



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**Controle cultural (Palhada de grama ‘Tifton 85’), genético (‘BMX
Desafio RR’ x ‘97R50 IPRO’) e químico (‘Aplicação Padrão de
Fungicidas’ x ‘V4 + Padrão’) das doenças de final de ciclo da soja**

GIOVANNA FONSECA BARROS CAMPOS

Brasília, DF
Agosto de 2022

GIOVANNA FONSECA BARROS CAMPOS

**Controle cultural (Palhada de grama ‘Tifton 85’), genético (‘BMX
Desafio RR’ x ‘97R50 IPRO’) e químico (‘Aplicação Padrão de
Fungicidas’ x ‘V4 + Padrão’) das doenças de final de ciclo da soja**

Dissertação apresentada à Universidade de
Brasília – UnB, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em Agronomia, para
a obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Ph.D. LUIZ EDUARDO
BASSAY BLUM

**Brasília, DF
Agosto de 2022**

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA E VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**Controle cultural (Palhada de grama ‘Tifton 85’), genético (‘BMX
Desafio RR’ x ‘97R50 IPRO’) e químico (‘Aplicação Padrão de
Fungicidas’ x ‘V4 + Padrão’) das doenças de final de ciclo da soja**

GIOVANNA FONSECA BARROS CAMPOS

BANCA EXAMINADORA:

Luiz Eduardo Bassay Blum
Ph.D., Universidade de Brasília – UnB
Orientador / CPF: 333.965.071-34 / e-mail: luizblum@unb.br

Sueli Corrêa Marques de Mello
Doutora, Pesquisadora (EMBRAPA)
Examinadora (membro externo) / CPF: 144.403.851-68 / e-mail:
sueli.mello@embrapa.br

Michelle Souza Vilela
Doutora, Universidade de Brasília - UnB
Examinadora (membro interno) / CPF: 919.623.401-63 / e-mail:
michellevilelaunb@gmail.com

BRASÍLIA, DF

Agosto de 2022

FICHA CATALOGRÁFICA

CAMPOS, Giovanna Fonseca Barros

“CONTROLE CULTURAL (PALHADA DE GRAMA ‘TIFTON 85’), GENÉTICO (‘BMX DESAFIO RR’ X ‘97R50 IPRO’) E QUÍMICO (‘APLICAÇÃO PADRÃO DE FUNGICIDAS’ X ‘V4 + PADRÃO’) DAS DOENÇAS DE FINAL DE CICLO DA SOJA”.
Orientação: Luiz Eduardo Bassay Blum, Brasília, 2022. 58 páginas.
Dissertação de Mestrado (M) – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2022.

1. Vegetativo 2. Severidade 3. *Septoria glycines* e *Cercospora* spp. 4. *Glycine max* L.

I. Blum, L.E. B. II. Dr.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

CAMPOS, G. F. B. Controle cultural (Palhada de grama ‘Tifton 85’), genético (‘BMX Desafio RR’ x ‘97R50 IPRO’) e químico (‘Aplicação Padrão de Fungicidas’ x ‘V4 + Padrão’) das doenças de final de ciclo da soja. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2022, 58 páginas. Dissertação.

CESSÃO DE DIREITOS

Nome do Autor: GIOVANNA FONSECA BARROS CAMPOS

Título da Dissertação de Mestrado: Controle cultural (Palhada de grama ‘Tifton 85’), genético (‘BMX Desafio RR’ x ‘97R50 IPRO’) e químico (‘Aplicação Padrão de Fungicidas’ x ‘V4 + Padrão’) das doenças de final de ciclo da soja

Grau: Mestre **Ano:** 2022

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

GIOVANNA FONSECA BARROS CAMPOS

Rua Olímpio Jacinto, nº 205 Apto 301, Centro

CEP: 73801-400 Formosa, GO. Brasil

(61) 9 99487085/ e-mail: camposgfb@gmail.com

“E não nos cansemos de fazer o bem, pois no tempo próprio colheremos, se não desanimarmos.”

Gálatas 6:9

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida, e por ter nos ensinado que tudo acontece no seu tempo.

Ao Dr. Luiz Eduardo Bassay Blum, pela orientação e ensinamentos.

Ao Diretor Técnico Centro-Norte do Instituto Phytus Dr. Nédio Rodrigo Tormen por nos confiar a realização desse projeto e fornecer a estrutura necessária para execução e sucesso deste trabalho. Obrigada por todos os ensinamentos, paciência e dedicação.

Aos meus pais Joelma e Agnaldo, por acreditarem que sou capaz de realizar todos meus sonhos e objetivos. Obrigada pelo amor de vocês, pelo cuidado, por serem tão presentes e por todos os conselhos e palavras de incentivo nos momentos de desânimo. Em especial, agradeço minha mãe, por me ajudar na confecção e manejo de itens essenciais para a realização dos meus experimentos.

Ao meu irmão Antônio, por todas as gargalhadas e cumplicidade.

Ao Alyson Silva pelo apoio e orientação durante a execução deste trabalho.

Aos meus amigos agradeço por cada sorriso que arrancaram de mim, principalmente nos momentos mais difíceis. Obrigada por estarem ao meu lado, acompanhando meu crescimento e desenvolvimento pessoal.

As amigas adquiridas durante o mestrado, Tainara Caixeta, Bruno de Moura, Diego Campos, Gustavo Zambrana, Jorge Bleno, Gabriel Rosa e Vanessa Viana por tornarem essa jornada possível e menos árdua com a amizade e apoio de vocês.

Aos colegas do Instituto, em especial, Cibele Vilarindo, Tainara Caixeta, Geane Vieira, Bruno Castro, Antônio Marcos, Rodrigo, Moisés Gomes, Matheus Henrique, Wygo Pereira, Vítor Moura, Vinicius Santos, Fábio Santos, Jéssika Lima, Leandra Neves e Eliane Gomes, por terem participado efetivamente desse trabalho.

Aos professores da Pós-Graduação em Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília (FAV/UnB), por todos os ensinamentos e contribuições para minha formação acadêmica e profissional.

A todos, minha eterna gratidão!

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 3 |
| 2. OBJETIVOS..... | 5 |
| 2.1 Geral..... | 5 |
| 2.2 Específicos..... | 5 |
| 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 6 |
| 3.1 A cultura da soja..... | 6 |
| 3.2 Doenças de final de ciclo (DFC)..... | 7 |
| 3.2.1 Mancha parda (<i>Septoria glycines</i>)..... | 7 |
| 3.2.2 Crestamento (<i>Cercospora</i> spp.)..... | 8 |
| 3.2.3 Controle..... | 10 |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS..... | 13 |
| 4.1 Condições ambientais..... | 13 |
| 4.2 Delineamento experimental..... | 13 |
| 4.3 Semeadura, manejo cultural e tratamentos..... | 14 |
| 4.4 Palhada..... | 17 |
| 4.5 Avaliações..... | 17 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 20 |
| 5.1 Efeitos principais..... | 20 |
| 5.1.1 Cultivares..... | 20 |
| 5.1.2 Químicos..... | 21 |
| 5.1.3 Palhada..... | 24 |
| 5.2 Interações..... | 27 |
| 5.2.1 Cultivar x Químico..... | 27 |
| 5.2.2 Químico x Cultivar..... | 29 |
| 5.2.3 Cultivar x Palhada..... | 32 |
| 5.2.4 Palhada x Cultivar..... | 34 |
| 5.2.5 Químico x Palhada..... | 35 |
| 5.2.6 Palhada x Químico..... | 36 |
| 6. CONCLUSÕES..... | 38 |
| 7. REFERÊNCIAS..... | 39 |
| 8. ANEXOS..... | 48 |

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Doenças de final de ciclo da soja. Sintomas da mancha-parda (*Septoria glycines*) na folha e da mancha-púrpura nos grãos (*Cercospora kikuchii*) e crestamento (*C. kikuchii*) na folha. Desenho esquemático dos fungos – picnídio com conídios (*S. glycines*) e fascículo de conidióforos com conídios (*C. kikuchii*) [Fonte: Adaptado de: MATSUMOTO e TOMOYASU, 1925 (https://www.bcrc.firdi.org.tw/fungi/fungal_detail.jsp?id=FU201711280191); WOLF e LEHMAN, 1926]..... 7
- Figura 2.** Média mensal das condições climáticas [temperatura (°C) máxima e mínima, precipitação (mm) e umidade relativa do ar (%)] durante a condução do experimento. Planaltina – DF, safra 2020/21. Fonte: Sistema de Monitoramento Agrometeorológico ABC - Estação Agrometeorológica Planaltina Cereal Citrus..... 13
- Figura 3.** Área experimental para a avaliação dos efeitos da palhada (*Cynodon dactylon*, Tifton 85), cultivares (‘97R50 IPRO’ e ‘BMX Desafio RR’) e aplicação de fungicidas na severidade da mancha-parda (*Septoria glycines*) e do crestamento ou mancha-púrpura (*Cercospora* spp.) em soja. Fonte: CAMPOS, G. F. B. (2020)..... 17
- Figura 4.** Foto aérea dos blocos com diferentes aplicações de fungicidas na cultivar BMX Desafio RR. A) Testemunha; B) V4 + Padrão; C) Padrão; D) Testemunha. Fonte: CAMPOS, G. F. B. (2021)..... 24
- Figura 5.** A: Trifólio sadio em senescência da cv. Desafio com aplicação de fungicida em V4 + padrão. B: Trifólio sadio em senescência da cv. 97R50 com aplicação de fungicida em V4 + padrão. C: Trifólio da testemunha, cv. Desafio com DFC. D: Trifólio da testemunha, cv. 97R50 com DFC. Fonte: CAMPOS, G. F. B. (2021)..... 31

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Dados meteorológicos [Temperatura (T); Umidade relativa do ar (UR); Velocidade do vento (VV); Nebulosidade (N)], estágio fenológico (BBCH) e Idade da soja [DAE (dias após a emergência)] no momento [H (hora)] das aplicações dos fungicidas na cultivar ‘BMX Desafio RR’. Planaltina - DF, safra 2020/21. | 15 |
| Tabela 2. Dados meteorológicos [Temperatura (T); Umidade relativa do ar (UR); Velocidade do vento (VV); Nebulosidade (N)], estágio fenológico (BBCH) e idade da soja [DAE (dias após a emergência)] no momento [H (hora)] das aplicações dos fungicidas na cultivar ‘97R50 IPRO’. Planaltina - DF, safra 2020/21. | 16 |
| Tabela 3. Tratamentos com aplicação padrão e aplicação em V4 em adição à padrão com fungicidas [princípio ativo (p.a.) e produto comercial (p.c.)] aplicados na cultura da soja (Cultivares 97R50 IPRO e BMX Desafio RR). Planaltina - DF, safra 2020/21. | 16 |
| Tabela 4. Produtividade (P), massa de mil grãos (MMG), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e desfolha (NDVI**) nas cultivares BMX Desafio RR e 97R50 IPRO. | 20 |
| Tabela 5. Médias gerais de área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) nas cultivares BMX Desafio RR e 97R50 IPRO. | 21 |
| Tabela 6. Médias gerais de produtividade (P) e massa de mil grãos (MMG) em função dos tratamentos, independente das cultivares. | 22 |
| Tabela 7. Eficiência (E%) de controle das DFC da cultivar 97R50 IPRO. | 22 |
| Tabela 8. Eficiência (E%) de controle das DFC da cultivar Desafio. | 23 |
| Tabela 9. Média geral da taxa de desfolha (NDVI**). | 24 |
| Tabela 10. Médias gerais de produtividade (P), MMG (massa de mil grãos), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e desfolha (NDVI**) em função da palhada. | 25 |
| Tabela 11. Resultados de área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) da interação entre cultivares e aplicação. | 28 |
| Tabela 12. Resultados de produtividade (P) da interação entre cultivares e aplicação. | 28 |
| Tabela 13. Resultados de área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) da interação entre aplicação e cultivares. | 30 |
| Tabela 14. Resultados de produtividade (P) da interação entre aplicação e cultivares. | 30 |
| Tabela 15. Resultados de desfolha (NDVI***) da interação entre aplicação e cultivares. | 32 |

| | |
|--|----|
| Tabela 16. Resultados de produtividade (P), massa de mil grãos (MMG), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e desfolha (NDVI**) da interação entre cultivares e palhada..... | 33 |
| Tabela 17. Resultados de produtividade (P), massa de mil grãos (MMG), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e desfolha (NDVI**) da interação entre palhada e cultivares..... | 34 |
| Tabela 18. Resultados de produtividade (P), massa de mil grãos (MMG), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e desfolha (NDVI***) da interação entre aplicações e palhada..... | 36 |
| Tabela 19. Resultados de produtividade (P), massa de mil grãos (MMG), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e desfolha (NDVI***) da interação entre palhada e aplicações..... | 37 |

RESUMO

A produção de soja é afetada por doenças causadas por fungos. As doenças de final de ciclo [DFC – *Septoria glycines* (Mancha parda) e *Cercospora* spp. (Crestamento e mancha púrpura)] causam prejuízos econômicos significativos para a soja, pois se manifestam na planta no enchimento de grãos, comprometendo a produção. Múltiplas alternativas devem ser utilizadas para controlar as DFC, como controle químico, cultural e genético. O estudo foi realizado em Planaltina/DF, na safra 2020/21. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da palhada (*Cynodon dactylon*, Tifton 85), cultivares e aplicação de fungicidas sobre a severidade da mancha parda e cercosporiose em soja. As cultivares utilizadas foram BMX Desafio RR e 97R50 IPRO, os tratamentos com fungicidas consistiam em testemunha (sem aplicação), padrão {'Fox XPro': [Bixafem (125 g/L) + Protioconazol (175 g/L) + Trifloxistrobina (150 g/L)]; 'Unizeb Gold': Mancozebe (750 g/kg); 'Ativum': [Epoconazol (50 g/L) + Fluxapiraxade (50 g/L) + Piraclostrobina (81 g/L)]; 'Difere': [Oxicloreto de cobre (588 g/L) + Equivalente em cobre metálico (350 g/L)]; 'Cypress': [Difenoconazol (250 g/L) + Ciproconazol (150 g/L)]; 'Previni': Clorotalonil (720,0 g/L);] e V4 (Quatro folhas trifoliadas) {'Tridium': [Azoxistrobina (47 g/kg) + Mancozebe (597 g/kg) + Tebuconazol (56 g/kg)] + padrão}, e os níveis de palhada foram de 0, 2, 4 e 6 t/ha. Os programas de proteção com fungicidas proporcionaram produtividades superiores quando comparados com o tratamento sem proteção, também foi possível observar que as aplicações antecipadas diminuíram a severidade das DFC e promoveram aumento de produtividade. A presença de palhada também reduziu as DFC, especialmente os maiores níveis (4 e 6 t/ha). As cultivares influenciaram o desempenho dos programas de controle de doenças, sobretudo a cv. Desafio, que se mostrou mais resistente às DFC.

Palavras-chave: vegetativo, severidade, *Septoria glycines*, *Cercospora* spp., *Glycine max*.

ABSTRACT

Soy production is mostly affected by diseases caused by fungi. The late season soybean diseases [LSSD – *Septoria glycines* (Brown stain) e *Cercospora* spp. (Blight and purple stain)] cause significant economic soybean losses, because it manifests in plant in the filling of the grains, compromising the production. Multiple alternatives must be used to control the LSSD, as chemical, cultural and genetic control. The study was carried out in Planaltina/DF, in the 2020/21 crop. The objective of this present work was to evaluate the effect of the straw (*Cynodon dactylon*, Tifton 85), cultivars, and the application of the fungicide on the intensity of brown spot and cercospora-blight (purple spot) in soybean. The cultivars used were ‘BMX Desafio RR’ and ‘97R50 IPRO’, the treatments with fungicides consisted in check-control (without application), standard {‘Fox XPro’: [Bixafen (125 g/L) + Prothioconazole (175 g/L) + Trifloxystrobin (150 g/L)]; ‘Unizeb Gold’: Mancozeb (750 g/kg); ‘Ativum’: [Epoconazole (50 g/L) + Fluxapyroxad (50 g/L) + Pyraclostrobin (81 g/L)]; ‘Difere’: [Copper Oxide (588 g/L) + Copper equivalent (350 g/L)]; ‘Cypress’: [Difenoconazole (250 g/L) + Cyproconazole (150 g/L)]; ‘Previnil’: Chlorothalonil (720 g/L)]} and V4 (Four unfolded trifoliolate leaves) {‘Tridium’: [Azoxystrobin (47 g/kg) + Mancozeb (597 g/kg) + Tebuconazole (56 g/kg)] + standard}, and the straw levels were 0, 2, 4 and 6 t/ha. The protection programs with fungicides provided superior productivity when compared with the treatment without control, also, it was possible to observe that the anticipated applications decreased the severity of the LSSD and promoted the productivity increase. The presence of straw also was able to reduce the LSSD, especially in higher levels (4 and 6 t/ha). The cultivars influenced the performance of disease control programs, especially cv. ‘Desafio’, more resistance LSSD.

Keywords: vegetative, severity, *Septoria glycines*, *Cercospora* spp., *Glycine max*.

1. INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é uma cultura de destaque mundial na produção de grãos. Na safra 2020/21 a produção brasileira foi cerca de 130 milhões de toneladas, com aumento de 7,2% em relação ao período anterior (CONAB, 2021). Já a produção global totalizou ao redor de 360 milhões de toneladas (USDA, 2021).

A produção de soja é especialmente afetada por doenças causadas por fungos. Em condições favoráveis, a infecção, o desenvolvimento e disseminação dos patógenos ocorre rapidamente, fazendo com que a planta diminua seu potencial produtivo e consequentemente tenha queda na produtividade da lavoura (RIBEIRO et al., 2017). Parte das perdas da lavoura de soja está relacionada com doenças fúngicas (MENDONÇA JÚNIOR et al., 2019). As doenças de final de ciclo [DFC: mancha parda (*Septoria glycines*), crestamento e mancha púrpura (*Cercospora* spp.)] apresentam significativa importância para a cultura, pois se manifestam na planta no enchimento de grãos (R5.0-R5.5), comprometendo qualitativamente a produção (ALMEIDA JÚNIOR et al., 2019).

Estima-se que a produção brasileira de soja poderia ser até 30% maior se não fossem os danos causados pelas doenças mancha parda (*S. glycines*), crestamento (*Cercospora* spp.), e ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) (ALMEIDA JÚNIOR et al., 2019).

Estratégias diversificadas devem ser utilizadas para controlar as doenças foliares da soja. Para as DFC não há alternativa de controle por resistência genética, limitando o seu controle à utilização de sementes certificadas, cultivares menos suscetíveis, rotação de cultura e aplicação de fungicidas (ITO et al., 1993; FAO, 1995, PICININI et al., 2000).

Alguns estudiosos observaram uma certa influência da cobertura do solo com a incidência e intensidade das doenças. Visto que, as coberturas atuam como barreiras físicas reduzindo salpicos das gotas de água (irrigação ou chuva) que podem carregar esporos de patógenos até os caules ou folhas, onde aderidos ao tecido vegetal, iniciam o processo de infecção (CHALKER-SCOTT, 2007). Desse modo, é possível que o uso de palhada seja um fator supressivo, minimizando a ocorrência e/ou severidade das doenças.

Além desses métodos, o controle químico é comumente utilizado na produção de soja, tanto para o tratamento de sementes quanto em aplicações foliares. O “time” de controle com fungicidas é essencial durante a fase de enchimento de grãos, para evitar a perda econômica em razão das doenças por desfolha antecipada da lavoura (GODOY, 2016).

A produtividade é função da área foliar da planta e da interceptação da radiação solar. É importante relacionar a radiação absorvida pela área foliar sadia da planta, durante todo seu desenvolvimento, com produtividade e com a severidade da doença pois as estratégias de manejo das doenças que dirão a probabilidade de sucesso do controle (BERGAMIN FILHO & AMORIM, 1996).

Por essa razão, nos últimos anos tem sido sugerido que as aplicações de fungicidas sejam iniciadas nos estádios vegetativos (~ 30 dias) da soja, como uma maneira de promover a sanidade das plantas para os estádios subsequentes de desenvolvimento (LEAL et al., 2018). Entretanto, ainda há dúvidas sobre os benefícios dessa prática e são escassas as pesquisas que dão embasamento científico.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de aplicação de fungicida no estágio vegetativo (V4) e uso de palhada como barreira física na severidade da mancha parda (*S. glycines*) e do crestamento (*Cercospora* spp.) em cultivares de soja.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar o efeito da palhada, cultivares e aplicação de fungicida sobre a severidade da mancha parda (*Septoria glycines*) e cercosporiose (*Cercospora* spp.) em soja.

2.2 Específicos

- Quantificar o potencial de níveis de palhada como barreira física para redução da severidade da mancha parda (*Septoria glycines*) e cercosporiose (*Cercospora* spp.) em soja;
- Verificar o efeito das cultivares sobre a severidade de doenças;
- Avaliar o efeito da aplicação de fungicida no estágio vegetativo (V4).

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A cultura da soja

Pertencente à família Fabaceae, a soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é uma planta anual e herbácea. A cultura é de destaque no cenário mundial para a produção de grãos. No Brasil, a soja é um dos principais produtos das exportações, responsável por quase metade de todo grão transacionado no mundo (IEA, 2020). Segundo USDA (2021) a safra 2020/21 indicou que a produção global totalizou cerca de 363 milhões de toneladas.

Na produção brasileira, em 2020/21 ocorreu crescimento de 3,6% na área plantada de soja em relação à safra anterior, indo para aproximadamente 39 milhões de hectares. Em 2020/21, a produção atingiu ao redor de 134 milhões de toneladas, aumento de 7,2% em relação ao período anterior (CONAB, 2021).

O consumo brasileiro e a demanda internacional dos derivados de soja voltados para fins comestíveis (óleo), energéticos (produção de biodiesel) e ração animal (farelo) proporcionam a rentabilidade da oleaginosa, contribuindo para a expansão da sojicultura em todo o país (IEA, 2020).

Em um levantamento de dados entre os maiores estados produtores no Brasil, realizado pela CONAB das safras 2007/8 a 2015/16, foi possível observar um aumento do custo por saca para produção de soja. Destaca-se como seus principais insumos utilizados: fertilizantes e defensivos agrícolas, sendo considerados os mais onerosos. Ao longo do período analisado, os itens citados foram responsáveis por grande parte do total dos custos (CONAB, 2016).

A utilização adequada de fertilizantes é essencial para se alcançar altas produtividades. Contudo, o controle de doenças, pragas e plantas daninhas também exige um manejo adequado, pois são fatores fundamentais para garantir produtividades satisfatórias (CONAB, 2016; SILVA et al., 2019).

Várias doenças causadas por fungos, bactérias, vírus e nematoides podem afetar a cultura da soja no Brasil. Cada uma destas doenças pode apresentar maior ou menor importância conforme a região do país (EMBRAPA, 2014). Os fungos são os agentes fitopatogênicos com maior destaque no mundo, implicando em consequências desastrosas para a produção agrícola (ZENG et al., 2017).

3.2 Doenças de final de ciclo (DFC)

A soja pode ser acometida por doenças desde a sua fase inicial até a fase final do ciclo. Entre as principais doenças fúngicas de ocorrência na cultura, estão o crestamento foliar, mancha parda e mancha alvo. As doenças conhecidas por DFC, são causadas por dois fungos, *Septoria glycines* (mancha parda ou septoriose) e *Cercospora* spp. (crestamento foliar ou mancha púrpura) (EMBRAPA, 2014^a). Contudo, alguns pesquisadores também adicionam a mancha-alvo (*Corynespora cassicola*) à lista (EMBRAPA, 2014^a; GODOY et al., 2016).

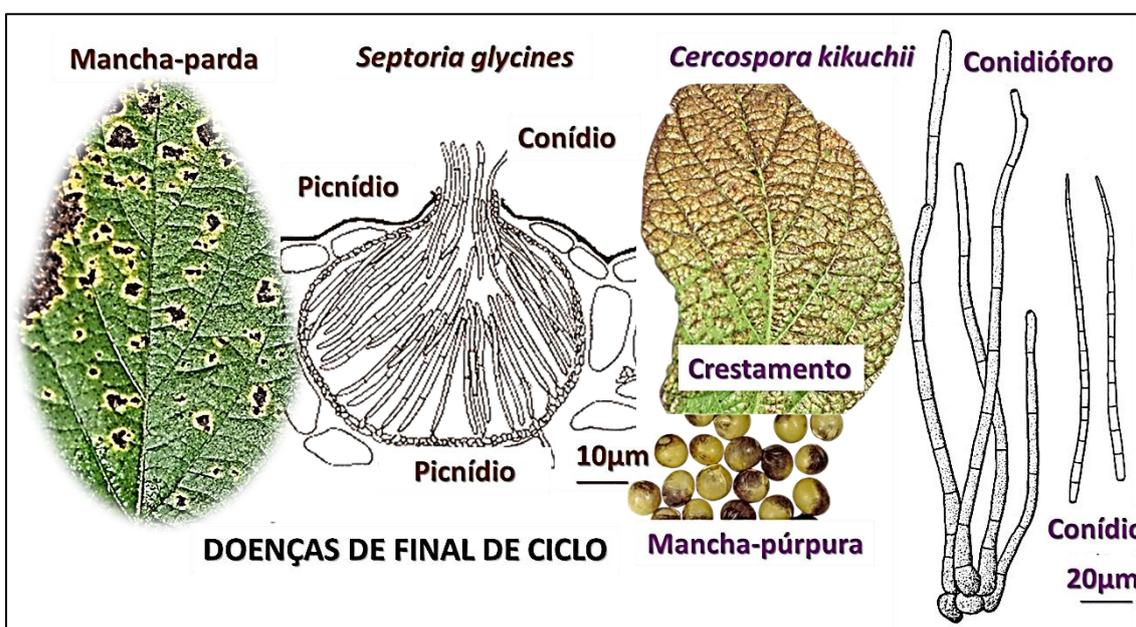


Figura 1. Doenças de final de ciclo da soja. Sintomas da mancha-parda (*Septoria glycines*) na folha e da mancha-púrpura nos grãos (*Cercospora kikuchii*) e crestamento (*C. kikuchii*) na folha. Desenho esquemático dos fungos – picnídio com conídios (*S. glycines*) e fascículo de conidióforos com conídios (*C. kikuchii*) [Fonte: Adaptado de: MATSUMOTO e TOMOYASU, 1925 (https://www.bcrc.firdi.org.tw/fungi/fungal_detail.jsp?id=FU201711280191); WOLF e LEHMAN, 1926].

3.2.1 Mancha parda (*Septoria glycines*)

a) Etiologia

A mancha parda ou septoriose (Figura 1) tem como agente causal o fungo *Septoria glycines* (Teleomorfo: *Mycosphaerella uspenskajae*). Após a morte do tecido infectado, ocorre a produção de picnídios globosos (60-125 µm de diâmetro) no seu interior, com aberturas nas superfícies abaxial e adaxial das folhas. No interior dos picnídios são formados os conídios hialinos, filiformes, curvados, septados (1-3 septos), medindo cerca de 1,4-2,0 µm x 21-50 µm (GODOY et al., 2016).

b) Epidemiologia

A doença está amplamente disseminada por todas as áreas produtoras de soja do Brasil, especialmente nas regiões chuvosas e quentes dos Cerrados (FERREIRA et al., 1979). A sobrevivência do inóculo pode ocorrer na forma de micélio em sementes infectadas e em restos de cultura (GODOY et al., 2016), disseminando-se na planta de baixo para cima (FERREIRA et al., 1979).

A septoriose ocorre em condições quentes e úmidas. A dispersão dos esporos ocorre por meio da ação da chuva, que suspende os conídios em gotículas e são transportados pelo vento. O fungo necessita de um período mínimo de molhamento de 6 horas e temperaturas entre 15° e 30°C para desenvolver sintomas (EMBRAPA, 2014; GODOY et al., 2016).

c) Sintomatologia

Os sintomas surgem nas folhas cerca de duas semanas após a emergência, como pequenas pontuações pardas que evoluem e formam manchas com halos amarelados e centro de contorno angular (Figura 1) nas folhas unifolioladas (EMBRAPA, 2014; GODOY et al., 2016).

Em situações favoráveis, a doença pode atingir os primeiros trifólios e se desenvolver gradualmente para o dossel superior (LIN et al., 2020). Um novo surto pode ocorrer ao final do ciclo, na fase de enchimentos de vagens, ocorrendo intensa desfolha e maturação precoce (EMBRAPA, 2014).

O fungo causador da mancha-parda pode colonizar as primeiras folhas, quando há senescência de tecidos associada ao excesso de população de plantas, deficiência nutricional, compactação do solo. Contudo, na maioria dos casos, a desfolha é significativa no final do ciclo, durante a maturação das plantas e enchimento dos grãos, podendo causar redução de produtividade (GODOY, 2016).

3.2.2 Crestamento (*Cercospora* spp.)

a) Etiologia

O gênero *Cercospora* é considerado um dos maiores e mais heterogêneos dentro da classe dos fungos Hyphomycetes. A maioria das espécies estão associadas a sintomas de manchas foliares, em hospedeiros de grande importância agrícola. Isolados obtidos no Brasil mostraram diferentes expressões de sintomas, variações morfológicas e patogênicas (GODOY et al., 2016). Tradicionalmente o crestamento da soja é atribuído à

C. kikuchii, todavia, outras espécies (*C. cf. flagellaris* e *C. cf. sigesbeckiae*) já foram descritas e associadas ao crestamento foliar (Figura 1) e à mancha púrpura (ALBU et al., 2016; SOARES et al., 2015).

A esporulação do fungo é abundante nos tecidos infectados. Os conídios são hialinos, aciculares, retos ou curvos, multisseptados (8-15 septos), com tamanhos variando entre 3-6 x 70-300 µm (GODOY et al., 2016).

b) Epidemiologia

O fungo (*Cercospora* spp.) está disseminado por todas as regiões produtoras de soja no País, porém sua severidade é maior em regiões mais quentes e chuvosas, com temperaturas entre 23° e 27°C e alta umidade. Comumente é encontrado em lotes de sementes que, se não receberem o tratamento adequado com fungicidas podem ser introduzidos na lavoura, e em restos culturais. De modo geral, a ocorrência da doença inicia na fase de floração até a maturidade fisiológica da soja (EMBRAPA, 2014; GODOY et al., 2016).

Em alguns casos, durante a germinação de sementes infectadas, o fungo se desenvolve e pode penetrar nos cotilédones e destes passar para os primeiros trifólios. Iniciando a produção de esporos e disseminação para as plantas vizinhas por meio do vento e da chuva (FERREIRA et al., 1979).

c) Sintomatologia

Atingindo folha, haste, vagem e semente seus sintomas iniciam com pontuações escuras, de cor castanho-avermelhadas, que se expandem irregularmente, com bordas difusas as quais coalescem necrosando extensas áreas do limbo foliar, formando grandes manchas escuras, resultando em severo crestamento (Figura 1) e desfolha prematura da cultura (EMBRAPA, 2014).

Os sintomas são mais evidentes nas folhas superiores mais novas. Quando infectadas, as folhas tonam-se coriáceas e, expostas ao sol exibem uma tonalidade púrpura (ITO et al., 1993).

Nas vagens as pontuações vermelhas evoluem para manchas castanho-avermelhadas, e através da vagem, o fungo pode atingir a semente e causar a mancha púrpura no tegumento. Quando a infecção ocorre nas hastes, o fungo causa manchas vermelhas geralmente superficiais limitadas ao córtex, contudo, quando ocorre nos nós,

a infecção pode atingir a haste e causar necrose de coloração avermelhada na medula (EMBRAPA, 2014).

3.2.3 Controle

a) Genético

Nos últimos anos, a soja tem sido alvo de melhoramento genético com objetivo prioritário para a resistência de doenças (ALZATE-MARIN et al., 2005). Múltiplas estratégias são utilizadas para controlar as doenças foliares, destacando-se o uso de cultivares resistentes, sendo uma das mais idôneas. Tal método contribui para não onerar o custo de produção, além de favorecer a redução do uso de controle químico.

Entretanto, para várias doenças não existem cultivares resistentes ou seu número é limitado, dessa forma, a convivência econômica com as doenças depende da ação de diversos fatores de um sistema integrado de manejo da cultura (EMBRAPA, 2001).

Para as DFC não há alternativa de controle por resistência genética, limitando o seu controle à utilização de sementes certificadas, cultivares menos suscetíveis, rotação de cultura e aplicação de fungicidas (ITO et al., 1993; FAO, 1995, PICININI et al., 2000).

Mas observa-se que algumas cultivares de soja têm apresentado níveis mais altos de tolerância à mancha parda (YORINORI, 2000), o mesmo ocorre para cercosporiose, o qual deve-se adotar outras estratégias de controle além da escolha da cultivar.

b) Cultural

As doenças na soja não são estáticas e variam muito ao longo do tempo com base em vários fatores como local, umidade, chuva e temperatura. Esses fatores podem influenciar na sobrevivência ou não de alguns fitopatógenos nos resíduos vegetais. Desse modo, é possível observar mudanças na virulência de tais microrganismos e, conseqüentemente, doenças podem se espalhar para áreas anteriormente não afetadas (ALLEN et al., 2017). Em contrapartida, condições supressivas podem minimizar a ocorrência e/ou severidade da doença em determinada área (MENGISTU et al., 2018).

Em função da sobrevivência dos patógenos em restos culturais, o controle mais eficiente é obtido pela rotação de culturas. Tal manejo possibilita a inserção de culturas alternativas não hospedeiras que produzam grandes volumes de palhada.

A cobertura morta, geralmente denominada de palhada, disponibiliza nutrientes às plantas, promove o crescimento do sistema radicular na camada superficial, diminui a evaporação da água adicionada durante a irrigação (GILL et al., 1996; CODAVID et al.,

1998; PROSDOCIMI et al., 2016), gera efeito supressor sobre as plantas espontâneas, reduz pragas e doenças (SADDIQ et al., 2017), reduz a erosão (PROSDOCIMI et al., 2016; RODRIGO-COMINO et al., 2019), melhora a estrutura do solo, melhora a atividade biológica (KUNCHEVA, 2015), aumenta os teores de matéria orgânica do solo (EWERE et al., 2017).

As coberturas atuam como barreiras físicas reduzindo salpicos das gotas de água (irrigação ou chuva) que podem carregar esporos de patógenos até os caules ou folhas, onde aderidos ao tecido vegetal, iniciam o processo de infecção. A palhada também atua como fonte de nutrientes para muitos microrganismos benéficos que competem diretamente por recursos ou promovem inibição química dos patógenos, reduzindo as chances de ocorrência de doenças (CHALKER-SCOTT, 2007).

Silva et al. (2016) demonstraram que cobertura morta de bagaço de cana-de-açúcar, casca de mandioca, casca de feijão e couve-flor apresentaram capacidade de controlar a podridão radicular causada por *Phytophthora nicotianae* em mudas de citros. As coberturas promoveram controle total ou parcial da doença, assemelhando-se ao tratamento químico com fungicida metalaxil.

c) Químico

O controle químico é amplamente utilizado na produção de soja, tanto para o tratamento de sementes, quanto em aplicações foliares. Atualmente, para o controle da cescosporiose e septoriose são indicados fungicidas do grupo dos benzimidazóis (carbendazin, tiofanato metílico), triazóis (difenconazol, tebuconazol, epoxiconazol) e estrobilurinas (azoxistrobina, piraclostrobina) (EMBRAPA, 2007).

A aplicação de fungicida na soja é realizada sem critérios estabelecidos por trabalhos científicos. Ela ocorre em função das recomendações e em casos que as condições ambientais estejam favoráveis para a ocorrência das doenças. Frequentemente ocorre mais de uma aplicação entre os estádios fenológicos R5.1 e R5.3 (EMBRAPA, 2014), o tempo ideal de controle com fungicidas é essencial durante essa fase, para evitar a perda econômica em razão das doenças por desfolha antecipada da lavoura (GODOY, 2016).

Uma ou duas aplicações de fungicida podem suprimir a desfolha precoce e o número de lesões (HAGAN et al., 2017). No entanto, múltiplas aplicações podem não ser tão críticas quanto ao tempo em que elas foram realizadas (BOWEN et al., 2018). Mehl et al. (2019) observaram que o número de aplicações teve pouco impacto na doença,

sugerindo que aplicação única e oportuna de fungicida reduz a desfolha e protege a produção em locais com alta severidade. Além do agroquímico, o uso de cultivares resistentes pode ser uma ferramenta eficaz (HAGAN et al., 2018).

Nos últimos anos, vêm sendo sugerido aos agricultores que as aplicações de fungicidas sejam iniciadas nos estádios vegetativos (em torno de 30 dias) da soja, como uma maneira de promover a sanidade das plantas para os estádios subsequentes de desenvolvimento (LEAL et al., 2018). Contudo, ainda há dúvidas sobre os benefícios dessa prática e são escassas as pesquisas que dão embasamento científico.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi instalado em campo na área experimental do Instituto Phytus, em Planaltina/DF, Rodovia DF 145, km 03, Núcleo Rural São José - Fazenda Cereal Citrus (15° 41' 16,81''; latitude S, 47° 21' 00,40''; longitude W; altitude 937 m), durante a safra 2020/21. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho.

4.1 Condições ambientais

A média mensal das condições climáticas (temperatura máxima e mínima, precipitação e umidade relativa do ar) ocorridas durante a condução do experimento estão apresentadas na Figura 2.

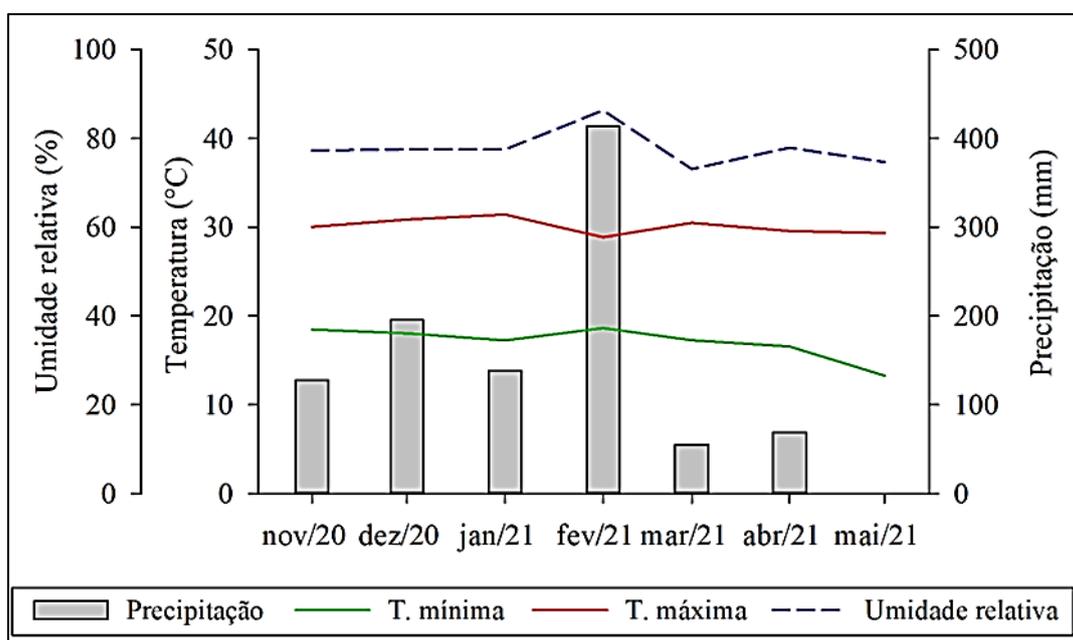


Figura 2. Média mensal das condições climáticas [temperatura (°C) máxima e mínima, precipitação (mm) e umidade relativa do ar (%)] durante a condução do experimento. Planaltina – DF, safra 2020/21. Fonte: Sistema de Monitoramento Agrometeorológico ABC - Estação Agrometeorológica Planaltina Cereal Citrus.

4.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, com parcelas sub-subdivididas e quatro repetições, em arranjo fatorial (2x3x4), sendo os fatores representados por duas cultivares de soja (BMX Desafio RR e 97R50 IPRO), três tratamentos com aplicações de fungicidas (Testemunha, Padrão e V4 + Padrão) e quatro níveis de palhada (0, 2, 4 e 6 t/ha; *Cynodon dactylon*, 'Tifton 85'). As cultivares representaram as parcelas principais, os tratamentos de parte aérea as subparcelas e os níveis de palha as sub-subparcelas.

4.3 Semeadura, manejo cultural e tratamentos

A área experimental estava em pousio e havia sido cultivada com soja na safra anterior e milho após a colheita da soja, porém com baixa produção de palha, deixando o solo exposto no dia da sementeira do experimento. A sementeira das cultivares ‘97R50 IPRO’ e ‘BMX Desafio RR’ foi realizada em 10/11/2020 e 11/11/2020, respectivamente.

As sementes foram previamente tratadas com Piraclostrobina (25 g/L) + Tiofanato Metílico (225 g/L) + Fipronil (250 g/L) [‘Standak Top’ – 200 mL p.c/100 kg de sementes – Fungicida (Piraclostrobina + Tiofanato Metílico) e Inseticida (Fipronil)] e Carbendazim [‘Derosal’ - 100 mL p.c/100 kg de sementes – 50 g p.a. – (Fungicida)] e, posteriormente, foram inoculadas com, inoculante líquido (Masterfix Soja®; *Bradyrhizobium japonicum*; SEMIA 5019 e 5079; dose de 100 mL/ha; 5×10^9 de células viáveis mL⁻¹). O tratamento das sementes e a inoculação foram realizados utilizando tambor rotativo de eixo excêntrico.

As parcelas experimentais mediram 6 m de comprimento e 3 m de largura, com espaçamento de 0,45 m entre linhas e densidade de 19 plantas m⁻¹ linear para a cultivar BMX Desafio RR e 13 plantas m⁻¹ linear para a 97R50 IPRO. O processo de sementeira foi mecanizado, utilizando sementeira Semeato (modelo SHM 1113) com 6 linhas.

A adubação de base foi com NPK 00-46-00 na dose de 150 kg/ha, e o K aplicado à lanço em cobertura na dose de 150 kg/ha. As práticas de manejo e condução da cultura empregadas a partir da sementeira, com exceção à aplicação de fungicidas no estágio vegetativo (V4), foram realizadas de acordo com as indicações técnicas para a cultura da soja da região Centro-Oeste (EMBRAPA, 2020).

As aplicações dos fungicidas (Tabela 3) {‘Fox XPro’: [Bixafem (125 g/L) + Prothioconazol (175 g/L) + Trifloxistrobina (150 g/L)]; ‘Unizeb Gold’: Mancozebe (750 g/kg); ‘Ativum’: [Epoconazol (50 g/L) + Fluxapiraxade (50 g/L) + Piraclostrobina (81 g/L)]; ‘Difere’: [Oxicloreto de cobre (588 g/L) + Equivalente em cobre metálico (350 g/L)]; ‘Cypress’: [Difenoconazol (250 g/L) + Ciproconazol (150 g/L)]; ‘Previnil’: Clorotalonil (720,0 g/L); ‘Tridium’: [Azoxistrobina (47 g/kg) + Mancozebe (597 g/kg) + Tebuconazol (56 g/kg)] e adjuvantes [‘Aureo’: Éster metílico de óleo de soja (720 g/L); ‘Mees’: Metil Éster de Soja (824,3 g/L); ‘Strides’: Éster Metílico de soja (720 g/L)] foram realizadas com equipamento (pulverizador costal para pesquisa) de pressão constante (CO₂), provido de barra de pulverização com cinco pontas (Teejet XR 110 02) de jato plano de faixa ampliada, calibrado para vazão de 150 L/ha e com pressão de 270 kPa.

No momento de cada aplicação foram coletadas as informações meteorológicas (Tabelas 1 e 2) através do equipamento termo-higro-anemômetro-luxímetro digital portátil (Modelo THAL-300).

Tabela 1. Dados meteorológicos [Temperatura (T); Umidade relativa do ar (UR); Velocidade do vento (VV); Nebulosidade (N)], estágio fenológico (BBCH) e Idade da soja [DAE (dias após a emergência)] no momento [H (hora)] das aplicações dos fungicidas na cultivar ‘BMX Desafio RR’. Planaltina - DF, safra 2020/21.

| Data | H | | BBCH ¹ | T °C | | UR (%) | VV (km/h) | N (%) | DAE |
|-------------------------------|---------|-------|-------------------|---------|-------|--------|-----------|-------|-----|
| | Inicial | Final | | Inicial | Final | | | | |
| Época de Aplicação 1 (25 DAE) | | | | | | | | | |
| 9/12/2020 | 19:32 | 19:45 | 14 | 22,5 | 22,2 | 81,3 | 1,6 | 60 | 23 |
| Época de Aplicação 2 (40 DAE) | | | | | | | | | |
| 28/12/2021 | 16:58 | 17:12 | 62 | 29,7 | 30,7 | 53,4 | 3,3 | 65 | 42 |
| Época de Aplicação 3 (55 DAE) | | | | | | | | | |
| 13/1/2021 | 15:49 | 16:00 | 70 | 30,8 | 31,3 | 61,0 | 1,5 | 60 | 57 |
| Época de Aplicação 4 (70 DAE) | | | | | | | | | |
| 26/1/2021 | 09:40 | 09:52 | 75 | 30,3 | 30,6 | 58,8 | 0,5 | 30 | 71 |

¹Codificação Unificada dos Estádios Fenológicos de Culturas e Ervas Daninhas (BLEIHOLDER et al., 1991).

Tabela 2. Dados meteorológicos [Temperatura (T); Umidade relativa do ar (UR); Velocidade do vento (VV); Nebulosidade (N)], estágio fenológico (BBCH) e idade da soja [DAE (dias após a emergência)] no momento [H (hora)] das aplicações dos fungicidas na cultivar ‘97R50 IPRO’. Planaltina - DF, safra 2020/21.

| Data | H Inicial | BBCH ¹ | T (°C) | | UR (%) | VV (km/h) | N (%) | DAE |
|-------------------------------|-----------|-------------------|---------|-------|--------|-----------|-------|-----|
| | Final | | Inicial | Final | | | | |
| Época de Aplicação 1 (25 DAE) | | | | | | | | |
| 9/12/2020 | 19:15 | 14 | 22,4 | 22,6 | 81,3 | 1,6 | 60 | 23 |
| | 19:31 | | | | | | | |
| Época de Aplicação 2 (40 DAE) | | | | | | | | |
| 28/12/2021 | 16:58 | 62 | 30,9 | 30,7 | 53,4 | 0,5 | 65 | 42 |
| | 17:12 | | | | | | | |
| Época de Aplicação 3 (55 DAE) | | | | | | | | |
| 12/1/2021 | 19:17 | 67 | 26,4 | 25,3 | 75,3 | 0,7 | 55 | 56 |
| | 19:35 | | | | | | | |
| Época de Aplicação 4 (70 DAE) | | | | | | | | |
| 26/1/2021 | 09:20 | 75 | 29,9 | 30,1 | 58,2 | 0,5 | 30 | 71 |
| | 09:35 | | | | | | | |

¹Codificação Unificada dos Estádios Fenológicos de Culturas e Ervas Daninhas (BLEIHOLDER et al., 1991).

Tabela 3. Tratamentos com aplicação padrão e aplicação em V4 em adição à padrão com fungicidas [princípio ativo (p.a.) e produto comercial (p.c.)] aplicados na cultura da soja (Cultivares 97R50 IPRO e BMX Desafio RR). Planaltina - DF, safra 2020/21.

| Tratamentos | Estádio (DAE) ^a | Acrônimo (p.a.) | Dose p.c. (L-kg/ha) |
|--------------------|----------------------------|---|---------------------|
| Testemunha | - | Sem aplicação de fungicida | - |
| Padrão* | 25 | - | - |
| | 40 | (Bix + Pro + Tri) ¹ + Au ² + (Man) ³ | 0,5 + 0,375 + 1,5 |
| | 55 | (Epo + Flu + Pir) ⁴ + Me ⁵ + (OCu + ECu) ⁶ | 0,8 + 0,25 + 1 |
| | 70 | (Dif + Cip) ⁷ + (Clo) ⁸ | 0,3 + 1,4 |
| V4 + Padrão | 25 | (Azo + Man + Teb) ⁹ + St ¹⁰ | 2 + 0,375 |
| | 40 | (Bix + Pro + Tri) ¹ + Au ² + (Man) ³ | 0,5 + 0,375 + 1,5 |
| | 55 | (Epo + Flu + Pir) ⁴ + Me ⁵ + (OCu + ECu) ⁶ | 0,8 + 0,25 + 1 |
| | 70 | (Dif + Cip) ⁷ + (Clo) ⁸ | 0,3 + 1,4 |

* Padrão = produtos mais utilizados por produtores (GODOY et al., 2021). ¹Fox XPro[®]: [Bixafem (125 g/L) + Protiocoazol (175 g/L) + Trifloxistrobina (150 g/L) = (Bix + Pro + Tri)]; ²Aureo[®] (Au): Éster metílico de óleo de soja (720 g/L); ³Unizeb Gold[®]: Mancozebe (750 g/kg) = (Man); ⁴Ativum[®]: [Epoxiiconazol (50 g/L) + Fluxapiroxade (50 g/L) + Piraclostrobina (81 g/L) = (Epo + Flu + Pir)]; ⁵Mees[®] (Me): Metil Éster de Soja (824,3 g/L); ⁶Difere[®]: [Oxicloreto de cobre (588 g/L) + Equivalente em cobre metálico (350 g/L) = (OCu + ECu)]; ⁷Cypress[®]: [Difenoconazol (250 g/L) + Ciproconazol (150 g/L) = (Dif + Cip)]; ⁸Previnil[®]: Clortalonil (720 g/L) = (Clo); ⁹Tridium[®]: [Azoxiostrobrina (47 g/kg) + Mancozebe (597 g/kg) + Tebuconazol (56 g/kg) = (Azo + Man + Teb)]; ¹⁰Strides[®] (St): Éster Metílico de soja (720 g/L). ^aDAE: dias após a emergência.

4.4 Palhada

A cobertura vegetal morta utilizada foi feno de ‘Tifton 85’ (*Cynodon dactylon*). Cada unidade experimental recebeu aleatoriamente um nível (0, 2, 4, e 6 t/ha, equivalendo a 0; 1,78; 3,56 e 5,34 t/ha de massa seca). O material foi pesado (equivalente em kg) com balança digital e distribuído uniformemente entre as linhas de plantio (Figura 3).



Figura 3. Área experimental para a avaliação dos efeitos da palhada (*Cynodon dactylon*, Tifton 85), cultivares (‘97R50 IPRO’ e ‘BMX Desafio RR’) e aplicação de fungicidas na severidade da mancha-parda (*Septoria glycines*) e do crestamento ou mancha-púrpura (*Cercospora* spp.) em soja. Fonte: CAMPOS, G. F. B. (2020).

4.5 Avaliações

Foram avaliados 5 trifólios de 5 plantas escolhidas ao acaso, para determinar a severidade da mancha parda (*Septoria glycines*) e do crestamento ou mancha-púrpura (*Cercospora* spp.). O trifólio foi selecionado atentando-se para o mesmo nó em todas as avaliações e, no caso de observar a ausência do mesmo, atribuía-se a nota máxima da escala diagramática. Visando avaliar de forma mais acurada e precisa fazer-se o uso da escala diagramática (MARTINS et al., 2004) (Anexo 1) para as DFC.

As avaliações de severidade ocorreram em Pré-Aplicação 1, Pré-Aplicação 2, Pré-Aplicação 3, Pré-Aplicação 4, 7 DAA4, 14 DAA4 e 21 DAA4 - nota visual da porcentagem (%) de área foliar atacada pelo patógeno conforme escala diagramática de doenças de final de ciclo da soja.

A partir dos dados de severidade calculou-se a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), com a seguinte fórmula (CAMPBELL; MADDEN, 1990):

$$\text{AACPD} = \sum [(Y_{i+1} + Y_i) * 0,5] * (T_{i+1} - T_i)$$

Y_i: severidade da doença na época de avaliação i (i= 1,...,n); Y_{i+1}: severidade da doença na época de avaliação i + 1; T_i: momento da avaliação inicial (i); T_{i+1}: momento da próxima avaliação (i + 1); n = nº de avaliações.

Através dos dados de severidade calculou-se a porcentagem de eficiência decorrentes da ação dos fungicidas testados em relação à testemunha. Empregou-se a fórmula de Abbott (1925), conforme segue abaixo:

$$\%E = ((T - F) / T) \times 100$$

T = % de severidade na testemunha; F = % de severidade no tratamento.

A fitotoxicidade foi avaliada aos 7 DAA1, 7 DAA2, 7 DAA3, 7 DAA4, 14 DAA4 e 21 DAA4 (padrões estabelecidos pelo Instituto Phytus), por meio de caminhamento entre as parcelas, observando-se o percentual de injúrias nas plantas (Anexo 2) de acordo com a escala diagramática para identificação e quantificação dos sintomas de fitotoxidez na soja (REIS et al., 2010).

O NDVI [Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (Normalized Difference Vegetation Index)] foi determinado por meio de um sensor óptico portátil (GreenSeeker®, Handheld Crop), o qual realiza a mensuração de reflectância no vermelho e infravermelho próximo e calcula o NDVI (CRAIN et al., 2012).

O equipamento fornece informação espectral associada ao estado nutricional e/ou sanitário da planta. Os valores de NDVI fornecidos pelo aparelho podem variar de 0 a 0,99 (maior valor significa maior área verde) (CRAIN et al., 2012). A desfolha das plantas foi indiretamente associada à medida com o aparelho sensor [Desfolha em função do NDVI = (valor maior = menor desfolha; valor menor = maior desfolha)] (MICHELS et al., 2022).

Para as leituras de NDVI o sensor foi posicionado a 1 m de altura do topo do dossel das plantas na parte central das unidades experimentais. Essa altura atende as recomendações do fabricante que são de 0,6 a 1,2 m de altura do topo do dossel das culturas. Foram tomadas 4 leituras por parcela das linhas centrais e a média entre as

leituras considerada como leitura final de cada unidade experimental (padrões estabelecidos pelo Instituto Phytus).

A produtividade de grãos foi estimada através da colheita de 5 m lineares em 4 linhas centrais de cada parcela. As plantas foram coletadas manualmente e trilhadas em bateadeira estacionária. Os grãos foram acondicionados em sacos de papel devidamente identificados e transportados até o laboratório, onde foi realizada a pesagem, determinação da umidade e massa de mil grãos (MMG) das amostras.

Para a determinação da MMG, foram coletadas amostras referentes a cada parcela e com o auxílio do amostrador, efetuou-se 2 coletas de 150 grãos os quais foram pesados em balança de precisão e posteriormente os valores foram extrapolados para mil grãos. Os dados de produtividade e MMG foram convertidos para 13% de umidade (padrões estabelecidos pelo Instituto Phytus).

Os dados brutos das avaliações foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as comparações das médias foram realizadas pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$). As análises foram realizadas utilizando o programa IBM SPSS Statistics, versão 23.0 (IBM, 2015), e o gráfico foi desenvolvido através do SigmaPlot, versão 12.5 (SYSTAT SOFTWARE, 2013).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Efeitos principais

5.1.1 Cultivares

O uso de cultivares com algum nível de resistência, pode ser uma tática eficiente e econômica. Contudo, a maioria das cultivares de soja são suscetíveis às doenças de final de ciclo (DFC), tornando o controle químico o mais usual (YORINORI, 1992; NOMURA et al., 1996; UTIAMADA et al., 1997). Os danos causados pelas DFC impactam na redução do número de vagens e chochamento, peso dos grãos, qualidade das sementes e no rendimento final (ALMEIDA, 1980).

A cv. BMX Desafio RR (AACPD ~ 311) mostrou-se mais resistente (Tabela 4) às DFC do que a cv. 97R50 IPRO (AACPD ~ 518). Em adição, a cv. BMX Desafio RR apresentou maior produtividade (5.248 kg/ha). A massa de mil grãos na cv. BMX Desafio RR também foi maior (185,2 g). Para desfolha (Função do NDVI) não houve diferença estatística entre as cultivares.

A cv. Desafio é de alto potencial produtivo, baixo índice de ramificação, ideal para ambientes de alta tecnologia, altamente responsiva à época de plantio e população de plantas, e excelente sanidade foliar para mancha-alvo (*Corynespora cassiicola*) e cancro da haste (*Diaporthe phaseolorum f. sp. meridionalis*) (BRASMAX, 2022).

A 97R50 IPRO possui genótipos resistentes ao ataque de algumas lagartas (PIONEER, 2022) aliada à resistência ao glifosato. É de elevado potencial produtivo, uniformidade de maturação, resistente à cercosporiose (*C. sojina*) e cancro da haste (*Diaporthe phaseolorum f. sp. meridionalis*) e moderadamente resistente à mancha-alvo (*C. cassiicola*) e podridão cinzenta (*Macrophomina phaseolina*).

Tabela 4. Produtividade (P), massa de mil grãos (MMG), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e desfolha (NDVI**) nas cultivares BMX Desafio RR e 97R50 IPRO.

| Cultivares | P (kg/ha) | MMG (g) | AACPD | Desfolha** |
|-----------------------|--------------|------------|---------|------------|
| BMX Desafio RR | 5.248 a | 185,2 a | 311,1 b | 0,445 a |
| 97R50 IPRO | 4.590 b | 178,9 b | 518,3 a | 0,443 a |

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). **NDVI – valor maior = menor desfolha; valor menor = maior desfolha (MICHELS et al., 2022).

5.1.2 Químicos

O controle químico é amplamente usado no controle de doenças de plantas. No entanto, em determinadas situações podem ocorrer o aparecimento de lesões por fitotoxidez. Fatores como superdoses, aplicação em horários inadequados ou em plantas estressadas, fazem com que esses compostos sejam metabolizados lentamente, os quais permanecem em altas concentrações por maior tempo nas plantas, provocando fitotoxicidade (COSTAMILAN, 2003). No presente estudo não foi observado sintomas de fitotoxicidade nas cultivares de soja.

A aplicação de fungicida em dois estádios (vegetativo + reprodutivo) reduziu a severidade das doenças nas plantas de soja (Tabela 5), conseqüentemente, foi possível observar maior sanidade das plantas, como também, redução da desfolha precoce verificada no tratamento sem fungicida. Os tratamentos com o controle químico reduziram a AACPD da soja. Ou seja, a aplicação padrão de fungicida (somente estágio reprodutivo) como sua aplicação nos estádios V4 + padrão foram eficazes no controle das DFC. É oportuno ressaltar que no final do ciclo da soja constatou-se o aumento da severidade das manchas foliares em todos os tratamentos, igualando-os, mas as aplicações em V4 + padrão resultaram em menor severidade (Tabela 5), logo, menor desfolha. Esse aumento nas DFC ao final do ciclo foi também relatado por Leal et al. (2018).

Tabela 5. Médias gerais de área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) nas cultivares BMX Desafio RR e 97R50 IPRO.

| Tratamentos | Estádio (DAE) ^a | AACPD |
|--------------------|--|---------|
| Testemunha | - | 716,7 a |
| Padrão* | 40 DAE ^{1,2 e 3} > 55 DAE ^{4,5 e 6} > 70 DAE ^{7 e 8} | 288,9 b |
| V4 + Padrão | 25 DAE ^{9 e 10} > 40 DAE ^{1,2 e 3} > 55 DAE ^{4,5 e 6} > 70 DAE ^{7 e 8} | 238,4 b |

* Padrão = produtos mais utilizados por produtores (GODOY et al., 2021). ¹Fox XPro': [Bixafem (125 g/L) + Protiocanazol (175 g/L) + Trifloxistrobina (150 g/L) = (Bix + Pro + Tri)]; ²Aureo' (Au): Éster metílico de óleo de soja (720 g/L); ³Unizeb Gold': Mancozebe (750 g/kg) = (Man); ⁴Ativum': [Epoiconazol (50 g/L) + Fluxapiroxade (50 g/L) + Piraclorobina (81 g/L) = (Epo + Flu + Pir)]; ⁵Mees' (Me): Metil Éster de Soja (824,3 g/L); ⁶Difere': [Oxicloreto de cobre (588 g/L) + Equivalente em cobre metálico (350 g/L) = (OCu + ECu)]; ⁷Cypress': [Difenocanazol (250 g/L) + Ciproconazol (150 g/L) = (Dif + Cip)]; ⁸Previnil': Clorotalonil (720 g/L) = (Clo); ⁹Tridium': [Azoxistrobina (47 g/kg) + Mancozebe (597 g/kg) + Tebuconazol (56 g/kg) = (Azo + Man + Teb)]; ¹⁰Strides' (St): Éster Metílico de soja (720 g/L). ** Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05). ^a DAE: dias após a emergência.

Atualmente, tem-se sugerido que a aplicação de fungicidas iniciada nos estádios vegetativos promove a construção da sanidade das plantas para os estádios seguintes (LEAL et al., 2018). No presente trabalho observou-se entre as diferentes aplicações, que a testemunha (sem fungicida) apresentou maior severidade das doenças em relação as demais. A inclusão de uma aplicação de fungicida no estágio vegetativo (V4) da soja

resultou em maior eficiência no controle da cercosporiose e septoriose, demonstrando resultados superiores à aplicação padrão com uso de fungicidas apenas nos estádios reprodutivos da planta.

Os tratamentos químicos padrão e V4 + padrão aumentaram a produtividade e massa de mil grãos em relação a testemunha (Tabela 6). Esses resultados demonstram a importância do uso de fungicida para o controle de manchas foliares da soja, realçando que o não controle das doenças acarretaram perdas expressivas de produtividade (ALMEIDA JÚNIOR et al., 2020). Em ambas as cultivares foi possível observar maior eficiência de controle (Tabelas 7 e 8) das DFC no tratamento V4 + padrão.

Tabela 6. Médias gerais de produtividade (P) e massa de mil grãos (MMG) em função dos tratamentos, independente das cultivares.

| Tratamentos | Estádio (DAE) ^a | P (kg/ha) | MMG (g) |
|--------------------|--|-----------|---------|
| Testemunha | - | 4.600 b | 173,8 b |
| Padrão* | 40 DAE ^{1,2 e 3} > 55 DAE ^{4,5 e 6} > 70 DAE ^{7 e 8} | 5.005 a | 185,0 a |
| V4 + Padrão | 25 DAE ^{9 e 10} > 40 DAE ^{1,2 e 3} > 55 DAE ^{4,5 e 6} > 70 DAE ^{7 e 8} | 5.152 a | 187,3 a |

* Padrão = produtos mais utilizados por produtores (GODOY et al., 2021). ¹Fox XPro': [Bixafem (125 g/L) + Protiococonazol (175 g/L) + Trifloxistrobina (150 g/L) = (Bix + Pro + Tri)]; ²Aureo' (Au): Éster metílico de óleo de soja (720 g/L); ³Unizeb Gold': Mancozebe (750 g/kg) = (Man); ⁴Ativum': [Epoconazol (50 g/L) + Fluxapiroxade (50 g/L) + Piraclostrobrina (81 g/L) = (Epo + Flu + Pir)]; ⁵Mees' (Me): Metil Éster de Soja (824,3 g/L); ⁶Difere': [Oxicloreto de cobre (588 g/L) + Equivalente em cobre metálico (350 g/L) = (OCu + ECu)]; ⁷Cypress': [Difenoconazol (250 g/L) + Ciproconazol (150 g/L) = (Dif + Cip)]; ⁸Previnil': Clorotalonil (720 g/L) = (Clo); ⁹Tridium': [Azoxistrobina (47 g/kg) + Mancozebe (597 g/kg) + Tebuconazol (56 g/kg) = (Azo + Man + Teb)]; ¹⁰Strides' (St): Éster Metílico de soja (720 g/L). ** Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05). ^a DAE: dias após a emergência.

Tabela 7. Eficiência (E%) de controle das DFC da cultivar 97R50 IPRO.

| Tratamentos | Estádio (DAE) ^a | Acrônimo (p.a.) | Dose p.c. (L-kg/ha) | E(%)*** |
|--------------------|----------------------------|---|---------------------|---------|
| Testemunha | - | Sem aplicação de fungicida | - | 0 |
| Padrão* | 25 | - | - | 69,76 |
| | 40 | (Bix + Pro + Tri) ¹ + Au ² + (Man) ³ | 0,5 + 0,375 + 1,5 | |
| | 55 | (Epo + Flu + Pir) ⁴ + Me ⁵ + (OCu + ECu) ⁶ | 0,8 + 0,25 + 1 | |
| | 70 | (Dif + Cip) ⁷ + (Clo) ⁸ | 0,3 + 1,4 | |
| V4 + Padrão | 25 | (Azo + Man + Teb) ⁹ + St ¹⁰ | 2 + 0,375 | 72,41 |
| | 40 | (Bix + Pro + Tri) ¹ + Au ² + (Man) ³ | 0,5 + 0,375 + 1,5 | |
| | 55 | (Epo + Flu + Pir) ⁴ + Me ⁵ + (OCu + ECu) ⁶ | 0,8 + 0,25 + 1 | |
| | 70 | (Dif + Cip) ⁷ + (Clo) ⁸ | 0,3 + 1,4 | |

* Padrão = produtos mais utilizados por produtores (GODOY et al., 2021). ¹Fox XPro': [Bixafem (125 g/L) + Protiococonazol (175 g/L) + Trifloxistrobina (150 g/L) = (Bix + Pro + Tri)]; ²Aureo' (Au): Éster metílico de óleo de soja (720 g/L); ³Unizeb Gold': Mancozebe (750 g/kg) = (Man); ⁴Ativum': [Epoconazol (50 g/L) + Fluxapiroxade (50 g/L) + Piraclostrobrina (81 g/L) = (Epo + Flu + Pir)]; ⁵Mees' (Me): Metil Éster de Soja (824,3 g/L); ⁶Difere': [Oxicloreto de cobre (588 g/L) + Equivalente em cobre metálico (350 g/L) = (OCu + ECu)]; ⁷Cypress': [Difenoconazol (250 g/L) + Ciproconazol (150 g/L) = (Dif + Cip)]; ⁸Previnil': Clorotalonil (720 g/L) = (Clo); ⁹Tridium': [Azoxistrobina (47 g/kg) + Mancozebe (597 g/kg) + Tebuconazol (56 g/kg) = (Azo + Man + Teb)]; ¹⁰Strides' (St): Éster Metílico de soja (720 g/L). ** Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05). *** Fórmula de Abbott. ^a DAE: dias após a emergência.

Tabela 8. Eficiência (E%) de controle das DFC da cultivar Desafio.

| Tratamentos | Estádio (DAE) ^a | Acrônimo (p.a.) | Dose p.c. (L-kg/ha) | E(%)*** |
|--------------------|----------------------------|---|---------------------|---------|
| Testemunha | - | Sem aplicação de fungicida | - | 0 |
| Padrão* | 25 | - | - | 36,57 |
| | 40 | (Bix + Pro + Tri) ¹ + Au ² + (Man) ³ | 0,5 + 0,375 + 1,5 | |
| | 55 | (Epo + Flu + Pir) ⁴ + Me ⁵ + (OCu + ECu) ⁶ | 0,8 + 0,25 + 1 | |
| | 70 | (Dif + Cip) ⁷ + (Clo) ⁸ | 0,3 + 1,4 | |
| V4 + Padrão | 25 | (Azo + Man + Teb) ⁹ + St ¹⁰ | 2 + 0,375 | 53,12 |
| | 40 | (Bix + Pro + Tri) ¹ + Au ² + (Man) ³ | 0,5 + 0,375 + 1,5 | |
| | 55 | (Epo + Flu + Pir) ⁴ + Me ⁵ + (OCu + ECu) ⁶ | 0,8 + 0,25 + 1 | |
| | 70 | (Dif + Cip) ⁷ + (Clo) ⁸ | 0,3 + 1,4 | |

* Padrão = produtos mais utilizados por produtores (GODOY et al., 2021). ¹Fox XPro': [Bixafem (125 g/L) + Protiocanazol (175 g/L) + Trifloxistrobina (150 g/L) = (Bix + Pro + Tri)]; ²Aureo' (Au): Éster metílico de óleo de soja (720 g/L); ³Unizeb Gold': Mancozebe (750 g/kg) = (Man); ⁴Ativum': [Epoiconazol (50 g/L) + Fluxapiroxade (50 g/L) + Piraclostrobina (81 g/L) = (Epo + Flu + Pir)]; ⁵Mees' (Me): Metil Éster de Soja (824,3 g/L); ⁶Difere': [Oxicloreto de cobre (588 g/L) + Equivalente em cobre metálico (350 g/L) = (OCu + ECu)]; ⁷Cypress': [Difenoconazol (250 g/L) + Ciproconazol (150 g/L) = (Dif + Cip)]; ⁸Previnil': Clorotalonil (720 g/L) = (Clo); ⁹Tridium': [Azoxistrobina (47 g/kg) + Mancozebe (597 g/kg) + Tebuconazol (56 g/kg) = (Azo + Man + Teb)]; ¹⁰Strides' (St): Éster Metílico de soja (720 g/L). ** Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p≤0,05). *** Fórmula de Abbott. ^a DAE: dias após a emergência.

Atualmente, as pesquisas têm recomendado a aplicação de misturas de triazóis e de estrobilurinas com fungicidas protetores multissítios – moléculas que agem em vários pontos do metabolismo do fungo simultaneamente – com o intuito de garantir a eficácia e prevenção de resistência de produtos (AZEVEDO, 2018).

Destaca-se também produtos à base de clorotalonil, mancozebe e de cobre (oxicloreto de cobre e hidróxido de cobre). O mancozebe tem sido o mais indicado para o manejo de fungos resistentes, em razão do uso demorado de fungicidas sistêmicos sem alternância de princípios ativos (AZEVEDO, 2018).

A associação de fungicidas protetores, triazóis, estrobilurinas e carboxamidas tem apresentado resultados satisfatórios, com aumento de eficiência de controle em relação à aplicação desses fungicidas isolados (ALVES et al., 2017).

No presente trabalho, além da associação de fungicidas, incluiu-se uma aplicação em V4. Foi possível observar maior eficiência de controle (Tabelas 7 e 8) nesses tratamentos e apesar da produtividade não diferir entre os tratamentos padrão e V4 + padrão (p≤0,05), os resultados foram superiores à média de produtividade nacional de 3.527 kg/ha da safra 20/21 (CONAB, 2021).

A taxa de desfolha foi mais evidente nas testemunhas, cujo tratamento não havia emprego de fungicida (Figura 4) e (Tabela 9). Em trabalho realizado por Celestino et al., (2016) com objetivo de avaliar a eficiência de fungicidas no controle de doenças na

cultura da soja observaram que a testemunha (sem aplicação de fungicida) apresentou maior desfolha, ao passo que os tratamentos com menores severidades obtiveram os maiores valores de NDVI, ou seja, desfolharam menos.

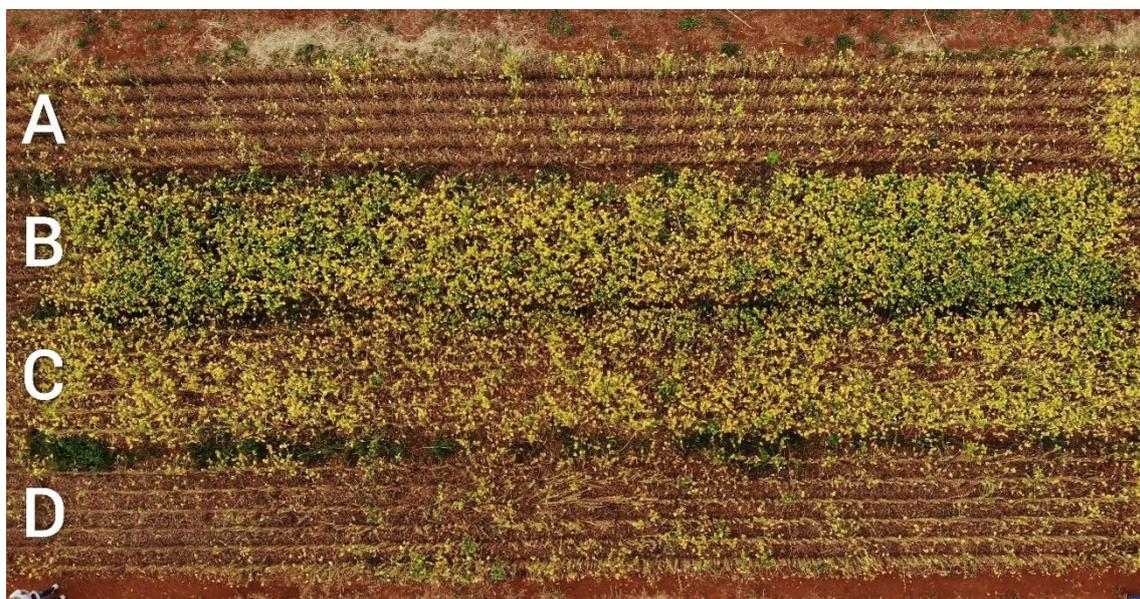


Figura 4. Foto aérea dos blocos com diferentes aplicações de fungicidas na cultivar BMX Desafio RR. A) Testemunha; B) V4 + Padrão; C) Padrão; D) Testemunha. Fonte: CAMPOS, G. F. B. (2021).

Tabela 9. Média geral da taxa de desfolha (NDVI**).

| Tratamentos | Estádio (DAE) ^a | Acrônimo (p.a.) | Dose p.c. (L-kg/ha) | Desfolha** |
|--------------------|----------------------------|---|---------------------|------------|
| Testemunha | - | Sem aplicação de fungicida | - | 0,335***c |
| Padrão* | 25 | - | - | 0,477 b |
| | 40 | (Bix + Pro + Tri) ¹ + Au ² + (Man) ³ | 0,5 + 0,375 + 1,5 | |
| | 55 | (Epo + Flu + Pir) ⁴ + Me ⁵ + (OCu + ECu) ⁶ | 0,8 + 0,25 + 1 | |
| | 70 | (Dif + Cip) ⁷ + (Clo) ⁸ | 0,3 + 1,4 | |
| V4 + Padrão | 25 | (Azo + Man + Teb) ⁹ + St ¹⁰ | 2 + 0,375 | 0,520 a |
| | 40 | (Bix + Pro + Tri) ¹ + Au ² + (Man) ³ | 0,5 + 0,375 + 1,5 | |
| | 55 | (Epo + Flu + Pir) ⁴ + Me ⁵ + (OCu + ECu) ⁶ | 0,8 + 0,25 + 1 | |
| | 70 | (Dif + Cip) ⁷ + (Clo) ⁸ | 0,3 + 1,4 | |

* Padrão = produtos mais utilizados por produtores (GODOY et al., 2021). ¹Fox XPro': [Bixafem (125 g/L) + Protiocanazol (175 g/L) + Trifloxistrobina (150 g/L) = (Bix + Pro + Tri)]; ²Aureo' (Au): Éster metílico de óleo de soja (720 g/L); ³Unizeb Gold': Mancozebe (750 g/kg) = (Man); ⁴Ativum': [Epoiconazol (50 g/L) + Fluxapiroxade (50 g/L) + Piraclorobina (81 g/L) = (Epo + Flu + Pir)]; ⁵Mees' (Me): Metil Éster de Soja (824,3 g/L); ⁶Difere': [Oxicloreto de cobre (588 g/L) + Equivalente em cobre metálico (350 g/L) = (OCu + ECu)]; ⁷Cypress': [Difenoconazol (250 g/L) + Ciproconazol (150 g/L) = (Dif + Cip)]; ⁸Previnil': Clorotalonil (720 g/L) = (Clo); ⁹Tridium': [Azoxistrobina (47 g/kg) + Mancozebe (597 g/kg) + Tebuconazol (56 g/kg) = (Azo + Man + Teb)]; ¹⁰Strides' (St): Éster Metílico de soja (720 g/L). ** NDVI – valor maior = menor desfolha; valor menor = maior desfolha (MICHELS et al., 2022). *** Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05). ^a DAE: dias após a emergência.

5.1.3 Palhada

Em certas situações, o plantio direto pode ser favorável a ocorrência de doenças, no qual muitas doenças de plantas são causadas por agentes fitopatogênicos que

sobrevivem em restos culturais presentes no solo após a colheita (REIS et al., 2011). A escolha de uma boa cobertura vegetal (cultura não hospedeira), fisicamente pode cumprir o papel de barreira, reduzindo os salpicos das gotas de água que podem carregar esporos dos patógenos até as plantas hospedeiras (CHALKER-SCOTT, 2007).

Reforçando a ideia de Chalker-Scott (2007), no presente trabalho foi possível observar que a presença de palha reduziu a severidade das doenças. Durante as avaliações constatou-se que o tratamento com o maior volume de palhada foi o mais efetivo para amenizar a infecção e disseminação dos patógenos. Entretanto, estatisticamente não houve diferença entre os níveis de palha 2, 4 e 6 t/ha (Tabela 10).

Esses dados corroboram com a AACPD, cujo tratamentos diferiram apenas da testemunha com zero t/ha, os demais não apresentaram diferença significativa entre si. Apesar da parecença entre os resultados, é perceptível a influência da presença e da quantidade de palhada, proporcionando menor severidade. Essa menor severidade faz com que haja uma menor perda de área foliar, o que pode contribuir para um acréscimo nos níveis de rendimento de grãos (RIBEIRO; COSTA 2000).

Tabela 10. Médias gerais de produtividade (P), MMG (massa de mil grãos), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e desfolha (NDVI**) em função da palhada.

| Palhada (t/ha) | P (kg/ha) | MMG (g) | AACPD | Desfolha** |
|---------------------------|----------------------|--------------------|--------------|-------------------|
| 0 | 4.874* a | 183,3 a | 470,6 a | 0,420 b |
| 2 | 4.873 a | 181,9 a | 407,6 b | 0,447 a |
| 4 | 4.941 a | 180,4 a | 394,3 b | 0,450 a |
| 6 | 4.988 a | 182,7 a | 386,2 b | 0,459 a |

* Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

**NDVI – valor maior = menor desfolha; valor menor = maior desfolha (MICHELS et al., 2022).

Uma relação solo-água-plantas favorável é criada por meio da cobertura vegetal sobre a superfície do solo. O microclima entorno da planta e do solo é significativamente afetado, possibilitando a redução das perdas de água e fertilizantes, controle da temperatura, aumento da atividade microbiana e biomassa no solo, além de auxiliar na supressão de plantas daninhas e na redução da incidência e severidade de algumas doenças (RAJASEKAR et al., 2019; QUAMRUZZAMAN et al., 2021).

A cobertura do solo com matéria orgânica é um elemento importante do cultivo integrado. A adição de matéria orgânica no solo, especialmente por uma cobertura rica em nutrientes gera um efeito favorável nas propriedades físicas e químicas do solo que por sua vez sustentam plantas saudáveis que são menos suscetíveis a patógenos

(RAJASEKAR et al., 2019), e desempenha papel de auxiliar na redução de incidência e severidade de doenças como barreira física.

O uso de cobertura vegetal tem sido apoiado por estudos que mostram a redução de doenças na cultura da soja por meio desse manejo. Segundo Wen et al (2017), o uso de centeio resultou em menor incidência de doenças causadas por *Septoria glycines* e *Rhizoctonia solani*, além de reduzir a população e cistos do nematoide da soja.

Um ensaio realizado com pimenta (*Capsicum* spp.) mostrou que a severidade da cercosporiose foi reduzida pelo uso da cobertura do solo com palha de arroz. Dessa forma, a infecção da cultura por doenças transmitidas pelo solo, como *Cercospora* spp., por meio de respingos de solo pode ser reduzida cobrindo-se o solo com palhada, causando um retardo da epidemia (VOS et al., 1995).

5.2 Interações

5.2.1 Cultivar x Químico

Para DFC não há alternativa de controle por resistência genética, limitando o controle à utilização de cultivares menos suscetíveis, rotação de cultura, uso de sementes sadias e pulverização de fungicidas (ITO et al., 1993; FAO, 1995, PICININI et al., 2000).

As cultivares apresentaram diferenças quanto ao grau de severidade das doenças. A variação nas respostas pode estar relacionada aos mecanismos de defesa das plantas, bem como, pela diferença na sensibilidade em relação ao fitopatógeno, refletindo na especificidade da resistência frente à variabilidade do organismo fitopatogênico (TERAMOTO et al., 2013).

A cultivar 97R50 IPRO (PIONEER, 2022) apresenta resistência parcial à mancha-olho-de-rã (*Cercospora sojina*), no presente estudo a cultivar BMX Desafio RR mostrou-se parcialmente resistente as DFC em todas as avaliações e conseqüentemente mais produtiva, independente do programa de fungicidas: testemunha, padrão ou V4 + padrão. Em resposta a interação entre cultivar e aplicação, a Desafio expressou resultados superiores com melhor eficiência do controle das doenças. Essa informação é ratificada pelos dados da AACPD (Tabela 11).

O momento de entrada antecipada (V4) resultou em menor progresso das DFC em relação aos demais momentos de entrada da primeira aplicação. O tratamento no qual a primeira aplicação foi realizada em V4 mostrou-se estatisticamente superior aos demais, especialmente na cultivar Desafio (Tabela 11).

Tabela 11. Resultados de área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) da interação entre cultivares e aplicação.

| Tratamentos | Estádio (DAE) ^a | Acrônimo (p.a.) | Cultivares | AACPD |
|-------------|---|---|------------|-----------|
| Testemunha | - | Sem aplicação de fungicida | 97R50 IPRO | 948,9 a** |
| | | | Desafio | 484,5 b |
| Padrão* | 25 | - | 97R50 IPRO | 314,7 a |
| | 40 | (Bix + Pro + Tri) ¹ + Au ² + (Man) ³ | Desafio | 263,1 a |
| | 55 | (Epo + Flu + Pir) ⁴ + Me ⁵ + (OCu + ECu) ⁶ | | |
| | 70 | (Dif + Cip) ⁷ + (Clo) ⁸ | | |
| 25 | (Azo + Man + Teb) ⁹ + St ¹⁰ | 97R50 IPRO | | |
| V4 + Padrão | 40 | (Bix + Pro + Tri) ¹ + Au ² + (Man) ³ | Desafio | 185,6 b |
| | 55 | (Epo + Flu + Pir) ⁴ + Me ⁵ + (OCu + ECu) ⁶ | | |
| | 70 | (Dif + Cip) ⁷ + (Clo) ⁸ | | |

* Padrão = produtos mais utilizados por produtores (GODOY et al., 2021). ¹Fox XPro': [Bixafem (125 g/L) + Protiocanazol (175 g/L) + Trifloxistrobina (150 g/L) = (Bix + Pro + Tri)]; ²'Aureo' (Au): Éster metílico de óleo de soja (720 g/L); ³'Unizeb Gold': Mancozebe (750 g/kg) = (Man); ⁴'Ativum': [Epoixiconazol (50 g/L) + Fluxapiroxade (50 g/L) + Piraclostrobina (81 g/L) = (Epo + Flu + Pir)]; ⁵'Mees' (Me): Metil Éster de Soja (824,3 g/L); ⁶'Difere': [Oxicloreto de cobre (588 g/L) + Equivalente em cobre metálico (350 g/L) = (OCu + ECu)]; ⁷'Cypress': [Difenoconazol (250 g/L) + Ciproconazol (150 g/L) = (Dif + Cip)]; ⁸'Previnil': Clorotalonil (720 g/L) = (Clo); ⁹'Tridium': [Azoxistrobina (47 g/kg) + Mancozebe (597 g/kg) + Tebuconazol (56 g/kg) = (Azo + Man + Teb)]; ¹⁰'Strides' (St): Éster Metílico de soja (720 g/L). ** Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05). ^a DAE: dias após a emergência.

Tabela 12. Resultados de produtividade (P) da interação entre cultivares e aplicação.

| Tratamentos | Estádio (DAE) ^a | Acrônimo (p.a.) | Cultivares | P (kg/ha) |
|-------------|---|---|------------|-----------|
| Testemunha | - | Sem aplicação de fungicida | 97R50 IPRO | 4.379 b |
| | | | Desafio | 4.821 a |
| Padrão* | 25 | - | 97R50 IPRO | 4.634 b |
| | 40 | (Bix + Pro + Tri) ¹ + Au ² + (Man) ³ | Desafio | 5.377 a |
| | 55 | (Epo + Flu + Pir) ⁴ + Me ⁵ + (OCu + ECu) ⁶ | | |
| | 70 | (Dif + Cip) ⁷ + (Clo) ⁸ | | |
| 25 | (Azo + Man + Teb) ⁹ + St ¹⁰ | 97R50 IPRO | | |
| V4 + Padrão | 40 | (Bix + Pro + Tri) ¹ + Au ² + (Man) ³ | Desafio | 5.546 a |
| | 55 | (Epo + Flu + Pir) ⁴ + Me ⁵ + (OCu + ECu) ⁶ | | |
| | 70 | (Dif + Cip) ⁷ + (Clo) ⁸ | | |

* Padrão = produtos mais utilizados por produtores (GODOY et al., 2021). ¹Fox XPro': [Bixafem (125 g/L) + Protiocanazol (175 g/L) + Trifloxistrobina (150 g/L) = (Bix + Pro + Tri)]; ²'Aureo' (Au): Éster metílico de óleo de soja (720 g/L); ³'Unizeb Gold': Mancozebe (750 g/kg) = (Man); ⁴'Ativum': [Epoixiconazol (50 g/L) + Fluxapiroxade (50 g/L) + Piraclostrobina (81 g/L) = (Epo + Flu + Pir)]; ⁵'Mees' (Me): Metil Éster de Soja (824,3 g/L); ⁶'Difere': [Oxicloreto de cobre (588 g/L) + Equivalente em cobre metálico (350 g/L) = (OCu + ECu)]; ⁷'Cypress': [Difenoconazol (250 g/L) + Ciproconazol (150 g/L) = (Dif + Cip)]; ⁸'Previnil': Clorotalonil (720 g/L) = (Clo); ⁹'Tridium': [Azoxistrobina (47 g/kg) + Mancozebe (597 g/kg) + Tebuconazol (56 g/kg) = (Azo + Man + Teb)]; ¹⁰'Strides' (St): Éster Metílico de soja (720 g/L). ** Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05). ^a DAE: dias após a emergência.

Apesar de não expressar diferença significativa entre os tratamentos com fungicida, o tratamento V4 + padrão possibilitou um incremento de ~ 2,1 sacas/ha na cultivar 97R50 IPRO e ~ 2,8 sacas/ha na BMX Desafio RR, quando comparado com o tratamento padrão.

De modo geral, as cultivares não influenciaram na perda foliar. Ela ocorreu de maneira similar em ambas, não enunciando diferença. Como resultado da eficiência de controle das doenças, a cv. Desafio apresentou os melhores índices de produtividade (Tabela 12). Contudo, não foi significativo para massa de mil grãos. Segundo Correa et al., (2017), em um teste de produtividade de cultivares de soja, a Desafio apresentou uma das maiores médias.

A produtividade da cultura é definida por meio da interação entre genótipo da planta, ambiente e manejo, dado que para obtenção de elevados rendimentos é preciso que as condições ambientais sejam favoráveis em todos os estádios de desenvolvimento da soja (RITCHIE et al., 1967), além da cultivar ter excelente adaptabilidade às condições edafoclimáticas da região (REZENDE et al., 2007).

5.2.2 Químico x Cultivar

Na cultivar 97R50 IPRO, o tratamento testemunha (sem fungicida) apresentou maior severidade (Tabela 13) de cercosporiose e septoriose, sendo o uso de fungicida capaz de reduzir esse índice. Entretanto, não houve diferença entre os tratamentos padrão e V4 + padrão, visto que todos os parâmetros avaliados apresentaram valores similares.

No que tange a cultivar Desafio, o tratamento V4 + padrão expressou maior eficiência de controle das doenças e menor perda de área foliar, ou seja, houve redução da taxa de desenvolvimento das doenças (Tabela 13), sendo esse resultado superior ao tratamento em que houve aplicação do fungicida apenas no estágio reprodutivo. Ressaltando que a proteção inicial no estágio vegetativo é importante para promover sanidade nos estádios subsequentes (LEAL et al., 2018).

A ausência de uso de fungicida no ciclo de desenvolvimento da cultura resultou em maiores índices em relação aos parâmetros de doenças, como a AACPD (Tabela 13) e desfolha (Tabela 15), acarretando menor produtividade (Tabela 14). Também é possível observar que os resultados obtidos pelo programa de fungicidas podem variar de acordo com a cultivar de soja utilizada.

Tabela 13. Resultados de área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) da interação entre aplicação e cultivares.

| Cultivares | Tratamentos | Estádio (DAE) ^a | AACPD |
|-------------------|-------------|--|---------|
| 97R50 IPRO | Testemunha | - | 948,9 a |
| | Padrão* | 40 ^{a 1,2 e 3} > 55 ^{a 4,5 e 6} > 70 ^{a 7 e 8} | 314,7 b |
| | V4 + Padrão | 25 ^{a 9 e 10} > 40 ^{a 1,2 e 3} > 55 ^{a 4,5 e 6} > 70 ^{a 7 e 8} | 291,2 b |
| Desafio | Testemunha | - | 484,5 a |
| | Padrão* | 40 ^{a 1,2 e 3} > 55 ^{a 4,5 e 6} > 70 ^{a 7 e 8} | 263,1 b |
| | V4 + Padrão | 25 ^{a 9 e 10} > 40 ^{a 1,2 e 3} > 55 ^{a 4,5 e 6} > 70 ^{a 7 e 8} | 185,6 b |

* Padrão = produtos mais utilizados por produtores (GODOY et al., 2021). ¹Fox XPro': [Bixafem (125 g/L) + Protioconazol (175 g/L) + Trifloxistrobina (150 g/L) = (Bix + Pro + Tri)]; ²Aureo' (Au): Éster metílico de óleo de soja (720 g/L); ³Unizeb Gold': Mancozebe (750 g/kg) = (Man); ⁴Ativum': [Epoxiconazol (50 g/L) + Fluxapiroxade (50 g/L) + Piraclostrobina (81 g/L) = (Epo + Flu + Pir)]; ⁵Mees' (Me): Metil Éster de Soja (824,3 g/L); ⁶Difere': [Oxicloreto de cobre (588 g/L) + Equivalente em cobre metálico (350 g/L) = (OCu + ECu)]; ⁷Cypress': [Difenocozazol (250 g/L) + Ciproconazol (150 g/L) = (Dif + Cip)]; ⁸Previnil': Clorotalonil (720 g/L) = (Clo); ⁹Tridium': [Azoxistrobina (47 g/kg) + Mancozebe (597 g/kg) + Tebuconazol (56 g/kg) = (Azo + Man + Teb)]; ¹⁰Strides' (St): Éster Metílico de soja (720 g/L). ** Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05). ^a DAE: dias após a emergência.

Tabela 14. Resultados de produtividade (P) da interação entre aplicação e cultivares.

| Cultivares | Tratamentos | Estádio (DAE) ^a | P (kg/ha) |
|-------------------|-------------|--|-----------|
| 97R50 IPRO | Testemunha | - | 4.379 b |
| | Padrão* | 40 ^{a 1,2 e 3} > 55 ^{a 4,5 e 6} > 70 ^{a 7 e 8} | 4.634 a |
| | V4 + Padrão | 25 ^{a 9 e 10} > 40 ^{a 1,2 e 3} > 55 ^{a 4,5 e 6} > 70 ^{a 7 e 8} | 4.758 a |
| Desafio | Testemunha | - | 4.821 b |
| | Padrão* | 40 ^{a 1,2 e 3} > 55 ^{a 4,5 e 6} > 70 ^{a 7 e 8} | 5.377 a |
| | V4 + Padrão | 25 ^{a 9 e 10} > 40 ^{a 1,2 e 3} > 55 ^{a 4,5 e 6} > 70 ^{a 7 e 8} | 5.546 a |

* Padrão = produtos mais utilizados por produtores (GODOY et al., 2021). ¹Fox XPro': [Bixafem (125 g/L) + Protioconazol (175 g/L) + Trifloxistrobina (150 g/L) = (Bix + Pro + Tri)]; ²Aureo' (Au): Éster metílico de óleo de soja (720 g/L); ³Unizeb Gold': Mancozebe (750 g/kg) = (Man); ⁴Ativum': [Epoxiconazol (50 g/L) + Fluxapiroxade (50 g/L) + Piraclostrobina (81 g/L) = (Epo + Flu + Pir)]; ⁵Mees' (Me): Metil Éster de Soja (824,3 g/L); ⁶Difere': [Oxicloreto de cobre (588 g/L) + Equivalente em cobre metálico (350 g/L) = (OCu + ECu)]; ⁷Cypress': [Difenocozazol (250 g/L) + Ciproconazol (150 g/L) = (Dif + Cip)]; ⁸Previnil': Clorotalonil (720 g/L) = (Clo); ⁹Tridium': [Azoxistrobina (47 g/kg) + Mancozebe (597 g/kg) + Tebuconazol (56 g/kg) = (Azo + Man + Teb)]; ¹⁰Strides' (St): Éster Metílico de soja (720 g/L). ** Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05). ^a DAE: dias após a emergência.

Atrasos ou primeira aplicação tardia, depois do estabelecimento das doenças, em níveis elevados, resultam em perdas consideráveis de produtividade (LEVY, 2005). Os fungicidas diminuem a severidade das doenças foliares, mas não implica obrigatoriamente em aumento na produtividade (PHILLIPS, 1984).

O incremento em resposta ao uso de fungicidas podem variar de acordo com estágio de aplicação (BALARDIN et al., 2001) e produtos (JANN et al., 2001). Para a variável MMG, não foi obtido resultado significativo em ambas as cultivares.

Em estudos realizados por Almeida Júnior et al., (2020), utilizando fungicidas semelhantes ['Fox': Protioconazol (175 g/L) + Trifloxistrobina (150 g/L) = (Pro + Tri);

'Aureo' (Au): Éster metílico de óleo de soja (720 g/L); 'Cypress': [Difenoconazol (250 g/L) + Ciproconazol (150 g/L) = (Dif + Cip)] aos aplicados no presente trabalho, os autores observaram que tais programas de proteção proporcionaram rendimento de grãos superiores e maior eficiência de controle das DFC e ferrugem asiática quando comparados com a testemunha (sem fungicida).

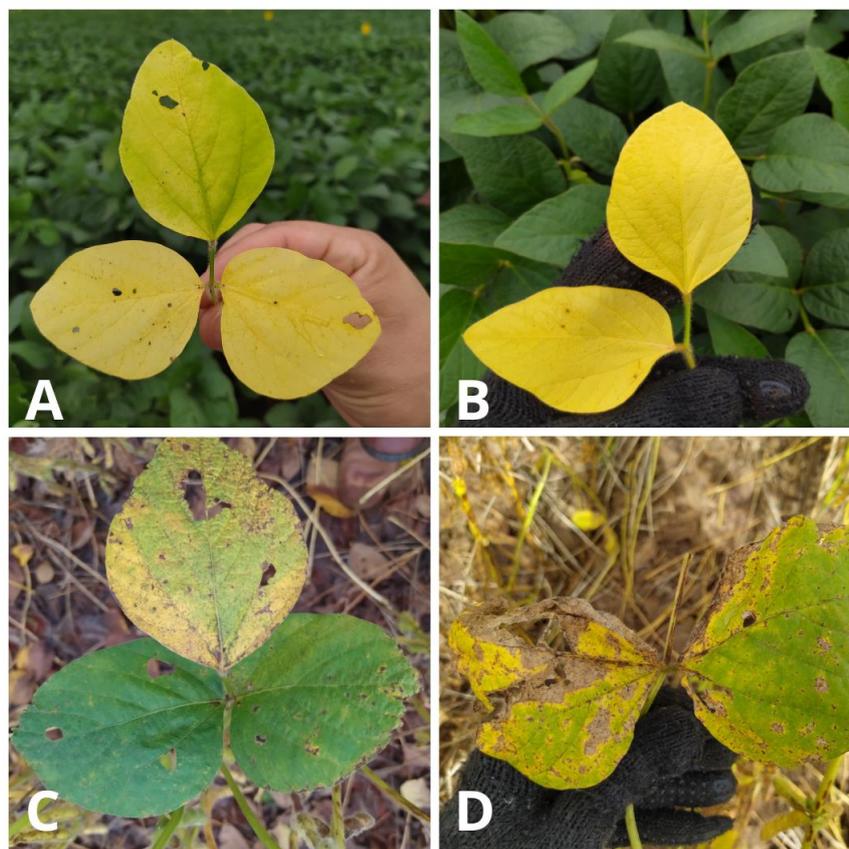


Figura 5. A: Trifólio sadio em senescência da cv. Desafio com aplicação de fungicida em V4 + padrão. B: Trifólio sadio em senescência da cv. 97R50 com aplicação de fungicida em V4 + padrão. C: Trifólio da testemunha, cv. Desafio com DFC. D: Trifólio da testemunha, cv. 97R50 com DFC. Fonte: CAMPOS, G. F. B. (2021).

Predominantemente os grupos químicos utilizados para as DFC são: benzimidazol, triazol, carboxamida, estrobilurina e multissítios (ditiocarbamato e isoftalonitrila) (JÚNIOR, 2021). Entretanto, já existem alguns isolados de *Cercospora* spp. que perderam a sensibilidade aos benzimidazóis e estrobilurinas em alguns países, como os Estados Unidos (PRICE et al., 2015), a Argentina (SAUTUA et al., 2020) e o Brasil (MELLO, 2019). Neste estudo, a associação dos fitossanitários fungicidas com cultivar parcialmente resistente (Desafio) foi possível potencializar o controle da cercosporiose e septoriose (Figuras 5).

Segundo Ribeiro et al (2016), a associação de fungicidas com mecanismos de ação distintos aumentam a eficiência de controle, além de aumentar o espectro de ação do produto, e reduzir a possibilidade de surgimento de populações patogênicas resistentes ao fungicida.

Tabela 15. Resultados de desfolha (NDVI^{***}) da interação entre aplicação e cultivares.

| Cultivares | Tratamentos | Estádio (DAE) ^a | Desfolha ^{***} |
|-------------------|-------------|--|-------------------------|
| 97R50 IPRO | Testemunha | - | 0,321 b |
| | Padrão* | 40 ^{a 1,2 e 3} > 55 ^{a 4,5 e 6} > 70 ^{a 7 e 8} | 0,501 a |
| | V4 + Padrão | 25 ^{a 9 e 10} > 40 ^{a 1,2 e 3} > 55 ^{a 4,5 e 6} > 70 ^{a 7 e 8} | 0,508 a |
| Desafio | Testemunha | - | 0,348 c |
| | Padrão* | 40 ^{a 1,2 e 3} > 55 ^{a 4,5 e 6} > 70 ^{a 7 e 8} | 0,453 b |
| | V4 + Padrão | 25 ^{a 9 e 10} > 40 ^{a 1,2 e 3} > 55 ^{a 4,5 e 6} > 70 ^{a 7 e 8} | 0,533 a |

* Padrão = produtos mais utilizados por produtores (GODOY et al., 2021). ¹Fox XPro[®]: [Bixafem (125 g/L) + Protiiconazol (175 g/L) + Trifloxistrobina (150 g/L) = (Bix + Pro + Tri)]; ²Aureo[®] (Au): Éster metílico de óleo de soja (720 g/L); ³Unizeb Gold[®]: Mancozebe (750 g/kg) = (Man); ⁴Ativum[®]: [Epoiconazol (50 g/L) + Fluxapirroxade (50 g/L) + Piraclostrobina (81 g/L) = (Epo + Flu + Pir)]; ⁵Mees[®] (Me): Metil Éster de Soja (824,3 g/L); ⁶Difere[®]: [Oxicloreto de cobre (588 g/L) + Equivalente em cobre metálico (350 g/L) = (OCu + ECu)]; ⁷Cypress[®]: [Difenoconazol (250 g/L) + Ciproconazol (150 g/L) = (Dif + Cip)]; ⁸Previnil[®]: Clorotalonil (720 g/L) = (Clo); ⁹Tridium[®]: [Azoxistrobina (47 g/kg) + Mancozebe (597 g/kg) + Tebuconazol (56 g/kg) = (Azo + Man + Teb)]; ¹⁰Strides[®] (St): Éster Metílico de soja (720 g/L). ** Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05). ***NDVI – valor maior = menor desfolha; valor menor = maior desfolha (MICHELS et al., 2022). ^a DAE: dias após a emergência.

5.2.3 Cultivar x Palhada

Quanto à evolução das manchas foliares, verificou-se um comportamento diferente entre as cultivares. Com os valores percentuais de severidade das doenças de final de ciclo obtidos nas avaliações durante o experimento, é possível afirmar que a cultivar Desafio demonstrou maior resistência genética em relação a 97R50 IPRO, independentemente do nível de palha presente no tratamento (Tabela 16).

Analisando a testemunha (zero t/ha) é perceptível o comportamento similar entre as cultivares, com 182,6 g de MMG da 97R50 IPRO e 183,9 g da Desafio (Tabela 16) não apresentando diferença estatística. Aumentando o volume de cobertura vegetal ao solo possibilitou o incremento de peso nos grãos de soja da cv. Desafio resultando em desempenho superior, possivelmente em razão da redução da severidade das DFC e conseqüentemente menor desfolha. A desfolha promove a diminuição da área fotossintética da planta, por conseguinte há redução da conversão de energia, diminuindo assim a produção de fotoassimilados importantes para a manutenção e enchimentos dos grãos (TAIZ et al., 2004).

De modo geral a 97R50 IPRO sofreu perda de folhas (Tabela 16) precocemente, porém na interação de cultivar e palhada foi possível notar que a palhada influenciou positivamente para o retardo da queda das folhas, dada a redução da severidade das DFC, apesar disso os resultados foram estatisticamente iguais para esta variável.

A cobertura do solo pode atuar indiretamente ou diretamente na prevenção do estabelecimento de doenças, seja pela melhoria da nutrição do solo, moderação da temperatura do solo, aumento de microrganismos benéficos ou barreira física. Independentemente do mecanismo envolvido, a redução das doenças é um benefício importante de muitas coberturas (CHALKER-SCOTT, 2007).

Tabela 16. Resultados de produtividade (P), massa de mil grãos (MMG), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e desfolha (NDVI**) da interação entre cultivares e palhada.

| Palhada (t/ha) | Cultivares | P (kg/ha) | MMG (g) | AACPD | Desfolha** |
|---------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|--------------|-------------------|
| 0 | 97R50 IPRO | 4.577 a | 182,6 a | 558,5 a | 0,439 a |
| | Desafio | 5.171 a | 183,9 a | 382,7 a | 0,402 a |
| 2 | 97R50 IPRO | 4.515 a | 178,3 b | 510,7 a | 0,448 a |
| | Desafio | 5.232 a | 185,4 a | 304,4 a | 0,447 a |
| 4 | 97R50 IPRO | 4.631 a | 174,9 b | 507,52 a | 0,455 a |
| | Desafio | 5.251 a | 185,9 a | 281,2 a | 0,444 a |
| 6 | 97R50 IPRO | 4.637 a | 179,8 b | 496,5 a | 0,474 a |
| | Desafio | 5.339 a | 185,6 a | 275,9 a | 0,444 a |

* Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). **NDVI – valor maior = menor desfolha; valor menor = maior desfolha (MICHELS et al., 2022).

Apesar da menor severidade da doença da Desafio, os resultados da AACPD e produtividade (Tabela 16) não foram significativos para a interação entre cultivares e cobertura do solo, ou seja, a cultivar não gerou influência quando associada aos níveis de palha. Yorinori et al. (2000) observaram que em alguns trabalhos com uso de fungicidas apresentaram redução da severidade, contudo não ocorreram diferenças significativas na produtividade.

5.2.4 Palhada x Cultivar

Entre as possibilidades de manejo para o controle de fitopatógenos presentes no solo, o controle cultural com uso de palhada (GÖRGEN, 2009) ou plantas de cobertura de inverno ou verão podem auxiliar no controle de doenças (REIS et al., 2011).

Somente a presença de palha no sistema já foi um fator positivo para diminuir a severidade de cercosporiose (*Cercospora* spp.) e septoriose (*Septoria glycines*), possivelmente pela atuação das coberturas como barreiras físicas reduzindo os salpicos das gotas de água (irrigação ou chuva) que podem carregar esporos de patógenos até os caules ou folhas (CHALKER-SCOTT, 2007). A palhada também atua como fonte de nutrientes para muitos microrganismos benéficos que competem diretamente por recursos ou promovem inibição química dos patógenos, reduzindo as chances de ocorrência de doenças (CHALKER-SCOTT, 2007).

Tabela 17. Resultados de produtividade (P), massa de mil grãos (MMG), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e desfolha (NDVI**) da interação entre palhada e cultivares.

| Cultivares | Palhada (t/ha) | P (kg/ha) | MMG (g) | AACPD | Desfolha** |
|-------------------|----------------|-----------|----------|---------|------------|
| 97R50 IPRO | 0 | 4.577 a | 182,6 a | 558,5 a | 0,439 a |
| | 2 | 4.515 a | 178,3 ab | 510,7 a | 0,448 a |
| | 4 | 4.631 a | 174,9 b | 507,5 a | 0,444 a |
| | 6 | 4.637 a | 179,8 ab | 496,5 a | 0,444 a |
| Desafio | 0 | 5.171 a | 183,9 a | 382,7 a | 0,402 b |
| | 2 | 5.232 a | 185,4 a | 304,4 a | 0,447 a |
| | 4 | 5.251 a | 185,9 a | 281,2 a | 0,455 a |
| | 6 | 5.339 a | 185,6 a | 275,9 a | 0,474 a |

* Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). **NDVI – valor maior = menor desfolha; valor menor = maior desfolha (MICHELS et al., 2022).

Nas primeiras avaliações da cultivar 97R50 IPRO, os níveis zero e 2 t/ha foram similares para a variável doenças, com maior severidade. Os tratamentos com 4 e 6 t/ha também foram semelhantes entre si, porém foram mais eficientes na redução da disseminação dos fungos. Nas avaliações seguintes, a severidade igualou-se em todos os tratamentos, independente do volume de palha. Não foi observado interação significativa dos níveis de palha na AACPD e produtividade (Tabela 17) em ambas as cultivares.

Em tese, a perda de área foliar (Tabela 17) ocorreu de forma bastante similar nas duas cultivares. Os tratamentos da Desafio com cobertura vegetal apresentaram médias superiores, principalmente em relação a testemunha (zero t/ha). Já a cv. 97R50 IPRO não

apresentou diferença estatística entre os níveis de palhada, contudo é possível notar que houve menor perda nos tratamentos 2, 4 e 6 ton/ha.

Os resultados da massa de mil grãos (Tabela 17) das cultivares não foram expressivos, todavia a Desafio obteve melhor desempenho quando comparada com a 97R50 IPRO, independentemente do nível de cobertura.

A palhada na cultivar Desafio conseguiu reduzir expressivamente a severidade das doenças no início do ciclo da soja, especialmente na presença de 4 e 6 t/ha. Contudo, nas últimas avaliações a severidade entre os tratamentos se igualaram, porém manteve o resultado superior à testemunha sem palhada.

Trabalhos realizados por Pereira Neto e Blum (2010) foi possível observar o controle de *Sclerotium rolfsi* em feijão (*Phaseolus vulgaris*) com cobertura de solo feito com milheto. Os tratamentos com adição de palha expressaram menor severidade da doença, consolidando os dados encontrados no presente trabalho.

5.2.5 Químico x Palhada

Comportamentos diferentes foram observados de acordo com os programas de controle químico. A testemunha manifestou intensa severidade de DFC, porém foram atenuados pela presença da cobertura vegetal no solo. Em razão da severidade a soja desfolhou antecipadamente (Tabela 18).

Segundo Carrera et al., (2022) a desfolha durante a fase de enchimentos de grãos pode causar alterações pequenas ou significativas no rendimento, seus componentes, teores e concentrações de proteína, óleo e isoflavonas.

O padrão e o V4 + padrão exibiram controle estatisticamente iguais. Entretanto, o padrão foi menos eficaz do que o tratamento iniciado em V4. Esses dados são ratificados pela AACPD (Tabela 18).

Verificou-se que as parcelas que foram pulverizadas com fungicidas em V4 + padrão, associado com 4 ou 6 t/ha de palhada expressaram uma perda foliar (Tabela 18) menos acentuada quando comparadas com o padrão e testemunha com as mesmas quantidades de palha, ressaltando a importância do “time” de início do controle químico.

Quanto a produtividade e massa de mil grãos (Tabela 18) em diferentes aplicações associados aos teores de palha do sistema, não foram obtidos resultados significativos.

Tabela 18. Resultados de produtividade (P), massa de mil grãos (MMG), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e desfolha (NDVI***) da interação entre aplicações e palhada.

| Tratamentos | Palhada (t/ha) | P (kg/ha) | MMG (g) | AACPD | Desfolha*** |
|-------------|----------------|-----------|---------|---------|-------------|
| Testemunha | 0 | 4.425 a | 174,8 a | 807,2 a | 0,322 b |
| | 2 | 4.577 a | 172,0 a | 699,1 a | 0,341 b |
| | 4 | 4.673 a | 173,9 a | 692,0 a | 0,340 c |
| | 6 | 4.725 a | 174,7 a | 668,4 a | 0,337 c |
| Padrão* | 0 | 4.955 a | 185,8 a | 336,0 b | 0,451 a |
| | 2 | 4.954 a | 186,5 a | 278,1 b | 0,497 a |
| | 4 | 5.034 a | 182,1 a | 267,4 b | 0,471 b |
| | 6 | 5.078 a | 185,7 a | 274,1 b | 0,488 b |
| V4 + Padrão | 0 | 5.242 a | 189,2 a | 268,5 b | 0,488 a |
| | 2 | 5.089 a | 187,1 a | 245,5 b | 0,505 a |
| | 4 | 5.115 a | 185,2 a | 223,7 b | 0,538 a |
| | 6 | 5.160 a | 187,7 a | 216,0 b | 0,551 a |

* Padrão = produtos mais utilizados por produtores (GODOY et al., 2021). ¹Fox XPro[®]: [Bixafem (125 g/L) + Protiococonazol (175 g/L) + Trifloxistrobina (150 g/L) = (Bix + Pro + Tri)]; ²Aureo[®] (Au): Éster metílico de óleo de soja (720 g/L); ³Unizeb Gold[®]: Mancozebe (750 g/kg) = (Man); ⁴Ativum[®]: [Epoconazol (50 g/L) + Fluxapiroxade (50 g/L) + Piraclostrobrina (81 g/L) = (Epo + Flu + Pir)]; ⁵Mees[®] (Me): Metil Éster de Soja (824,3 g/L); ⁶Difere[®]: [Oxicloreto de cobre (588 g/L) + Equivalente em cobre metálico (350 g/L) = (OCu + ECu)]; ⁷Cypress[®]: [Difenoconazol (250 g/L) + Ciproconazol (150 g/L) = (Dif + Cip)]; ⁸Previnil[®]: Clorotalonil (720 g/L) = (Clo); ⁹Tridium[®]: [Azoxistrobina (47 g/kg) + Mancozebe (597 g/kg) + Tebuconazol (56 g/kg) = (Azo + Man + Teb)]; ¹⁰Strides[®] (St): Éster Metílico de soja (720 g/L). ** Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05). ***NDVI – valor maior = menor desfolha; valor menor = maior desfolha (MICHELS et al., 2022).

5.2.6 Palhada x Químico

Durante a entressafra, os patógenos podem sobreviver em restos culturais que servem como hospedeiros favoráveis e subsequentemente afetam a cultura principal, ressaltando a importância da seleção apropriada de plantas de cobertura para posterior formação de palhada no solo (ISLAM et al., 2021).

As doenças iniciam-se nas partes mais baixas das plantas, contudo, com o crescimento da cultura ao longo do ciclo, a cobertura de aplicação de fungicidas por meio da pulverização torna-se ineficiente no baixeiro das plantas (CUNHA et al., 2008), à vista disso, é necessário um manejo eficaz desde o plantio da soja para promover a sanidade das plantas para os estádios subsequentes de desenvolvimento (LEAL et al., 2018).

Na testemunha (sem fungicida) os maiores níveis de palhada foram responsáveis pela redução da severidade das doenças, notadamente o tratamento com 6 t/ha (Tabela 19). O mesmo comportamento foi observado nos tratamentos padrão e V4 + padrão. Sendo assim, é possível observar a interação positiva de redução do progresso da doença com a associação de palhada e fungicidas. Esses resultados são validados pela AACPD (Tabela 19).

Tabela 19. Resultados de produtividade (P), massa de mil grãos (MMG), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e desfolha (NDVI^{***}) da interação entre palhada e aplicações.

| Tratamentos | Palhada (t/ha) | P (kg/ha) | MMG (g) | AACPD | Desfolha ^{***} |
|-------------|----------------|-----------|---------|----------|-------------------------|
| Testemunha | 0 | 4.425 a | 174,8 a | 807,2 a | 0,322 a |
| | 2 | 4.577 a | 172,0 a | 699,1 b | 0,341 a |
| | 4 | 4.673 a | 173,9 a | 692,0 b | 0,340 a |
| | 6 | 4.725 a | 174,7 a | 668,4 b | 0,337 a |
| Padrão* | 0 | 4.955 a | 185,8 a | 336,0 a | 0,451 b |
| | 2 | 4.954 a | 186,5 a | 278,1 b | 0,497 a |
| | 4 | 5.034 a | 182,1 a | 274,1 b | 0,471 ab |
| | 6 | 5.078 a | 185,7 a | 267,4 b | 0,488 b |
| V4 + Padrão | 0 | 5.242 a | 189,2 a | 268,5 a | 0,488 c |
| | 2 | 5.089 a | 187,1 a | 245,5 ab | 0,505 bc |
| | 4 | 5.115 a | 185,2 a | 223,7 ab | 0,538 ab |
| | 6 | 5.160 a | 187,7 a | 216,0 b | 0,551 a |

* Padrão = produtos mais utilizados por produtores (GODOY et al., 2021). ¹Fox XPro': [Bixafem (125 g/L) + Protiiconazol (175 g/L) + Trifloxistrobina (150 g/L) = (Bix + Pro + Tri)]; ²Aureo' (Au): Éster metílico de óleo de soja (720 g/L); ³Unizeb Gold': Mancozebe (750 g/kg) = (Man); ⁴Ativum': [Epoiconazol (50 g/L) + Fluxapiroxade (50 g/L) + Piraclostrobina (81 g/L) = (Epo + Flu + Pir)]; ⁵Mees' (Me): Metil Éster de Soja (824,3 g/L); ⁶Difere': [Oxicloreto de cobre (588 g/L) + Equivalente em cobre metálico (350 g/L) = (OCu + ECu)]; ⁷Cypress': [Difenoconazol (250 g/L) + Ciproconazol (150 g/L) = (Dif + Cip)]; ⁸Previni': Clorotalonil (720 g/L) = (Clo); ⁹Tridium': [Azoistrobina (47 g/kg) + Mancozebe (597 g/kg) + Tebuconazol (56 g/kg) = (Azo + Man + Teb)]; ¹⁰Strides' (St): Éster Metílico de soja (720 g/L). ** Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05). ***NDVI – valor maior = menor desfolha; valor menor = maior desfolha (MICHELS et al., 2022).

As parcelas que não foram pulverizadas com os fungicidas tiveram uma perda de folhas antecipada em função do rápido avanço das doenças. A presença de palhada associada à aplicação padrão reduziu a desfolha (Tabela 19) em plantas de soja. De modo geral, os resultados foram similares independentemente do nível de cobertura vegetal. Quando o fungicida foi aplicado de forma antecipada (V4 + padrão) juntamente com maiores quantidades de palhada, resultou em menor área abaixo da curva de progresso da doença, além de ter evitado a desfolha prematura.

Do ponto de vista prático, o manejo de doenças na soja depende fortemente de produtos químicos de amplo espectro (SOARES et al., 2015), entretanto, este estudo levantou informações de que é possível potencializar a eficiência de controle das doenças de final de ciclo com a combinação de controle cultural, genético e químico, sobretudo quando há a antecipação de aplicação.

6. CONCLUSÕES

- A palhada reduziu as doenças de final de ciclo;
- As cultivares influenciaram o desempenho dos programas de controle de doenças com fungicidas, especialmente a cv. Desafio, que se mostrou mais resistente as doenças de final de ciclo;
 - Aplicações antecipadas (V4) de fungicida diminuíram a severidade das DFC em relação ao tratamento padrão;
 - Aplicações antecipadas (V4) promoveram aumento de produtividade quando comparado com o tratamento padrão;
 - Os programas de proteção com fungicidas proporcionaram produtividades superiores quando comparados com o tratamento sem proteção;
 - Os patógenos podem sobreviver em resíduos de safras anteriores e fornecer inóculo primário para o início da doença durante o ano (safra) seguinte, fazendo-se necessário a escolha de culturas não hospedeiras para a formação de palhada no solo.

7. REFERÊNCIAS

- ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economy Entomology**, v. 18, n. 1, p. 265-267, 1925.
- ALBU, S.; SCHNEIDER, R. W.; PRICE, P. P.; DOYLE, V. P. *Cercospora* cf. *flagellaris* and *Cercospora* cf. *sigesbeckiae* are associated with *Cercospora* leaf blight and purple seed stain on soybean in North America. **Phytopathology**, v. 106, n. 11, p. 1376-1385, 2016.
- ALLEN, T. W.; BRANDLEY, C. A.; SISSON, A. J.; BYAMUKAMA, E.; CHILVERS, M. I.; COKER, C. M.; COLLINS, A. A.; DAMICONE, J. P.; DORRANCE, A. E.; DUFAULT, N. S.; ESKER, P. D.; FASKE, T. R.; GIESLER, L. J.; GRYBAUSKAS, A. P.; HERSHMAN, D. E.; HOLLIER, C. A.; ISAKEIT, T.; JARDINE, D. J.; KELLY, H. M.; KEMERAIT, R. C.; KLECZEWSKI, N. M.; KOENNING, S. R.; KURLE, J. E.; MALVICK, D. K.; MARKELL, S. G.; MEHL, H. L.; MUELLER, D. S.; MUELLER, J. D.; MULROONEY, R. P.; NELSON, B. D.; NEWMAN, M. A.; OSBORNE, L.; OVERSTREET, C.; PADGETT, G. B.; PHIPPS, P. M.; PRICE, P. P.; SIKORA, E. J.; SMITH, D. L.; SPURLOCK, T. N.; TANDE, C. A.; TENUTA, A. U.; WISE, K. A.; WRATHER, J. A. Soybean yield loss estimates due to diseases in the United States and Ontario, Canada, from 2010 to 2014. **Plant Health Progress**, v. 18, n. 1, p. 19-27, 2017.
- ALMEIDA JÚNIOR, J. J.; MATOS, F. S. A.; SMILJANIC, K. B. A.; MIRANDA, B. C.; FERREIRA, M. C. Desempenho do programa fúngico da Syngenta para o controle de doenças na cultura da soja. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, v. 16, n. 29, p. 1-13, 2019.
- ALMEIDA JÚNIOR, J. J.; MATOS, F. S. A.; SMILJANIC, K. B. A.; PEROZINI, A. C.; LEAL, A. B. Manejo químico com fungicida Cronnos no controle das doenças na cultura da soja. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, p. 1-12, 2019.
- ALMEIDA JÚNIOR, J. J.; SMILJANIC, K. B. A.; MATOS, F. S. A.; PEROZINI, A. C.; SOUSA, J. V. A.; JÚNIOR, L. F. R. Performance de programas fúngicos conduzidos do sudoeste Goiano para controle de doenças na cultura da soja. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 11, p. 87857-87864, 2020.
- ALMEIDA, A. M. R. Efeito da inoculação de *Septoria glycines* Hemmi em plantas de soja (*Glycine Max* (L.) Merrill) em quatro estádios de desenvolvimento. **Fitopatologia Brasileira**, v. 5, p. 163-168, 1980.

ALVES, V. M.; SOUZA, F. S.; REZENDE JÚNIOR, H. B. Adição de fungicidas protetores e carbendazim no controle da Ferrugem-asiática da soja. **Reunião de pesquisas de soja. Embrapa**, Londrina. 2017.

ALZATE-MARIN, A. L.; CERVIGNI, G. D. L.; MOREIRA, M. A.; BARROS, E. G. Seleção assistida por marcadores moleculares visando ao desenvolvimento de plantas resistentes a doenças, com ênfase em feijoeiro e soja. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 4, p. 333-342, 2005.

AZEVEDO, L. Impacto dos fungicidas protetores na cultura da soja. **Mais Soja**. Disponível em: < <https://maissoja.com.br/impacto-dos-fungicidas-protetores-na-cultura-da-soja/> >. 2018. Acesso em: 18/03/2021.

BALARDIN, R. S.; GIORDANI, R. F.; BOLIGON, E.; SCHUNEMANN, K. G. Tolerância de cultivares às doenças foliares na cultura da soja. **Fitopatologia Brasileira**, v. 26, p. 419- 420, 2001.

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico**. Piracicaba: Agronômica Ceres, p. 299, 1996.

BLEIHOLDER, H.; KIRFEL, H.; LANGELÜDDECKE, P.; STAUSS, P. Codificação unificada dos estádios fenológicos de culturas e ervas daninhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 9, p. 1423-1429. 1991.

BOWEN, K. L.; HAGAN, A. K.; PEGUES, M.; JONES, J.; MILLER, H. B. Epidemics and yield losses due to *Corynespora cassiicola* on cotton. **Plant Disease**, v. 102, n. 12, p. 2494-2499, 2018.

BRASMAX. **Cultivares – Informações técnicas – Região Cerrado**. Disponível em: < <https://www.brasmaxgenetica.com.br/cultivar-regiao-cerrado/?produto=258>>. Acesso em: 27/01/2022.

CADAVID, L. F.; EL-SHARKAWY, M. A.; ACOSTA, A.; SANCHES, T. Long-term effects of mulch, fertilization and tillage on cassava grown in sandy soils in Northern Colombia. **Field Crops Research**, v. 57, p. 45-56, 1998.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L.V. Introduction to plant disease epidemiology. **New York NY. John Willey & Sons**. 1990.

CARRERA, C. S.; ROSAS, M. B.; MANDARINO, J. M. G.; LEITE, R. S.; RASPA, F.; FAVA, F.; DARDANELLI, J.; ANDRADE, F. Partial and total defoliation during the filling period affected grain industrial and nutraceutical quality in soybean. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 2022.

CELESTINO, G. G.; GODOY, C. V. Ensaio cooperativo para avaliação da eficiência de fungicidas protetores no controle de doenças na cultura da soja. **XI Jornada Acadêmica da Embrapa Soja. Resumos expandidos**. Londrina: Embrapa Soja, p. 56-62, 2016.

CHALKER-SCOTT, L. Impact of mulches on landscape plants and the environment – a review. **Journal of Environmental Horticulture**, v. 25, n. 4, p. 239-249, 2007.

CONAB. Boletim da safra de grãos. 12º levantamento – Safra 2020/21. **Tabela de dados – Produção e balanço de oferta e demanda de grãos**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 09/09/21.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Compêndio de estudos CONAB. **Evolução dos custos de produção de soja no Brasil**, v. 2, p. 12-16, 2016.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Safra Brasileira de Grãos. Acompanhamento da safra brasileira grãos**. In: Análise das culturas, Safra 2020/21, quinto levantamento, Brasília, v. 8, n. 5, p. 74-87, 2021.

CORREA, F. S.; JÚNIOR, F. A. D.; JÚNIOR, J. C. M.; COSTA, D. D. A.; TORRES, J. L. R. Produtividade de cultivares de soja em sequeiro no município de Perdizes, MG. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, v. 14, n. 25, p. 1064-1071, 2017.

COSTAMILAN, L. M. Manchas foliares mais comuns em soja. Circular técnica. **Embrapa**, Passo Fundo – RS, p. 1-19, 2003.

CRAIN, J.; ORTIZ-MONASTERIO, I.; RAUN, B. Evaluation of a reduced cost active NDVI sensor for crop nutrient management. **Journal of Sensors**, p. 1-11, 2012.

CUNHA, J. P. A. R et al. Efeito de pontas de pulverização no controle químico da ferrugem da soja. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 283-291, 2008.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Fungicidas registrados para o controle de doenças de final de ciclo. **XXIX Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil**. Campo Grande, MS. 2007.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. HENNING, A. A.; ALMEIDA, A. M. R.; GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; YORINORI, J. T.; COSTAMILAN, L. M.; FERREIRA, L. P.; MEYER, M. C.; SOARES, R. M.; DIAS, W. P. **Manual de Identificação de doenças de soja**. 5 ed. Londrina: Embrapa Soja. p. 16-23, 2014^a.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja, Região Central do Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2014.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja, Região Central do Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2001.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja, Região Central do Brasil**. Embrapa Soja. Londrina, 2020.

EWERE, C. O.; ISEGHOHI, I. O.; GOLD, E. J. Effects of different mulch materials on soil properties, weed control, growth and yield of pineapple in Akure, Nigeria. **Fuoye Journal of Agriculture and Human Ecology**, v. 1, n. 2, p. 62-74, 2017.

FAO. **El cultivo de la soja em los trópicos: mejoramiento y producciones**. Roma, p. 254, 1995.

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

GILL, K. S.; GAJRI, P. R.; CHAUDHARY, M. R.; SINGH, B. Tillage, mulch and irrigation effects on corn (*Zea mays* L.) in relation to evaporative demand. **Soil Tillage Research**, v. 39, p. 213-227, 1996.

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. E. A. (Org.). **Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas**, 5. ed. v. 2. São Paulo: Ceres. p. 661-662, 2016.

GODOY, C. V.; UTIAMADA, C. M.; MEYER, M. C.; CAMPOS, H. D.; LOPES, I. O. N.; TOMEN, A.; DIAS, A. R.; SICHOCKI, D.; KONAGESKI, F. T.; JÚNIOR, I. P. A.; BONANI, J. C.; JUNIOR, J. N.; SATO, L. N.; LIMA, L. A. S.; GARBIATE, M. V.; STEFANELO, M. S.; MÜLLER, M. A.; MARTINS, M. C.; KONAGESKI, T. F.; CARLIN, V. J. Eficiência de fungicidas para o controle de doenças de final de ciclo da soja, na safra 2020/21: resultados sumarizados dos ensaio cooperativos. Circular técnica 176. **Embrapa**, Londrina – PR, p. 1-7, 2021.

GÖRGEN, C. A.; SILVEIRA NETO, A. N.; CARNEIRO, L. C.; RAGAGNIN, V.; JUNIOR, M. L. Controle do mofo-branco com palhada e *Trichoderma harzianum* 1306 em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 1583-1590, 2009.

HAGAN, A. K.; BOWEN, K. L.; MILLER, B.; NICHOLS, R. L. Target spot-incited defoliation and yields of selected cotton cultivars as influenced by fungicide inputs. **Plant Health Progress**. v. 19, n. 2, p. 156-162, 2018.

HAGAN, A. K.; BOWEN, K. L.; MILLER, B.; SCOTT, S.; NICHOLS, R. L. Fungicide selection and nozzle arrangement impact target spot control and yield of cotton. **Plant Health Progress**. v. 18, n. 4, p. 211-218, 2017.

IBM CORP. Released 2015. **IBM SPSS Statistics for Windows, Version 23.0**. Armonk, NY: IBM Corp. 2015.

IEA. **Instituto de Economia Agrícola**, São Paulo. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=14763>>; Acesso em: 25/04/2020.

ISLAM, R.; DIDENKO, N.; SHERMAN, B. Cover crops and sustainable agriculture. In: **Cover Crops and Agroecosystem Services**, Ed. 1, p. 11, 2021.

ITO, M. F; TANAKA, M. A. S. **Soja: principais doenças causadas por fungos, bactérias e nematoides**. Campinas: Fundação Cargill. (Série Técnica, 186), 1993.

JANN, E. V.; VAN SANTEN, M. L.; FELIPPE, J. M.; BEGLIOMINI, E. Resposta de aplicações do novo fungicida BAS 512 no controle de doenças foliares da soja (*Glycine max* L.) em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura. **Fitopatologia Brasileira**, v. 26, p. 447, 2001.

JÚNIOR, I. P. A. Controle químico de manchas foliares em diferentes cultivares de soja. **Universidade Federal de Uberlândia – Instituto de Ciências Agrárias**. Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Dissertação, p. 1-62, 2021.

KUNCHEVA, G. S. Comparative study of microbial activity and chemical properties of soil by implementing anti-erosion measure vertical mulching with organic residues. **Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis**, v. 63, n. 1, p. 59-63, 2015.

LEAL T. S.; CARNEIRO L. C.¹; MOREIRA H. J. R.; MATTOS C. G. O.; AIMI, M. Aplicação de fungicidas no estágio vegetativo da soja e seus efeitos sobre as doenças de final de ciclo (DFC) durante a safra 2017/2018. **Mais Soja – Pensou Soja, Pensou Mais Soja**. Disponível em: <Aplicação de fungicidas no estágio vegetativo da soja e seus efeitos sobre as doenças de final de ciclo (DFC) durante a safra 2017/2018 | MAIS SOJA - Pensou Soja, Pensou Mais Soja>. Acesso em 28 de fev. 2021.

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

LIN, H. A.; VILLAMIL, M. B.; MIDEROS, S. X. Effect of *Septoria* brown spot on soybean yield in Illinois. **Canadian Journal of Plant Pathology**, 2020.

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

MATSUMOTO, T.; TOMOYASU, R. Studies on purple speck of soybean seed. **Boletim da Sociedade Fitopatológica do Japão**, v. 1, n. 6, p. 1-14, 1925.

MEHL, H. L.; DUFAULT, N. S.; ALLEN, T. W.; HAGAN, A. K.; PRICE, P.; KEMERAIT, R. C.; KELLY, H.; MULVANEY, M. J.; NICHOLS, R. L. Multiyear regional evaluation of foliar fungicide applications for cotton spot management in the Southeastern United States. **Plant Disease**, v. 104, n. 2, p. 1-10, 2019.

MELLO, F. E. Variabilidade genética e sensibilidade de *Cercospora kikuchii*, *Colletotrichum truncatum* e *Corynespora cassiicola* a fungicidas. 232f. **Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Londrina**, Londrina, 2019.

MENDONÇA JÚNIOR, D. P.; RIBEIRO, L. A. E.; SÁ, D. D.; ARAÚJO, F. P. SOUZA, J. E. B. Viabilidade econômica do uso de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja. **Ipê Agronomic Journal**, v. 3, n. 2, p. 35-43, 2019.

MENGISTU, A.; KELLY, M. H.; BELLALOU, N.; ARELLI, R. P.; BELLALOU, N.; LIN, B. Quantifying the effects of fungicides and tillage on *Cercospora sojina* severity and yield in soybean. **Plant Health Progress**, v. 19, n. 3, p. 226-232, 2018.

MICHELS, R. N.; CANTERI, M. G.; AGUIAR E SILVA, M. A.; CÂMARA, C. A. P.; BERTOZZI, J. BOSCO, T. C. D. Estimate of soybean defoliation via digital image processing in software. **Revista Ciência Agronômica**, v. 53, 2022.

NOMURA, S. L.; YORINORI, J. T.; BROGIN, R.; KITA, M.; UTIAMADA, C. M.; SATO, L. M. Eficiência de fungicidas no controle de mancha parda e de crestamentos foliar de *Cercospora* em soja. **Fitopatologia Brasileira**, v. 21, p. 411, 1996.

PEREIRA NETO, J. V.; BLUM, L. E. B. Adição de palha de milho ao solo para redução da podridão do colo em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 3, p. 354-361, 2010.

PHILLIPS, D. V. Performance of foliar fungicide on soybeans in Georgia. **Plant Disease**, v. 68, n. 7, p. 558-560, 1984.

PICININI, E. C., FERNANDES, J. M. **Doenças da soja: diagnose, epidemiologia e controle**. Embrapa Trigo, Passo Fundo. 2 ed. n. 16, 2000.

PIONEER. **Produtos e Soluções – Cultivares.** Disponível em: <<https://www.pioneer.com/content/dam/dpagco/pioneer/la/br/pt/files/Soja-97R50IPRO-14.pdf>> Acesso em 27/01/2022.

PRICE, P. P.; PURVIS, M. A.; CAI, G.; PADGETT, G. B.; ROBERTSON, C. L.; SCHNEIDER, R. W.; ALBU, S. Fungicide resistance in *Cercospora kikuchii*, a soybean pathogen. **Plant Disease**, v. 99, n. 11, p. 1596-1603, 2015.

PROSDOCIMI, M.; JORDÁN, A.; TAROLLI, P.; KEESSTRA, S.; NOVARA, A.; CERDÀ, A. The immediate effectiveness of barley straw mulch in reducing soil erodibility and surface runoff generation in Mediterranean vineyards. **Science of The Total Environment**, v. 547, p. 323-330, 2016.

QUAMRUZZAMAN, A. K. M.; ISLAM, F.; MALLICK, S. R. Mulch effect on growth and yield of vine vegetables. **European Journal of Agriculture and Food Sciences**, v. 3, n. 1, p. 143-147, 2021.

RAJASEKAR, M.; UDHAYANANDHINI, D.; SUGANTHI, S. Soil management with mulches for sustained crop production. **Indian Farmer**, v. 6, n. 1, p. 28-34, 2019.

REIS, E. M.; CASA, R. T.; BIANCHIN, V. Controle de doenças de plantas pela rotação de culturas. **Summa Phytopathologica**, v. 37, n. 3, p. 85-91, 2011.

REIS, T.C.; NEVES, A.F.; ANDRADE, A.P.; SANTOS, T.S. Efeitos de fitotoxicidade na soja RR tratada com formulações e dosagens de Glifosato. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v. 1, n. 1, p. 34-43, 2010.

REZENDE, P. M.; CARVALHO, E. A. Avaliação de cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) para o sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 6, p. 1616-1623, 2007.

RIBEIRO, A. L. de P.; COSTA, E. C. Desfolhamento em estádios de desenvolvimento da soja, cultivar BR 16, no rendimento de grãos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 5, p. 767- 771, 2000.

RIBEIRO, F. C.; COLOMBO, G. A.; CARVALHO, E. V.; PELÚZIO, J. M.; ERASMO E. A. L. Controle químico de mancha-alvo da soja (*Corynespora cassiicola*) no cerrado tocantinense – Brasil. Gurupi, **Universidade Federal do Tocantins**, p. 26-36, 2017.

RIBEIRO, F. de C. et al. Fungicidas aplicados na cultura da soja visando o controle da ferrugem asiática no estado do Tocantins. **Revista cultivando o saber**, v. 9, n. 2, p. 198-209, 2016.

RICHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; THOMPSON, H. E.; BENSON, G. O. How a soybean plant develops. **Iowa State University of Science, Special Report 62**, 1967.

RODRIGO-COMINO, J.; GIMÉNEZ-MORERA, A.; PANAGOS, P.; POURGHASEMI, H.R.; PULIDO, M.; CERDÀ, A. The potential of straw mulch as a nature-based solution for soil erosion in olive plantation treated with glyphosate: A biophysical and socioeconomic assessment. **Land Degradation & Development**, v. 31, p. 1877-1889, 2019.

SADDIQ, A.M.; IBRAHIM, A.; JADA, M.Y.; TAHIR, A.M.; UMAR, I. Soil fertility management, a tool for sustainable disease and weed control in Sub-Saharan África: a review. **Recent Research in Science and Technology**, v. 9, p. 18-24, 2017.

SAUTUA, F. J.; DOYLE, V. P.; PRICE, P. P.; PORFIRI, A.; FERNANDEZ, P.; SCANDIANI, M. M.; CARMONA, M. A. Fungicide resistance in *Cercospora* species causing cercospora leaf blight and purple seed stain of soybean in Argentina. **Plant Pathology**, v. 69, n. p. 1-45, 2020.

SILVA, L. O.; MACHADO, L. G.; FERREIRA, NETO, C.; FORTUNATO, E. P. D.; BARBOSA, S. O. Agrotóxicos: a importância do manejo adequado para a manutenção da saúde. **Nature and Conservation**, v. 12, n. 1, p. 10-20, 2019.

SILVA, T. A.; AMORIM, E. P. R.; COSTA, J. P. V.; COSTA, M. G. S.; SANTOS, D. V. Influência da cobertura morta e da adubação no controle da podridão radicular em mudas de citros (*Phytophthora nicotianae*). **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 14, n. 1, p. 37-44, 2016.

SISTEMA DE MONITORAMENTO AGROMETEOROLÓGICO ABC. **Estação Agrometeorológica Planaltina Cereal Citrus**. Disponível em: <<https://sma.fundacaoabc.org/monitoramento/grafico/diario>>. Acesso em: 01/06/2021.

SOARES, A. P. G.; GUILLIN, E. A.; BORGES, L. L.; SILVA, A. C.; ALMEIDA, M.; GRIJALBA, P. E.; GOTTLIEB, A. M.; BLUHM, B. H.; OLIVEIRA, L. O. More *Cercospora* species infect soybeans across the Americas than meets the eye. **Plos One**, 2015.

SYSTAT SOFTWARE. **SigmaPlot for Windows Version 12.5**. San Jose: Systat Software Inc., 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3ª edição. Editora Artmed, p. 719, 2004.

TERAMOTO, A.; PARISI, M. C. M.; CUNHA, M. G. Caracterização fisiológica de isolados de *Corynespora cassiicola*. **Tropical Plant Pathology**, v. 38, n. 4, p. 313-322, 2013.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. World Agricultural Production. **Foreign Agricultural Service. Global Market Analysis**. Disponível em: <

<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>> Acessado em 20 de fevereiro de 2021.

UTIAMADA, C. M.; SATO, L. N.; DALBOSCO, M.; YORINORI, J. T. Eficiência de fungicidas no controle de doenças foliares de soja. **Fitopatologia Brasileira**, v. 22, p. 317, 1997.

VOS, J. G. M.; UHAN, T. S.; SUTARYA, R. Integrated crop management of hot pepper (*Capsicum* spp.) under tropical lowland conditions: Effects of rice straw and plastic mulches on crop health. **Crop Protection**, v. 14, n. 6, p. 445-452, 1995.

WEN, L.; LEE-MARZANO, S.; ORTIZ-RIBBING, L. M.; GRUVER, J.; HARTMAN, G. L.; EASTBURN, D. M. Suppression of soilborne diseases of soybean with cover crops. **Plant Disease**, v. 101, n. 11, p. 1918-1828, 2017.

WOLF, J.; LEHMAN, S.G. Brown-spot disease of soybean. **Journal of Agricultural Research**, Washington, v. 33, n. 4, p. 365-374, 1926.

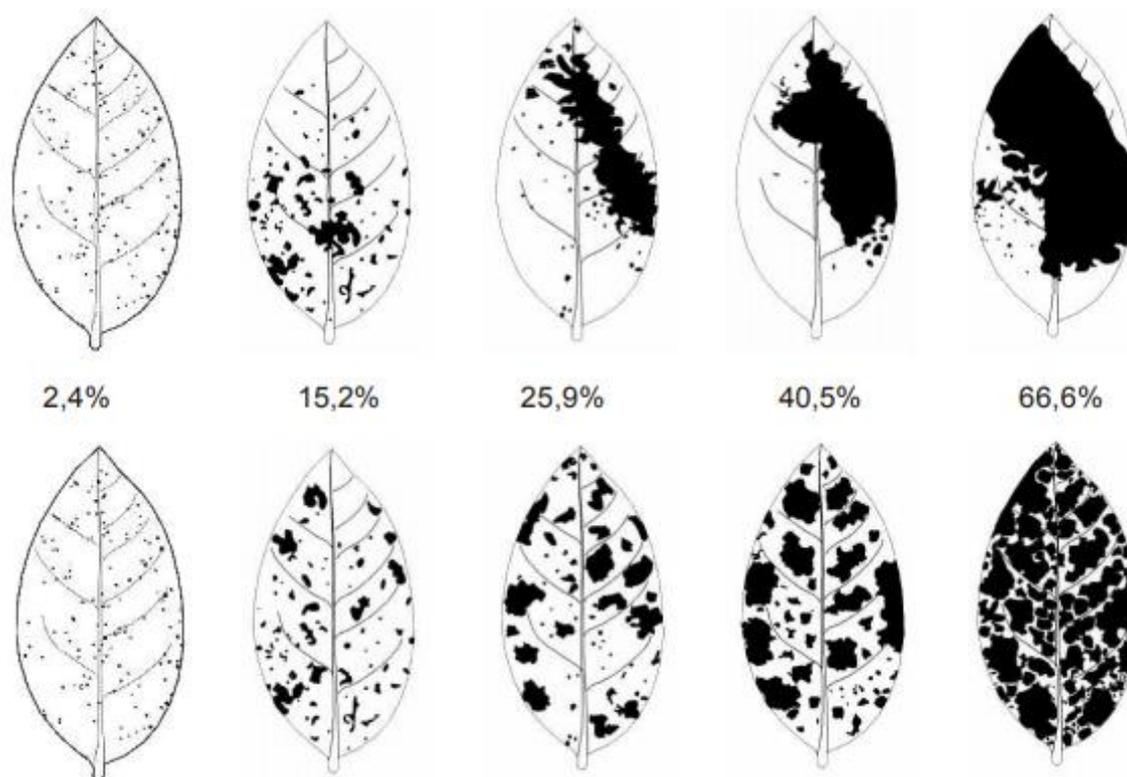
YORINORI, J. T. Controle integrado das principais doenças da soja. In: CÂMARA, G.M.S. **Soja: tecnologia de produção II**. Piracicaba: ESALQ, LPV, p. 203-221, 2000.

YORINORI, J. T. et al. Levantamento das doenças fúngicas da soja, seus impactos sobre rendimento e aferição das atuais medidas de controle. In: EMBRAPA. **Resultados de pesquisas da Embrapa soja 1999**. Londrina: EMBRAPA - Soja, p. 64-71, 2000.

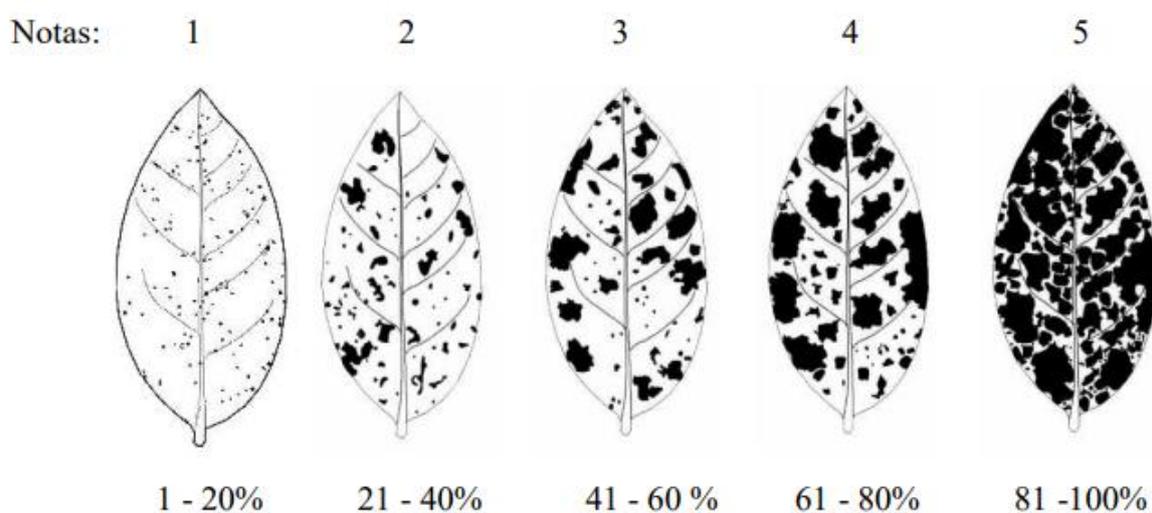
YORINORI, J. T. Management of foliar fungal diseases in soybean in Brazil. In: COPPING, L. G.; GREEN, M. B.; REES, R. T. (Ed). Pest management in soybean. **London: Elsevier Applied Science**, p. 185-195, 1992.

ZENG, F.; LIAN, X.; ZHANG, G.; YU, X.; BRANDLEY, C. A.; MING, R. A comparative genoma analysis of *Cercospora sojina* with other members of the pathogen genus *Mycosphaerella* on different plant hosts. **Genomics Data**, v. 13, p. 54-63, 2017.

8. ANEXOS



Anexo 1 – Escala diagramática das doenças de final de ciclo da soja (*Glycine max*) causadas por *Septoria glycines* e *Cercospora kikuchii*. Painel superior: sintomas agregados. Painel inferior: sintomas distribuídos. Fonte: MARTINS et al. (2004).



Anexo 2 – Escala diagramática para identificação e quantificação dos sintomas de fitotoxidez na soja. Fonte: Adaptado REIS et al. (2010).