progressivo de resistência pelo fungo (ASADOLLAHI et al., 2013; TARAZI et al., 2019). *C. cassicola* é classificado como um patógeno com alto risco de desenvolver resistência (FRAC, 2019).

Os fungicidas amplamente utilizados 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, “fluxapiroxade e bixafen”); ditiocarbamato (mancozebe); inorgânico (oxicloreto de cobre); e cloronitrila (clorotalonil) (GODOY et al., 2018).

Os benzimidazóis e tiofanatos estão entre os fungicidas MBC, que são classificados como de alto risco para o desenvolvimento de resistência (FRAC, 2022). Ainda, resultados preliminares de ensaios em laboratório mostraram a presença de isolados com sensibilidade reduzida para os fungicidas SDHI em populações coletadas na safra 2017/18. Como todos os fungicidas SDHIs apresentam resistência cruzada, o

gerenciamento da resistência deve ser o mesmo para todos os ingredientes ativos deste grupo (FRAC, 2018). Até agora, a resistência aos fungicidas DMI em *C. cassicola* não foi relatada (ZHU et al., 2020).

Visando o controle químico da mancha-alvo da soja, recomenda-se a utilização de misturas comerciais formadas por dois ou mais fungicidas com mecanismos de ação distintos, evitando-se a aplicação de carboxamidas de maneira isolada e preconizando a associação de moléculas sítio-específicas com multissítios (FRAC, 2018). Mais recentemente, Molina et al. (2019) relataram a baixa eficiência de alguns fungicidas comumente utilizados, como o carbendazim, e uma alta eficácia de produtos contendo fluxapiraxade (SDHI) e piraclostrobina (QoI).

Atualmente, existem 105 produtos registrados para o controle da doença na cultura da soja. Deste total, 68 são combinações de moléculas dos grupos dos triazóis, estrobilurinas, ditiocarbamatos, benzimidazóis, carboxamidas, anilidas e oxicloreto de cobre (AGROFIT, 2022).

2.2.3 Mancha parda (*Septoria glycines*)

A mancha-parda da soja é causada pelo fungo *Septoria glycines*, sendo, atualmente, uma das doenças de maior importância no complexo de doenças de final de ciclo (DFCs). Todavia, pode ocorrer nos estádios iniciais da cultura, acarretando em perdas de rendimento de até 30% (GODOY et al., 2016).

Os primeiros relatos da doença ocorreram nos Estados Unidos da América, em 1922 (WOLF; LEHMAN, 1926). Posteriormente, a doença avançou para países como Argentina, Brasil e China (HARTMAN et al., 2015). No Brasil, foi descrita pela primeira vez no Rio Grande do Sul, em 1972 (LUZZARDI et al., 1972), sendo relatada em 65% das lavouras do estado após dois anos da sua identificação (EMBRAPA, 1979).

A reprodução do patógeno é favorecida em condições quentes e úmidas, sendo a temperatura ideal em torno de 25 °C, podendo, ainda, se desenvolver entre 15 °C e 30 °C (HARTMAN et al. 2015). Para que a infecção do patógeno ocorra, faz-se necessário um período de molhamento foliar de, no mínimo, 6 horas (PICININI; FERNANDES, 1998), no entanto, são formadas poucas lesões quando esse período é inferior a 48 horas

(SCHUH; ADAMOWICZ, 1993). Em virtude da sobrevivência saprofítica em restos culturais e sementes contaminadas, associada a condições de maior umidade, o inóculo inicial é comumente encontrado nas folhas do baixeiro, causando desfolha severa em plantas de 35 a 40 dias (YORINORI, 1997).

A capacidade fotossintética da planta, entre os estádios de florescimento (R1) e enchimento de grãos (R5), está diretamente relacionada ao número de grãos por planta e peso final desses grãos e, conseqüentemente, com o rendimento (EGLI, 2001). Logo, a manutenção do dossel da planta até o estágio de maturação é extremamente importante para garantir o potencial produtivo da lavoura.

Os sintomas iniciais da doença podem ser observados ainda em V2, evoluindo para manchas necróticas de coloração marrom-escuro com um halo clorótico (MUELLER et al., 2016). No início da infecção, as manchas possuem cerca de 1 mm de diâmetro, caracterizando pontuações pardas que podem evoluir até 4 mm. É comum a ocorrência da doença em regiões de solos com baixa fertilidade, manifestando-se com maior intensidade em R5, acarretando na maturação precoce dos grãos (GODOY et al., 2016).

Devido à sobrevivência do fungo nos restos culturais, o controle mais eficiente pode ser obtido pela rotação de culturas, associado a melhoria das condições físico-químicas do solo (EMBRAPA, 2002). Não foram identificadas resistência ou susceptibilidade à doença em cultivares de soja liberadas, destacando-se a importância do manejo químico (HARTMAN et al., 2015).

O controle químico é a principal ferramenta de manejo da mancha-parda, de modo que, a aplicação de fungicidas na fase inicial da doença pode reduzir ou mesmo evitar a evolução dela ao longo do ciclo da cultura (HEANEY et al., 1994; DELP, 1988). A aplicação de clorotalonil ou misturas de inibidores de desmetilação e de quinona entre os estádios de florescimento (R1) e enchimento de grãos (R6) pode efetivamente controlar a mancha-parda da soja. Ainda, a aplicação de estrobilurinas ou azoxistrobinas, ou misturas de estrobilurinas com triazóis, visando a redução da severidade da doença mostrou-se eficiente, todavia, não houve incremento em produtividade (CRUZ et al., 2010).

O controle químico da mancha-parda na soja consiste no uso de fungicidas dos grupos químicos dos benzimidazóis, triazóis e estrobilurinas (EMBRAPA, 2002), que atuam no controle da doença, prolongando o ciclo da cultura e reduzindo a desfolha do

dossel (SANTEN et al., 2001; UTIAMADA et al., 2001), garantindo altos níveis de produtividade (BALARDIN et al., 2001; JULIATTI, POLIZEL & JULIATTI, 2004). Atualmente, existem 248 produtos registrados para o controle da doença na cultura da soja, entre ingredientes isolados e misturas (AGROFIT, 2022).

2.2.4 Oídio (*Erysiphe diffusa*)

O oídio [*Erysiphe diffusa* (Cooke & Peck) U. Braun & S. Takamatsu] é uma das doenças mais antigas que acometem a cultura da soja, podendo causar perdas de até 40% no rendimento. Inicialmente, a doença foi atribuída aos patógenos *Erysiphe polygoni* Dc. ex. Merat e *Microsphaera diffusa* Cook e Peck, contudo, atualmente, *Erysiphe diffusa* é o principal agente causador do oídio na cultura da soja (BRAUN; TAKAMATSU, 2000).

O oídio foi identificado na Alemanha, em 1921 (WAHL, 1921), e, após 10 anos, houve o primeiro relato da doença nos Estados Unidos (LEHMAN, 1931). Nos anos que se seguiram, houve relatos em diversos países da América do Norte e do Sul, como Brasil, Canadá, Peru, Porto Rico, Paraguai e Argentina (PLOPER et al., 1999), além da Ásia e África do Sul.

No Brasil, até a safra de 1995/96, o oídio era considerado uma doença secundária na economia agrícola, que não causava danos econômicos significativos. Era observado principalmente em plantas de soja em casa de vegetação e a campo, em final de ciclo de cultivares tardias. Todavia, na safra 1996/97, favorecida pelo clima chuvoso e temperaturas amenas, a doença atingiu cultivares suscetíveis, em níveis epidemiológicos, envolvendo toda as áreas de produção de soja. A partir deste período, com a alteração do clima nas safras subsequentes, predominando longos períodos de estiagem e altas temperaturas, a doença ficou restrita às regiões Sul e Cerrado (SARTORATO; YORINORI, 2001).

O *E. diffusa* é um patógeno biotrófico obrigatório que se desenvolve na parte aérea da planta de soja sem matá-la. Pode, ainda, se estender para as hastes, pecíolo e vagem, contudo, é mais comum em folhas e hastes (ITO, 2013). O sintoma característico é o próprio sinal da doença – eflorescência branca, pulverulenta, que pode recobrir folhas.

Quando em condições de infecção severa, a eflorescência apresenta coloração castanho-acinzentada, levando a queda prematura das folhas.

Os danos causados pelo fungo estão relacionados ao processo de fotossíntese, em decorrência da diminuição da quantidade de luz que chega à superfície da folha, e à retirada de nutrientes da célula. Em alguns casos, os danos a produção podem chegar a 40% (BEDENDO, 2011), sendo recomendado o controle químico como medida de mitigação dos danos (YORINORI, 1997).

O desenvolvimento do fungo *E. diffusa* é favorecido em condições de baixa umidade relativa e temperaturas entre 18 °C a 30 °C (GODOY et al., 2016; BRASIL et al., 2018). Temperaturas acima de 30 °C e molhamento foliar inibem o desenvolvimento da doença. Dessa forma, tanto a época de semeadura como a fase de desenvolvimento da cultura exercem influência na severidade da doença, visto que questões climáticas podem ou não favorecer a ocorrência da doença (GRIGOLLI, 2014).

A disseminação do patógeno é feita, principalmente, pela ação do vento. Dessa forma, a dispersão dos conídios ocorre a longas distancias. A germinação ocorre sobre a folha, após três horas de inoculação. Com oito horas, ocorre a penetração do apêndice nas células epidérmicas. Com 108 horas após a inoculação, os conídios começam a se formar, e com 144 horas, já se tem conídios e conidióforos bem definidos (SARTORATO; YORINORI, 2001).

O rápido crescimento do fungo não causa sintoma visível, todavia, inibe significativamente a fotossíntese e, ao contrário de outros patógenos, inibe também a transpiração. O oídio é uma doença de difícil controle, em virtude do grande número de esporos produzidos, os quais são facilmente dispersos pelo vento. Além disso, pode ser transmitido através de sementes infectadas restos culturais e plantas daninhas (PÉREZ-VEGA, 2013).

A água pode atuar como agente de controle, removendo as estruturas do fungo encontradas na superfície da planta, prejudicando seu desenvolvimento e sua dispersão (BEDENDO et al., 2011). Dentre os métodos de controle mais eficientes, tem-se a utilização de cultivares resistentes, no entanto, mesmo apresentando algum nível de resistência, quando semeadas nas épocas mais favoráveis à ocorrência da doença, acabam sendo suscetíveis (GRIGOLLI, 2014). Para o controle químico do oídio, são utilizados fungicidas sistêmicos dos grupos dos triazóis, estrobilurinas e carboxamidas. Atualmente,

existem 14 produtos registrados para o controle da doença na cultura da soja, entre ingredientes isolados e misturas (AGROFIT, 2022).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Local de condução do experimento

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2021/2022, na Estação de Pesquisa PensAgro, localizada no município de Campanha, Minas Gerais, instalada a 876 m de altitude, 21°46'29,9" Sul e 45°25'32,8" Oeste. O município de Campanha tem clima Cwa (subtropical, com verão chuvoso e inverno seco), segundo Classificação de Koppen (SANTOS, 2019).

3.2 Manejo e condução do experimento

O experimento foi instalado na segunda quinzena de novembro de 2021, utilizando-se a cultivar M 5838 IPRO. O genótipo apresenta hábito de crescimento indeterminado, grupo de maturação 5.8 e ciclo médio estimado para a região de 138 dias.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos casualizados (DBC) com quatro repetições e cinco tratamentos, totalizando 20 parcelas experimentais. Cada parcela foi composta de seis linhas de semeadura espaçadas 0,50 m entre si e com seis metros de comprimento. A área útil de cada parcela foi de 6,0 m², constituindo-se de duas linhas centrais.

Adotou-se quatro estratégias de manejo que constituíram nas aplicações de quatro fungicidas comerciais, em diferentes épocas, e um tratamento controle (sem aplicação de fungicida). Os produtos utilizados estão descritos na Tabela 1. As aplicações dos produtos foram realizadas utilizando-se um pulverizador costal pressurizado com CO², equipado com pontas de pulverização tipo leque, com ângulo de 110° e pressão média de 2,0 bar. O equipamento produz gotas médias e aplica um volume de calda equivalente a 200 L ha⁻¹.

Tabela 1 – Descrição dos produtos comerciais utilizados no experimento.

Produto Comercial	Princípio Ativo	I.A.¹	Formulação	Dose Utilizada
Aproach® Prima	Ciproconazol	80	SC ²	0,6 L ha ⁻¹
	Picoxistrobina	200		
Ativum®	Epoxiconazol	50	EC ³	1,0 L ha ⁻¹
	Fluxapiroxade	50		
	Piraclostrobina	81		
Cypress®	Ciproconazol	150	EC	0,5 L ha ⁻¹
	Difenoconazol	250		
Fox Xpro®	Bixafem	125	SC	0,4 L ha ⁻¹
	Protioconazol	175		
	Trifloxistrobina	150		

¹IA: Ingrediente Ativo. ²SC: Suspensão Concentrada. ³EC: Concentrado Emulsionável.

Fonte: Da Autora (2023).

Foram realizadas cinco aplicações e as estratégias se diferenciam pela época em que os fungicidas foram aplicados, assim descritas: a primeira aos 30 dias após a emergência (DAE) e outras quatro com intervalos aproximados de 15 dias entre elas (T1); a primeira aos 40 DAE e outras quatro com intervalos aproximados de 15 dias entre elas (T2); a primeira aos 50 DAE e outras quatro com intervalos aproximados de 15 dias entre elas (T3); a primeira aos 50 DAE e outras quatro com intervalos aproximados de 15 dias entre elas, sendo adicionado o indutor de resistência Re-Leaf®, entre V6 e V8 (T4); e, uma testemunha, sem aplicação (T5). Na Tabela 2 estão apresentadas as descrições dos fungicidas utilizados, juntamente com a estratégia de manejo adotada.

Tabela 2 – Descrição dos tratamentos adotados.

Tratamentos	Produtos	Época de aplicação	Adicionais
T1	Aproach® Prima	30 DAE ¹	Adjuvante Aureo® Ester Metílico de óleo de Soja 720 g/L EC
	Ativum®	45 DAE	
	Fox Xpro®	60 DAE	
	Fox Xpro®	75 DAE	
	Cypress®	90 DAE	
T2	Aproach® Prima	40 DAE	Adjuvante Aureo® Ester Metílico de óleo de Soja 720 g/L EC
	Ativum®	55 DAE	
	Fox Xpro®	70 DAE	
	Fox Xpro®	85 DAE	
	Cypress®	100 DAE	
T3	Aproach® Prima	50 DAE	Adjuvante Aureo® Ester Metílico de óleo de Soja 720 g/L EC
	Ativum®	65 DAE	
	Fox Xpro®	80 DAE	
	Fox Xpro®	95 DAE	
	Cypress®	110 DAE	
T4	Aproach® Prima	50 DAE	Adjuvante Aureo® Ester Metílico de óleo de Soja 720 g/L EC + Indutor de resistência Re-Leaf®
	Ativum®	65 DAE	
	Fox Xpro®	80 DAE	
	Fox Xpro®	95 DAE	
	Cypress®	110 DAE	
T5	Controle	-	-

¹DAE: Dias Após a Emergência.

Fonte: Da Autora (2023).

3.3 Caracteres avaliados

3.3.1 Avaliações fito métricas

Foram avaliados os seguintes caracteres agronômicos:

- a) Altura de inserção da primeira vagem (cm): dada pela distância do colo da planta até a extremidade do nó de inserção do primeiro legume, medida em 3 plantas aleatoriamente, com auxílio de régua graduada;
- b) Altura de plantas (cm): dada pela distância do colo da planta até a extremidade da haste principal, medida em 3 plantas aleatoriamente, com auxílio de régua graduada;

- c) Peso de mil grãos (g): calculado por meio da contagem de oito amostras de 100 grãos, conforme a metodologia proposta por Brasil (2009);
- d) Número de sementes por vagem: contado manualmente em 3 plantas aleatoriamente;
- e) Número de vagens por planta: contado manualmente em 3 plantas aleatoriamente;
- f) Produtividade (kg hectare⁻¹): determinada a partir da colheita da área útil das parcelas, sendo o peso final corrigido a 13% de umidade e convertido em kg ha⁻¹.

3.3.2 Avaliações fitossanitárias

3.3.2.1 Severidade de ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*)

A porcentagem de área foliar coberta com sintomas da doença foi quantificada com o auxílio de escala diagramática (GODOY et al., 2006). As avaliações foram realizadas a partir do estágio R1 ou início do florescimento (FEHR et al., 1971) até R1+35 dias, em cinco folíolos centrais de trifólios (2 do terço inferior, 2 do terço médio e 1 do terço superior) por parcela, sendo a média da severidade uma estimativa da média da doença na parcela.

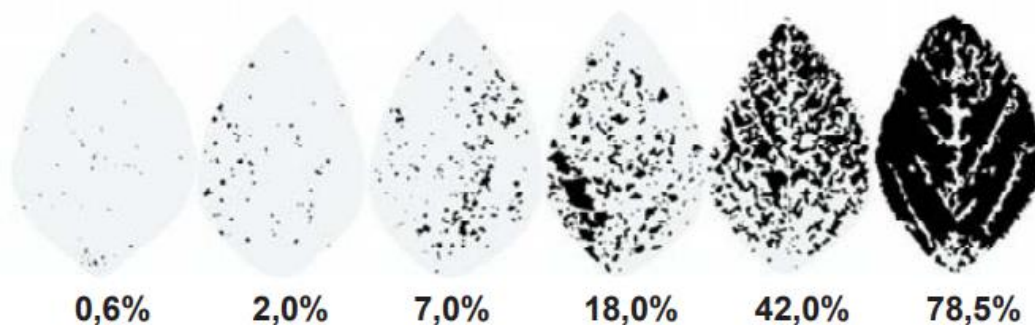


Figura 1. Escala diagramática para avaliação da severidade de ferrugem da soja.

Fonte: Godoy et al. (2006).

3.3.2.2 Severidade da mancha alvo (*Corynespora cassiicola*)

A quantificação da severidade definida como a porcentagem da área foliar coberta com sintomas de mancha alvo (*Corynespora cassiicola*), foi realizada com o auxílio de escala diagramática (SOARES et al., 2009). As avaliações foram realizadas a partir do estágio R1 ou início do florescimento (FEHR et al., 1971) até R1+35 dias, em cinco folíolos centrais de trifólios (2 do terço inferior, 2 do terço médio e 1 do superior) por parcela, sendo a média da severidade uma estimativa da média da doença na parcela.

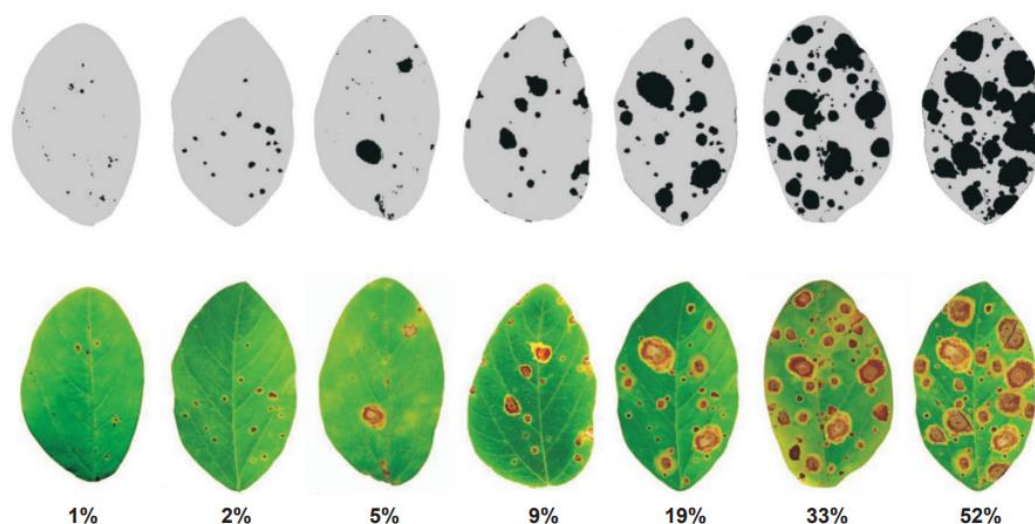


Figura 2. Escala diagramática para avaliação da severidade de mancha alvo na soja.

Fonte: Soares et al. (2009).

3.3.2.3 Severidade da mancha parda (*Septoria glycines*)

A quantificação de mancha parda (*Septoria glycines*) foi realizada com o auxílio de escala diagramática (MARTINS et al., 2004). As avaliações foram realizadas a partir do estágio R1 ou início do florescimento (FEHR et al., 1971) até R1+35 dias, em cinco folíolos centrais de trifólios (2 do terço inferior, 2 do terço médio e 1 do superior) por parcela, sendo a média da severidade uma estimativa da média da doença na parcela.

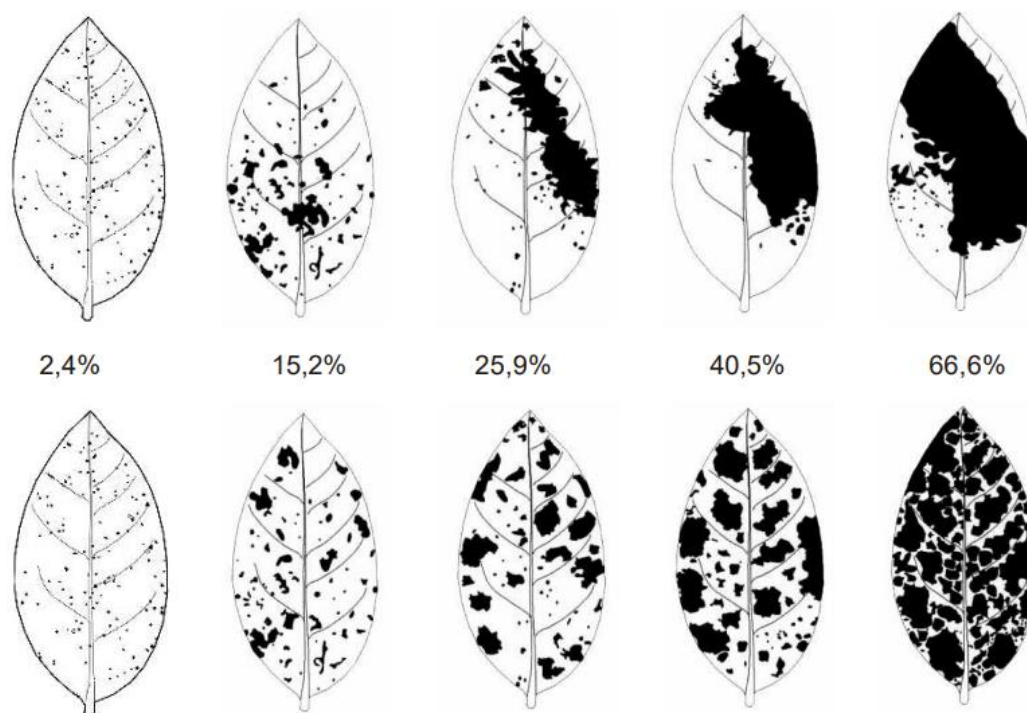


Figura 3. Escala diagramática das doenças de final de ciclo da soja causadas por *Septoria glycines* e *Cercospora kikuchii*. Painel superior: sintomas agregados. Painel inferior: sintomas aleatoriamente distribuídos.

Fonte: Martins et al. (2004).

3.3.2.4 Severidade de oídio (*Erysiphe diffusa*)

A quantificação da severidade de oídio (*Erysiphe diffusa*) foi realizada com o auxílio de escala diagramática (MATTIAZZI, 2003). As avaliações foram realizadas a partir do estágio V8 (FEHR et al., 1971), em quatro pontos nas linhas centrais de cada parcela. O valor de severidade estimado nestes pontos foi utilizado para cálculo da severidade média das parcelas.

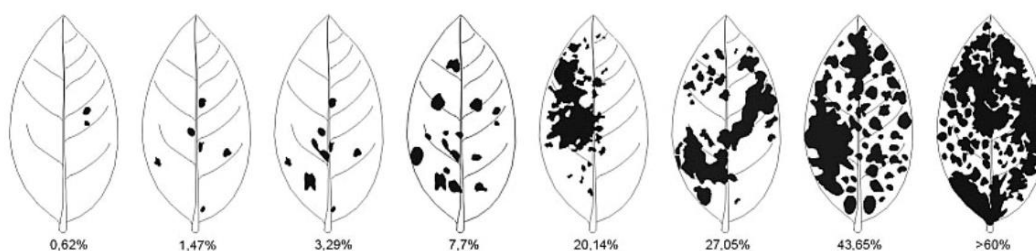


Figura 4. Escala diagramática para quantificação da severidade de oídio da soja.

Fonte: Mattiazzi (2003).

3.4 Análises dos dados

Todas as análises foram realizadas com o auxílio do software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2023). Primeiramente, os dados foram submetidos a análise exploratória para verificação da presença de possíveis outliers. Em seguida, foram analisados pelo modelo descrito na equação um. Os resíduos foram submetidos à análise de normalidade com base no teste de Shapiro-Wilk (SHAPIRO; WILK, 1965) e, a detecção da homogeneidade da variância entre as repetições, conforme o teste F máximo (HARTLEY, 1950).

(1)

$$y_{ijk} = \mu + \beta_j + \theta_i + e_{ij}$$

em que:

y_{ij} : Valor observado para a característica analisada no genótipo i no bloco j ;

μ : constante associada a todas as observações, assumido como fixo;

β_j : efeito do bloco j , assumido como fixo;

θ_i : efeito do genótipo i , assumido como fixo;

e_{ij} : efeito do erro associado a observação do genótipo i no bloco j , assumido como aleatório ($e_{ik} \sim N(0, \sigma_e^2)$).

Para todos os caracteres avaliados foram calculados o coeficiente de variação experimental e o teste de agrupamento de médias de Scott e Knott (1974), a 5% de probabilidade, para aferir a qualidade experimental.

As estimativas de coeficiente de variação foram obtidas por:

(2)

$$CV = \frac{\sqrt{QME}}{\bar{x}}$$

em que:

QME: quadrado médio do erro;

\bar{x} : média.

De posse dos dados referentes a severidade, calculou-se a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), conforme Sharner e Finner (1977), descrito na equação três.

(3)

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

em que:

AACPD: área abaixo da curva de progresso da doença;

Y_i: proporção da doença na i-ésima observação;

T_i: tempo, em dias, na i-ésima observação;

n: número total de observações.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo das análises de variância dos caracteres agronômicos está representado na Tabela 3. Obteve-se boa precisão experimental, com coeficientes de variação (CV) inferiores ou próximos de 20%, o que denota um menor erro associado as estimativas dos parâmetros. Este fato indica a adequada condução dos experimentos, associado à homogeneidade das parcelas experimentais. Além disso, cabe 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).

Tabela 3. Resumo das análises de variância para as fontes de variação (FV) quadrado médio de tratamento (QMTRAT) e quadrado médio do resíduo (QMR) para caracteres agrônômicos na cultura da soja submetida a diferentes tratamentos químicos.

FV	APV	AP	NV	NG	PMG	PROD
QMTRAT	12,77 ^{ns}	118,17*	354,73*	2617,00 *	108,46 ^{ns}	297434,00 ^{ns}
QMR	4,02	4,87	45,43	210,95	27,51	382878,00
CV%	13,19	2,63	14,85	13,66	2,99	12,74
Média	15,20	84,00	45,40	106,33	175,18	4856,36

*. ^{ns} significativo e não significativo, respectivamente, ao nível de 0,05 de significância pelo teste F.

Altura de inserção da primeira vagem (APV), altura de planta (AP), número de vagens (NV), número total de grãos (NG), peso de mil grãos (PMG), produtividade de grãos (PROD) e coeficiente de variação em porcentagem (CV%).

Fonte: Da Autora (2023).

Verifica-se que o efeito dos tratamentos quanto à altura de inserção da primeira vagem (APV) foi não significativo ($p > 0,05$), porém, todos os tratamentos apresentaram altura superior a 12 cm, dentro dos limites citados na literatura para se reduzir perdas durante o processo da colheita mecanizada (YOKOMIZO, 1999). A APV pode variar de 10 a 12 cm, sendo ideal para a maioria das condições de cultivo de soja que esta seja em torno de 15 cm, pois os legumes que ficam muito próximos ao solo, abaixo do nível da barra de corte, permanecem ligados ou fixados na haste da planta, gerando perdas no processo de colheita. Em relação à altura de planta (AP), o efeito foi significativo ($p < 0,05$). A maior média para AP foi observada nas plantas do T5 (93,33 cm), sendo esta estatisticamente superior as demais (Tabela 4).

Tabela 4. Resultados do teste de agrupamento de médias Scott & Knott (1974) para as variáveis altura de inserção da primeira vagem (APV), altura de planta (AP), número de vagens (NV), número total de grãos (NG), peso de mil grãos (PMG) e produtividade de grãos (PROD) na cultura da soja submetida a diferentes tratamentos químicos.

Tratamento	APV	AP	NV	NG	PMG	PROD
T1	13,67 a	79,33 c	40,67 b	95,33 b	168,85 a	5100,02 a
T2	16,67 a	79,33 c	42,00 b	102,00 b	169,55 a	4546,17 a
T3	16,67 a	80,33 c	36,67 b	85,00 b	176,00 a	4941,32 a
T4	16,67 a	87,66 b	64,33 a	158,00 a	183,00 a	5106,43 a
T5	12,33 a	93,33 a	43,33 b	91,33 b	178,50 a	4587,85 a

*Médias seguidas de mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott e Knott (1974) com 0,05 de significância.

Em relação ao número de vagens por planta (NV) e ao número total de grãos (NG) o efeito dos tratamentos foi significativo ($p < 0,05$). Como um dos principais

componentes de produtividade, o NV deve estar associado ao NG, pois ambos são características genóticas atribuídas as diferentes cultivares (PEIXOTO et al., 2000). Assim, a relação do NG com o NV denota que a variação observada nestes dois caracteres foi semelhante.

O NV e o NG foram maiores para T4, o qual recebeu cinco aplicações, uma aos 50 DAE e outras quatro com intervalos aproximados de 15 dias entre elas, além do indutor de resistência Re-Leaf® entre V6 e V8. Pasqua et al. (2015) observaram que o número de vagens não é afetado pela aplicação de fungicidas, independentemente do número de aplicações e estágio de desenvolvimento das plantas. Por outro lado, Alves e Juliatti (2018) e Barbosa et al. (2014), avaliando diferentes fungicidas para o controle da ferrugem da soja em São Paulo e Minas Gerais, respectivamente, evidenciaram que a aplicação de fungicidas aumenta o número de vagens por planta.

O peso de mil grãos (PMG) não foi influenciado pelos tratamentos, sendo observado o valor médio de 175,18 g. Mesmo fato foi observado para a produtividade de grãos (PROD). A média geral foi 4.856,36 kg ha⁻¹ para PROD, valor superior à média nacional de 3.026,00 kg ha⁻¹ (CONAB, 2022), muito embora o efeito dos tratamentos quanto à produtividade não tenha sido significativo, não diferindo estatisticamente.

O resumo das análises de variância para a severidade dos caracteres fitossanitários está apresentado na Tabela 5. Maiores magnitudes do coeficiente de variação foram observadas para as avaliações da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), com CV variando entre 15,68 e 38,80%. 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, pois quando o valor médio é próximo a zero, o coeficiente de variação se aproxima do infinito, e isto é uma possível explicação para a baixa precisão experimental observada para o caractere AACPD (SOARES et al., 2015).

Tabela 5. Resumo das análises de variância para as fontes de variação (FV) quadrado médio de tratamento (QMTRAT) e quadrado médio do resíduo (QMR) para AACPD para severidade das variáveis fitossanitárias na cultura da soja submetida a diferentes tratamentos químicos.

FV	Oídio	Mancha Parda	Mancha Alvo	Ferrugem
QMTRAT	22339,10*	14332,00*	1806,20 ^{ns}	536,06*
QMR	1537,10	2939,70	1926,80	49,87
CV%	17,98	19,33	15,68	38,80
Média	218,10	280,46	280,00	18,20

*, ^{ns} significativo e não significativo, respectivamente, ao nível de 0,05 de significância pelo teste F.

Fonte: Da Autora (2023).

A análise de variância para a AACPD evidencia que há diferença significativa para todos os patossistemas avaliados, com exceção da mancha alvo (Figura 5). Para oídio, os tratamentos nos quais houve um maior atraso no início das aplicações de fungicidas (T3 e T4) ou que não houve aplicação – controle (T5) apresentaram maior severidade da doença, verificados pelos maiores valores de AACPD. Por seu turno, para mancha parda, o T3 apresentou maior severidade da doença, seguido do T4, ambos com maior atraso no início das aplicações. A mancha alvo foi o único patógeno em que não se observou diferença significativa para nenhuma estratégia de manejo adotada. Para ferrugem asiática, o T5 (controle) apresentou maior severidade da doença, seguido do T3, sendo estatisticamente inferiores aos demais tratamentos.

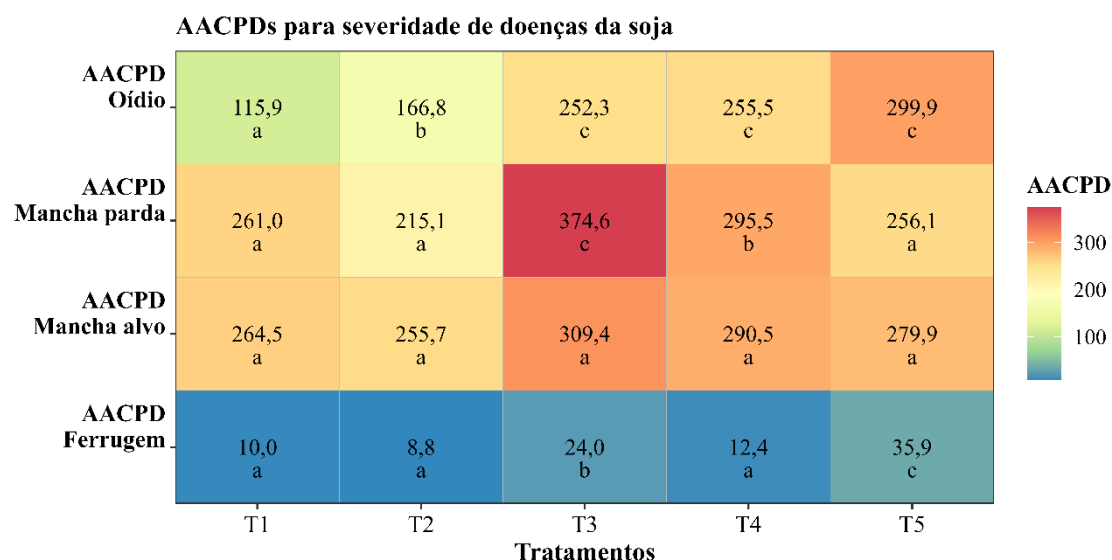


Figura 5. Área abaixo da curva de progresso das doenças oídio, mancha parda, mancha alvo e ferrugem asiática da soja para a severidade média de cinco avaliações por parcela, submetidas a diferentes tratamentos químicos.

*Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott (1974) ao nível de 0,05 de significância.

Fonte: Da Autora (2023).

Os tratamentos 3 e 4 se diferenciam quanto a adição do indutor de resistência, a base de fosfitos de cobre e manganês, sendo, portanto, observado um desempenho superior na AACPD para severidade de mancha parda e ferrugem no T4. Os resultados evidenciam, que os mecanismos de defesa foram estimulados. Silva et al. (2013) e Spolti et al. (2015) afirmam que há uma relação entre a concentração dos indutores de resistência no tecido vegetal e a severidade dos fitopatógenos nas plantas, principalmente, em relação a supressão da severidade de doenças causadas por fungos.

Produtos à base fosfito de cobre associados a fungicidas proporcionam um efeito sinérgico, refletindo no efeito supressivo sobre a severidade de doenças e na produtividade. O dinamismo entre ambos aumenta a resposta imunológica da planta ao ataque de patógenos, induzindo a síntese sistêmica de fitoalexinas (MONTEIRO et al., 2014). O uso do indutor de resistência, em combinação com fungicidas, pode aumentar a eficiência de controle de doenças, além de reduzir a seleção de fitopatógenos resistentes. Tal combinação, ainda, incrementa na atividade residual de fertilizantes (ROSENBERGER & COX, 2009; SILVA CAVALCANTE et al., 2020).

Contudo, os tratamentos nos quais as aplicações foram feitas na época ideal (T1) ou com menor atraso (T2) apresentaram resultados estatisticamente superiores para a maioria dos caracteres fitossanitários, evidenciando que o momento ideal para a primeira

aplicação é ponto chave no controle de doenças na soja, por maior que seja a eficiência dos produtos utilizados.

É importante mencionar também que, desde a safra de 2002/2003, devido a utilização contínua de produtos específicos, sem uma preocupação com a resistência, os mesmos foram perdendo sua efetividade no controle de doenças, principalmente, ferrugem asiática e mancha alvo. Diversos são os relatos de diminuição de eficiência dos princípios ativos. Na safra 2005/2006, foi observada uma redução da eficiência de triazóis (FURTADO, 2007), com situações que atingiram 50% ou menos do valor de eficácia. Ainda assim, Knebel et al. (2019) demonstraram que a produtividade de soja reduziu 35% quando nenhuma aplicação de fungicida foi realizada, o que mostra a importância da assertividade na estratégia de manejo dessa doença.

Tem-se, ainda, que a cobertura proporcionada pela aplicação de fungicida sobre o dossel da soja em geral é pouco uniforme, principalmente na parte inferior, resultando em controle ineficiente, mesmo com produtos sistêmicos (CUNHA et al., 2014). Assim, para o sucesso da aplicação, é necessário realizar o processo adequadamente, buscando garantir que o produto alcance o alvo de forma eficiente, minimizando as perdas e reduzindo a contaminação do ambiente. Muitas vezes, parte do produto é perdido durante a aplicação, principalmente pela má qualidade da aplicação, terrestre ou aérea (NUYTTENS et al., 2011; TSAI et al., 2005).

Esperava-se desempenho inferior em relação aos caracteres fito métricos e fitossanitários avaliados nos tratamentos em que se postergou o início das aplicações de fungicidas ou no qual não houve aplicação (controle). No entanto, o atraso no início das aplicações não exerceu influência sobre as características agronômicas das plantas, bem como sobre a produtividade final de grãos, não interferindo no crescimento e desenvolvimento das plantas. Muito embora alguns tratamentos se destacaram em relação a severidade de doenças na cultura, não é possível afirmar diretamente o efeito da aplicação de fungicidas sobre o controle de doenças fúngicas na soja, uma vez que a testemunha (sem aplicação) apresentou resultados similares aos tratamentos para alguns caracteres estudados. Este comportamento pode ser explicado pelos fatores ambientais previsíveis e imprevisíveis (SILVA et al., 2017), mas, sobretudo devido ao efeito da interação por ano agrícola.

Considerando-se as condições atípicas do ano agrícola 2021/2022, sugere-se que sejam realizados outros estudos a fim de expor a cultura a outras condições de ambiente. Diante da influência do ambiente sobre a doença, torna-se impossível recomendar uma

única estratégia e definir o momento exato da primeira aplicação para manejar patógenos em uma grande região, tampouco, calendarizar o número de aplicações necessárias para todo o período de condução das plantas no campo. Ficando evidente a necessidade do monitoramento das lavouras em relação a tomada de decisão e a importância de se manter a qualidade nas operações, quanto à aplicação de produtos fitossanitários e às condições climáticas em que as plantas estão sendo expostas.

5 CONCLUSÃO

O fato de se postergar o início das aplicações, não exerce influência sobre os principais caracteres agronômicos da soja, bem como sobre a produtividade final de grãos, não interferindo no crescimento e desenvolvimento das plantas.

Não é possível afirmar diretamente o efeito da aplicação de fungicidas sobre o controle de doenças fúngicas na soja, uma vez que a testemunha (sem aplicação) apresentou resultados similares aos tratamentos para alguns caracteres estudados.

Existe grande efeito dos fatores ambientais previsíveis e imprevisíveis no recrudescimento dos patógenos. Assim, sugere-se que sejam realizados outros estudos, principalmente utilizando mais locais e anos agrícolas para se isolar estes fatores na expressão dos fenótipos avaliados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. 5th ed. Elsevier Academic Press, 2005.

AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Disponível em:
http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 25 jun. 2022.

ALMEIDA, A. M. R. et al. **Ocorrência de *Corynespora cassiicola* (Berk. & Curt.) Wei no Estado de São Paulo**. Fitopatologia Brasileira, 1, 111– 112, 1976.

ALMEIDA, A. M. R. et al. **Survival of pathogens on Soya bean debris under no-tillage and conventional tillage systems**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 36, 1231– 1238. 2001.

ALVES, V.M.; JULIATTI, F.C. **Fungicides in the management of soybean rust, physiological processes and crop productivity**. Summa Phytopathologica, v.44, n.3, p.245-251, 2018.

AMARAL L. O. et al. **Pure line selection in a heterogeneous soybean cultivar**. Crop Breeding and Applied Biotechnology, v.19, n. 3, p. 277-284. 2019.

AMORIM, L. et al. **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres, 2016. v. 2. 772 p.

ASADOLLAHI, M. et al. **Resistance to QoI fungicide and cytochrome b diversity in the Hungarian *Botrytis cinerea* population**. Journal of Agriculture, Science and Technology, 15, 397-407. 2013.

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.

BARBOSA, G.F.; CENTURION, M.A.P.C.; FERRAUDO, A.S. **Potencial do manejo integrado da ferrugem asiática da soja**: severidade da doença, desenvolvimento vegetativo e componentes da produção, cultivar MG/BR-46 (Conquista). *Bioscience Journal*, v. 30, Sup. 1, p. 76-89, 2014.

BEDENDO, I.P. *et al.* In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A. M.; BERGAMIM FILHO, A. (Ed.). **Manual de Fitopatologia**: Princípios e Conceitos. Volume I. 4. ed. Piracicaba: Agronomia Ceres, 2011. p. 473-477.

BEZERRA, A.R.G.; *et al.* Botânica e Fenologia. In: SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. (Ed.) **Soja**: do plantio à colheita. UFV, Viçosa, 2015, p. 09-26. BORÉM, A. (Ed.) **Soja**: do plantio à colheita. UFV, Viçosa, 2015, p. 09-26.

BRASIL, S. D. O. S. *et al.* **Importância da resistência de plantas no controle de oídio**: um levantamento de cultivares de soja no brasil. *Revista Científica Rural*, v. 20, n. 2, p. 188-202, 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Regras Para Análise de Sementes**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2009, 399 p.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Portaria SDA nº 516, de 1º de fevereiro de 2022**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2022.

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

CAGLIARI, C. L. **Momentos para a primeira aplicação de fungicidas associados a multissítios na cultura da soja.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, 2018.

CARVALHO, A. H. F. **Estratégias de controle de doenças e maximização do potencial produtivo na cultura da soja bem como a viabilidade econômica de aplicações.** 2021. 69 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2021.

CESB. Comitê Estratégico Soja Brasil. **Case Campeão Sudeste: Safra 20/21.** Disponível em: < <https://www.cesbrasil.org.br/case-campeao-sudeste-safra-20-21/>>. Acesso em: 25 jun. 2022.

_____. 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.

CNA. Confederação Nacional da Agricultura e Pecuária do Brasil. **Balança Comercial Consolidada e Séries Históricas.** 2023. Disponível em: <https://cnabrazil.org.br/noticias/exportacoes-do-agro-batem-recorde-em-2022>. Acesso em: 20 fev. 2023.

CONAB. Companhia Nacional De Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: 9º Levantamento, Junho, 2022**. Brasília: CONAB, 2022.

Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 25 jun. 2022.

CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM. **Custo da ferrugem asiática da soja**. Disponível em:

<http://acacia.cnpso.embrapa.br:8080/cferrugem_files//764411951/Tabela_resumo_ferrugem_atual.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2022.

_____. **Produtos para controle**. Disponível em:

<http://www.consorcioantiferrugem.net/#/conteudos/view/11>. Acesso em: 27 jul. 2021.

CRUZ, C. D. *et al.* **Impact of brown spot caused by *Septoria glycines* on soybean in Ohio**. Plant Dis. 2010. 94 (7):820–826.

CUNHA, J. P. A. R. da; JULIATTI, F. C.; REIS, E. F. dos. **Tecnologia de aplicação de fungicida no controle da ferrugem asiática da soja: resultados de oito anos de estudos em Minas Gerais E Goiás**. Bioscience Journal , Uberlândia, MG, v. 30, n. 4, p. 950–957, 2014. Disponível em:

<https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/20907>. Acesso em: 17 jan. 2023.

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

EGLI, D. B. **Source-sink relationships, seed sucrose levels and seed growth rates in soybean**. Ann Bot. 2001. 88(2):235–242.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Soja**. Londrina, PR: Embrapa Soja. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1>>. Acesso em: 25 jun. 2022.

_____. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 212 p.

FARR, D. F., & ROSSMAN, A. Y. **Fungal Databases**. U.S. National Fungus Collections, ARS, USDA. 2020. Disponível em: <<https://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/>>. Acesso em: 25 jun. 2022.

FEHR, W. R. *et al.* **Stage of development descriptions for soybeans, Glycine max (L.) Merrill**. Crop Science, v. 11, n. 06, p. 929-931, 1971.

FINOTO, E.L. *et al.* **Efeito da aplicação de fungicida sobre caracteres agronômicos e severidade das doenças de final de ciclo na cultura da soja**. Revista Agro@ambiente on-Line, v. 5, n. 1, p. 44, 2011.

FRAC. Comitê de Ação a Resistência a Fungicidas. **Code List 2022**: Fungal control agents sorted by cross-resistance pattern and mode of action (including coding for FRAC Groups on product labels). 2022. Disponível em: < https://www.frac.info/docs/default-source/publications/frac-code-list/frac-code-list-2022--final.pdf?sfvrsn=b6024e9a_2>. Acesso em: 25 jun. 2022.

_____. Comitê de Ação a Resistência a Fungicidas. **Informação preliminar sobre carboxamidas para mancha alvo**. Holambra, São Paulo. 2018. Disponível em: <https://www.frac-br.org/_files/ugd/85b1d3_01fa05cc8a2c40cabba369ca3a0b7c58.pdf>. Acesso em: 25 ju. 2022.

_____. Comitê de Ação a Resistência a Fungicidas. **Pathogen Risk List 2019**. 2019. Disponível em: < <https://www.frac.info/docs/default-source/publications/pathogen-risk/frac-pathogen-list-2019.pdf>>. Acesso em: 25 jun. 2022.

FURTADO, G. Q. **Ferrugem asiática da soja: métodos de preservação dos uredinosporos e fatores relacionados à infecção do hospedeiro**. 2007. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitopatologia) – Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

GALBIERI, R. *et al.* **Corynespora leaf blight of cotton in Brazil and its management**. American Journal of Plant Sciences, 5, 3805-3811. 2014.

GARCIA A. F. C. *et al.* Monitoramento de doenças e pragas na cultura da soja utilizando drone e software Siscob. *In:* Congresso Brasileiro de Agroinformática, X. **Anais eletrônicos**. Ponta Grossa/PR, 2015. Disponível em: http://eventos.uepg.br/sbiagro/2015/anais/SBIAgro2015/pdf_resumos/6/6_alisson_felipe_coelho_garcia_218.pdf. Acesso em: 19 de mar. de 2023.

GODOY, C. V. Manejo de doenças na cultura da soja. *In:* WORKSHOP CTC AGRICULTURA, 16., 2017, Rio Verde. **Agricultura - Resultados 2017**. Rio Verde: Centro Tecnológico Comigo, 2017. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1074366>>. Acesso em: 25 jun. 2022.

GODOY, C. V. Target spot. *In:* HARTMAN, G. L.; RUPE, J. C.; SIKORA, E. J.; DOMIER, L. L.; DAVIS, J. A.; STEFFEY, K. L. (Ed.) **Compendium of soybean diseases**. 5th. ed. Saint Paul: APS Press, 2015. p. 56-59.

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

GODOY, C. V. *et al.* **Eficiência de fungicidas para o controle da mancha-alvo, *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. *et al.* Doenças da soja. In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.F.A. **Manual de fitopatologia:** doenças de plantas cultivadas. 5. ed. 2016. V. 2. p. 657-675.

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

HARTMAN, G. L.; SIKORA, E. J.; RUPE, J. C. Rust. *In:* HARTMAN, G. L.; RUPE, J. C.; SIKORA, E. J.; DOMIER, L. L.; DAVIS, J. A.; STEFFEY, K. L. (Ed.) **Compendium of soybean diseases.** 5th. ed. Saint Paul: APS Press, 2015. p. 56-59.

HEANEY, S. *et al.* **Fungicide resistance.** Farnham: BCPC & BSPP, 1994. 418 p.

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

JESUS, L. F.; SILVA, V. B. da; ROCHA, F. G. **Uso de software para detecção de doenças na cultura da soja com o auxílio de um drone autônomo.** *In:* Computer on the Beach - 3º Concurso de Trabalhos Técnicos em Informática. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso. Cáceres, MT: 2015. Disponível em:

<https://periodicos.univali.br/index.php/acotb/article/view/7127/4046>. Acesso em: 19 de mar. de 2023.

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.

JULIATTI, F. C. *et al.* **Ferrugem da soja: epidemiologia e manejo para uma doença reemergente**. Revisão Anual de Patologia de Plantas, Passo Fundo, v. 13, p. 351-395, 2005.

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

KILLGORE, R.; HEU, R.; GARDNER, D. E. **First Report of Soybean Rust in Hawaii**. 1994. Disponível em: https://www.apsnet.org/publications/PlantDisease/BackIssues/Documents/1994Abstracts/PD_78_1216B.htm>. Acesso em: 20 jun. 2022.

KNEBEL, D. F. *et al.* **Economic efficiency and soybean yield due to the use of different fungicide combinations**. Plant Omics, v. 12, p. 9-14, 2019.

LEHMAN, S.G. **Powdery mildew of soybean**. Journal of Elisha Mitchell Science Society, v. 46, p.190-195, 1931.

LEITNER, C. P. S.; ALVES FILHO, A. G. **Applying the operations strategy construct to rural grain-producing enterprises: a theoretical framework**. Gestão & Produção, v. 26, n. 1, p. 1-15, 2019.

LEVY, C. **Epidemiology and chemical control of soybean rust in Southern Africa.** Plant Disease, v. 89, n. 6, p. 669- 674, 2005.

LUZZARDI, G.C. *et al.* **Mancha castanha da soja: uma doença no Brasil.** IPEAS. Indicação de pesquisa, v. 8, p.1-3, 1972.

MACKENZIE, K. J. *et al.* **A review of *Corynespora cassiicola* and its increasing relevance to tomato in Florida.** Plant Health Progress, 19, 303-309. 2018.

MARCONATO, M. B. **Diversidade fenotípica por meio de caracteres agronômicos em acessos de soja.** 2014. 61 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2014.

MARTINS, M. C. *et al.* **Escala diagramática para a quantificação do complexo de doenças foliares de final de ciclo em soja.** Fitopatologia Brasileira, v. 29, n. Fitopatol. bras., 2004 29(2), p. 179–184, mar. 2004.

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

MEHTA, Y. R., MOTOMURA, K. F., & ALMEIDA, W. P. ***Corynespora* leaf spot of cotton in Brasil.** Fitopatologia Brasileira, 30, 131, 2005.

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

MONTEIRO, A. C. A. (2014). **Indutores de resistência no manejo da ferrugem e cercosporiose do cafeeiro (*Coffea arabica*):** análises bioquímicas e moleculares. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Agronomia – Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014. 132.

MUELLER, D. *et al.* **A farmer's guide to soybean diseases.** St. Paul (MN): American Phytopathological Society Press. 2016.

NOGUEIRA, A. P. O; SEDIYAMA, T.; GOMES, J.D. Avanços no melhoramento genético da cultura da soja nas últimas décadas. *In:* LEMES, E; CASTRO, L.; ASSIS, R. (Org.) **Doenças da soja: Melhoramento Genético e Técnicas de Manejo.** Campinas: Millennium Editora, 2015, p. 159-178.

NUYTTENS, D. *et al.* **Drift from field crop sprayers using an integrated approach: results of a five-year study.** Transactions of the ASABE, St. Joseph, v. 54, n. 2, p. 403-408, 2011.

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

PASQUA, S.D.; PERIRA, S.; FRANCESCHI, G.J. **Número de aplicações de fungicida sobre o desenvolvimento de doenças foliares e rendimento da soja.** Magistra, v. 27, N.3/4, p. 363-371, 2015.

PEIXOTO, C. P. *et al.* **Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja: I.** Componente da produção e rendimento de grãos. Scientia Agrícola, v. 57, n. 1, p. 89-96, 2000.

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, 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).

PLOPER, L. D., & RAMALLO, N. E. V. **Las enfermedades de soja en Tucumán: Evolución, situación actual y recomendaciones para su control.** Rev. la Asoc. Argentina la Soja VIII, 29-39, 1988.

PLOPER, L. D. *et al.* **Deteccion de la mancha ojo de rana y el Oídio en cultivo de soja de Tucuman durante la campana 1997/98.** Avance Agroindustrial, n. 76, v. 19, p. 29-32, 1999.

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

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2023.

RAMALHO, M.A.P. *et al.* **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas.** 1 ed. Lavras, Editora UFLA, 522p. 2012.

REIS, E. M; REIS, A. C.; ZANATTA, M. **Reflexo econômico e desenvolvimento da resistência de *Phakopsora pachyrhizi* a fungicidas em função do número de aplicações.** Summa Phytopathologica, v. 44, n. 3, p. 289-292, 2018.

ROSENBERGER, D. A., COX, K. D., & HIGHLAND, N. Y. **Using phosphite fungicides to control apple diseases.** New York Fruit Quarterly, Geneva, 17, 9-13, 2009.

SANTEN, M.L. *et al.* **Avaliação de diferentes fungicidas no controle de DFC na cultura da soja (Glycine max L.).** Fitopatologia Brasileira, v. 26, Suplemento, p. 336, 2001.

SARTORATO, A.; YORINORI, J.T. Oídios de Leguminosas: Feijoeiro e Soja. In: SADNIK, MJ; RIVERA, MC. **Oídios.** Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, p.484, 2001.

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, 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, v. 30, n. 3, p. 507, 1974.

SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. **Soja:** do plantio à colheita. Viçosa: Ed. UFV, 2015.

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

SHANER, G.; FINNEY, R. E. **The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat.** *Phytopathology*, Estados Unidos, v. 67, n. 2, p. 1051-1056, feb. 1977.

SHAPIRO, A. S. S.; WILK, M. B. **An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples).** *Biometrika*, 52, 3/4, 591–611, 1965.

SHARMA, N. D.; MEHTA, S. K. **Soybean rust in Madhya Pradesh.** *Acta Botanica Indica*, Meerut, v. 24, n.1, p. 115-116, 1996.

SILVA CAVALCANTE, W. S., *et al.* **Eficiência dos bioestimulantes no manejo do déficit hídrico na cultura da soja.** *IRRIGA*, 25(4), 754-763.

SILVA, F. *et al.* **Melhoramento de Soja.** UFV. Viçosa, 2017.

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

SOARES, A. P. *et al.* **More *Cercospora* species infect soybeans across the Americas than meets the eye.** *PLoS ONE*, v. 10, n. 8, 2015.

SOARES, I. O. *et al.* **Interaction between soybean cultivars and seed density.** *American Journal of Plant Sciences*, v. 6, n. 09, p. 1425. 2015.

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, v. 35, n. 5, p. 333-338, 2009.

SOUZA, F. M. **Épocas de semeadura e aplicações de fungicida na soja: impacto sobre caracteres agronômicos e na produtividade final de grãos.** 2021. 73 p.
Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, 2021.

SPOLTI, P. *et al.* **Modo de ação de fosfitos de potássio no controle da podridão olho de boi em maçã.** Summa Phytopathologica, 41, 42-48. 2015.

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, v. 108, p. 892–901, 2018.

TARAZI, R., JIMENEZ, J. L. S., & VASLIN, M. F. S. **Biotechnological solutions for major cotton (*Gossypium hirsutum*) pathogens and pests.** Biotechnology Research and Innovation, 3, 19-26. 2019.

TSAI, M. *et al.* **The Washington aerial spray drift study: Modeling pesticide spray drift deposition from an aerial application.** Atmospheric Environment, Oxford, v. 39, n. 33, p. 6194-6203, 2005.

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, v. 26, p. 346, 2001.

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.

WAHL, C.V. **Schädlinge an der Sojabhne. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten**, v31, p.194-196, 1921.

WEI, C. T. **Notes on Corynespora**. Mycological Papers, 34, 1–10, 1950.

WOLF, J. & LEHMAN, S. G. **Brown-spot disease of soybean**. Journal of Agricultural Research, Washington, v. 33, n. 4, p. 365-74, 1926.

YOKOMIZO, G. K. **Interação genótipos x ambientes em topocruzamentos de soja tipo alimento com tipo grão**. 170f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Piracicaba, 1999.

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

YORINORI, J.T. **Cultivares de soja resistentes a *Microsphaera diffusa***. Fitopatologia Brasileira, Brasília, v. 22, n. 2, p. 320-321, 1997.

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. *et al.* Ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) no Brasil e no Paraguai, nas safras 2000/01 e 2001/02. [**Anais**] Congresso Brasileiro de Soja, Foz do Iguaçu, PR. 2002. p.94

YORINORI, J.T. *et al.* 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.

YOUNG, H. M. *et al.* **Epidemiology of soybean rust in soybean sentinel plots in Florida**. Plant Disease, v. 95, n. 6, p. 529 744-750, 2011.

ZHU, J. *et al.* **Baseline sensitivity of *Corynespora cassiicola* to metconazole and efficacy of this fungicide**. Crop Protection, 130, 1-7. 2020.