

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**MONITORAMENTO DE *Phakopsora pachyrhizi* COMO
CRITÉRIO PARA APLICAÇÃO FUNGICIDA NA SOJA E
EFEITO DA DESFOLHA ARTIFICIAL NA
PRODUTIVIDADE**

PAULO HENRIQUE NASCIMENTO DE SOUZA

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2021**

MONITORAMENTO DE *Phakopsora pachyrhizi* COMO
CRITÉRIO PARA APLICAÇÃO FUNGICIDA NA SOJA E
EFEITO DA DESFOLHA ARTIFICIAL NA PRODUTIVIDADE

PAULO HENRIQUE NASCIMENTO DE SOUZA
Engenheiro Agrônomo Msc.

Orientadora: PROF^a DR^a LILIAN MARIA ARRUDA BACCHI

Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de Doutor.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

S729m Souza, Paulo Henrique Nascimento De
MONITORAMENTO DE *Phakopsora pachyrhizi* COMO CRITÉRIO PARA APLICAÇÃO
FUNGICIDA NA SOJA E EFEITO DA DESFOLHA ARTIFICIAL NA PRODUTIVIDADE
[recurso eletrônico] / Paulo Henrique Nascimento De Souza. -- 2022.
Arquivo em formato pdf.

Orientadora: Lillian Maria Arruda Bacchi.
Tese (Doutorado em Agronomia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2021.
Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Glycine max. 2. ferrugem asiática. 3. desfolha artificial. 4. terço inferior. 5. área foliar. I.
Bacchi, Lillian Maria Arruda.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

MONITORAMENTO DE *Phakopsora pachyrhizi* COMO CRITÉRIO PARA
APLICAÇÃO DE FUNGICIDA NA SOJA E EFEITO DA DESFOLHA
ARTIFICIAL NA PRODUTIVIDADE

Por:

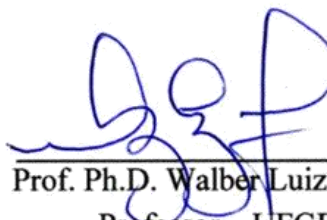
Paulo Henrique Nascimento de Souza

Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Aprovada em: 01/06/2021



Prof. Dra. Lilian Maria Arruda Bacchi
Orientadora – UFGD/FCA



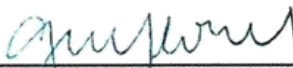
Prof. Ph.D. Walber Luiz Gavassoni
Professor – UFGD/FCA



Prof. Dr. Felipe André Sganzerla Graichen
Professor - UEMS /UUA



Prof. Dr. Marcos Gino Fernandes
Professor – UFGD/FCBA



Prof. Dr. Gustavo de Faria Theodoro
Professor – UFMS / FAMEZ

Aos meus pais José Amilton e Luzinete
Dias, aos professores Lilian Maria Arruda
Bacchi, Walber Luiz Gavassoni e amigos.

DEDICO!

AGRADECIMENTOS

Ao programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) e seus professores, pela oportunidade de ensino e doutoramento.

À UFGD e à equipe do Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia da instituição, pela oportunidade de desenvolver este trabalho e pelo apoio fornecido.

À minha mãe Luzinete Dias e meu pai José Amilton, pelo suporte e apoio durante todo o período acadêmico.

À minha noiva Francieli Lima Brito, pelo carinho e por ter suportado toda distância nestes anos, sempre me apoiando com meus objetivos.

À professora Lilian Maria Arruda Bacchi, pela orientação, amizade, dedicação, companheirismo e compreensão nos momentos de adversidades.

Aos professor Walber Luiz Gavassoni pela amizade, companheirismo, pelos ensinamentos extraclasse, que contribuíram no meu desenvolvimento profissional.

Aos colegas que contribuíram na implantação e condução dos ensaios: Anderson S. Dias, Anderson Oliveira, Bruno C. A. Pontim, Cassio L. Caetano, Joao V. Nascimento, Geovane Fernandes, Kaline A. Silva, Lorenzo L. Hoefling, Lorraine Venâncio, Rogério F. Bacanelo e Wagner Winver.

Ao CNPq bela bolsa concedida e por todo apoio financeiro e científico transferido para que esse trabalho pudesse ser desenvolvido.

E a todas os personagens que tiveram no dia-a-dia contribuindo indiretamente no ato de suas funções, desde os(as) zeladores(as), segurança patrimonial, secretaria ao administrativo, que muitas vezes, não sabem da sua grande e real importância no âmbito do sucesso de nossas pesquisas, mas merecem aqui o reconhecimento. Agradeço.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	xiv
ABSTRACT	xv
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	16
2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
CAPÍTULO I - SIMULAÇÃO DO PROGRESSO DA FERRUGEM ASIÁTICA POR DESFOLHA ARTIFICIAL EM DIFERENTES ESTÁDIOS NA CULTURA DA SOJA	23
RESUMO.....	23
1 INTRODUÇÃO	24
2 MATERIAS E MÉTODOS.....	26
2.1 Experimento I. Simulação de desfolha por estratificação do dossel.....	26
2.2 Experimento II: Simulação desfolha por contagem número de folíolos.....	27
2.3 Metodologia geral.....	27
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
3.1 Experimento I. Simulação de desfolha por estratificação do dossel.....	31
3.2 Experimento II: Simulação desfolha por contagem número de folíolos.....	44
4 CONCLUSÕES	57
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58
CAPÍTULO II - CRITÉRIOS PARA INÍCIO DE APLICAÇÃO FUNGICIDA VISANDO O CONTROLE DA FERRUGEM DA SOJA E ANÁLISE ECONÔMICA	62
RESUMO.....	62
1 INTRODUÇÃO	63
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	66
3 RESULTADOS E DICUSSÃO.....	73
4 CONCLUSÕES.....	90
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91
ANEXOS	94
ANEXO A .Escala fenológica para cultura da soja	94
APÊNDICES	95

APÊNDICE A. Resumo de análise de variância para variáveis de número vagens por planta (VP), grãos por planta (G), massa de mil grãos (MMG), altura de plantas, altura inserção da primeira vagem (IP) e produtividade, em ensaio com metodologia I para desfolha artificial da soja.	95
APÊNDICE B. Resumo de análise de variância para variáveis de número vagens por planta (VP), grãos por planta (G), massa de mil grãos (MMG), altura de plantas, altura inserção da primeira vagem (IP) e produtividade (PRODT), em ensaio com metodologia I para desfolha artificial da soja.	96
APÊNDICE C. Diferença Mínima significativa (D.M.S) de fatores individuais em interação tripla para número de vagens por plantas, ensaio I – Capítulo I.....	97
APÊNDICE D. Diferença mínima significativa (D.M.S) de fatores individuais em desdobramento de interação tripla para variável número de grãos por planta, ensaio I – Capítulo II.....	98
APÊNDICE E. Diferença mínima significativa (D.M.S) de fatores individuais em desdobramento de tripla para altura de plantas, ensaio I – Capítulo I	99
APÊNDICE F. Diferença mínima significativa (D.M.S) de fatores individuais em desdobramento de interação tripla para massa de mil grãos, ensaio I – Capítulo I.....	100
APÊNDICE G. Diferença mínima significativa (D.M.S) de fatores individuais em desdobramento da interação tripla para massa de mil grãos, ensaio I – Capítulo II.....	101
APÊNDICE H. Diferença mínima significativa (D.M.S) de fatores individuais em desdobramento da interação tripla para área abaixo da curva de progresso (AACP) de lesões por <i>Phakopsora pachyrhizi</i> , ensaio Capítulo II.....	102
APÊNDICE I. Diferença mínima significativa (D.M.S) de fatores individuais em desdobramento da interação tripla para variável área abaixo da curva de progresso (AACP) de urédias de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> , ensaio I – Capítulo II.....	103

APÊNDICE J. Diferença mínima significativa (D.M.S) de fatores individuais em desdobramento da interação tripla para variável área foliar lesionada por ferrugem da soja, ensaio I – Capítulo II.....	104
APÊNDICE K. Resumo de análise de variância para as variáveis área abaixo da curva de progresso (AACP) para lesões e urédias, severidade em área foliar lesionada no estágio R6 (SEVR6), percentual de desfolha (Desfolha), número de vagens por planta (NV), massa de mil grãos (MMG) e Produtividade (PRODT).....	105
APÊNDICE L. Ilustração exemplo para análise de letras, em teste de médias de interação tripla (análise múltipla).....	106

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO I

PÁGINA

QUADRO 1. Descrição das cultivares utilizadas em ensaios experimentais.	28
QUADRO 2. Produtos aplicados na condução dos ensaios I e II.....	29
QUADRO 3. Número de vagens de acordo com a cultivar (C), estágio de desfolha (ED) e nível de desfolha em soja.....	32
QUADRO 4. Número de grãos por planta, de acordo com estágio de desfolha (ED) e nível de desfolha de soja.....	33
QUADRO 5. Altura de plantas, de acordo com a cultivar (C), estágio de desfolha (ED) e nível de desfolha artificial em soja.....	34
QUADRO 6. Massa de mil grãos (MMG), de acordo com a cultivar (C), estágio de desfolha (E) e nível de desfolha artificial em soja.....	35
QUADRO 7. Altura de inserção da primeira vagem em cultivares de soja submetidas à desfolha artificial.....	36
QUADRO 8. Produtividade (kg ha^{-1}) de cultivares de soja de acordo com estágio de desfolha artificial.....	37
QUADRO 9. Produtividade (kg ha^{-1}) da soja, de acordo com nível de desfolha em diferentes estádios fenológicos.....	38
QUADRO 10. Altura de inserção da primeira vagem em cultivares de soja submetidas à desfolha artificial – ensaio II.....	49

CAPÍTULO II

QUADRO 1. Tratamentos englobados no ensaio experimental.	67
QUADRO 2. Cronograma de aplicações fungicidas para época I (outubro).....	74
QUADRO 3. Cronograma de aplicações fungicidas para época II (novembro).....	75
QUADRO 4. Cronograma de aplicações fungicidas na época III (Dezembro).....	75
QUADRO 5. Área abaixo da curva de progresso (AACP) para lesões de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> no desdobramento de interação tripla critérios de aplicação x épocas x cultivar.....	77
QUADRO 6. Área abaixo da curva de progresso (AACP) para urédias de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> no desdobramento de interação tripla critérios de aplicação x épocas x cultivar de soja.....	79
QUADRO 7. Área foliar lesionada por <i>Phakopsora pachyrhizi</i> no estágio R6, em desdobramento de interação tripla critérios de aplicação x épocas x cultivar	80
QUADRO 8. Percentual de desfolha em soja, desdobramento de interação tripla, em critérios de aplicação x épocas x cultivar.....	81
QUADRO 9. Número de vagens por planta de acordo com época de cultivo e cultivar	82
QUADRO 10. Massa de mil grãos, desdobramento de interação tripla, em critérios de aplicação x épocas x cultivar.....	83
QUADRO 11. Desdobramento de produtividade da soja em relação a época de semeadura e cultivar	84
QUADRO 12. Produtividade de cultivares de soja de acordo com cultivar e época de semeadura	85

QUADRO 13. Rendimento econômico da soja em relação ao custo do tratamento	
fungicida e cultivar utilizada.....	86
QUADRO 14. Rendimento econômico da soja em relação ao custo do tratamento	
fungicida e época de semeadura	87

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

PÁGINA

- FIGURA 1. Ilustração tratamento com remoção completa dos folíolos..... 27
- FIGURA 2. Mapas de dispersão de dados, sob correlação da massa de mil grãos (MMG), número de vagens e Produtividade (kg ha^{-1}) para as cultivares Monsoy 6410 (A), TMG 7063 (B) e CD 202 (C), de acordo com a época e nível de desfolha, em perspectiva de gráfico de bolhas. O tamanho das bolhas segue escala de produtividade, na qual cada ponto representa o rendimento de grãos do tratamento em um bloco e a testemunha a média de 12 repetições. 41
- FIGURA 3. Mapas de calor clusterizado (*cluster heatmap*) para correlação de variáveis analisadas: altura de plantas (ALT), altura de inserção da primeira vagem (AIP), grãos por planta (GP), número de vagens (NV), massa de mil grãos (MMG), produtividade (PRODT), para cultivares Monsoy 6410 (A), TMG 7063 (B) e CD 202 (C). Escala de correlação negativa no limite de -1 (coloração azul escuro) a correlação positiva 1 (coloração vermelha) 42
- FIGURA 4. Mapas de calor clusterizado (*cluster heatmap*) para interação de variáveis x estádios e níveis de desfolha. Utilizado método de transformação *percentize* (divisão do conjunto de dados da variável pelo seu maior elemento) para igualdade de variáveis. A variação da ordem dos tratamentos na apresentação dos resultados (entre as cultivares), infere unicamente na variação do agrupamento com os dados obtidos..... 43

- FIGURA 5. Número de vagens em cultivares de soja sob níveis de desfolha artificial, nos estádios V₈ (●), R₃ (○) e R₅ (▼). Coeficiente significativo em ($p < 0,05$) 45
- FIGURA 6. Número de grãos por planta em cultivares de soja sob níveis de desfolha artificial, nos estádios V₈ (●), R₃ (○) e R₅ (▼). Coeficiente significativo em ($p < 0,05$).....46
- FIGURA 7. Altura de plantas (cm) de cultivares de soja sob níveis de desfolha artificial, nos estádios V₈ (●), R₃ (○) e R₅ (▼). Coeficiente significativo em ($p < 0,05$) 48
- FIGURA 8. Massa de mil grãos (g) de cultivares de soja sob níveis de desfolha artificial, nos estádios V₈ (●), R₃ (○) e R₅ (▼). Coeficiente significativo em ($p < 0,05$) 50
- FIGURA 9. Desdobramento de produtividade da interação estádios x níveis de desfolha (A) e cultivares x níveis de desfolha (B)..... 51
- FIGURA 10. Mapa de dispersão de dados, sob correlação da massa de mil grãos (MMG), número de vagens e Produtividade (kg ha^{-1}) para as cultivares Monsoy 6410 (A), TMG 7063 (B) e CD 202 (C), de acordo com a época e nível de desfolha, em perspectiva de gráfico de bolhas. O tamanho das bolhas segue escala de produtividade, na qual cada ponto representa o rendimento de grãos do tratamento em um bloco e a testemunha a média de 12 repetições... 53
- FIGURA 11. Mapa de calor (*heatmap*) para correlação de variáveis analisadas: altura de plantas (ALT), altura de inserção da primeira vagem (AIP), grãos por planta (GP), número de vagens (NV), massa de mil grãos (MMG), produtividade (PRODT), para cultivares Monsoy 6410 (A), TMG 7063 (B) e CD 202 (C).

Escala de correlação negativa no limite de -1 (coloração azul escuro) a correlação positiva 1 (coloração vermelha).....	54
FIGURA 12. Mapas de calor (<i>heatmap</i>) para interação de variáveis x estádios e níveis de desfolha. Utilizado método de transformação <i>percentize</i> (divisão do conjunto de dados da variável pelo seu maior elemento) para igualdade de variáveis.....	55

CAPÍTULO II

FIGURA 1. Visão ilustrativa do ensaio experimental, mostrando coletor de esporos (A), fungo coletor com lâmina de captura de esporos (B), esporos coletados (C), área experimental (D).	65
FIGURA 2. Escala diagramática para ferrugem asiática da soja. Fonte: Godoy et al., (2006).	68
FIGURA 3. Escala diagramática para desfolha na cultura da soja. Fonte: Hirano et al., (2010).	59
FIGURA 4. Precipitação média (mm) e temperatura média por decêndio. Detecção de esporos de ferrugem no coletor (EF) em 09.01.2019, incidência na cultura superior a 10% em 23.01.2019 (ID), área foliar lesionada acima de 5% (AFL) 11.02.2019.	69

MONITORAMENTO DE *Phakopsora pachyrhizi* COMO CRITÉRIO PARA APLICAÇÃO FUNGICIDA NA SOJA E EFEITO DA DESFOLHA ARTIFICIAL NA PRODUTIVIDADE

RESUMO: A produtividade da soja está estritamente relacionada à fotossíntese gerada pela área foliar da cultura, de modo que fatores que culminam em desfolha podem afetar a produção da cultura. A doença conhecida como ferrugem asiática da soja, tem como uma de suas consequências, a queda prematura de folhas em alto nível de severidade, no sentido da base para o ápice das plantas, com manejo dificultado após o fechamento da cultura. Neste sentido, tem-se buscado antecipar as aplicações para estágio vegetativo da cultura, na finalidade de aumentar o controle no dossel inferior da cultura. Contudo, ainda não se sabe sobre a real importância do dossel inferior nos componentes produtivos da cultura e se o critério de início de aplicações fungicidas no estágio vegetativo é o mais adequado no manejo da ferrugem da soja. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi o avaliar o efeito desfolha estratificada no dossel da cultura da soja e a utilização de estratégias de monitoramento de *Phakopsora pachyrhizi* para início de aplicações fungicidas e reflexo no rendimento da cultura da soja. Para a simulação de desfolha foram testadas duas metodologias: desfolha por estratificação do dossel e por contagem de número de folíolos, no sentido da base para o ápice. Estes ensaios foram realizados em delineamento blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, sendo o fator parcelastrês cultivares de soja (Monsoy 6410, TMG 7063 e Coodetec 202), nas subparcelas três estágios de desfolha (V8, R3 e R5) e os níveis de desfolha de 0,33, 67 e 100% de desfolha. As variáveis analisadas foram relacionadas ao rendimento da cultura: número de vagens por planta, grãos por planta, massa de mil grãos e produtividade. Outro experimento foi implantado para estudo dos critérios para início das aplicações fungicidas, implantado sob delineamento de blocos casualizados em parcelas subdivididas, no esquema 3x2x8, sendo três épocas de semeadura (outubro, novembro e dezembro), duas cultivares (M 6410, TMG 7063 IPRO) e oito critérios para início de aplicação fungicida: I) testemunha sem aplicação, II) estágio vegetativo – v7, III) estágio reprodutivo R1, IV) sete dias após a detecção de esporos (DE) via coletor, V) 14 DE, VI) 21 DE, VII) 10% de área foliar lesionada, VIII) 10% incidência. Foi determinada a área abaixo da curva de progresso (AACP) para lesões e urédias, área foliar lesionada em estágio R6, número de vagens, massa de mil grãos (g) e produtividade. Verificou-se que o dossel inferior apresenta baixa correlação com os componentes produtivos da soja, sendo tolerável desfolha de até 33% sem danos à produtividade. Em relação aos critérios de início de aplicações fungicidas, os tratamentos com monitoramento de esporos obtiveram resultados satisfatórios ao controle, igualando-se ao protocolo padrão calendarizado com início no florescimento ou em estágio vegetativo, com redução no número de aplicações fungicidas e maior retorno econômico na produção da soja.

Palavras-chave: *Glycine max*, área foliar, ferrugem asiática, desfolha artificial produtividade. terço inferior, MID, manejo integrado de doenças.

MONITORING OF *Phakopsora pachyrhizi* AS A CRITERION FOR FUNGICIDE APPLICATION IN SOYBEAN AND EFFECT OF ARTIFICIAL DELEAF ON PRODUCTIVITY

ABSTRACT: Soybean productivity is strictly related to photosynthesis generated by the leaf area of the crop, so that factors that culminate in defoliation can affect the crop's production. One of the consequences of the disease, known as Asian soybean rust, is the premature fall of leaves at a high level of severity, from the base to the apex of the plants, with difficult management after the closure of the crop. In this sense, it has been sought to anticipate applications for the vegetative stage of the crop, in order to increase control in the lower canopy of the crop. However, it is still not known about the real importance of the lower dossal in the productive components of the crop and if the criterion for the beginning of fungicidal applications in the vegetative stage is the most appropriate in the management of soybean rust. In this context, the objective of this study was to evaluate the effect of defoliation by the progress of soybean rust and to evaluate the effectiveness of fungicidal applications initiated under different criteria for the control of *Phakopsora pachyrhizi*. For the defoliation simulation, two methodologies were tested: defoliation by stratification of the canopy and by counting the number of leaflets, in the direction from the base to the apex. These tests were carried out in a completely randomized design in a subdivided plot scheme, with three soybean cultivars (Monsoy 6410, TMG 7063 and Coodetec 202) in the plots, three defoliation stages (V8, R3 and R5) and the defoliation levels in the subplots. 0.33, 67 and 100% defoliation. The variables analyzed were related to the crop yield: number of pods, grains per plant, mass of a thousand grains and productivity. Another experiment was implemented to study the criteria for starting fungicide applications, implanting under randomized block design in sub-divided plots, in the 3x2x8 scheme, with three sowing times (october, november and december), two cultivars (M 6410, TMG 7063 IPRO) and eight criteria for starting fungicidal application: I) control without application, II) vegetative stage - v7, III) reproductive stage R1, IV) seven days after spore detection (DE) via collector, V) 14 DE, VI) 21 DE, VII) 10% of injured leaf area, VIII) 10% incidence. The area under the progress curve (AACP) for lesions and urea was determined, leaf area injured at stage R6, number of pods, mass of a thousand grains (g) and productivity. It was found that the lower canopy is low in terms of soybean crop yield, with defoliation of up to 33% tolerable without damage to productivity. Regarding the criteria for starting fungicidal applications, the treatments with spore monitoring obtained satisfactory results to the control, equaling the standard scheduled protocol, with a reduction in the number of fungicidal applications and greater economic return.

Key-words: *Glycine max*, leaf area, asian soybean rust, artificial defoliation productivity, lower third, MID, integrated disease management.

INTRODUÇÃO GERAL

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é a cultura agrícola de maior extensão em cultivo nas últimas décadas no Brasil, correspondendo a 36,9 milhões de hectares e produção em torno de 124,8 milhões de toneladas na safra 2019/20 (CONAB, 2020). Sua importância, além da grande participação nas exportações brasileiras, reside na sua diversidade de utilização, especialmente por resultar em óleo que dá origem a diversos produtos utilizados pela agroindústria, indústria química e de alimentos (CESB, 2018).

A soja enfrenta desafios fitossanitários que limitam a exploração máxima do potencial produtivo da cultura e a qualidade do produto. Atualmente, as perdas por doenças estão em torno de 15-20% anualmente, sendo que há relatos de perdas de até 100% (ALVES e JULIATTI, 2018; REIS et al., 2019). A ferrugem asiática da soja (FAS) [*Phakopsora pachyrhizi* Sidow e Sidow] é considerada uma destas doenças de grande potencial destrutivo.

Os sintomas iniciais da FAS são pequenos pontos de coloração castanho-claro a marrom que evoluem para pústulas que depois coalescem, liberando urediniosporos com o vento e água das chuvas, gerando ciclos sucessivos de infecção, culminando no amarelecimento das folhas e, conseqüentemente em desfolha precoce, que em casos graves afetam diretamente a produtividade da cultura, dependendo das condições ambientais e do estágio fenológico para o desenvolvimento da doença (ALVES e JULIATTI, 2018; AMORIM et al., 2016; REIS et al., 2019).

O rendimento da soja está diretamente ligado à produção de fotoassimilados que é originário do complexo fotossintético, de modo que os fatores bióticos e abióticos que culminam em redução de área foliar podem afetar a produção de grãos. Reis et al. (2019) relatam correlação negativa entre severidade da ferrugem da soja, desfolha e o rendimento da soja. Alguns trabalhos foram desenvolvidos objetivando simular a desfolha natural advinda de

fatores bióticos e abióticos, visando formar base de critérios para manejo da cultura. Alguns autores relatam não haver efeito de desfolha em percentuais próximos a 33%, citando como faixa de tolerância da soja ao ataque de insetos-pragas (ALVES et al., 2020; COSTA et al., 2003; SANTOS et al., 2018). Outros autores consideram níveis menores, como Hayashida et al. (2018), que relataram perda em produtividade média de 13% com desfolha de 15% no florescimento da cultura. A maioria dos trabalhos, até então, visam visam simular o ataque de insetos ao longo de toda planta. No caso das doenças, especificamente como a ferrugem asiática da soja, este modelo pode não ser aplicável, visto que nestes patossistemas, ocorre o amarelecimento e desfolha a partir do terço inferior sentido base para o ápice, justificado pelo microclima na região com menor incidência de radiação, maior umidade e maior susceptibilidade nas folhas mais velhas, localizadas no terço inferior da cultura (FURTADO et al., 2009)

Com as epidemias da ferrugem asiática da soja, e danos à cultura da soja, ocorridas a partir da safra agrícola de 2003, houve incremento no número de produtores adeptos ao controle químico como ferramenta de controle para produzir soja no país. O controle químico preventivo e a calendarização da aplicação a partir do florescimento tornaram-se prática comum e padrão, amplamente adotada no campo (REIS et al., 2018a).

Nos últimos anos tem-se retomado debate entre produtores para posicionar a primeira aplicação precocemente no ciclo das culturas (em estágio vegetativo), na justificativa de possibilitar melhor cobertura na parte inferior do dossel e reduzindo a desfolha na parte inferior do dossel proveniente da FAS (LIBERATO et al., 2019; REIS et al., 2018a; TORBEN et al., 2012; WEBBER et al., 2017)

O grande entrave deste manejo é o risco de faltar proteção ao final da cultura, ou exigir um excesso de aplicações, que eventualmente poderão forçar a pressão de seleção de isolados resistentes (REIS et al., 2013). Especialmente no que se refere ao histórico da ferrugem

da soja no Mato Grosso do Sul, no qual os trabalhos realizados na região apontam para chegada tardia da doença na cultura, o que em tese reduziria o efeito da calendarização e da aplicação realizada em estágio vegetativo (GASPARETTO et al., 2011; GOULART et al., 2011; NASCIMENTO et al., 2018; SOUZA et al., 2020).

Na literatura, tem-se relatados alguns critérios para aplicações fungicidas, citando-se: incidência de doença de maior impacto local, com base no dano linear econômico, início do florescimento, soma térmica, visando o manejo preventivo de doenças foliares (REIS et al., 2019; REIS et al., 2013; ALVES et al., 2020). Para a cultura da soja no Brasil, as aplicações fungicidas iniciaram a partir da safra 1997/98 com a ocorrência de pandemias de oídio, inicialmente tendo como critério nível de infecção de 50% de área foliar coberta por oídio (REIS et al., 2013). Com o surgimento da ferrugem da soja, ocorridas a partir da safra 2002, passou-se a adotar como padrão, critério de aplicação a partir do início da floração, de forma preventiva (REIS et al., 2013), sendo o padrão considerado até os dias atuais.

O grande questionamento dos atuais modelos está relacionado a aplicação que muitas vezes ocorre na ausência do patógeno foco da aplicação, abrindo leque para número excessivo de aplicações fungicidas, elevando o custo de produção. Neste sentido, tem-se demonstrado a necessidade da busca de novos critérios para delimitação do início das aplicações fungicidas e do posicionamento de aplicações fungicidas no em estágio vegetativo, de modo a auxiliar com os critérios atuais.

Trabalhos recentes têm focado na possibilidade de implantação de armadilhas de esporos no auxílio da tomada de decisão para início de aplicações. Dhar et al. (2019) utilizaram coletores de esporos para manejo do míldio de alface, *Bremia lactucae*. Com base na coleta de esporos os autores descreveram a necessidade de aplicação quando a carga de esporos atingisse 8,548 esporângios por cm³, esta abordagem resultou na redução de três pulverizações. Em Michigan, nos Estados Unidos, armadilhas vêm sendo utilizadas para monitorar a presença de

esporos de *Pseudoperonospora humuli* e *Pseudoperonospora cubensis* transportado pelo ar, em regiões de cultivo de pepino para orientar o início de do manejo com aplicações fungicidas (BELLO et al., 2021).

Rahman et al. (2021) citam que a antecipação é a chave para determinar o momento de aplicação, os autores implementaram um sistema de armadilhas para detecção de esporângios de *P. cubensis*, com identificação morfológica e via PCR, na qual foi possível detectar o patógeno 10 dias antes dos primeiros sintomas.

A ferrugem asiática da soja apresenta desenvolvimento rápido, dificultando a detecção dos primeiros sintomas e o manejo da doença. Neste sentido, os coletores de esporos poderiam ser utilizados visando a detecção de propágulos no ar, de modo a fomentar a tomada de decisão para a primeira aplicação.

Neste sentido, o objetivo geral deste trabalho foi o estudo da desfolha estratificada no dossel da cultura da soja e a utilização de estratégias de monitoramento de *Phakopsora pachyrhizi* para início de aplicações fungicidas e reflexo no rendimento da cultura da soja.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, G. H. T.; BELLETINI, S.; BELLETINI, N. M. T. Diferentes níveis de desfolha artificial nos componentes de produção da soja. **Brazil Journal of Development**, São José dos Pinhais, v. 6, n. 9, p. 479-481, 2020.
- ALVES, V. M.; JULIATTI, F. C. Fungicidas no manejo da ferrugem da soja, processos fisiológicos e produtividade da cultura. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 44, n. 3, p. 245-251, 2018.
- AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; FILHO, A. B.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de fitopatologia volume 2** – doenças das plantas cultivadas, 4º ed, 2016. 772p.
- BELLO, J. C.; SAKAILIDIS, M. L.; PERLA, D. E.; HAUBECK. Detection of airborne sporangia of *Pseudoperonospora cubensis* and *P. humuli* in Michigan using burkard spore traps coupled to quantitative PCR. **Plant Disease**, Sant Paul, 2021. Disponível em: <<https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PDIS-07-20-1534-RE>>. Acesso em 12 Dez. 2020.
- CESB. Comitê estratégico Soja Brasil. **Soja: quebrando recordes – 10 anos de máxima produtividade**. 1º ed, 2018, 216p. Disponível em: <<http://www.cesbrasil.org.br/livro-soja-quebrando-recordes/>>. Acesso em: 08 Nov. 2020.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento safra de grãos, safra 2019/20**, n. 12 – décimo segundo levantamento, 2020. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 05 Out. 2020.
- COSTA, M. A. G.; BALARDIN, R. S.; COSTA, E. C.; GRUTZMACHER, A. D.; SILVA, M. T. B. Níveis de desfolha na fase reprodutiva da soja, cv. Ocepar 14, sobre dois sistemas de cultivo. **Ciência Rural**, Londrina, v. 33, n. 5, p. 813-819, 2003.
- DHAR, N.; MAMO, B. E.; SUBARRAO, k. V.; KOIKE, S. T.; FOX, A.; ANCHIETA, A. Measurements of aerial spore load by qPCR facilities Lettuce Downy Mildew risk advisiment. **Plant Disease**. Sant Paul, v. 104, n. 1, p. 82-93, 2019.
- FURTADO, G. Q.; ALVES, S. A. M.; CARNEIRO, L. C.; GODOY, C. V.; MASSOLA JÚNIOR, N. S. Influência do estágio fenológico e da idade dos trifólios de soja na infecção de *Phakopsora pachyrhizi*. **Tropical Plant Pathology**. Sant Paul v. 34, n. 2, p. 118-122, 2009.
- GASPARETTO, R.; FERNANDES, C. D.; MARCHI, C. E.; BORGES, M. F. Eficiência e viabilidade econômica da aplicação de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja em Campo Grande – MS. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 78, n. 2, p. 251-260. 2011.
- GOULART, A. C. P.; FURLAN, S. H.; FUJINO, M. T. Controle integrado da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) com o fungicida fluquinconazole aplicado nas sementes em associação com outros fungicidas pulverizados na parte aérea da cultura. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 37, n.2, p.113-118, 2011.

HAYASHIDA, R.; JUSTUS, C. M.; JUNIOR, A. O. M.; GODOY, C.; BUENO, A. F.; **Tolerância de Cultivares de soja a níveis de desfolha.** In: XXVII Congresso Brasileiro de Entomologia e X Congresso Latino-Americano de Entomologia. Anais. 2018.

LIBERATO, B. O.; SANTOS, C. A. M.; GRIESANG, F.; SPADONI, A. B. D.; FERREIRA, P. H. U.; FERREIRA, M. C. Influência das velocidades de vento do sistema de assistência de ar e tamanho de gotas na cobertura e depósito de fungicidas em soja, In: Congresso Brasileiro de Fitossanidade Desafios e Avanços da Fitossanidade. **Anais...** Curitiba: Universidade Estadual Paulista, 2019.

NASCIMENTO, J. M.; GAVASSONI, W. L.; BACCHI, L. M. A.; OLIVEIRA, J. L.; LABORDE, M. C.; PONTIM, B. C. A.; MENDES, M. P. Manejo da ferrugem asiática da soja com aplicações de fungicidas iniciadas na detecção do patógeno ou posteriores. **Agrarian**, Dourados, v. 11, n. 39, p. 42-49, 2018.

RAHMAN, A.; STANDISH, R.; ARCANGELO, K. N.; OCAMPO, L. M. Clade-specific biosurveillance of *Pseudoperonospora cubensis* using spore traps for precision disease management of cucurbit downy mildew. **Plant Disease**, Sant Paul, v. 111, n. 2, p. 312-320, 2021.

REIS, E. M.; DANELLI, A. L. D.; BRESOLIN, A. C. R.; DEUNER, C.; NICOLINI, F.; CARMONA, M. A.; BLUM, M. M. C.; BRUSTOLIN, R.; CASA, R. T.; ROSSI, R. L.; TSUKAHARA, R. Y.; BOLLER, W. **Indicadores do momento para aplicação de fungicidas visando controle de doenças nas culturas de soja e do trigo.** 2^o ed. Passo Fundo: Berthier, 2013, 284p.

REIS, E. M.; ZANATTA, M.; REIS, A. C. Relationship between soybean plant defoliation and asian soybean rust severity. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 45, n. 3, p. 252-254, 2019.

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

REIS, E. M.; ZANATTA, M.; REIS, A. C. **Cálculo da eficiência do controle da ferrugem da soja para igualar ao custo da aplicação terrestre de fungicida.** 2018b. Disponível em: <<https://maissoja.com.br/calculo-da-eficiencia-do-controle-da-ferrugem-da-soja-para-igualar-ao-custo-da-aplicacao-terrestre-de-fungicida/>>. Acesso em: 23/05/2021.

SANTOS, M. A.; TROGELLO, E.; VIEIRA, D. ALVES.; RODRIGUES, E. R.; RIBEIRO, A. C.; MODOLO, J. A.; BAESSO, M. M. Simulação de desfolha em diferentes estádios vegetativos na cultura da soja. **Colloquim Agrariae**, Unoeste. v. 14, n. 2, p. 191-197, 2018.

SOUZA, P. H. N.; DIAS, A. S.; GAVASSONI, W. L.; BACCHI, L. M. A.; PONTIM, B. C. A.; SILVA, R. A. L. Eficácia de fungicidas para o controle da ferrugem asiática da soja em Dourados – MS na safra 2016/17. **Agrarian**, Dourados, v. 13, n. 47, p. 17-26, 2020.

TORBEN, N. R., SILVA, F. D. L., DEBORTOLI, M. P., UEBEL, J. D., FÁVERA, D. D., BALARDIN, R.S. Deposição de gotas no dossel e controle químico de *Phakopsora pachyrhizi* na soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 7, p. 802-808, 2012.

WEBBER, N. C., DOS SANTOS, E. M., RUSSINI, A., SILVA, F. F. Deposição de calda ao longo do dossel na cultura da soja utilizando pulverizador equipado com controlador de fluxo. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 25, n. 5, p. 459-468, 2017.

CAPÍTULO I

SIMULAÇÃO DO PROGRESSO DA FERRUGEM ASIÁTICA POR DESFOLHA ARTIFICIAL EM DIFERENTES ESTÁDIOS NA CULTURA DA SOJA

RESUMO: A ferrugem asiática da soja causa danos a produtividade da soja, de acordo com o estágio em que a desfolha ocorre. A doença normalmente progride acropetalmente no dossel da cultura. Produtores de soja, cada vez mais, vêm buscando antecipação das aplicações fungicidas na justificativa da necessidade de controle do terço inferior da cultura, mesmo sem resultados que amparem a tomada de decisão. O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta da cultura da soja submetida a diferentes níveis de desfolha na fase vegetativa e reprodutiva nos componentes de produção de soja, simulando o progresso da ferrugem asiática da soja no sentido da base para o ápice, a fim de verificar a importância do terço inferior no rendimento da soja. Foram realizados dois experimentos, seguindo duas metodologias de desfolha, uma a partir da estratificação do dossel e outra seguindo contagem dos folíolos. O delineamento, em ambos os ensaios, foi em blocos casualizados sob parcelas subdivididas, em esquema 3 x 3 x 4, sendo três cultivares de soja (MONSOY 6410, TMG 7063 IPRO, CD 202), três estágios de desfolha (V8, R3 e R5) e quatro níveis de desfolha, sendo: I) controle (sem desfolha), II) remoção do terço inferior, III) remoção terço inferior + médio, IV) remoção terço inferior + médio + superior), experimento I, seguindo os percentuais 0, 33, 67, 100% no experimento II. Na colheita foram mensuradas a altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de grãos por planta, altura de plantas, massa de mil grãos e produtividade. Verificou-se que a remoção do terço inferior e os níveis de desfolha em até 33% nos estágios vegetativo e reprodutivo, não afetaram os componentes de produção e a produtividade da soja nos dois experimentos realizados. As observações podem responder as diferenças regionalizadas do uso de fungicida no vegetativo, consequência de diferentes níveis de desfolha, proveniente do ataque da ferrugem asiática da soja.

Palavras-chave: produtividade soja, dossel, severidade ferrugem, *Phakopsora pachyrhizi*.

1 INTRODUÇÃO

A extensão de cultivo e o modelo baseado em monocultura acarretaram em diversos problemas fitossanitários limitantes à produção da soja. Em se tratando de doenças, a ferrugem asiática da soja (FAS), causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, é tida como uma das que ocasionam os maiores prejuízos à cultura, com relatos variando de 10 a 90% em diferentes regiões geográficas do país (HARTMAN et al., 2015; SOUZA et al., 2020). Os sintomas primários da FAS são o aparecimento de pequenas pontuações escuras envoltas de lesões necróticas, correspondentes às estruturas de frutificação da ferrugem (urédias). Após sucessivos ciclos de disseminação da doença, ocorre o amarelecimento e o crestamento das folhas, culminando com abscisão prematura das folhas das plantas, comprometendo o processo fotossintético e interferindo negativamente o rendimento da cultura (YORINORI et al., 2003).

A desfolha precoce reduz a eficiência na interceptação da radiação solar e reduz a translocação de fotoassimilados para os grãos, resultando em menor número de vagens, menor número de grãos por planta e menor peso da soja (RIBEIRO e COSTA, 2000). Reis et al. (2019) e Gabardo et al. (2020) verificaram que à medida em que houve progresso da ferrugem asiática, existiu uma correlação negativa para os níveis de desfolha e rendimento da cultura. Alguns autores têm buscado o entendimento dos níveis de desfolha e a tolerância da cultura da soja, os resultados obtidos são contrastantes. Alves et al. (2020) concluíram que a desfolha a nível de 33,3% na cultura nos estádios reprodutivos e vegetativos não afetou os componentes de produção. Durli et al. (2020) observaram decréscimos significativos em desfolha superior a 16,6% no estágio R3. Já Monteiro et al. (2017) relatam que uma desfolha de 50% em estágio V6 é suficiente para comprometer a produção da soja.

Contudo, observa-se que a maioria dos trabalhos de simulação de desfolha na soja foram realizados ao longo de toda planta, visando simular ataques de insetos (BAHRY et al.,

2013; GREGORUTTI et al., 2012), sendo escassos trabalhos encontrados que consideram o progresso comum da ferrugem da soja, no sentido da base para o ápice no dossel. Na região do dossel inferior é onde normalmente ocorre o início da infecção e do processo de desfolha, isto, devido ao microclima formado abaixo das camadas de folhas com amplitude térmica reduzida e evaporação retardada (FURTADO et al., 2009; REIS et al., 2013).

A doença pode aparecer em qualquer estágio de desenvolvimento da cultura, desde que as condições ambientais sejam favoráveis, com temperatura entre 15 e 25 °C e período mínimo de 6 horas de molhamento (AMORIM et al., 2016). Contudo, visando aplicações preventivas e calendarizadas, majoritariamente as aplicações fungicidas relatadas em literatura são realizadas a partir do estágio de florescimento da cultura (EGGERS et al., 2020; GASPARETTO et al., 2011; GOULART et al., 2011; NASCIMENTO et al., 2018; SOUZA et al., 2020).

Atualmente, tem-se discutido a antecipação ou adição de uma ou mais aplicações em estágio vegetativo da cultura, visando aumento de controle por melhor deposição de gotas ao longo do dossel. De fato, Omoto et al. (2020) observaram melhor deposição de gotas quando pulverizações de fungicidas foram realizadas no estágio vegetativo (V8) nos volumes de 260 e 310 l ha⁻¹ em detrimento a aplicações em estágio com maior cobertura foliar. Deste modo, as aplicações fungicidas vêm sendo comumente antecipadas por produtores na justificativa de necessidade na proteção do terço inferior da cultura, mesmo com ausência de resultados que comprovem a importância do dossel inferior para os componentes de produção da soja ou mesmo do impacto da ferrugem da soja neste estágio de desenvolvimento. Neste sentido, o trabalho objetivou o estudo da desfolha artificial simulada do progresso da ferrugem asiática da soja em cultivares de soja em três estádios reprodutivos nos componentes de rendimento da cultura.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos durante o ano agrícola de 2017/18 na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), situada no município de Dourados – MS (Latitude de 54° 59' 05" S, Longitude 22° 13' 56" O), altitude 475 metros. O solo classifica-se como Latossolo Vermelho Distroférico (EMBRAPA, 2006), com teor de argila de 56%, areia 35% e silte 9% (BOTTEGA et al., 2011). O clima predominante segundo a classificação de Köppen (1948) é do tipo Cfa (clima temperado úmido), com precipitação média anual de 1.410 mm (ARAI et al., 2010).

Foram realizados dois experimentos, utilizando metodologias diferentes para realização da desfolha, visando simular com maior precisão a desfolha natural decorrente do ataque do fungo *P. pachyrhizi*. A desfolha foi realizada artificialmente com tesoura, mantendo-se o pecíolo, simulando o cenário à campo, onde os folíolos se desprendem do pecíolo.

2.1 Experimento I. Simulação de desfolha por estratificação do dossel

O experimento foi conduzido em delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas 3x3x4, com quatro repetições. Nas parcelas foram dispostas três cultivares (CD 202, M 6410, TMG 7063), nas subparcelas foram dispostos os estádios de desfolha (V8, R3 e R5) e as subsubparcelas quatro níveis de desfolha (0, 33%, 66% e 100%) em relação ao dossel da planta.

Neste ensaio para calcular a respectiva porcentagem, baseou-se na metodologia proposta por Rambo et al. (2004), subdividiu-se o dossel (caule e ramos) de plantas em três partes (inferior, médio, superior) traçando uma fita de demarcação em duas linhas paralelas subdividindo o dossel em três partes e aplicando os tratamentos nos níveis de desfolha, sendo: I) 0% - em desfolha, II) remoção do terço inferior (TI) III) remoção do terço TI + terço médio (TM) iv) remoção do terço TI + TM + terço superior (TS). As desfolhas foram iniciadas em 04.12.2017 (V8), 29.12.2017 (R3) 28.01.2018 (R5), em intervalos de sete dias

aproximadamente. A Figura 1 ilustra o tratamento com remoção completa de folíolos (terço inferior + terço médio + terço superior).



FIGURA 1. Ilustração do tratamento com remoção completa dos folíolos.

2.2 Experimento II: Simulação desfolha por contagem número de folíolos

O experimento foi conduzido em delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas 3x3x4, com quatro repetições. Nas parcelas foram dispostas três cultivares (CD 202, M 6410 IPRO, TMG 7063 IPRO), nas subparcelas foram dispostos os estádios de desfolha (V8, R3 e R5) e nas subsubparcelas quatro níveis de desfolha (0, 33%, 66% e 100%) em relação ao número de folíolos. Para o cálculo do percentual de desfolha nesta metodologia, quantificou-se previamente por contagem direta as folhas totais por planta no estádiodeterminado e retirou-se a quantidade de folhas referente a porcentagem com base no número de folíolos e trifólios, no sentido da base para o ápice. As desfolhas foram iniciadas em 20.12.2017 (V8), 07.01.2018 (R3) 09.02.2018 (R5), em intervalos de sete dias aproximadamente.

2.3 Metodologia Geral

Foram utilizados três cultivares com características distintas, de modo a considerar a variabilidade em tipo de crescimento e grupos de maturidade (Quadro 1).

QUADRO 1. Descrição das cultivares utilizadas em ensaios experimentais*.

Cultivar	Hábito de Crescimento**	Grupo de Maturação	Altura média (cm)
CD 202	Determinado	6.9	85
Monsoy 6410 IPRO	Indeterminado	6.4	95
TMG 7063	Indeterminado	6.6	105

*Descrição de acordo com informações fornecidas pelas empresas detentoras de sementes. Cultivares de crescimento determinado caracterizam-se por apresentar caules terminados por racemos florais e cessar o crescimento após o florescimento. Cultivares de crescimento indeterminado não apresentam racemos terminais e após o início do florescimento os nós continuam em desenvolvimento (SEDIYAMA et al. 2015).

O primeiro ensaio foi semeado em 15 de outubro de 2017, e o segundo ensaio em 30 de outubro de 2017. com adubação de 300 kg de 0-20-20 (N-P-K), ambos precedido de aveia-branca, como cultura antecessora. No momento que antecedeu as semeaduras, as sementes foram tratadas com piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil, sendo efetuada inoculação a base de turfa com bactérias *Bradyrhizobium elkani* e *Bradyrhizobium japonicum*.

A semeadura foi realizada utilizando uma semeadora-adubadora da marca Jumil, equipada para plantio direto, com sete linhas, espaçadas em 0,45m entre si, distribuindo-se 16 sementes por metro. Posteriormente foi realizado desbaste de plantas, mantendo-se 13 plantas por metro linear e população de 288,886 plantas por hectare. As parcelas foram constituídas de 6 linhas de soja por quatro metros de comprimento. Para aplicação dos tratamentos e avaliações desconsiderou-se uma linha de cada lateral e 0,5 metros da extremidade entre parcelas, totalizando área útil de 5,4 m². De modo a isolar o efeito desfolha, semanalmente foram realizados monitoramentos nos ensaios, efetuando-se aplicação de herbicidas, inseticidas e fungicidas em rotação de ativo, quando necessário (Quadro 2).

QUADRO 2. Produtos fitossanitários e doses aplicadas no manejo de daninhas, pragas e doenças da soja na condução dos ensaios I e II.

Data*	i.a.[Grupo químico]**	g.i.a ha ⁻¹	Kg ou L ha ⁻¹	Alvo ou Observações
02/09/17	glifosato[G] (Roundup [®]) ¹	1584	2,0	Dessecação
01/12/17 13/12/17	trifloxistrobina[G3] + ciproconazol[G1] (Sphere Max [®]) mancozebe [M03] (Unizeb Gold [®]) ¹	0,38+0,16 1200 [M03]	0,2 2,0	1º aplicação fungicida V7
19/12/17	glifosato[G] (ZAPP QI 620 [®]) imidacloprido[4A]+beta- ciflutrina[3A] (Connect [®]) ¹	1240[G] 100 + 12,5	2,0 1,0	Pós-emergente, manejo plantas daninhas e controle do complexo de lagartas
22/12/17 28/12/17	azoxistrobina[C3]+ tebuconazole[G1] + mancozebe[M03](Tridium [®]) ²	94 + 112 + 1194	2,0	2º aplicação fungicida R1-R
05/01/18 11/01/18	picoxistrobina[G3] + ciproconazol[G1] (Aproach Prima [®]) mancozebe[M03] (Unizeb Gold [®]) ³	60 + 24 1200	0,3 2,0	3º aplicação fungicida - R3
08/01/18	profenofos[1B] + lufenorum[15] (CURYOM [®]) ⁴	200 + 20	0,4	Controle de <i>Chrysodeixis includens</i>
16/01/18	tiametoxan[4 ^a] + lambda - cialontrina[3 ^a] (Engeo Pleno [®]) ⁴	28,2 + 21,2	0,2	Controle de <i>Nezara viridula</i>
19/01/18 25/01/18	piraclostrobina[C3] + fluxaproxade[C2](Orkestra [®]) mancozebe[M03] (Unizeb Gold [®]) ⁵	116,55 + 58,45 1200	0,35 2,0	4º aplicação Fungicida R5.1
23/01/18	acefato[1B] (Orthene Gold [®]) ⁵	750	1,0	Controle <i>Nezara viridula</i>
06/02/18 10/02/18	picoxistrobina[G3] + ciproconazol[G1] (Aproach Prima [®]) mancozebe[M03] (Unizeb Gold [®])	60 + 24 1200	0,3 2,0	5º aplicação fungicida - R5.5
15/01/18	tiametoxan[4 ^a] + lambda- cialontrina[3 ^a] (Engeo Pleno [®]) ⁴	28,2 + 21,2	0,2	Controle de <i>Nezara viridula</i>

*Na ocorrência de duas datas, a primeira refere-se à aplicação no ensaio I e a segunda para o ensaio II. **i.a. - ingrediente ativo, adicionado adjuvante no momento da aplicação: ¹éster metilado de soja [Áureo 0,25% v/v]; ²óleo Mineral [Nimbus 0,25 % v/v]; ³óleo Mineral [Nimbus 0,75 L ha⁻¹]; ⁴óleo vegetal [Agr'Óleo 0,5% v/v]; ⁵óleo

Mineral [Assist 0,5 % v/v]. || - separa informações de formulações comerciais.

A colheita foi realizada nos dias 28.02.2018 e 04.03.2018 para experimento I e II, respectivamente. Em ambos ensaios, a contagem de número de vagens foi realizada coletando-se 10 plantas consecutivas na área central da área útil. Nestas mesmas plantas foram mensuradas a altura de plantas e altura de inserção da primeira vagem utilizando de trena graduada. O restante das plantas foram colhidas manualmente e trilhadas com o uso de trilhadora estacionária. Os grãos foram acondicionados em sacos de papel e armazenados para limpeza e posterior pesagem e determinação de umidade

A massa de mil grãos foi determinada a partir da média de três amostras de mil grãos de cada unidade experimental. Ao final, a massa de grãos de cada parcela e de mil grãos foram corrigidas a 13% de umidade e expressas em kg ha^{-1} e g, respectivamente.

Para entendimento da relação entre as variáveis em estudo e suporte às análises paramétricas, foi efetuado a análise gráfica dos componentes principais de produção, a partir do mapa de dispersão para as variáveis massa de mil grãos x número de vagens x produtividade. As variáveis no estudo foram correlacionadas, utilizando mapa de calor clusterizado (*cluster heatmap*) em comparativo variável-variável. Também foi elaborado mapa de calor para análise de tendências das variáveis em estudo, em relação aos estádios e níveis de desfolha. Para igualar a escala variáveis utilizou-se o método de transformação por *percentize*, que consiste na divisão do conjunto de dados pelo elemento de maior valor, para cada variável analisada.

Os dados foram pré-submetidos a teste de homogeneidade de variâncias de Bartlett e teste de normalidade dos resíduos por Shapiro-Wilk. Atendendo o pressuposto de normalidade e havendo diferença significativa de variância, prosseguisse com testes paramétricos, utilizando teste de comparação de médias (Tukey) e análise de regressão em $p < 0,05$, com auxílio dos programas R, Power BI e SigmaPlot.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Experimento I. Simulação de desfolha por estratificação do dossel

Na análise de variância, observou-se que houve interação tripla significativa para as variáveis número de vagens por planta, grãos por planta e massa de mil grãos e altura de plantas, produtividade, enquanto a altura de inserção de primeira vagem obteve efeito significativo do fator cultivar, isoladamente (Apêndice A).

Em relação ao número de vagens, observou-se que para os estádios fenológicos, não se verificou redução em número de vagens com a remoção do terço inferior da planta, aproximadamente, 33% do dossel removido (Quadro 3). Os menores valores para número de vagens foram observados quando se efetuou a desfolha no estágio R3, reduzindo aproximadamente 19,67% e 52,09 % para remoção dos terços inferior e médio e desfolha de todo dossel das plantas, respectivamente. Observa-se que a desfolha completa reduziu o número de vagens, independente do estágio fenológico e da cultivar utilizada.

As três cultivares, tanto de ciclo indeterminado (M6410 IPRO e TMG 7063), quanto indeterminado (CD 202), sob remoção no estágio vegetativo, dos terços inferior e médio, mantiveram número de vagens similares ao tratamento sem desfolha. Os mesmos níveis de desfolha, 67 e 100% quando implementados aplicados em estádios reprodutivos (R3 e R5), resultaram em decréscimo do número de vagens nas desfolhas, com exceção da desfolha de do terço TI + TM da cultivar TMG 7063 IPRO. Possivelmente, em cenário em que o fungo da ferrugem da soja atacasse em estágio vegetativo, as cultivares teriam maior tolerância do ataque do patógeno, independente do hábito de crescimento.

QUADRO 3. Número de vagens de acordo com a cultivar (C), estágio de desfolha (E) e nível de desfolha em soja.

C	E	Número de vagens							
		Níveis de Desfolha em dossel							
		Testemunha		TI		TI + TM		TI + TM +TS	
CD 202	V8	40,07	A(b)a	40,20	A(b)a	36,07	A(a)ab	25,75	A(b)b
	R3	40,02	A(a)a	41,50	A(a)a	32,22	A(a)b	18,83	B(b)c
	R5	39,63	A(b)a	39,68	A(a)a	31,93	A(b)b	28,52	A(a)b
M 6410 IPRO	V8	44,35	A(ab)a	40,78	A(ab)ab	40,80	A(a)ab	38,28	A(a)b
	R3	43,00	A(a)a	41,57	A(a)a	31,42	B(a)b	23,48	B(a)c
	R5	42,07	A(ab)a	41,22	A(a)a	35,60	AB(ab)b	27,95	B(a)c
TMG 7063 IPRO	V8	46,72	A(a)a	46,90	A(a)a	42,18	A(a)a	32,22	A(ab)b
	R3	43,60	A(a)a	42,98	A(a)a	31,00	B(a)b	19,23	B(ab)c
	R5	44,95	A(a)a	42,25	A(a)a	38,77	A(a)a	27,98	A(a)b
C.V. (%) Cultivar								4,76	
C.V. (%) Estádio								7,59	
C.V. (%) Nível Desfolha								6,83	

* Letras maiúsculas na coluna comparam estádios da soja, em cada cultivar e nível de desfolha. Letras minúsculas na linha comparam os níveis de desfolha, em cada cultivar e estágio da soja. Letras minúsculas entre parênteses comparam cultivares, dentro de cada estágio da soja e nível de desfolha. Letras diferentes, remetem à médias diferentes pelo teste Tukey ($p < 0,1$). O Apêndice L ilustra o procedimento para comparação múltipla. Diferenças mínimas significativas estão registradas no Apêndice C.

A influência da desfolha em diferentes estádios no número de grãos/plantas pode ser observado no Quadro 4, apresentando comportamento similar do número de vagens por planta. Observa-se que a partir da retirada dos folíolos do terço médio ocorre redução do número de grãos por planta, com os menores índices na ocorrência de desfolha no estágio R3. No florescimento de na formação de vagens, as plantas estão em picos de produção de fotoassimilados e necessitam da atividade foliar para captação da radiação solar, visto a conversão para produtos fotossintéticos destinados à formação de vagens e posterior enchimento dos grãos (SEDIYAMA et al. (2015). Estes resultados podem estar relacionados aos apontamentos de Peluzio et al. (2000), que sugerem que a redução de número de vagens seja consequência de abortamento de vagens, em face da redução na atividade fotossintética da soja, e conseqüentemente de assimilados para as vagens (PELUZIO et al., 2000).

Observa-se entre as cultivares, que na ocorrência de desfolha a nível de 67 e 100% em estágio de enchimento de grãos (R5), ocorreu redução do número de grãos por plantas, mesmo

com as vagens já formadas neste estágio. A justificativa para tal, pode ser relacionada ao estresse no início da translocação de fotoassimilados para o enchimento de grãos. No estágio R5 as vagens já estão formadas, no entanto, visto o processo de translocação de fotoassimilados para o enchimento de grãos, as plantas tendem abortar vagens, de modo a manter a atividade a partir da fonte-dreno restante (PELUZIO et al. 2000).

QUADRO 4. Número de grãos por planta, de acordo com estágio de desfolha (ED) e nível de desfolha de soja.

C	E	Número de grãos por planta							
		Nível de Desfolha em dossel							
		Testemunha		TI		TI + TM		TI + TM + TS	
CD 202	V8	102,85	A(b)a	99,48	A(b)ab	90,78	A(b)b	60,05	A(c)c
	R3	104,23	A(a)a	103,03	A(a)a	80,34	B(a)b	33,78	B(b)c
	R5	101,80	A(a)a	96,73	A(a)a	74,75	B(b)b	64,73	A(a)b
M 6410 IPRO	V8	112,53	A(ab)a	103,55	A(b)ab	103,68	A(ab)ab	94,88	A(a)b
	R3	110,60	A(a)a	105,32	A(a)a	75,68	B(a)b	48,18	C(a)c
	R5	106,95	A(a)a	105,77	A(a)a	86,83	B(a)b	65,58	B(a)c
TMG 7063 IPRO	V8	120,73	A(a)a	120,90	A(a)a	108,63	A(a)a	79,93	A(b)b
	R3	113,53	A(a)a	110,95	AB(a)a	75,07	B(a)b	40,80	B(ab)c
	R5	111,75	A(a)a	107,03	AB(a)a	96,27	A(a)a	69,33	A(a)b
C.V. (%) Cultivar								6,57	
C.V. (%) Estádio								8,06	
C.V. (%) Nível Desfolha								7,31	

* Letras maiúsculas na coluna comparam estádios da soja, em cada cultivar e nível de desfolha. Letras minúsculas na linha comparam os níveis de desfolha, em cada cultivar e estágio da soja. Letras minúsculas entre parênteses comparam cultivares, dentro de cada estágio da soja e nível de desfolha. Letras diferentes, remetem à médias diferentes pelo teste Tukey ($p < 0,5$). O Apêndice L ilustra o procedimento para comparação múltipla. Diferenças mínimas significativas estão registradas no Apêndice D.

Forcelini e Fiallos (2011) não observaram redução no número de vagens e grãos por planta em 41% de área foliar lesionada para ferrugem da soja em estágio V9. Já Alves e Juliatti (2018), avaliando o manejo da ferrugem da soja a partir do estágio reprodutivo, observaram em tratamentos com severidade de 35%, uma redução em 25% no número de vagens por plantas, o que justificaria a necessidade de controle nas fases reprodutivas da cultura da soja.

Em relação à altura da haste principal (Quadro 5), observou-se menor porte entre as cultivares de ciclo indeterminado, quando a desfolha do terço inferior e médio e a desfolha

completa foram realizadas no estágio vegetativo. Constatou-se que com o aumento do desfolhamento, as plantas tenderam a reduzir a altura da haste. Os dados corroboram com Souza et al. (2014), onde o aumento da desfolha reduziu a estatura de plantas quando efetuada em estágio anterior ao florescimento. O autor explica este comportamento pela alteração do dreno de fotoassimilados, que deixa de ser destinado ao crescimento para dar origem a novos folíolos.

QUADRO 5. Altura de plantas, de acordo com a cultivar (C), estágio de desfolha (ED) e nível de desfolha artificial em soja.

C	E	Altura de plantas							
		Nível de Desfolha em dossel							
		Testemunha		TI		TI + TM		TI + TM +TS	
CD 202	V8	83,09	A(b)a	81,01	A(b)ab	80,27	A(b)ab	78,46	B(a)b
	R3	84,47	A(b)a	82,44	A(b)a	81,98	A(b)a	83,48	A(b)a
	R5	83,77	A(b)a	83,24	A(b)a	82,80	A(b)a	85,47	A(b)a
M 6410 IPRO	V8	96,88	A(a)a	95,77	A(a)a	89,59	C(a)b	76,88	C(ab)c
	R3	97,64	A(a)a	97,57	A(a)a	92,71	B(a)b	85,12	B(b)c
	R5	96,02	A(a)a	97,01	A(a)a	96,81	A(a)a	96,51	A(a)a
TMG 7063 IPRO	V8	95,95	A(a)a	94,83	A(a)a	89,82	B(a)b	75,02	B(b)c
	R3	97,05	A(a)a	96,98	A(a)a	96,14	A(a)a	90,81	A(a)b
	R5	95,25	A(a)a	95,84	A(a)a	94,11	AB(a)a	94,10	A(a)a
C.V. (%) Cultivar								6,57	
C.V. (%) Estádio								8,06	
C.V. (%) Nível Desfolha								7,31	

* Letras maiúsculas na coluna comparam estádios da soja, em cada cultivar e nível de desfolha. Letras minúsculas na linha comparam os níveis de desfolha, em cada cultivar e estágio da soja. Letras minúsculas entre parênteses comparam c. Letras diferentes, remetem à médias diferentes pelo teste Tukey ($p < 0,1$). O Apêndice L ilustra o procedimento para comparação múltipla. Diferenças mínimas significativas estão registradas no Apêndice E.

Na ausência de desfolha e na aplicação de desfolha à nível de remoção do terço inferior e terço inferior + terço médio, observou-se que a cultivar de ciclo determinado apresentou menor altura porte, em relação às cultivares de ciclo indeterminado. As cultivares de soja com hábito de crescimento determinado permitem menor número de metâmeros na haste principal com menor crescimento após a fase vegetativa, culminando em menor altura (PARVEJ et al., 2013). Já as cultivares de ciclo indeterminado mantêm o alongamento de caule durante a floração (ZANON et al., 2015). Perini et al. (2012) em estudo comparativo de cultivares de ciclo determinado e indeterminado, verificaram a mesma tendência na estatura de

plantas, relatando que não houve variação em rendimento para as cultivares de distinto hábito de crescimento.

Houve redução na massa de mil grãos no estágio R5 em todas as cultivares, em remoção do terço inferior e médio do dossel, atingindo a menor massa com a desfolha completa para o mesmo estágio fenológico (Quadro 6). No estágio R3, com a desfolha do terço inferior e médio, verificou-se redução da massa de mil grãos para a cultivar de ciclo determinado (CD 202), o mesmo fato não foi verificado para as demais cultivares. Bueno et al. (2010) descreve que as cultivares de ciclo determinado têm maior dificuldade de recuperação foliar após o período de florescimento, visto a limitação de número de nós, que limita as brotações posteriores à desfolha.

QUADRO 6. Massa de mil grãos (MMG), de acordo com a cultivar (C), estágio de desfolha (E) e nível de desfolha artificial em soja.

C	E	Massa de mil grãos							
		Nível de Desfolha em dossel							
		Testemunha		TI		TI + TM		TI + TM + TS	
CD 202	V8	114,6	A(b)a	113,9	A(c)a	112,2	A(c)a	106,2	A(c)b
	R3	111,9	A(c)a	112,6	A(c)a	101,8	B(c)b	100,8	B(c)b
	R5	111,8	A(b)a	111,1	A(c)a	96,4	C(c)b	88,70	C(c)c
M 6410 IPRO	V8	120,9	A(a)a	118,2	A(b)a	118,6	A(b)a	118,0	A(b)a
	R3	117,9	A(b)a	119,1	A(b)a	119,5	A(b)a	118,8	A(b)a
	R5	119,1	A(a)a	117,7	A(b)a	106,6	B(b)b	87,6	B(b)c
TMG 7063 IPRO	V8	124,6	A(a)a	122,9	A(a)a	123,4	A(a)a	126,2	A(a)a
	R3	126,1	A(a)a	124,8	A(a)a	124,4	A(a)a	122,3	A(a)a
	R5	125,5	A(a)a	126,2	A(a)a	117,9	B(a)b	93,8	B(a)c
C.V. (%) Cultivar						1,38			
C.V. (%) Estádio						1,63			
C.V. (%) Nível Desfolha						2,13			

*Letras maiúsculas na coluna comparam estádios da soja, em cada cultivar e nível de desfolha. Letras minúsculas na linha comparam os níveis de desfolha, em cada cultivar e estágio da soja. Letras minúsculas entre parênteses comparam cultivares, dentro de cada estágio da soja e nível de desfolha. Letras diferentes, remetem à médias diferentes pelo teste Tukey ($p < 0,5$). O Apêndice L ilustra o procedimento para comparação múltipla. Diferenças mínimas significativas estão registradas no Apêndice G. TI – remoção terço inferior, TI + TM – remoção terço inferior e médio, TI + TM + TS – remoção de folíolos de todo dossel

Para o parâmetro altura de inserção da primeira vagem (Quadro 7), apenas o fator cultivar foi significativo. Verificou-se que a cultivar TMG 7063 IPRO, apresentou maior altura de

inserção e a cultivar de ciclo determinado CD 202 apresentou menor altura. Este fato é adverso ao comumente encontrado em outros trabalhos, onde é comum a maior altura de inserção em cultivares de ciclo determinado (PROCÓPIO et al., 2013; ZANON et al., 2016). É possível que seja influência de características intrínsecas de cada cultivar.

Outra justificativa está relacionada aos menores valores para altura obtidos na cultivar CD 202 e possivelmente menor espaçamento entre nós, como comumente encontrado em cultivares de ciclo determinado. Peluzio et al. (2010) relata correlação positiva entre altura de plantas e de inserção da primeira vagem, na qual ocorre elevação da altura de inserção da primeira vagem a medida que ocorre o crescimento da planta. SEDIYAMA et al. (2015) descrevem que para evitar perdas na colheita a altura mínima indicada é 10-13 cm, estando no limite indicado para todas as cultivares.

QUADRO 7. Altura de inserção da primeira vagem em cultivares de soja submetidas à desfolha artificial.

Cultivar	Altura inserção da primeira vagem (cm)	
CD 202	14,37	c
M 6410 IPRO	15,16	b
TMG 7063 IPRO	17,34	a
C. V.	5,56	

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

No desdobramento de interação dupla cultivares x estágio fenológico para produtividade (Quadro 8), verificou-se que a cultivar de ciclo determinado CD 202 apresentou o menor rendimento em grãos, independente da época em que foi efetuado desfolha. Observa-se também que a desfolha em R3 resultou nas menores produtividades para as cultivares de ciclo indeterminado (M6410 e TMG 7063). Este resultado indica que o ataque da ferrugem da soja no momento de formação de vagens é mais prejudicial ao rendimento da cultura do que na

fase de enchimento de grãos, possivelmente pelo abortamento e menor número de vagens ao final do ciclo da cultura.

QUADRO 8. Produtividade (kg ha^{-1}) de cultivares de soja de acordo com a cultivar e estágio de realização de desfolha artificial.

Cultivar	Produtividade (kg ha^{-1})								
	Estádio fenológico								
	V8			R3			R5		
CD 202	1784,98	B	a	1586,20	B	b	1627,97	B	ab
M 6410	2498,65	A	a	2024,70	A	c	2226,90	A	b
TMG 7063	2422,23	A	a	1854,70	A	c	2110,82	A	b
C.V. (%) Cultivares							10,82		
C.V. (%) Estádio							8,71		

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey 5% de probabilidade.

Para produtividade na interação estágio fenológico x níveis de desfolha (Quadro 9) observa-se o menor rendimento quando realizada a desfolha 100%, independente do estágio vegetativo. Percebe-se que a soja é capaz de tolerar uma desfolha em até 33% do dossel (terço inferior) sem resultar em perda produtiva. Contudo, a partir da desfolha em torno de 67%, referente a retirada do terço inferior e médio, ocorre comprometimento da produtividade.

O desdobramento dos níveis de desfolha x estágio fenológico apresentado, demonstra que, a remoção do terço inferior e médio (67%) e remoção do terço inferior + médio + superior (100%) é mais prejudicial no estágio reprodutivo R3. Considerando que o estágio R3 compreende a fase de formação de vagens e R5 de enchimento de grãos, e que nos dados antecedentes, verificou-se menor número de vagens em desfolha no estágio R3 e menor massa de grãos em desfolha no estágio R5, pode-se propor que o número de vagens tenha maior efeito no rendimento final da cultura da soja, para mesmo nível de severidade da ferrugem da soja.

QUADRO 9. Produtividade (kg ha^{-1}) da soja, de acordo com nível de desfolha em diferentes estádios fenológicos.

Estádio fenológico	Produtividade (Kg ha^{-1})									
	Níveis de desfolha									
	Testemunha		TI		TI + TM		TI + TM + TS			
V8	2536,22	A a	2441,07	A a	2024,71	A b	1770,50	A c		
R3	2429,79	A a	2282,51	A a	1818,13	B b	765,61	C c		
R5	2400,91	A a	2273,9	A a	2193,34	A b	1246,12	B c		
C.V. (%) Estádio Fenológico						8,71				
C.V. (%) Nível de desfolha						9,54				

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey 5% de probabilidade. TI – remoção terço inferior, TI + TM – remoção terço inferior e médio, TI + TM + TS – remoção de folíolos de todo dossel.

Válido ressaltar que o rendimento da cultura está relacionado também com a população de plantas utilizada. Trash et al. (2021a), em estudo do rendimento da cultura em diferentes densidades de semeadura e desfolha artificial, verificaram que existe uma correlação entre a população de plantas de soja e o nível de tolerância à desfolha. Os autores descrevem que a desfolha no estágio R3 foram significativas apenas com a população inferior a 192.800 plantas ha^{-1} .

Em outro estudo, Trash et al. (2021b) estudaram o efeito da data de plantio na perda de produtividade da soja devido à desfolha no início da estação, na região centro-sul dos Estados Unidos. Dispondo de semeaduras com diferença de duas semanas entre abril e junho, os autores verificaram que para as semeaduras no início do calendário de semeadura, as perdas por desfolha foram menores. Os autores ainda relatam que a redução percentual do rendimento da desfolha aumentou conforme o plantio foi atrasado, sugerindo que os limites de desfolha podem precisar de ajuste com base na data de plantio e potencial de rendimento. Neste sentido, na possibilidade de elaboração de um nível de controle de doenças baseado na desfolha, torna-se necessários novos estudos para o entendimento das variáveis envolvidas no retorno do rendimento da soja, quando sob efeito de desfolha por fatores bióticos ou abióticos.

A Figura 2 apresenta o mapa de dispersão de dados relacionados a correlação de variáveis e número de vagens, massa de mil grãos e produtividade, em combinação aos estádios de realização de desfolha e níveis de desfolha. Observa-se uma tendência da máxima redução em massa de grãos, no terço inferior e médio e terço inferior + médio + superior no estádio R5, pontos de coloração roxa e rosa, respectivamente. Ao mesmo tempo, que os pontos de desfolha a nível de remoção do terço inferior + médio (azul claro) e desfolha completa (azul escuro) em estádio R3, apontam os menores níveis em número de vagens. Observa-se que houve redução da circunferência de produtividade (correlação negativa), de acordo com a redução no número de vagens e massa de grãos. As menores circunferências foram observadas nos pontos de menor número de vagens, corroborando com a indicação de maior efeito do número de vagens na expressão do rendimento total da cultura da soja, e que, neste caso, a desfolha no estádio R3 resulta em maior impacto na redução da produtividade.

A análise de correlação das variáveis do estudo (Figura 3) relata alta correlação entre as variáveis de número de vagens, grãos por planta para produtividade, para as três cultivares no estudo, variando entre +0,8 á +0.97%, nos indicativos dos tratamentos que possibilitaram o maior número de vagens e grãos por planta. Isto corrobora com o exposto para dispersão dos dados, na qual o fator número de vagens foi o fator de maior predominância em termos de rendimento para cultura da soja. A variável altura de plantas apresentou baixa correlação com as variáveis de rendimento produtivo, o que culmina em dizer que para o nível médio de altura apresentado entre as cultivares (0,75 à 0,97 cm), este não deve ser fator determinado ao rendimento final da cultura. A correlação negativa para inserção da primeira vagem (coloração) foi superior a -0,5% nas variáveis de número de vagens, grãos por planta e produtividade, indicativo de que em maior altura de inserção de primeira vagem, tende-se a ter redução do número de vagens, possivelmente pelo abortamento das vagens mais próximas ao solo.

O mapa de calor da figura 4, apresenta a tendência das variáveis em relação aos estádios e níveis de desfolha. A coloração azul escura remete aos menores índices para cada variável, enquanto a tonalidade amarela remete aos maiores valores entre os tratamentos. Verifica-se que há uma tendência para menores índices (coloração azul escura) para o número de vagens, número de grãos por planta e produtividade, quando coincido o estágio R3 em desfolha 100%, para as três cultivares. Para massa de mil grãos a mesma tendência é observada para o estágio R5, em desfolha total. O que vale a dizer, que de acordo com o estágio que a desfolha ocorre, a produtividade pode ser comprometida via redução do número de vagens (em estágio R3) ou em redução da massa de grãos (R5).

Considerando, que é comprovado a correlação entre a desfolha da soja e a severidade da ferrugem da soja (REIS et al., 2019) e que as metodologias de desfolha foram determinadas visando simular o progresso de desfolha ocasionado pelo ataque da ferrugem da soja, como ocorre normalmente no sentido da base para o ápice (FURTADO et al. 2009), os apontamentos até aqui, sugerem a existência de um nível de tolerância para o ataque da ferrugem da soja, similar ao grau de remoção total do terço inferior da soja.

Deste modo, os resultados apresentados para o experimento I evidenciam a não justificativa para antecipação de aplicações em estágio vegetativo, visando a proteção do dossel inferior da cultura. Um controle efetivo que preserve o terço médio e superior da cultura pode ser suficiente na manutenção dos índices produtivos da soja. Contudo, visto que houve redução na produtividade com a desfolha acima de 67% do dossel mostra-se necessário o monitoramento da severidade da ferrugem da soja nos estágios iniciais.

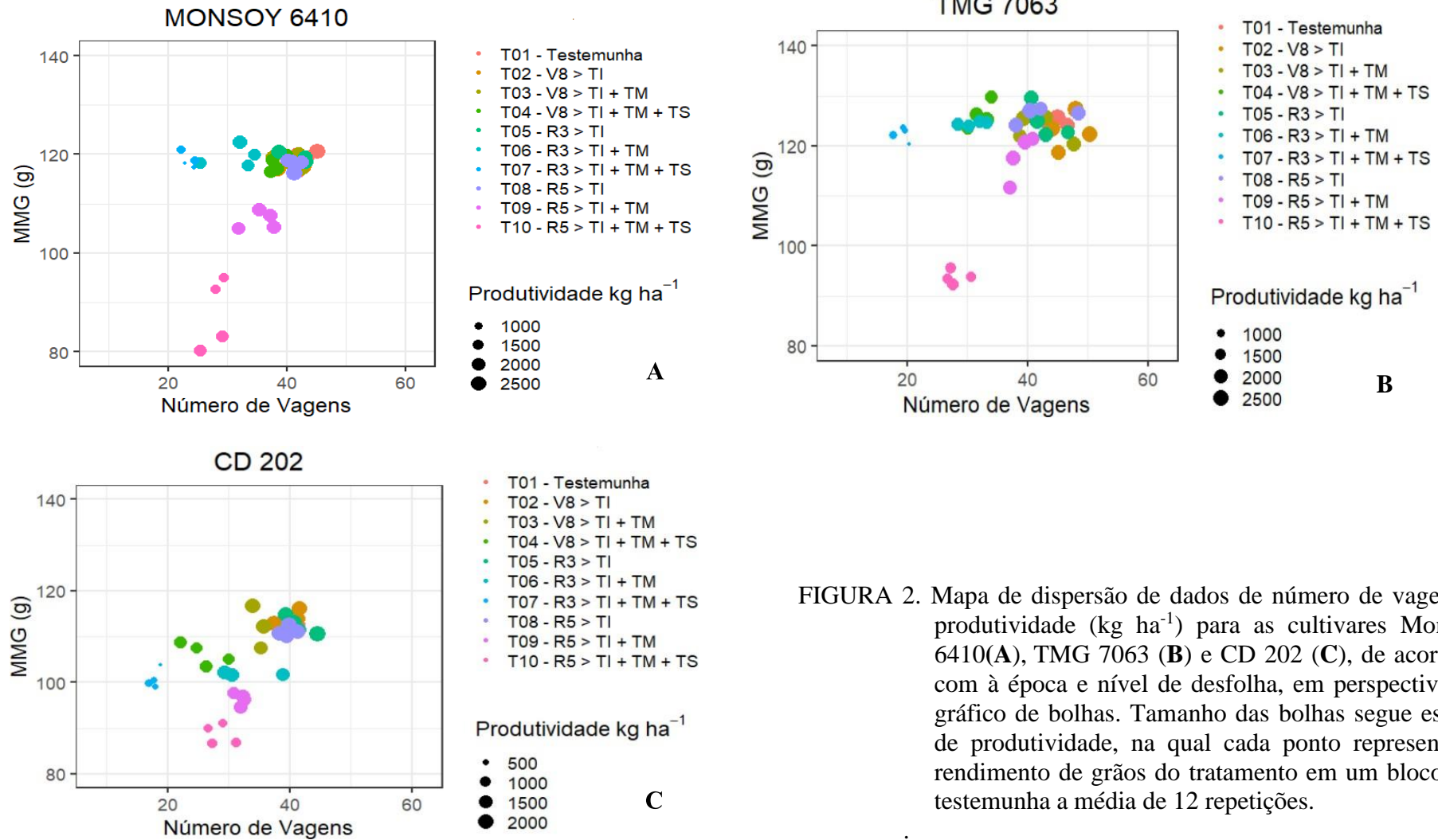


FIGURA 2. Mapa de dispersão de dados de número de vagens e produtividade (kg ha^{-1}) para as cultivares Monsoy 6410(A), TMG 7063 (B) e CD 202 (C), de acordo com a época e nível de desfolha, em perspectiva de gráfico de bolhas. Tamanho das bolhas segue escala de produtividade, na qual cada ponto representa o rendimento de grãos do tratamento em um bloco e a testemunha a média de 12 repetições.

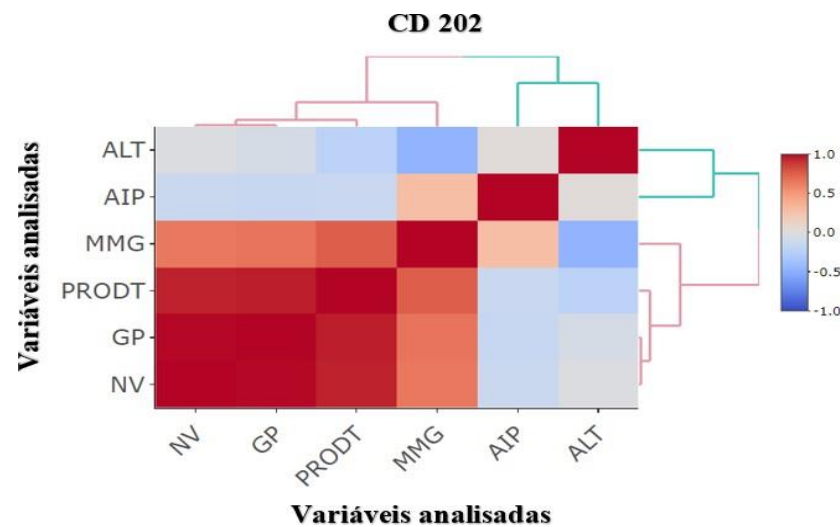
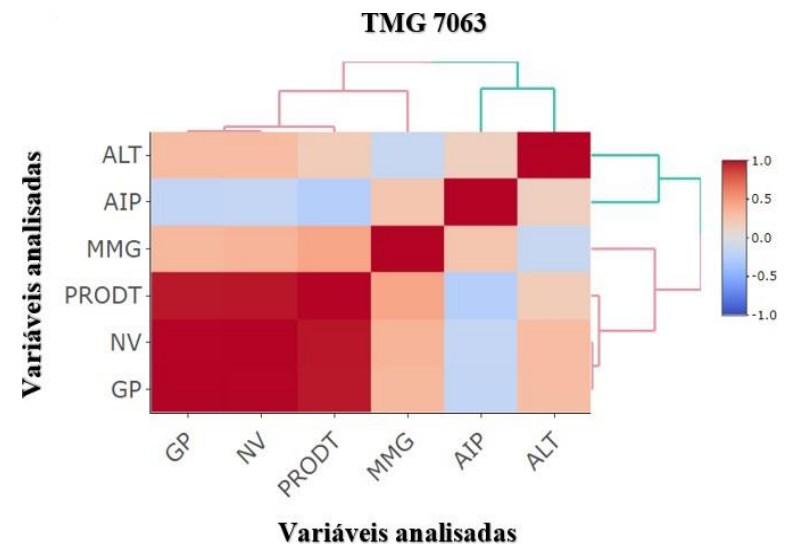
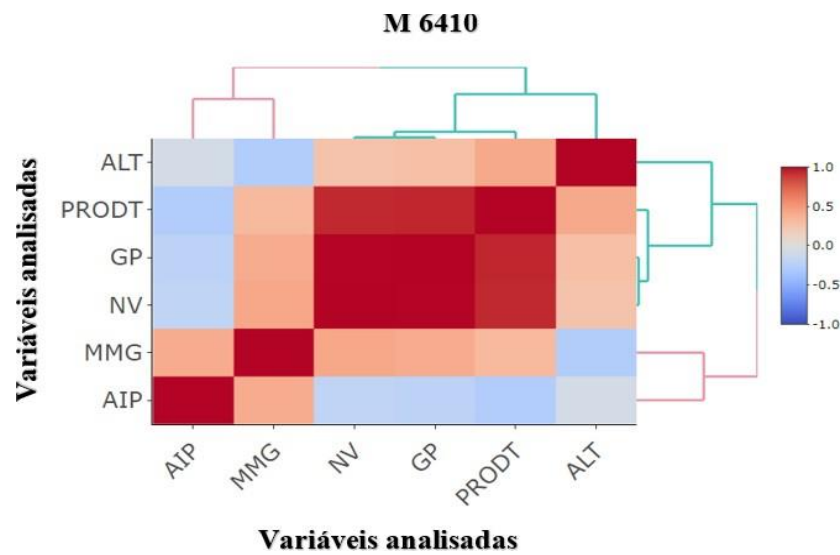


FIGURA 3. Mapa de calor clusterizado (*cluster heatmap*) para correlação de variáveis analisadas: altura de plantas (ALT), altura de inserção da primeira vagem (AIP), grãos por planta (GP), número de vagens (NV), massa de mil grãos (MMG), produtividade (PRODT), para cultivares Monsoy 6410 (A), TMG 7063 (B) e CD 202 (C). Escala de correlação negativa no limite de -1 (coloração azul escuro) a correlação positiva 1 (coloração vermelha).

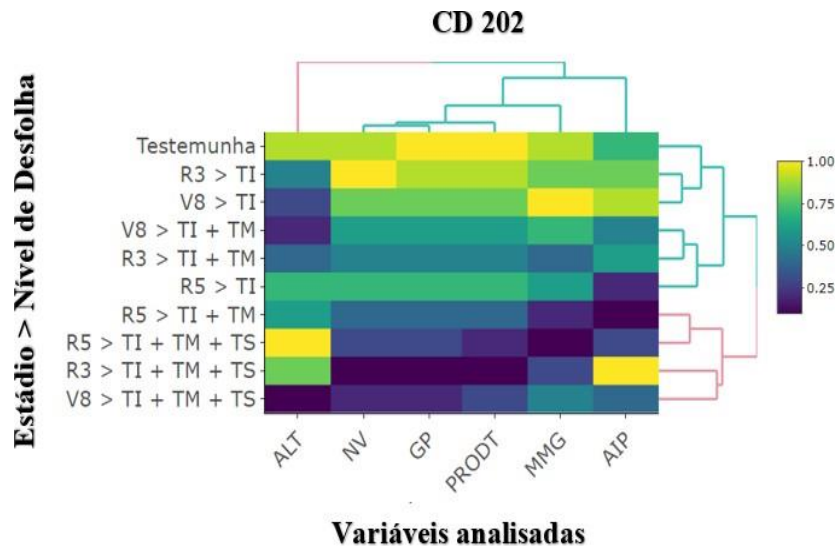
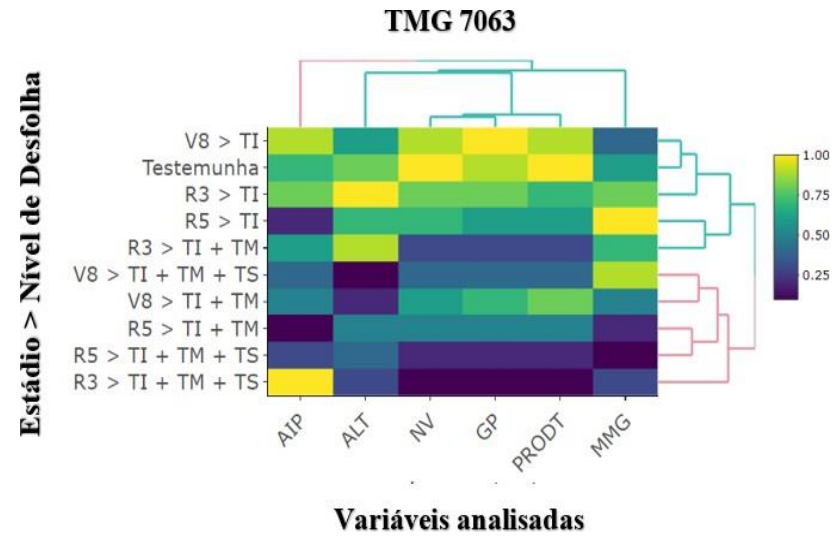
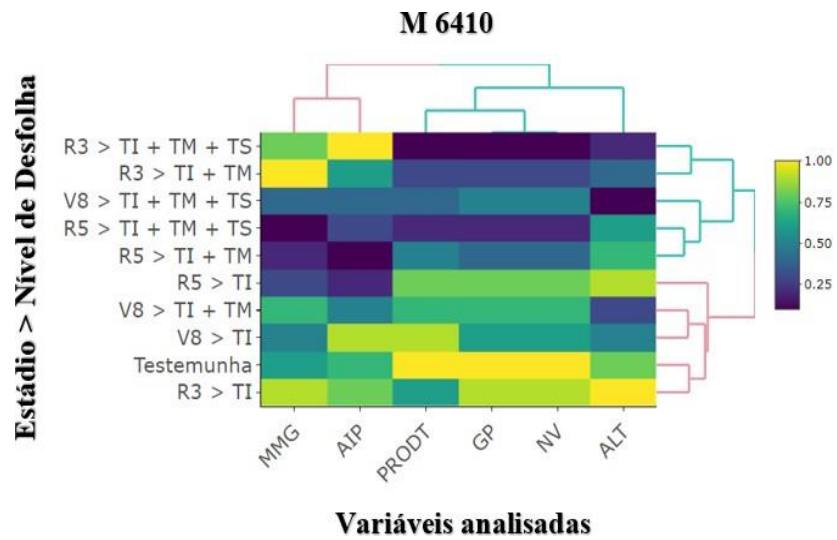


FIGURA 4. Mapa de calor clusterizado (*cluster heatmap*) para interação de variáveis x estádios e níveis de desfolha. Utilizado método de transformação *percentize* (divisão do conjunto de dados da variável pelo seu maior elemento) para igualdade de variáveis. A variação da ordem dos tratamentos na apresentação dos resultados (entre as cultivares), infere unicamente na variação do agrupamento com os dados obtidos.

3.2 Experimento 2: Simulação desfolha por contagem número de folíolos

De modo similar ao primeiro experimento realizado, houve interação tripla significativa para o número de vagens por plantas, altura, número de grãos por plantas e massa de mil grãos (Apêndice B). Para produtividade houve significância dos fatores duplos cultivares x estágio, Cultivares x níveis de desfolha e estágio x níveis de desfolha. Enquanto a altura de inserção da primeira vagem sofreu apenas influência do fator cultivar.

O número de vagens por planta foi afetado pelos níveis de desfolha nos estádios em estudo, em que modelo quadrático foi o que melhor se ajustou aos dados (Figura 5). Observou-se que os tratamentos com os maiores níveis de desfolha 67% e 100%, reduziram entre 15-40% o número de vagens, independente da cultivar ou estágio de desfolha.

O menor número de vagens por planta (14,21) foi observado com 100% de desfolha na cultivar de ciclo indeterminado (CD 202) e estágio R3. De modo similar, Pratissoli et al. (2012) relataram redução média de 64% em vagens por desfolha total no feijoeiro nas fases de formação e enchimento de grãos

Em relação aos estádios fenológicos, observa-se que a desfolha no estágio R₃ foi a que ocasionou maior impacto na redução de vagens. Nesta fase, precedida do florescimento ocorrem picos de atividade fotossintética em razão do aumento do dreno para formação de vagens. A retirada de folhas, e conseqüentemente redução da área fotossinteticamente ativa, certamente reduz a produção de fotoassimilados, pois a planta precisará redirecionar seus metabólitos para desenvolvimento de novas folhas, comprometendo a formação das vagens (NARDINO et al., 2015).

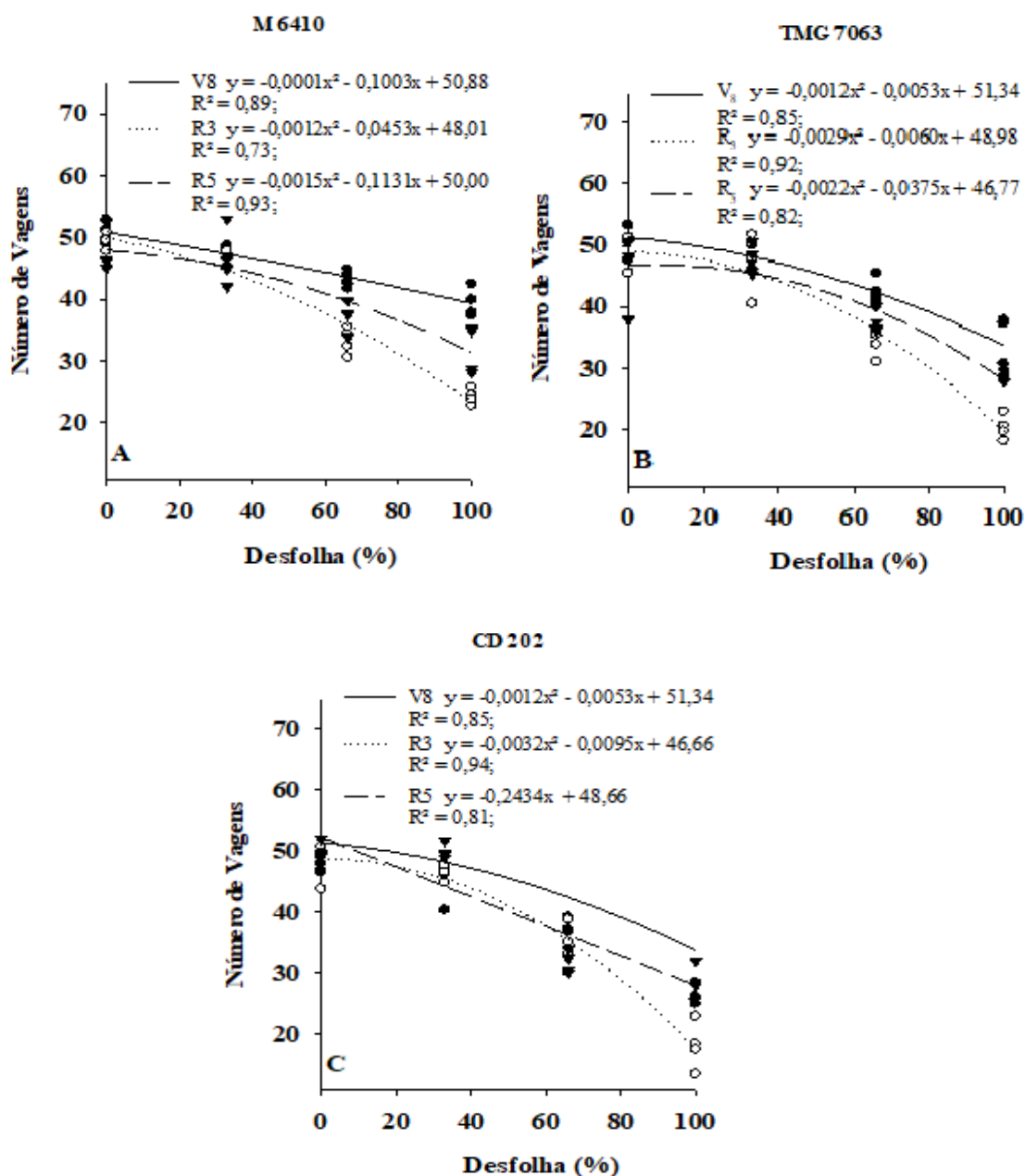


FIGURA 5. Número de vagens em cultivares de soja sob níveis de desfolha artificial, nos estádios V₈ (●) R₃ (○) e R₅ (▲). Coeficiente significativo em (p < 0,05).

A desfolha de 33% também não foi suficiente para gerar perdas a nível do número de grãos por planta (Figura 6), suportando o modelo quadrático de resposta à desfolha, pressupondo-se um nível de desfolha em que as cultivares possam manter a atividade fotossintética e de obtenção de assimilados para formação de grãos. De fato,

nos trabalhos evidenciados em literatura, na obtenção de níveis de controle de pragas, tem-se como parâmetro para desfolha máxima o nível de 30% (ALVES et al., 2020; SANTOS et al., 2018).

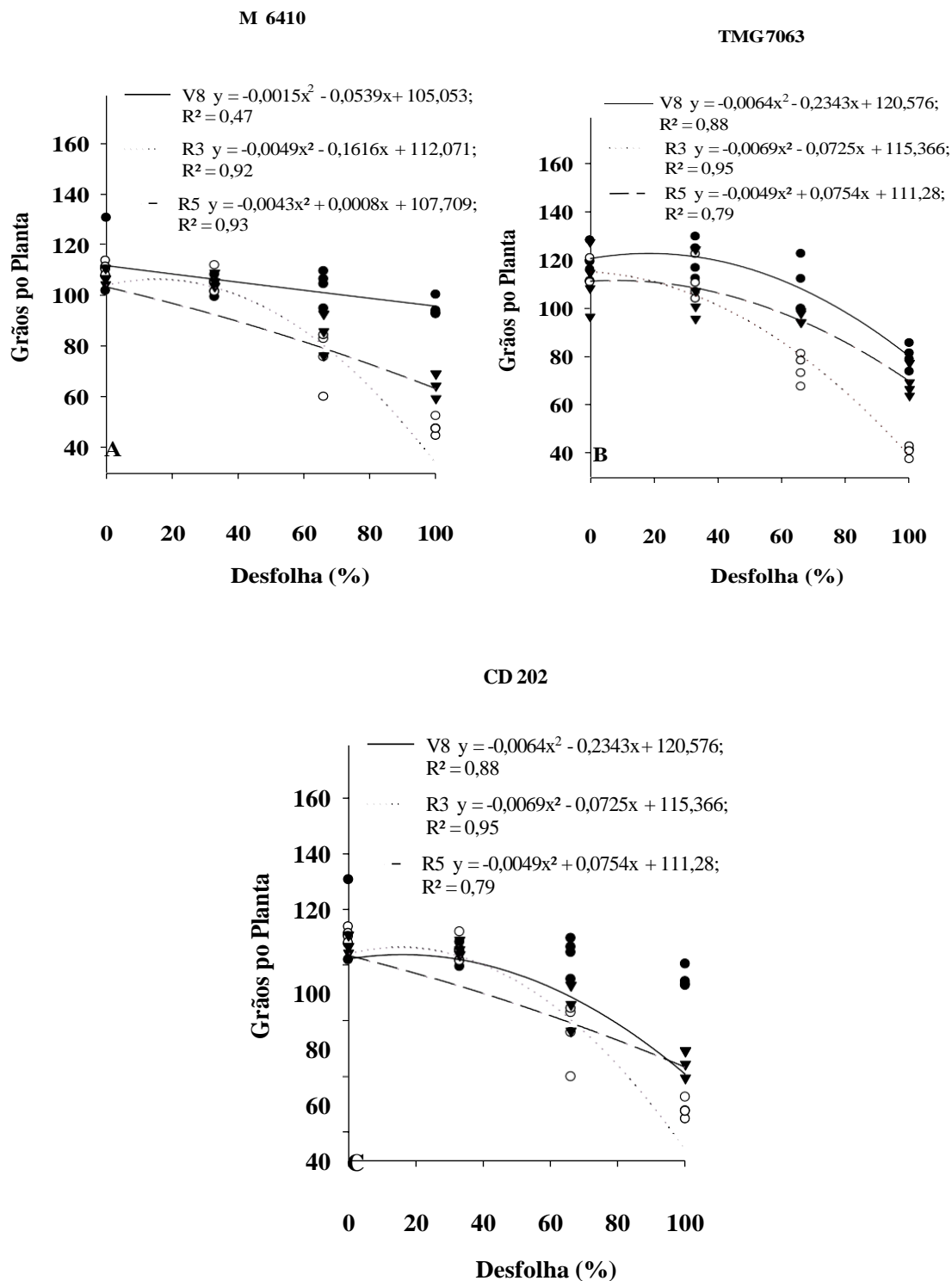


FIGURA 6. Número de grãos por planta em cultivares de soja sob níveis de desfolha artificial, nos estádios V8 (●), R3 (○) e R5 (◐). Coeficiente significativo em ($p < 0,05$).

De acordo com Alves et al. (2020), a produção de vagens e grãos está estritamente relacionada com as mudanças ambientais e potencial genético das cultivares, podendo ocorrer perdas pelo abortamento de flores ou vagens em condições de estresse.

A desfolha resultou em efeito diferente na altura de plantas, de acordo com o estágio em que foi realizado (Figura 7). Não houve significância da regressão quando a desfolha ocorreu no estágio R5 em nenhuma das cultivares. Contudo houve redução a nível quadrático no porte de plantas com a altura realizada em estágio vegetativo. Não foram constatadas variações significativas na altura das plantas nos tratamentos com remoção de 33% e 67% em todos os estádios avaliados. Entretanto, nos tratamentos submetidos ao nível máximo de desfolha (100%), observou-se redução significativa para desfolha realizada nos estádios R3 e R5.

Bueno et al., (2010) em estudo de cultivares de ciclo determinado e indeterminado, verificaram que em desfolha acima de 33% em todo ciclo vegetativo, a altura de plantas foi reduzida, em comparação às cultivares com ausência de desfolha. A redução em altura de plantas deve estar estritamente relacionada ao momento de realização da desfolha, visto que nos estádios mais tardios estudados (R3 e R5), a planta já havia atingido sua altura máxima, e por isto a desfolha nestes estádios foi menos prejudicial à cultura para esta variável.

A altura de inserção da primeira vagem não sofreu alterações pela imposição de desfolha artificial, tendo efeito apenas as cultivares utilizadas, com a TMG 7063 IPRO apresentando a maior altura para primeira vagem (Quadro 10). Inicialmente era esperado maior altura de inserção nas vagens com desfolha, em função do aborto natural ou má formação das vagens devido a redução de folhas no terço inferior, contudo, tal situação não foi verificada.

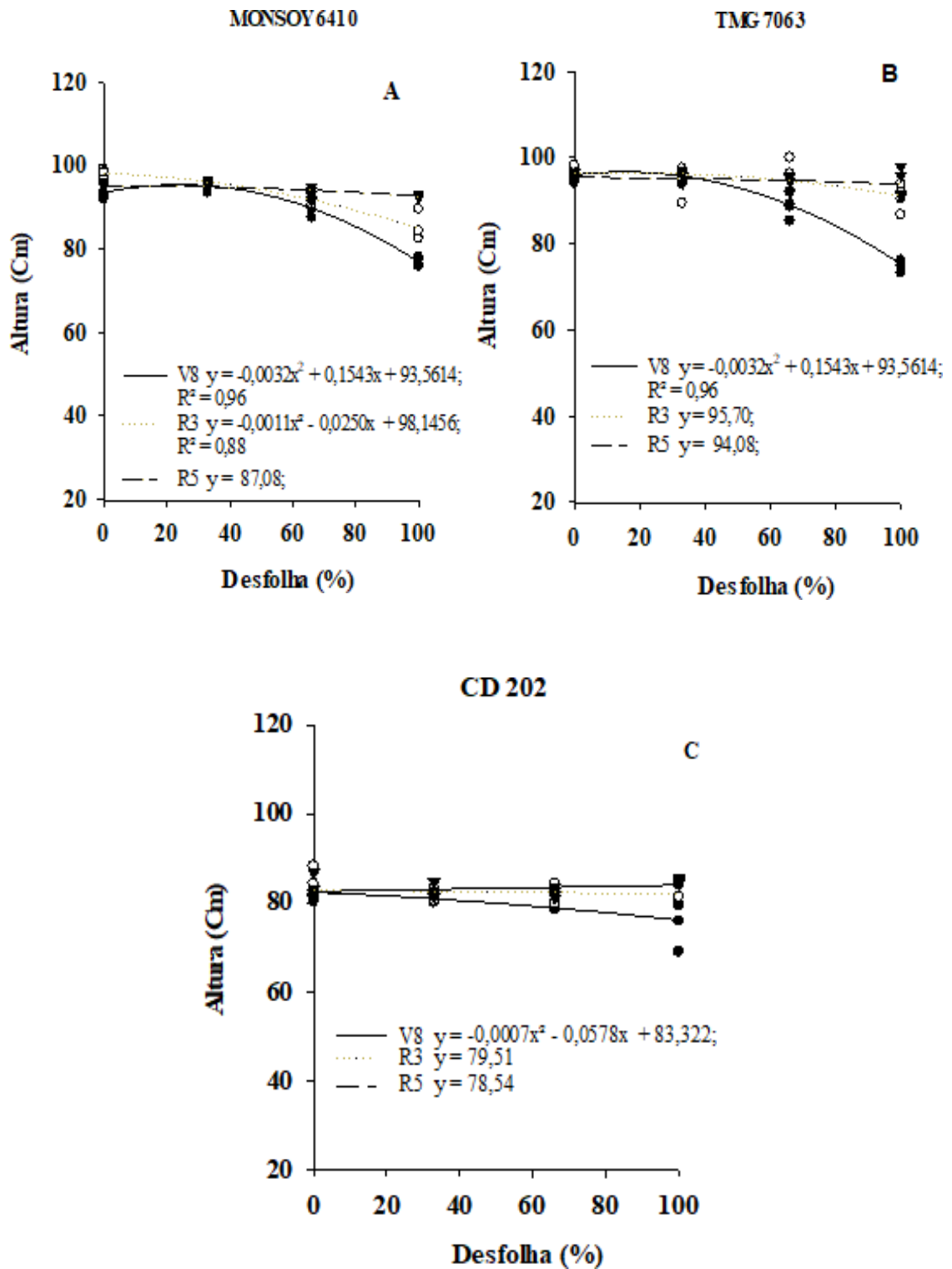


FIGURA 7. Altura de plantas (cm) de cultivares de soja sob níveis de desfolha artificial, nos estádios V₈ (●), R₃ (◉) e R₅ (◐). ◐ Coeficiente significativo em (p < 0,05).

QUADRO 10. Altura de inserção da primeira vagem em cultivares de soja submetidas à desfolha artificial – ensaio II.

Cultivar	Altura de inserção da primeira vagem (cm)	
CD 202	14,69	b
M 6410 IPRO	14,95	b
TMG 7063 IPRO	17,03	a
C. V.	6,85	

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O efeito do desfolhamento também foi evidenciado na massa de mil grãos (Figura 8), de modo diferente de acordo com a cultivar e estágio de desfolha. De modo geral, a desfolha no estágio R₅ (acima de 33%), resultou na menor massa de grãos para as cultivares em estudo, comprometendo a massa de grãos entre 10-40% com o aumentado nível de desfolha.

Nos tratamentos com 100% de desfolha, observou-se decréscimo significativo na ocorrência de desfolha em estágio reprodutivo, sendo de maior nível nas cultivares de ciclo indeterminado. Do mesmo modo, Monteiro et al. (2017) e Alves et al. (2020) observaram maior impacto negativo da desfolha em estágio reprodutivo em detrimento ao vegetativo, sem alteração do peso de grãos em desfolha até 33%. Levando para prática, pode-se dizer que esta eventual faixa de tolerância a desfolha fornece ao produtor maior período para tomada de decisão no controle para pragas desfolhadoras, podendo resultar em redução no número de aplicações de acordo com o organismo a ser manejado.

No desdobramento de produtividade entre os estádios fenológicos x níveis de desfolha (Figura 9A) e para cultivares x níveis de desfolha (Figura 9B) observou-se resposta em modelo quadrático a redução da produtividade.

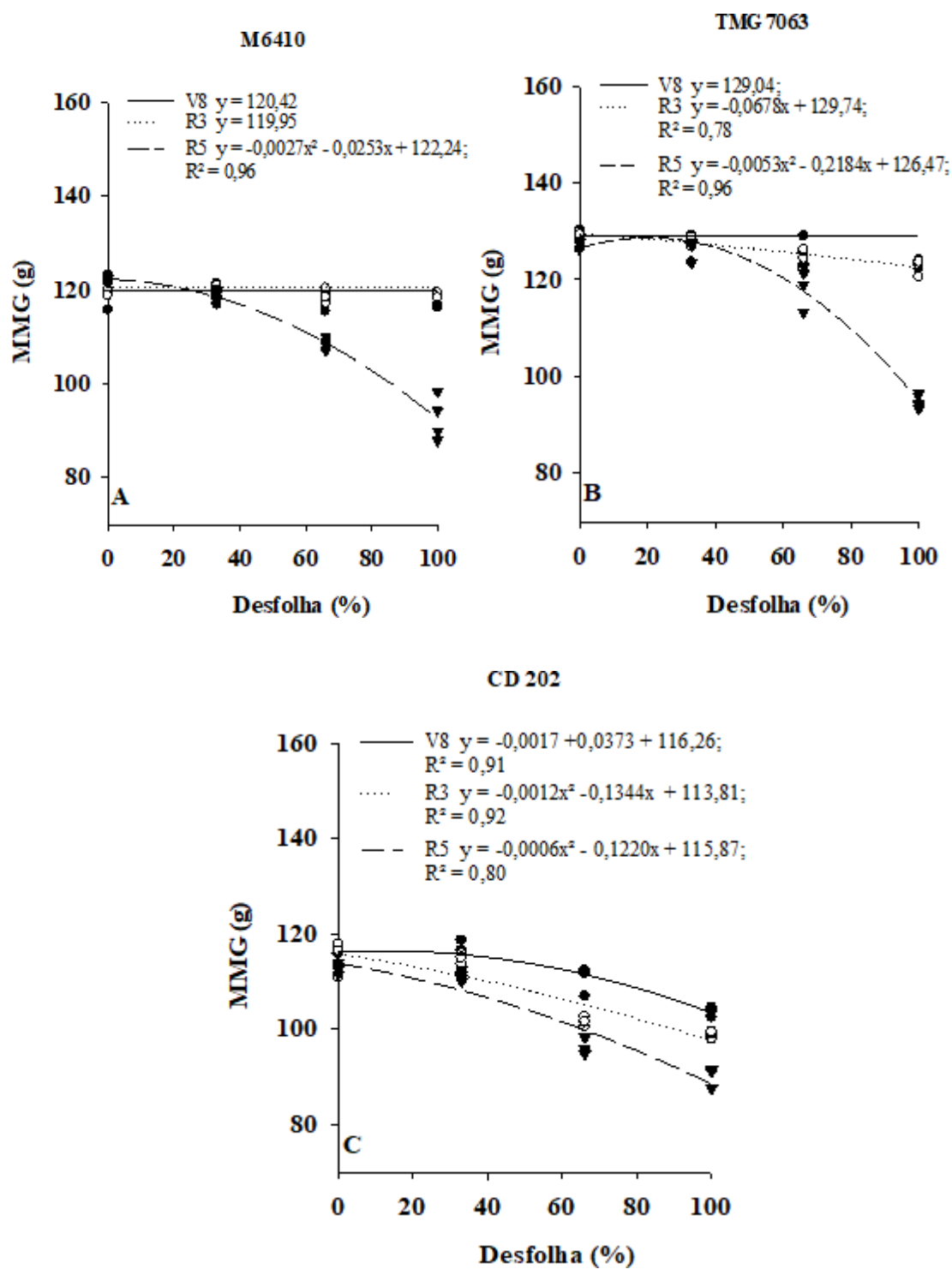


FIGURA 8. Massa de mil grãos (g) de cultivares de soja sob níveis de desfolha artificial, nos estádios V₈ (●), R₃ (○) e R₅ (◊). ● Coeficiente significativo em (p < 0,05).

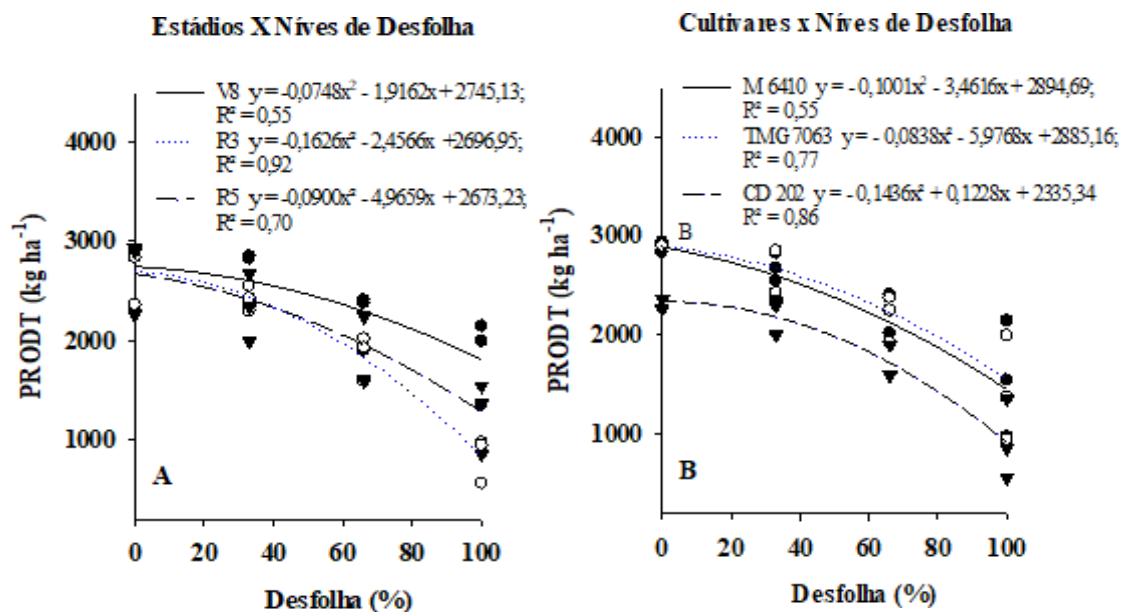


FIGURA 9. Desdobramento de produtividade da interação estádios x níveis de desfolha (A) e cultivares x níveis de desfolha (B).

Observa-se significativa redução a partir de desfolhas superiores a 33% em ambas combinações. Na ocasião de desfolha total, chegou a produção da soja atingiu decréscimo de 70% para desfolha realizada no estágio R3.

Comparando-se com a testemunha sem desfolhas, diferenças significativas na produção de grãos foram constatadas em todas as cultivares, com maior redução para cultivar de ciclo determinado (CD 202) e com maior grau de redução na realização da desfolha no estágio R3.

A redução acentuada na produção de grãos deve-se em principal à redução do número de vagens aliado ao menor peso de grãos. O mapa de dispersão em bolha (Figura 10) ilustra a dispersão entre os dados de produtividade, massa de grãos e produtividade. A interação demonstra que em níveis de desfolha total no estágio R5 (pontos de coloração rosa), tendem a retornar negativamente a massa de grãos, número de vagens e a circunferência indicativa de produtividade. Observa-se que mesmo no estágio avançado (R5) ocorre a redução do número de vagens ao mesmo tempo que a massa de grãos é

reduzida, indicando prejuízo em abortamento de vagens ainda no estágio de enchimento de grãos. O agrupamento de pontos na parte superior do mapa, mostra a similaridade dos tratamentos de desfolha em nível de 33% com a testemunha, nos três estádios de desfolha, mantendo-se paridade na expressão das características produtivas da soja, a nível de tolerância da desfolha do terço inferior.

Entre as variáveis analisadas, a que apresentou maior correlação para variação na produtividade foi o número de vagens por planta, aproximadamente +0,90% para todas as cultivares, em escala de 0 - 1 (Figura 11). Isto remete a dizer, que nos protocolos em que se possibilite controle efetivo no período de formação da vagens, tende-se aos melhores níveis de produtividade. Este dado é novamente reforçado na análise gráfica da Figura 12 para variação ao longo dos estádios e níveis de desfolha. Percebe-se que a coloração mais acentuada (azul escuro) para os menores níveis de produtividade, coincide ao estágio de formação de vagens, com a desfolha total. Fato corresponde ao abordado por Alves e Juliatti (2018), na qual estudando fungicidas no manejo da ferrugem da soja, observaram que a maior produtividade coincidia com o tratamento que apresentou maior carga de vagens por planta.

De fato, ao longo dos ensaios, a tendência observada utilizando a metodologia de estratificação foi observada para a metodologia de desfolha por contagem de folíolos. Indicando que ambas metodologias, podem ser empregadas na busca de indicativos de tolerância a efeitos relacionados à desfolha da cultura. Fica evidenciado que o rendimento da cultura da soja é influenciado pelo nível e época de ocorrência de desfolha e que o progresso da ferrugem da soja, ocasiona danos a partir do ataque do terço médio da cultura da soja.

Um ponto importante a ser considerado é que na metodologia proposta para os ensaios realizados, efetuou-se a desfolha (simulação do progresso da ferrugem da soja)

desde o estágio vegetativo, considerando alta severidade da ferrugem da soja no estágio especificado, culminando com o nível de desfolha proposto. Contudo, o que se percebe para região do Mato Grosso do Sul, visto as condições edafoclimáticas da região, é o aparecimento mais tardio da ferrugem da soja, em sua grande parte coincidindo no estágio de enchimento de grãos, após o fechamento do dossel. A partir deste ponto, ocorre, naturalmente, senescência de parte das folhas baixas das plantas e a tendência de maior participação de folhas no topo do dossel na atividade fotossintética, devido à maior luminosidade e melhores condições para a realização da fotossíntese (TORMEN, et al., 2012), o que de fato, reduz a contribuição do terço inferior neste estágio para a cultura.

No cenário de aparecimento tardio da doença, o efeito do abortamento de vagens no estágio R3 aqui descrito é minimizado, aumentando a participação da massa de grãos na determinação do rendimento da soja. Souza et al. (2017) verificou maior correção para massa de grãos e produtividade, do que na interação número de vagens x produtividade. Botega et al. (2020) não observaram efeito para número de vagens na aplicação de mancozebe para ferrugem asiática da soja, enquanto, a massa de mil grãos foi afetada no tratamento com ausência de fungicida no ataque na fase de enchimento de grãos. Deste modo, a contribuição do terço inferior e do número de vagens para produtividade, parece ser reduzida com o avanço da cultura, aumentando-se o nível de tolerância a desfolha.

No caso em particular da soja, as plantas apresentam capacidade de se recuperar desfolhas de baixo nível e realizar fotossíntese suficiente para garantir a sobrevivência da planta, (BUENO et al., 2010). além do processo fotossintético, a planta também apresenta remobilização de reservas contribuir para o suprimento, pelo menos temporário, dos órgãos-dreno, preservando indiretamente a produção final da soja.

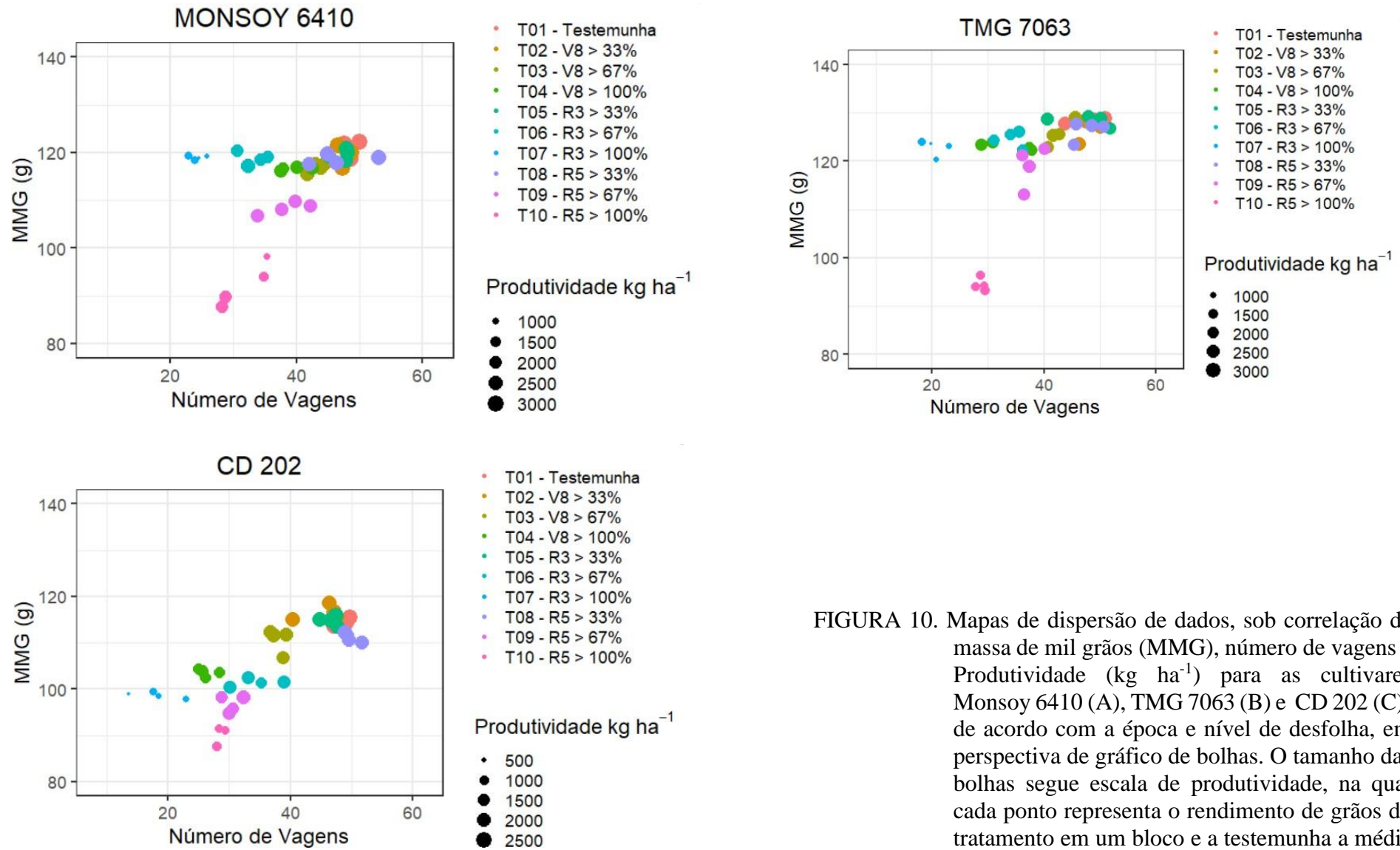


FIGURA 10. Mapas de dispersão de dados, sob correlação da massa de mil grãos (MMG), número de vagens e Produtividade (kg ha^{-1}) para as cultivares Monsoy 6410 (A), TMG 7063 (B) e CD 202 (C), de acordo com a época e nível de desfolha, em perspectiva de gráfico de bolhas. O tamanho das bolhas segue escala de produtividade, na qual cada ponto representa o rendimento de grãos do tratamento em um bloco e a testemunha a média de 12 repetições.

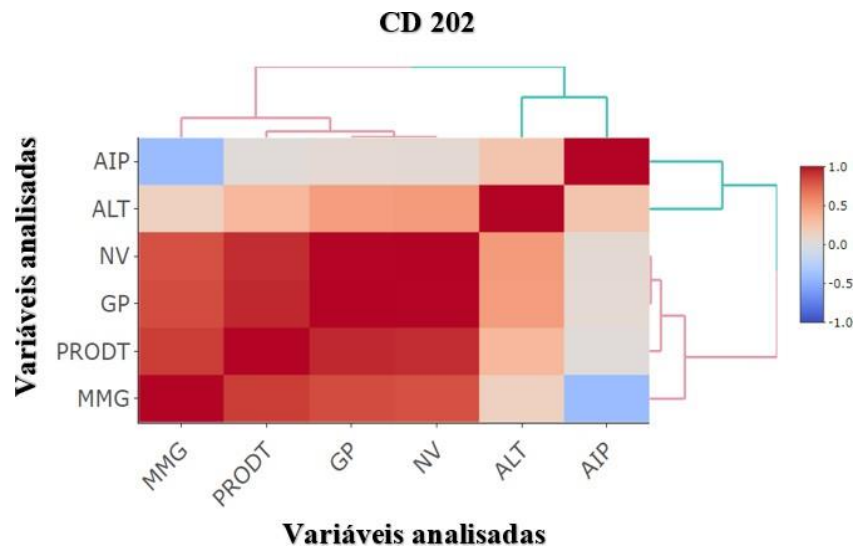
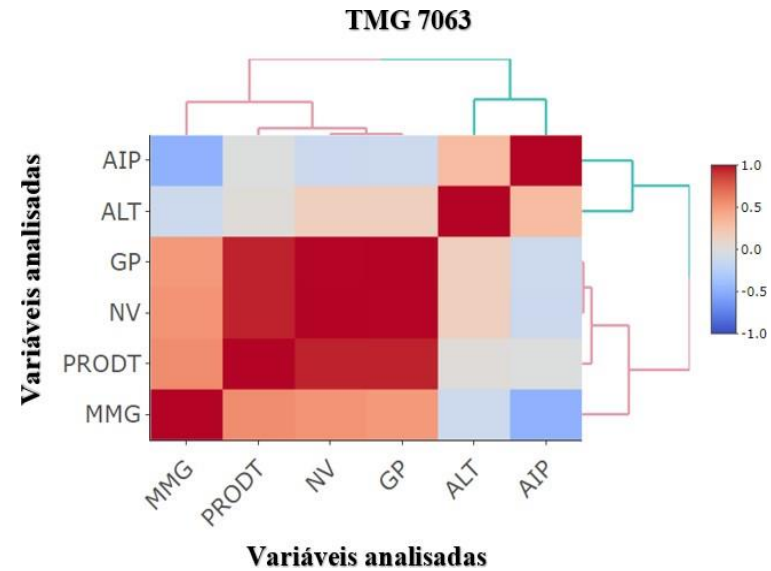
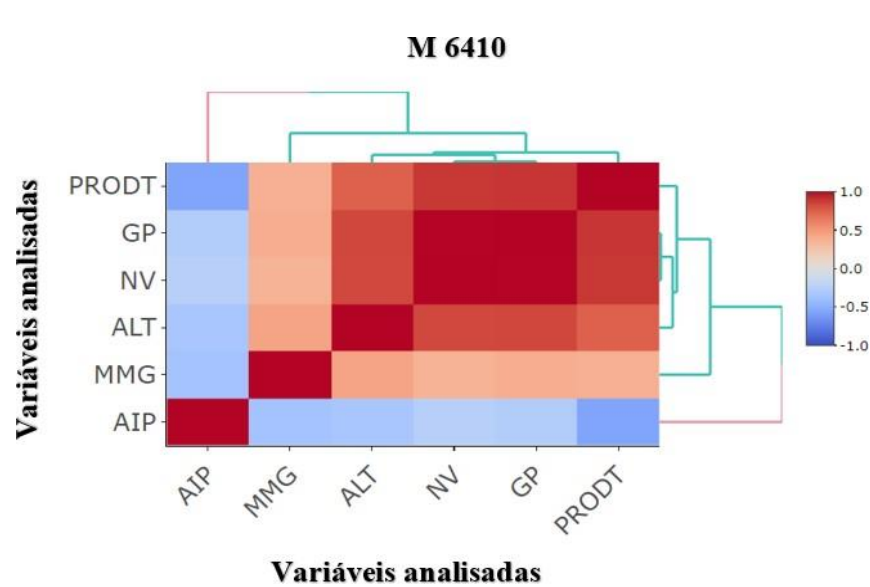


FIGURA 11. Mapas de calor (*heatmap*) para correlação de variáveis analisadas: altura de plantas (ALT), altura de inserção da primeira vagem (AIP), grãos por planta (GP), número de vagens (NV), massa de mil grãos (MMG), produtividade (PRODT), para cultivares Monsoy 6410 (A), TMG 7063 (B) e CD 202 (C). Escala de correlação negativa no limite de -1 (coloração azul escuro) a correlação positiva 1 (coloração vermelha).

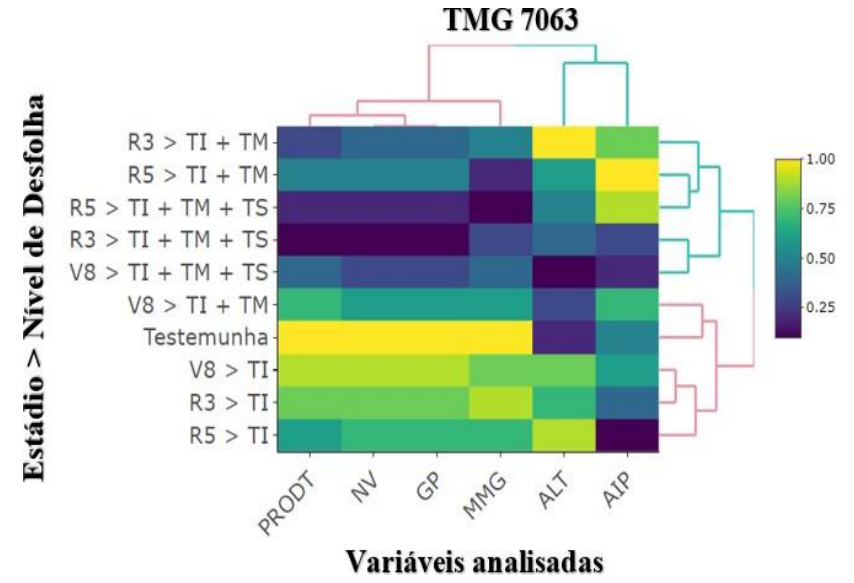
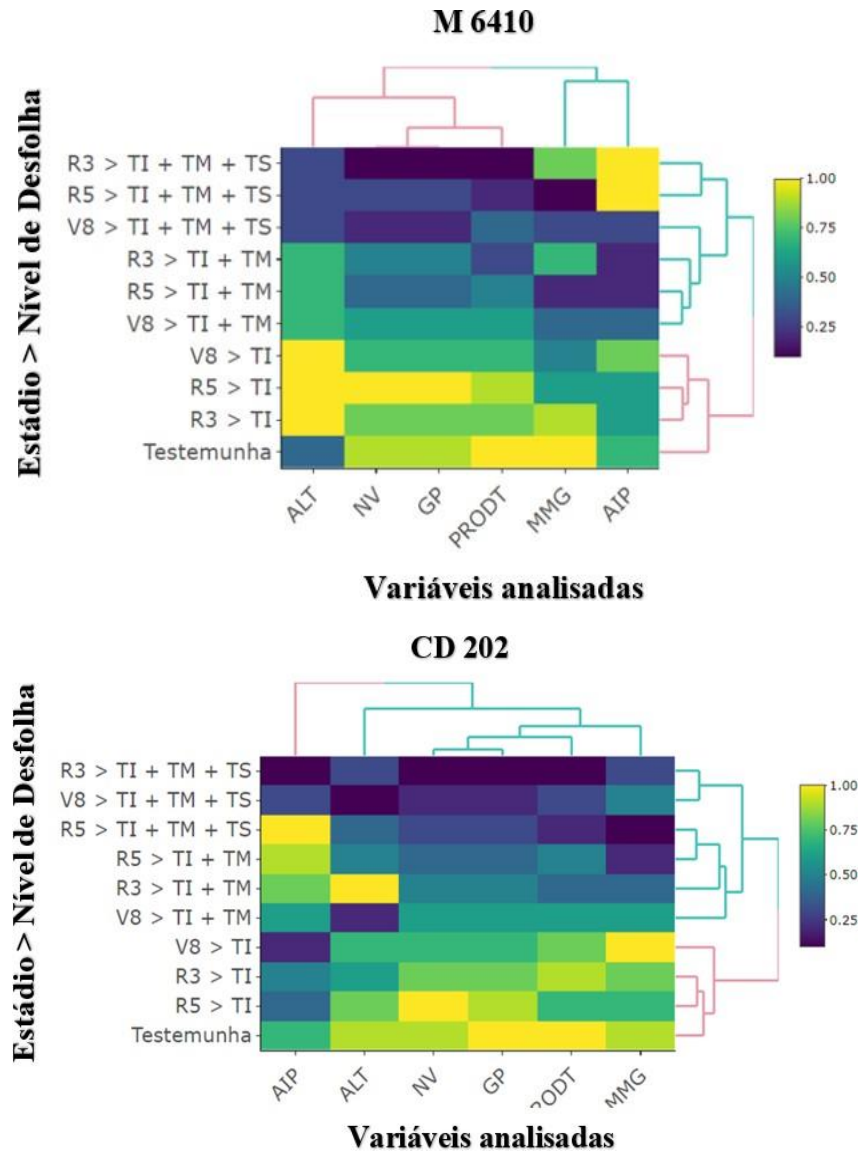


FIGURA 12. Mapa de calor (*heatmap*) para interação de variáveis x estádios e níveis de desfolha. Utilizado método de transformação *percentize* (divisão do conjunto de dados da variável pelo seu maior elemento) para igualdade de variáveis

CONCLUSÕES

A ocorrência de desfolha em níveis superiores a 33% ocasiona perdas, em número de vagens, massa de grãos e produtividade.

O rendimento da soja não é afetado por 33% de desfolha, sentido base para o ápice, independente do estágio de ocorrência.

O terço inferior do dossel não é determinante para a manutenção da produtividade da cultura da soja.

A desfolha no estágio R3 é prejudicial ao número de vagens, enquanto em estágio R5, resulta em menor massa de grãos.

Os maiores decréscimos na produção de grãos ocorrem com a remoção total das folhas nos estádios de formação e enchimento de vagens.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, G H. T.; BELLETINI, S.; BELLETINI, N. M. T. Diferentes níveis de desfolha artificial nos componentes de produção da soja Different levels of artificial defoliation in soybean production componentes. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 5, 2020.
- ALVES, V. M.; JULIATTI, F. C. Fungicidas no manejo da ferrugem da soja, processos fisiológicos e produtividade da cultura. **Summa Phytopathologica**, Botucatu v. 44, n. 3, p.245-251, 2018.
- AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; FILHO, A. B; CAMARGO, L. E. A. **Manual de fitopatologia volume 2** – doenças das plantas cultivadas, Editora Agronômica Ceres: Ouro Fino, 5º ed., 2016. 772p.
- BAHRY, C. A.; DANTAS, E. L.; VENSKE, E.; NARDINO, M.; ZIMMER, P. D.; SOUZA, V. Q.; CARON, B. O. Efeito da desfolha na fase vegetativa em alguns caracteres agronômicos da cultivar de soja BMX Potência RR. **Revista de Agricultura**, Cassilândia, v. 88, n. 3, p. 179-184, 2013.
- BOTEGA, A. S.; SOUZA, W. C.; NOZAKI, M. H. Mancozebe no manejo da ferrugem asiática da soja. **Revista Cultivando o Saber**, Toledo, v. 13, n. 3, p. 57-73, 2020.
- BUENO, A. F.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BUENO, R. C. O. F. Controle de pragas apenas com o MIP. **A granja**, Porto Alegre, RS, v. 1, n. 733, p. 76-79, 2010.
- DURLI, M. M. SANGOI, L.; SOUZA, C. A.; LEOLATO, L. S.; TUREK, T. L.; KUNESKI, H. F. Defoliation levels at vegetative and reproductive stages of soybean cultivares with diferente relative maturity groups. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 33, n. 2, p. 402-411, 2020.
- EGGERS, H. S.; JUNIOR, F. S. S.; STRECH, E. A.; TREVISOL, M. T. Resposta da aplicação de fungicidas no controle da ferrugem asiática na cultura da soja. **Brazil Journal of Deveolpment**, Curitiba, v. 6, n. 6, p. 38924-38930, 2020.
- FORCELINI, C. A.; FIALLOS, F. R. G. Progresso temporal da ferrugem e redução sobre a área foliar e os componentes do rendimento de grãos em soja. **Acta Agronômica**, Palmira, v.60, n. 2, 2011, p. 147-157, 2011.
- FURTADO, G. Q.; ALVES, S. A. M.; CARNEIRO, L. C.; GODOY, C. V.; MASSOLA JÚNIOR, N. S. Influência do estágio fenológico e da idade dos trifólios de soja na infecção de *Phakopsora pachyrhizi*. **Tropical Plant Pathology**. v. 34, n. 2, p. 118-122, 2009.
- GABARDO, G.; PRIA, M. D.; SILVA, H. L.; HARMS, M. G. Alternative products on asian soybean rust control and their influence on defoliation, productivity and yield components. **Summa Phytopathologica: Botucatu**, v. 46, n. 2, p. 98-104, 2020.
- GASPARETTO, R.; FERNANDES, C. D.; MARCHI, C. E.; BORGES, M. F. Eficiência e viabilidade econômica da aplicação de fungicidas no controle da ferrugem asiática da

soja em Campo Grande – MS. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 78, n. 2, p. 251-260. 2011.

GOULART, A. C. P.; FURLAN, S. H.; FUJINO, M. T. Controle integrado da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) com o fungicida fluquinconazole aplicado nas sementes em associação com outros fungicidas pulverizados na parte aérea da cultura. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 37, n. 2, p. 113-118, 2011.

GREGORUTTI, V. C.; CAVIGLIA, O. P.; SALUSO, A. Defoliation affects soybean yield depending on time and level of light interception reduction. **Australian Journal of Crop Science**, Brisbane, v. 6, n. 7, p. 1166-1171, 2012.

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

MONTEIRO, M. A.; KOCH, F.; NOBRE, F. L. L.; ZULLI, F. S.; ARAUJO, B. O. N.; BORGES, E. G.; PEDO, T.; AUMONDE, T. Z.; SANTOS, E. L. Intensidade de desfolha e desempenho de plantas de soja com diferentes hábitos de crescimento. **Scientia Agraria**, Marechal Cândido Rondon, v. 16, n. 2, p. 265-269, 2017.

NASCIMENTO, J. M.; GAVASSONI, W. L.; BACCHI, L. M. A.; OLIVEIRA, J. L.; LABORDE, M. C.; PONTIM, B. C. A.; MENDES, M. P. Manejo da ferrugem asiática da soja com aplicações de fungicidas iniciadas na detecção do patógeno ou posteriores. **Agrarian**, Dourados, v. 11, n. 39, p. 42-49, 2018.

OMOTO, P. H.; FUNICHELLO, M.; LOPES, P. R. M.; FIRMINO, A. C.; TOMAZ, R. S.; PRADO, E. P. Influência do volume de aplicação nos depósitos da pulverização em folhas de soja. **Almanaque das Ciências Agrárias**, Ourinhos, v. 2, n. 1, p. 43-50, 2020.

PARJEV, M. R.; SLATON, N. A.; ROBERTS, T. L.; DELONG, R. E.; MASSEY, C. G.; DEMPSEY, R. J.; FREYER, M. S. Dry matter and potassium accumulation and partitioning in determinate and indeterminate soybean varieties. **AAES RESEARCH SERIES**, v. 616, p. 34-42, 2013.

PELUZIO, J. M.; GOMES, R. S.; ROCHA, R. N. C.; DARY, E. P.; FIDÉLIS, R. R. Densidade e espaçamento de plantas de soja cultivar Conquista em Gurupi – TO. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 16, n. 1, p. 3-13, 2000.

PELUZIO, J. M.; MONTEIRO, F. J.; BARBOSA, V. S.; LOPES, L. A.; AFFÉRI, F. S.; MELO, A. V.; FIDELIS, R. R. Desempenho de cultivares de soja na região centro-sul do Estado do Tocantins – safra 2007/2008. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 5, p. 675-682, 2010.

PERINI, J. L.; FONSECA, J. N. S.; DESTRO, D.; PRETE, C. E. C. Componentes da produção em cultivares de soja em crescimento determinado e indeterminado. **Semina**, Londrina, v. 33, n.1, p. 2531-2544, 2012.

PRATISSOLI, D.; SCHMILDT, E. R.; AMARAL, J. A. T.; SCHMILDT, O. Níveis de desfolha artificial para simular perdas na produtividade do feijoeiro comum. **Revista Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 11, n. 3, p. 68-76, 2012.

PROCÓPIO, S. O.; JUNIOR, A. A. B.; DEBIASI, H.; SANTOS, J. C. F.; PANISON, F. Plantio cruzado na cultura da soja utilizando uma cultivar de hábito de crescimento indeterminado. **Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, Belém, v. 56, n. 4, p. 319-325, 2013.

RAMBO, L.; COSTA, J. A.; PIRES, J. L. F. Estimativa do potencial de rendimento por estrato do dossel da soja, em diferentes arranjos de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 33-40, 2004.

REIS, E. M.; ZANATTA, M; REIS, A. C. Relationship between soybean plant defoliation and Asian soybean rust severity. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 45, n. 3, p. 252-254, 2019.

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

SANTOS, M. A.; TROGELLO, E.; VIEIRA, D. ALVES.; RODRIGUES, E. R.; RIBEIRO, A. C.; MODOLO, J. A.; BAESSO, M. M. Simulação de desfolha em diferentes estádios vegetativos na cultura da soja. **Colloquim Agrariae**, Unoeste. v. 14, n. 2, p. 191-197, 2018.

SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. **Soja: do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, 2015, 333 p.

SOUZA, P. H. N.; DIAS, A. S.; GAVASSONI, W. L.; BACHI, L. M. A.; PONTIM, B. C. A.; SILVA, R. A. L. Eficácia de fungicidas para o controle da ferrugem asiática da soja em Dourados – MS na safra 2016/17. **Agrarian**, Dourados, v. 13, n. 47, p. 17-26, 2020.

SOUZA, P. H. N. **Associação de mancozebe com formulações comerciais mistas de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja**. 2017. 69f. (Mestrado em Produção Vegetal) Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados - MS.

SOUZA, V. Q.; NARDINO, M. FOLLMANN, D. N.; BAHRY, C. A.; CARON, B. O.; ZIMMER, P. D.; Caracteres morfofisiológicos e produtividade da soja em razão da desfolha no estágio vegetativo. **Científica**, Jabotical, v. 42, n. 3. p. 216-223, 2014.

TRASH, B. C.; CATCHOT, A, L.; GORE, J. J.; COOK, D.; MUSSER, F. R.; IRBY, T.; KRUTZ, J. Effects of soybean plant population on yield loss from defoliation. **Journal of Economic Entomology**, Oxford, v. 114, n. 2, p. 702-709, 2021a.

TRASH, B. C.; CATCHOT, A, L.; GORE, J. J.; COOK, D.; MUSSER, F. R.; IRBY, T.; KRUTZ, J.; LORENZ, G. M. Effects of soybean planting date on yield loss from defoliation. **Journal of Economic Entomology**, Oxford, v. 114, n. 2, p. 993-997, 2021b.

YORINORI, J. T.; PAIVA, W. M.; COSTAMILAN, L. M.; BERTAGNOLLI, P. Ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*): identificação e controle. **Informações Agronômicas**. Londrina, n. 104, p. 5-8, 2003.

ZANON, A. J.; STRECK, N. A.; RICHTER, G. L.; BECKER, C. C.; ROCHA, T. S. M.; CERA, J. C.; WINCK, J. E. M.; CARDOSO, A. P.; TAGLIAPIETRA, E. L.; WEBER,

P. S. Contribuição das ramificações e a evolução do índice de área foliar em cultivares modernas de soja. **Bragantia**, Campinas, v. 279, n. 3, p. 279-90,2015.

ZANON, A. J.; STRECK, N. A.; ROCHA, T. S. M.; ALBERTO, C. M.; BARTZ, A. C.; PAULA, G. M.; TOMIOZZO, R.; COSTA, L. C. FENSTERSEIFER, C. A.; TAGLIAPIETRA, E. L.; CARDOSO, A. P.; WEBER, P. S.; BEXAIRA, K. P. Growth habit effect on development of modern soybean cultivars after beginning of bloom in Rio Grande do Sul. **Bragantia**, Campinas, v. 75, n. 4, p. 446-458, 2016.

CAPÍTULO II

CRITÉRIOS PARA INÍCIO DE APLICAÇÃO FUNGICIDA VISANDO O CONTROLE DA FERRUGEM DA SOJA E ANÁLISE ECONÔMICA

Resumo: O manejo da ferrugem asiática é majoritariamente baseado em aplicações calendarizadas de fungicidas. O problema deste modelo é que desconsidera a existência do patógeno na localidade e o momento ideal de necessidade de fungicidas. O objetivo deste estudo foi avaliar critérios para primeira aplicação fungicida visando o manejo da ferrugem asiática da soja em diferentes épocas e resistência de cultivares. O experimento foi implantado em delineamento de blocos casualizados em parcelas subdivididas, no esquema 3x2x8, sendo três épocas de semeadura (outubro, novembro e dezembro), duas cultivares (M 6410, TMG 7063 IPRO) e oito critérios para início de aplicação fungicida: I) testemunha sem aplicação, II) estágio vegetativo – v7, III) estágio reprodutivo R1, IV) sete dias após a detecção de esporos (DE) via coletor, V) 14 DE, VI) 21 DE, VII) 10% de área foliar lesionada, VIII) 10% incidência. Foram determinadas a área abaixo da curva de progresso (AACP) para lesões e urédias, área foliar lesionada em estágio R6, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens, massa de mil grãos (g) e produtividade. De modo geral, o ensaio demonstrou que as aplicações utilizando critério de monitoramento de esporos aos 7 e 14DE foram eficazes na redução da severidade da doença, com menor número de aplicações fungicidas em relação ao manejo tradicional. O monitoramento de esporos e de incidência da ferrugem asiática da soja, mostra-se uma ferramenta de apoio importante na tomada de decisão sobre início das aplicações fungicidas.

Palavras-chaves: coletor de esporos, *Phakopsora pachyrhizi*, manejo integrado.

1 INTRODUÇÃO

A chegada da ferrugem asiática da soja no Brasil em 2001, se tornou um marco para pesquisa em fungicidas no país. Desde então, o manejo por meio da aplicação de fungicidas em calendarização se consolidou como a principal ferramenta de controle desta doença na lavoura. De acordo com o consórcio antiferrugem, para safra 2013/14, os custos devidos às perdas e aplicações de fungicidas giraram em torno de U\$ 2,2 bilhões (CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM, 2020).

As aplicações fungicidas são comumente realizadas utilizando calendário de aplicação em sequência, iniciando de forma preventiva no início do florescimento, sendo programa padrão convencional de controle (REIS et al., 2018a). Entretanto, essa prática pode resultar em aplicações desnecessárias sem a presença do patógeno na lavoura, como também em aplicações em momento errado, diminuindo a eficiência de controle (GODOY et al., 2009).

Desde os primeiros relatos de resistência a fungicidas inibidores da quinona externa (IQes), tem-se buscado estratégias para minimizar o risco de aparecimento de isolados resistentes. Entre elas, definiu-se para alguns estados brasileiros a data limite de até 31 de dezembro para semeadura, numa tentativa de reduzir o número de aplicações ao longo da safra, reduzindo a pressão de seleção para resistência aos fungicidas (GODOY et al., 2020).

O período de proteção de fungicida é baseado no número de horas, ou dias, que a concentração inibitória do fungicida permanece com efeito inibitório eficiente (>80%) no manejo da doença, sendo comumente utilizado 15 dias, como período de proteção aos fungicidas sistêmicos (REIS et al., 2018a).

O comitê e ação a resistência fungicidas (FRAC), cita entre as estratégias antirressistência, o limite de duas aplicações para fungicidas sítio-específicos de mesmo ativo, visto que os fungicidas poderiam aumentar a seleção de isolados resistentes (FRAC, 2010). Segundo Reis et al. (2013), quanto maior o número de aplicações de um mesmo grupo químico, mais intensa é a seleção direcional (eliminação de isolados sensíveis e seleção de isolados resistentes). Os mesmos autores também relatam que o posicionamento incorreto de primeira aplicação, muitas vezes antecipada, pode exigir ao final da cultura uma aplicação adicional, reduzindo o lucro dos produtores, poluir o meio ambiente e reduzir a vida efetiva dos fungicidas.

A literatura apresenta diferentes critérios utilizados para o início de aplicações fungicidas sendo: estágio fenológico da cultura, programa fixo por calendário (o mais comum), severidade ou incidência da doença ou porte da cultura (NASCIMENTO et al 2018; REIS et al. 2013; SOUZA et al., 2020). O grande problema deste posicionamento, é que há a possibilidade de se efetuar aplicação de fungicida, mesmo que não haja ocorrência do patógeno na safra, gerando gasto excessivo com aplicações fungicidas.

Para contornar esta realidade, vem-se buscando projetar metodologias que possam contribuir com a tomada de decisão no manejo de fungos de plantas cultivadas. Entre as possibilidades está a adoção de técnicas envolvendo a utilização de armadilhas coletoras de esporos. Otto et al. (2021) desenvolveram um mecanismo no sudeste de Minnesota (EUA) para monitoramento de uma doença de plantas florestais, conhecida como *Heretobasidion irregulare*, baseando-se em coletores de esporos acoplados de equipamento de PCR em tempo real. Forrer et al. (2021) desenvolveram modelo de monitoramento de baixo custo para *Fusarium graminearum*, a partir de uma armadilha de esporos, contendo uma placa de petri com ágar seletivo a ascósporos de *Fusarium*. o que possibilitou a identificação de locais de cultivo com menor risco de contaminação.

Imbush et al., (2021) também obtiveram resultados satisfatórios mesclando técnica de PCR em tempo real com mecanismos de coletas de esporos, visando identificação para o manejo de *Cercospora beticola* em beterraba-sacarina. No estudo de uma método de identificação e monitoramento de baixo custo, Quesada et al. (2018), desenvolveram um coletor de esporos na Flórida - EUA, utilizando de um motor giratório acoplado a uma haste de metal, contendo duas lâminas com óleo biodegradável, na qual possibilitou a identificação e apoio a decisão de manejo de *Fusarium circinatum*, causador de uma forma de cancro em Pinus.

No Brasil, os primeiros trabalhos utilizando coletores de esporos na finalidade de tomada de decisão de aplicação, foram para o monitoramento de doenças foliares no trigo. Oliveira et al. (2013) relatam a utilização de um coletor de esporos feito de PVC com lâminas de microscopia para coleta de esporos de *Puccinia triticina* (ferrugem do trigo), antes da manifestação sintomática da doença, auxiliando na sua identificação no campo nos primeiros sintomas. O Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná em parceria com a Embrapa Soja, a partir da safra 2016/17, desenvolveu ações de monitoramento da ferrugem-asiática da soja baseado no uso de coletores de esporos no estado do Paraná, disponibilizando os dados no site alerta ferrugem . Contudo, visto os recentes trabalhos, poucos resultados têm sido vinculados a eficácia de aplicações fungicidas com base na coleta de esporos, sendo que até o presente momento não existem resultados para região do Mato Grosso do Sul (ALERTA FERRUGEM, 2021; IDR, 2021; OLIVEIRA et al., 2020). Diante do exposto, este trabalho objetiva avaliar a eficácia das aplicações fungicidas por critério de monitoramento de esporos no manejo de *P. pachyrhzi* e no rendimento da cultura da soja.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos durante o ano agrícola de 2018/19 na Fazenda experimental da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), situada no município de Dourados – MS (Latitude de 54° 59' 05" S, Longitude 22° 13' 56" O), altitude 475 metros.

Para este ensaio, efetuou-se a montagem e utilização de quatro coletores de esporos, seguindo o modelo proposto por Igarashi (2004), que ficaram dispostos em torno do experimento. O equipamento, utilizado foi desenvolvido em cano de PVC, com cerca de 100 mm de diâmetro, cortado na parte traseira em formato de aba, que com o vento, garante a abertura frontal que capta os esporos em lâmina com fita dupla face, que fica voltada para o vento. A leitura das lâminas foi realizada visualmente em microscópio óptico, por meio de varredura de fita adesiva. A figura 2 ilustra o ensaio experimental e o coletor utilizado.



FIGURA 1. Visão ilustrativa do ensaio experimental, mostrando coletor de esporos (A), fungo coletor com lâmina de captura de esporos (B), esporos coletados (C), área experimental (D).

A identificação de estruturas de *P. pachyrhizi* ocorreu por meio da comparação da lâmina do coletor com lâminas montadas previamente com uredíniosporos de plantas com sintomas, considerando para tal, aspectos relacionados a coloração, tamanho,

formato, de acordo com as recomendações de Igarashi et al. (2012) e Oliveira et al. (2020).

O delineamento utilizado foi o em blocos casualizados com 4 repetições. Os tratamentos foram dispostos em parcelas subdivididas, na qual estudou-se três épocas de semeadura x duas cultivares x oito programas de controle com diferentes critérios para primeira aplicação fungicida, de acordo com o quadro 1.

QUADRO 1. Tratamentos englobados no ensaio experimental.

Parcelas (3 Níveis)	
	I - Outubro – 10.10.2018 – [colheita: 25.02.2019] – 134 dias
Épocas de	II - Novembro – 10.11.2018 – [colheita: 07.03.2019] – 125 dias
semeadura	III - Dezembro – 11.12.2018 - [colheita: 26.03.2019] – 111 dias
Subparcelas (2 Níveis)	
	A - M 6410 IPRO – (Susceptível)
Cultivares	B - TMG 7063 IPRO – (Resistente)
Subsubparcelas (8 níveis)	
	1 – Testemunha sem aplicação
	2 – V7 + 21 + 14 (A partir do vegetativo)
Crítérios de	3 – R1 + 21 + 14 (A partir do florescimento) – Tratamento Convencional
início das	4 – 7 dias após detecção de esporos (7DE) + 21 + 14
aplicações	5 – 14 dias após a detecção de esporos (14DE) + 21 + 14
fungicidas	6 – 21 dias após a detecção de esporos (21 DE) + 21 + 14
	7 – 10% de área foliar lesionada por ferrugem da soja (10AF)+ 21 + 14
	8 – 10% de incidência em folíolos coletados (10IF)+ 21 + 14

* Tratamentos, ensaio de parcelas subdivididas. Baseado em escala fenológica proposta por Yorinori (1996), disponível no Anexo A.

Para os tratamentos que envolviam o monitoramento de incidência e severidade da ferrugem da soja, inicialmente foram coletados semanalmente 400 folíolos ao redor da área experimental. Após identificação de nível de 5% de incidência, as coletas passaram a ser realizadas dentro das parcelas experimentais, obtendo o nível de incidência de 10% em 26.01.2019 e 10% em área foliar lesionada em 15.02.2019.

Aplicações fungicidas na qual a data prevista foi enquadrada na fase final do enchimento de grãos (R5.5 – R6) foram desconsideradas e apontadas nos resultados e discussões, de modo com que haveria possibilidade de ocorrer diferentes números de aplicações entre as épocas.

As parcelas foram constituídas de 6 linhas de soja por quatro metros de comprimento. Para aplicação dos tratamentos e avaliações desconsiderou-se uma linha de cada lateral e 0,5 metros da extremidade entre parcelas, totalizando área útil de 5,4 m². A adubação de 250 kg de 4-20-20 (N-P-K) foi utilizada. No momento da semeadura em ambos ensaios foi realizada a inoculação a base de turfa com bactérias *Bradyrhizobium japonicum*.

As aplicações fungicidas foram realizadas com pulverizador costal pressurizado com CO₂ à pressão constante de 41 PSI, acoplado a uma barra de aplicação de três metros, composta de seis pontas tipo leque (Jacto AXI-110-02), na vazão de 150 L ha⁻¹. O fungicida.

O fungicida utilizado nas aplicações foi o picoxistrobina + ciproconazol [Approach Prima[®] (200 + 800 g.i.a. ha⁻¹), em dose de 0,3 L ha⁻¹, associado à mancozebe 2 kg ha⁻¹, [Unizeb Gold[®] (1500 g.i.a ha⁻¹) e adjuvante Nimbus 0,75 L ha⁻¹, sendo a formulação comercial mista, a base de fungicida do grupo dos inibidores da quinona externa (IQEs) com um inibidor da desmetilação [IDM], associado ao multissítio. De modo, a possibilitar o comparativo entre os protocolos utilizados, comparando-se o

número de aplicações fungicidas e o custo do tratamento, adotou-se o protocolo de aplicações sucessivas com o mesmo fungicida.

Para padronizar os programas de controle em relação às diferentes épocas, as avaliações de severidade foram realizadas tendo como referência a data da segunda aplicação do tratamento convencional (início em R1), sendo realizadas coleta de 20 folíolos por parcela em todos os tratamentos aos 0, 14, 28, 42 dias após a segunda aplicação no tratamento convencional. Os folíolos coletados foram colocados em sacos plásticos e acondicionados em caixa térmica com gelo, transportados para o laboratório e armazenados em refrigeração (5° C). Foi contabilizado o número de lesões e urédias por folíolo, por meio de contagem direta com microscópio estereoscópico.

Na avaliação aos 28 e 42 dias após a segunda aplicação do tratamento convencional, foi efetuada a leitura de área foliar lesionada pela ferrugem da soja, tomando como base a escala diagramática da ferrugem da soja proposta por Godoy et al., (2006).

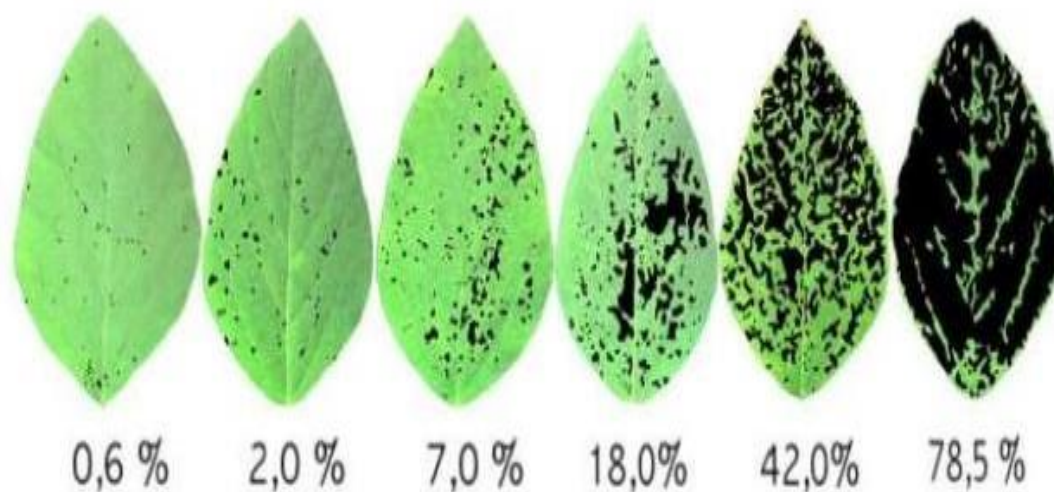


FIGURA 2. Escala diagramática para ferrugem asiática da soja. Fonte: Godoy et al., (2006).

A partir do número de lesões e urédias foi calculada a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), dessas variáveis, de acordo com equação proposta por Campbell e Madden (1990).

$$AACPD = \sum_{N-1} [(Y_i + Y_{i+1}) / 2] \times (T_{i+1} - T_i)$$

Onde:

Y_i = Severidade da doença na época da avaliação i ;

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

T_i = época de avaliação

$i + 1$: época de avaliação $i+1$

N = número de avaliações.

A desfolha foi avaliada quando as parcelas do tratamento testemunha atingiram aproximadamente 88% de queda de folhas, coincidindo em geral, entre os R6 (Época III) e R7 (Época I e II). As avaliações foram realizadas a campo, baseando-se na escala diagramática proposta por Hirano et al., (2010).

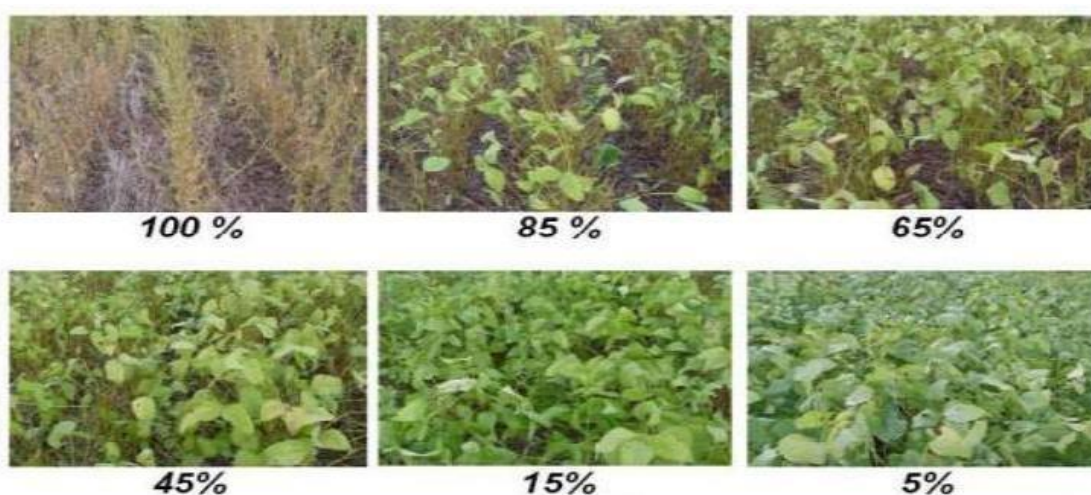


FIGURA 3. Escala diagramática para desfolha na cultura da soja. Fonte: Hirano et al., (2010).

A contagem de número de vagens foi realizada coletando-se 10 plantas consecutivas na área central da área útil. Nestas mesmas plantas foi mensurado a altura de plantas e altura de inserção da primeira com auxílio de uma trena graduada. O restante das plantas foram colhidas manualmente e trilhadas com o uso de trilhadora estacionária. Os grãos foram acondicionados em sacos de papel e armazenados para limpeza e posterior pesagem determinação de umidade. Para dados de produtividade, todas plantas da área útil foram colhidas manualmente e trilhadas com uso de trilhadora estacionária.

A massa de mil grãos foi determinada a partir da média de três amostras de mil grãos de cada unidade experimental. Ao final, a massa de grãos de cada parcela e de mil grãos foram corrigidos a 13% de umidade e expressos em kg ha^{-1} e g, respectivamente.

Para análise econômica, considerou-se cálculo proposto por Boller et al. (2010), adaptado com dados de Reis et al. (2018b), na qual calculou-se o valor de uma a três aplicações fungicidas, seguindo os parâmetros;

- Valor do fungicida utilizado [considerou-se a média de mercado de R\$ 74,00];
- Amassamento da soja: R\$ 228,00 [Contabilizado apenas na primeira aplicação] (REIS et al., 2018b);
- Consumo médio combustível: R\$ 20,00 ha^{-1} (REIS et al., 2018b);
- Manutenção pulverizador / demais gastos: R\$ 20,00 ha^{-1} (REIS et al., 2018b);

A partir da soma destes parâmetros, adotou-se assim como custo do tratamento, baseado no número de aplicações utilizadas: I) uma aplicação: R\$ 352,00, II) duas aplicações: R\$ 476,00, III) três aplicações: R\$ 546,00. Para efeito de análise estatística sobre os dados econômicos, demais despesas agrícolas foram desconsideradas. O rendimento econômico foi denotado da equação: Rendimento econômico = [Rendimento do tratamento (kg ha^{-1})] / 60 kg * Preço da saca de soja] – custo do

tratamento. Para isto, considerou-se o preço da saca de soja em Dourados – MS em 10.05.2021, sendo R\$165,00 (NOTÍCIAS AGRÍCOLAS, 2021).

Os dados foram pré-submetidos a teste de homogeneidade de variâncias de bartlett. e teste de normalidade dos resíduos por shapiro-wilk. Atendendo o pressuposto de normalidade, havendo diferença significativa de variância, prosseguisse com testes paramétricos, utilizando teste de comparação de médias (Tukey) e análise de regressão em p ($<0,05$), utilizando combinação dos programas R Power BI e SigmaPlot.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação na safra em que se realizou o ensaio experimental foi baixa (Figura 4) com o mês de dezembro de pouca precipitação. Os primeiros esporos coletados foram identificados no dia 11.01.2019, e a primeira aplicação sob critério do coletor de esporos foi realizada no dia 18.01.2019 (sete dias após o surgimento dos primeiros esporos).

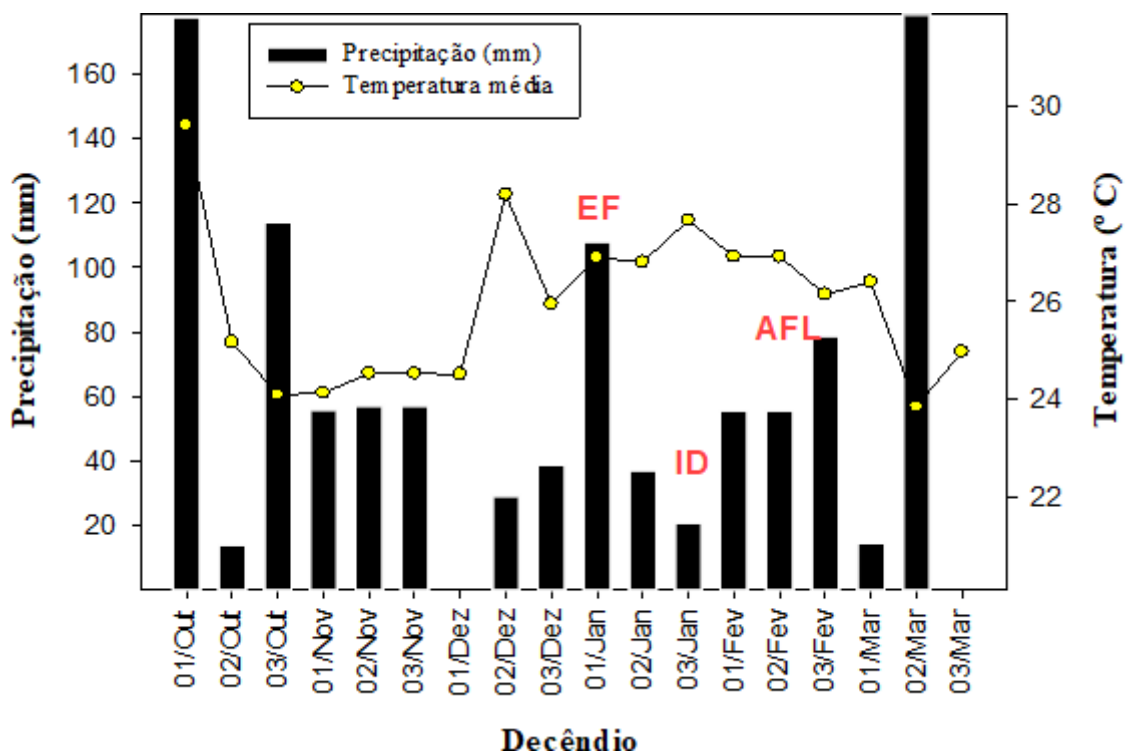


FIGURA 4. Precipitação média (mm) e temperatura média por decêndio. Detecção de esporos de ferrugem no coletor (EF) em 09.01.2019, incidência na cultura superior a 10% em 23.01.2019 (ID), área foliar lesionada acima de 5% (AFL) 11.02.2019. Fonte: EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE (2021).

A incidência superior a 10% ocorreu em 26.01.2019, e em área foliar lesionada no dia 11.02.2019, localizada na cultura de primeira época. Possivelmente as maiores precipitações na primeira quinzena de janeiro forneceram condições para o

desenvolvimento da ferrugem da soja, visto que anteriormente já se havia detectado esporos da ferrugem no ar.

O cronograma de aplicações completo para cada época está apresentado no Quadro 2 (Época I), Quadro 3 (Época 2) e Quadro 4 (Época 3). Quando a data prevista de aplicação era relacionada próxima ao estádio R6, as aplicações não foram realizadas. Importante ressaltar que neste estudo os tratamentos aqui foram considerados com a possibilidade de variação do número de aplicações (limitado ao máximo de três aplicações), definidos em relação ao estádio da cultura no momento de aplicação, época de observação dos primeiros esporos de *P. pachyrhizi* a campo e o estádio da cultura, incidência e área foliar lesionada. Portanto, neste trabalho a variação do número de aplicações foi considerada como parte dos resultados e não será caracterizada na definição dos tratamentos.

QUADRO 2. Cronograma de aplicações fungicidas para época I (outubro).

Critérios de aplicação	1º Aplicação		2º Aplicação		3º Aplicação	
	Data	E	Data	E	Data	E
1 – Testemunha	--	--	--	--	--	--
2 – Vegetativo	02/12/2018	V7	23/12/2018	R3	06/01/2019	R5.1
3 – R1	10/12/2018	R1	31/12/2018	R4	14/01/2019	R5.2
4 – 7DE	16/01/2019	R5.1	06/02/2019	R5.4	--	--
5 – 14DE	23/01/2019	R5.3	--	--	--	--
6 - 21DE	30/01/2019	R5.4	--	--	--	--
7 – 10% AFL	--	--	--	--	--	--
8 – 10%	26/01/2019	R5.3	--	--	--	--

*Aplicações realizadas seguindo critério de aplicação + 21 + 14 dias. DE – dias após detecção de esporos, AFL – Área foliar lesionada, I – Incidência, E – estágio fenológico da cultura.
-- Aplicação não realizada devido estádio fenológico avançado da cultura.

QUADRO 3. Cronograma de aplicações fungicidas para época II (novembro).

Critérios de aplicação	1º Aplicação		2º Aplicação		3º Aplicação	
	Data	E	Data	E	Data	E
Testemunha	--	--	--	--	--	--
Vegetativo	20/12/2018	V7	10/01/2019	R3	24/01/2019	R5.1
R1	27/12/2018	R1	17/01/2019	R4	30/01/2019	R5.2
7DE	16/01/2019	R4	06/02/2019	R5.3	--	--
14DE	23/01/2019	R5.1	03/02/2019	R5.1	--	--
21DE	30/01/2019	R5.3	--	--	--	--
10% AFL	15/02/2019	R5.4	--	--	--	--
10% I	26/01/2019	R4	16/02/2019	R5.4	--	--

*Aplicações realizadas seguindo critério de aplicação + 21 + 14 dias. DE – dias após detecção de esporos, AFL – Área foliar lesionada, I – Incidência, E – estágio fenológico da cultura.

-- Aplicação não realizada devido estágio fenológico avançado da cultura.

QUADRO 4. Cronograma de aplicações fungicidas na época III (Dezembro).

Critérios de aplicação	1º Aplicação		2º Aplicação		3º Aplicação	
	Data	E	Data	E	Data	E
Testemunha	--	--	--	--	--	--
Vegetativo	12/01/2019	V7	03/02/2019	R4	17/02/2019	R5.3
R1	24/01/2019	R1	15/02/2019	R5.1	01/03/2019	R5.4
7DE	16/01/2019	V7	06/02/2019	R4	20/02/2019	R5.3
14DE	23/01/2019	R1	03/02/2019	R5.1	17/02/2019	R5.3
21DE	30/01/2019	R3	20/02/2019	R5.3	---	--
10% AFL	15/02/2019	R5.2	--	--	--	--
10% I	26/01/2019	R2	16/02/2019	R5.3	--	--

*Aplicações realizadas seguindo critério de aplicação + 21 + 14 dias. DE – dias após detecção de esporos, AFL – Área foliar lesionada, I – Incidência, E – estágio fenológico da cultura.

-- Aplicação não realizada devido estágio fenológico avançado da cultura

Para a primeira época, não foi efetuado o tratamento considerando a severidade da ferrugem da soja, visto que a severidade da ferrugem da soja não atingiu o mínimo de 10% em área foliar lesionada. No tratamento de aplicação fungicida aos setes dias após a detecção de esporos (7DE), foram realizadas duas aplicações na primeira época, duas na segunda e três na terceira época.

Para o tratamento com aplicação fungicida 14DE, houve apenas uma aplicação na primeira época, visto a chegada tardia da ferrugem na cultura da soja, posteriormente foram efetuadas duas e três aplicações, para a primeira e segunda época subsequente.

Já no tratamento aos 21DE realizou-se uma única aplicação na primeira época e duas na terceira época com maior severidade. Nos tratamentos tradicionais com início no estágio vegetativo ou no florescimento foram mantidas três aplicações.

Houve interação tripla para área abaixo da curva de progresso (AACP) para lesões e urédias, severidade no estágio R6, MMG e produtividade. A área abaixo da curva de progresso lesões variou ao longo da época de semeadura da soja e da cultivar utilizada, no desdobramento cultivar x protocolo fungicida x época (Quadro 5). Com o aparecimento tardio da ferrugem da soja, menor AACP foi observada entre os tratamentos para a primeira época, em consequência ao menor período da soja a campo após o aparecimento da doença, limitando o progresso da ferrugem da soja. Considerando o tratamento de testemunha da primeira época, houve aumento de 19x e 47,5x para a AACP de lesões na segunda e terceira época, respectivamente. De fato, estudos abordando épocas de semeadura da soja, relatam que a semeadura na época mais próxima ao início da safra de verão (nos primeiros dias após fim do vazio sanitário para cada região) permite menor nível de severidade da ferrugem da soja (OGOSHI et al., 2019; POLIZEL et al., 2011).

QUADRO 5. Área abaixo da curva de progresso (AACP) para lesões de *Phakopsora pachyrhizi* no desdobramento de interação tripla critérios de aplicação (CRIT) x épocas x cultivar de soja.

CRIT	Cultivar	AACP Lesões*					
		Época de semeadura					
		Outubro		Novembro		Dezembro	
T	M 6410	112,0	A(a)c	2199,8	A(a)b	5320,0	A(a)a
	TMG 7063	33,3	B(a)c	1044,8	B(a)b	1762,3	B(a)a
V7	M 6410	52,5	A(ab)c	640,5	A(cd)b	1708,8	A(c)a
	TMG 7063	7,0	B(a)c	530,3	A(b)b	1300,3	A(ab)a
R1	M 6410	35,0	A(b)b	715,8	A(cd)a	1169,0	A(c)a
	TMG 7063	1,8	A(a)b	446,3	A(b)a	689,5	A(b)a
7DE	M 6410	17,5	A(b)c	663,3	A(cd)b	1260,0	A(c)a
	TMG 7063	3,5	A(a)b	469,0	A(b)a	455,0	B(b)a
14DE	M 6410	22,8	A(b)b	535,5	A(d)b	1186,5	A(c)a
	TMG 7063	5,3	A(a)b	451,5	A(b)a	558,3	B(b)a
21DE	M 6410	21,00	A(b)b	967,8	A(bc)a	1484,0	A(c)a
	TMG 7063	10,50	A(a)b	789,3	A(ab)a	668,5	B(b)a
10%	M 6410	103,3	A(a)c	1289,8	A(b)b	2775,5	A(b)a
AFL	TMG 7063	40,3	B(a)c	946,8	B(a)b	1319,5	B(ab)a
10% I	M 6410	35,0	A(b)c	715,8	A(cd)b	2019,5	A(bc)a
	TMG 7063	10,5	A(a)b	649,3	A(ab)a	875,0	B(ab)a

*I - Médias seguidas por letras diferentes maiúsculas na coluna, compara-se cultivares na época, dentro de cada critério de aplicação, II - médias seguidas por letras minúsculas na linha, compara-se as cultivares entre as épocas de semeadura, III - médias por letras minúsculas na coluna, compara-se os critérios de aplicação, para cada cultivar e época de semeadura. Letras diferentes diferem entre si pelo teste tukey a $p < (0,05)$. O Apêndice L ilustra o procedimento para comparação múltipla. Diferenças mínimas significativas estão registradas no Apêndice H. C.V. (%): parcelas / Épocas = 17,65; subparcelas / cultivares = 35,90; subsubparcelas = 33,32. Test. = tratamento controle, DE – dias após detecção de esporos, AFL – Área foliar lesionada, I – Incidência.

Godoy et al. (2020), relatam que o resultado esperado com o vazio sanitário é o atraso nas primeiras ocorrências de ferrugem-asiática na safra, reduzindo a possibilidade de ocorrência da doença nos estádios iniciais de desenvolvimento nas

primeiras sementeiras, e conseqüentemente podendo reduzir o número de aplicações fungicidas.

Na análise dos múltiplos fatores, para primeira e segunda épocas de sementeira, seguindo critério de aplicação aos 7 e 14DE, foram obtidos resultados similares a nível de severidade que os tratamentos seguindo critério de aplicação inicial no estágio vegetativo e no florescimento, independente da época de sementeira e cultivar utilizada, mesmo com o menor número de aplicações fungicidas.

Na época com maiores níveis de severidade da ferrugem da soja (sementeira em dezembro), verificou-se que as aplicações realizadas aos 7DE e 14DE e aos 10% de incidência da ferrugem da soja, obtiveram os menores níveis de AACP junto ao tratamento padrão de aplicações fungicidas de R1, em ambas cultivares.

Tendências similares foram observadas em AACP para urédias (Quadro 6). As aplicações fungicidas iniciadas aos 7 e 14DE obtiveram AACP similar ao protocolo tradicional de aplicação fungicida a partir do florescimento, independente da época de sementeira da cultura em monitoramento. Tanto a aplicação pelo critério tradicional como pelo indicativo de coleta de esporos aos 7 e 14 dias reduziram a AACP de lesões e urédias em relação à testemunha sem aplicação. Quando a aplicação foi realizada aos 21 dias após a coleta de esporos de *P. pachyrhizi*, não houve diferença para testemunha, na terceira época com a cultivar TMG 7063. Neste intervalo, a aplicação foi realizada após identificação de incidência significativa acima de 10%, com posterior aplicação ao tratamento baseado na incidência da ferrugem da soja (10% I), o que pode ter dificultado o manejo na forma curativa. Nascimento et al. (2018) relatam que aplicações de fungicidas mais próximos da detecção de ferrugem em soja proporcionam maior controle da doença do que aquelas efetuadas tardiamente.

QUADRO 6. Área abaixo da curva de progresso (AACP) para urédias de *Phakopsora pachyrhizi* no desdobramento de interação tripla critérios de aplicação x épocas x cultivar de soja.

CRIT	Cultivar	AACP Urédias*					
		Época de semeadura					
		Outubro		Novembro		Dezembro	
Test.	M 6410	120,8	A(ab)c	2336,3	A(a)b	6137,3	A(a)a
	TMG 7063	43,8	B(ab)c	1149,8	B(a)b	2444,8	B(a)a
V7	M 6410	59,5	A(bc)b	703,5	A(d)b	2248,8	A(c)a
	TMG 7063	14,0	B(ab)c	612,5	A(bc)b	1799,0	A(ab)a
R1	M 6410	40,3	A(c)b	796,3	A(d)b	1611,8	A(c)a
	TMG 7063	5,3	A(ab)b	507,5	B(c)a	866,3	A(b)a
7DE	M 6410	21,0	A(c)b	707,0	A(d)b	1657,3	A(c)a
	TMG 7063	3,5	A(b)b	553,0	A(c)a	600,3	B(b)a
14DE	M 6410	28,0	A(c)b	696,5	A(d)ab	1447,3	A(c)a
	TMG 7063	7,0	A(ab)b	539,0	A(c)a	682,5	A(b)a
21DE	M 6410	38,5	A(c)c	1118,3	A(c)b	2073,8	A(c)a
	TMG 7063	15,8	A(ab)c	896,0	B(ab)b	1678,3	A(ab)a
10% AFL	M 6410	150,5	A(a)c	1779,8	A(b)b	3743,3	A(b)a
	TMG 7063	77,0	B(a)b	1186,5	B(a)a	1524,3	B(ab)a
10% I	M 6410	52,5	A(bc)b	841,8	A(cd)b	2360,8	A(bc)a
	TMG 7063	14,0	A(ab)c	715,8	A(bc)b	1181,3	B(ab)a

*I - Médias seguidas por letras diferentes maiúsculas na coluna, compara-se cultivares na época, dentro de cada critério de aplicação, II - médias seguidas por letras minúsculas na linha, compara-se as cultivares entre as épocas de semeadura, III - médias entre parênteses seguidas por letras minúsculas na coluna, compara-se os critérios de aplicação, para cada cultivar e época de semeadura. Letras diferentes diferem entre si pelo teste tukey a $p < (0,05)$. O Apêndice L ilustra o procedimento para comparação múltipla. Diferenças mínimas significativas estão registradas no Apêndice I. C.V. (%): parcelas (épocas) = 31,49; subparcelas (cultivares) = 41,58; subsubparcelas (critérios) = 37,36. Test. = testemunha, DE – dias detecção de esporos, AFL – Área foliar lesionada, I – Incidência.

Em se tratando da severidade da ferrugem da soja no estágio R6 (Quadro 7), as pulverizações fungicidas aos 7 e 14 DDE foram eficazes na redução da severidade da ferrugem da soja.

A aplicação aos 7DE reduziu em 73,41 e 76,4% a severidade da ferrugem da soja, para as cultivares Monsoy 6410 e TMG 7063, respectivamente. Quando as aplicações foram iniciadas aos 14DE o controle estava entre 79-82% para estas cultivar.

QUADRO 7. Área foliar lesionada por *Phakopsora pachyrhizi* no estágio R6, em desdobramento de interação tripla critérios de aplicação x épocas x cultivar.

CRIT	Cultivar	Área foliar lesionada no estágio R6					
		Época de semeadura					
		Outubro		Novembro		Dezembro	
Test.	M 6410	2,88	A(a)c	27,50	A(a)b	42,50	A(a)a
	TMG 7063	2,00	A(a)c	13,80	B(ab)b	21,25	B(a)a
V7	M 6410	1,53	A(a)c	10,00	A(c)b	22,50	A(bc)a
	TMG 7063	0,50	A(a)c	8,80	A(abc)b	16,25	A(ab)a
R1	M 6410	0,75	A(a)b	6,30	A(c)a	10,00	A(cd)a
	TMG 7063	0,13	A(a)b	5,00	A(c)a	8,80	A(ab)a
7DE	M 6410	0,50	A(a)c	7,50	A(c)b	11,30	A(cd)a
	TMG 7063	0,13	A(a)b	5,00	A(c)a	5,00	A(b)a
14DE	M 6410	0,75	A(a)b	7,50	A(c)ab	8,80	A(cd)a
	TMG 7063	0,13	A(a)b	6,30	A(bc)a	3,80	A(b)a
21DE	M 6410	0,75	A(a)b	13,80	A(bc)b	20,00	A(bcd)a
	TMG 7063	0,50	A(a)b	11,30	A(abc)b	11,30	B(ab)a
10%	M 6410	3,00	A(a)c	20,00	A(ab)b	25,00	A(b)a
AFL	TMG 7063	1,75	A(a)c	15,00	B(a)b	11,30	B(ab)a
10% I	M 6410	0,50	A(a)c	12,50	A(bc)b	15,00	A(bc)a
	TMG 7063	0,15	A(a)b	8,80	A(abc)a	6,30	B(ab)a

*I - Médias seguidas por letras diferentes maiúsculas na coluna, compara-se cultivares na época, dentro de cada critério de aplicação, II - médias seguidas por letras minúsculas na linha, compara-se as cultivares entre as épocas de semeadura, III - médias entre parênteses seguidas por letras minúsculas na coluna, compara-se os critérios de aplicação, para cada cultivar e época de semeadura. Letras diferentes diferem entre si pelo Teste Tukey a $p < (0,05)$. O Apêndice L ilustra o procedimento para comparação múltipla. Diferenças mínimas significativas estão registradas no Apêndice J. C.V. (%): parcelas (épocas) = 46,80; subparcelas (cultivares) = 35,06; subsubparcelas (critérios) = 42,79. Test. = tratamento controle, DE – dias após detecção de esporos, AFL – Área foliar lesionada, I – Incidência.

Na análise de percentual de desfolha (Quadro 8) verificou-se maior retenção

foliar para os tratamentos com monitoramento de esporos em relação ao protocolo padrão de início de aplicação no vegetativo.

QUADRO 8. Percentual de desfolha em soja, desdobramento de interação tripla, em critérios de aplicação x épocas x cultivar.

CRIT	Cultivar	Percentual de desfolha (%)					
		Época de semeadura					
		Outubro		Novembro		Dezembro	
Test.	M 6410	20,00	A(ab)c	67,50	A(a)b	86,25	A(a)a
	TMG 7063	10,00	A(a)c	41,25	B(a)b	71,25	B(a)a
V7	M 6410	10,00	A(b)c	33,75	A(bcd)b	71,25	A(a)a
	TMG 7063	7,50	A(a)c	18,75	B(bc)b	48,75	B(ab)a
R1	M 6410	10,00	A(b)b	26,25	A(cd)b	63,75	A(ab)a
	TMG 7063	7,50	A(a)b	15,00	B(bc)b	26,25	B(bcd)a
7DE	M 6410	8,75	A(b)b	18,75	A(d)b	58,75	A(b)a
	TMG 7063	7,50	A(a)a	15,00	A(bc)a	10,00	B(d)a
14DE	M 6410	10,00	A(b)b	22,50	A(cd)ab	63,75	A(ab)a
	TMG 7063	7,50	A(a)b	15,00	A(bc)a	12,50	B(d)a
21DE	M 6410	12,50	A(ab)c	41,25	A(bc)b	71,25	A(ab)a
	TMG 7063	10,00	A(b)b	18,75	B(bc)ab	26,25	B(bcd)a
10%	M 6410	26,25	B(a)c	48,75	A(ab)b	71,25	A(ab)a
AFL	TMG 7063	15,00	A(a)b	33,75	B(ab)a	37,50	B(bc)a
10% I	M 6410	10,00	B(b)c	30,00	A(bcd)b	52,50	A(b)a
	TMG 7063	10,00	A(a)b	7,50	B(c)b	22,50	B(cd)a

*I – Médias seguidas por letras diferentes maiúsculas na coluna, compara-se cultivares na época, dentro de cada critério de aplicação, II – médias seguidas por letras minúsculas na linha, compara-se as cultivares entre as épocas de semeadura, III – médias entre parênteses seguidas por letras minúsculas na coluna, compara-se os critérios de aplicação, para cada cultivar e época de semeadura. Letras diferentes diferem entre si pelo teste tukey a $p < (0,05)$. O Apêndice L ilustra o procedimento para comparação múltipla. C.V. (%): parcelas (épocas) = 34,10; subparcelas (cultivares) = 28,36; subsubparcelas (critérios) = 11,40. Test. = tratamento controle, DE – dias após detecção de esporos, AFL – área foliar lesionada, I – incidência.

O protocolo com início em vegetativo por ter o início antecipado e limitado a três aplicações teve o encerramento das aplicações fungicidas antecipadas, sem a aplicação realizada na fase intermediária do enchimento de grãos, o que explicaria maior desfolha da cultura, com maior controle em estágio de maior severidade da doença. Contudo, esta diferenciação não foi observada para severidade da ferrugem da soja ou área abaixo da curva de progresso para lesões e urédias na comparação destes tratamentos.

O número de vagens por planta foi significativo para interação dupla cultivar e época de semeadura (Quadro 9). O menor número de vagens foi observado na ocasião de semeadura em terceira época. Este efeito também foi observado por Carmo et al. (2018), no estudo de épocas de cultivo para soja. Os autores descrevem que com o atraso da semeadura na safra de verão, as plantas antecipam o florescimento e são mais sensíveis à disponibilidade de água.

QUADRO 9. Número de vagens por planta de acordo com época de cultivo e cultivar.

Época	Cultivar			
	Monsoy 6410		TMG 7063	
Outubro	49,96	A a	49,50	A a
Novembro	46,34	B b	51,59	A a
Dezembro	38,56	C b	42,96	B a

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey 5% de probabilidade. D.M.S. na linha: 2.85 vagens, D.M.S na coluna: 2.85.

Para a massa de mil grãos (Quadro 10), verificou-se que os tratamentos via monitoramento de esporos obtiveram massa semelhante aos tratamentos tradicionais com três aplicações, independente da época e cultivar utilizada. Menor número de vagens foi observado à medida que se efetuou o atraso na semeadura.

QUADRO 10. Massa de mil grãos, desdobramento de interação tripla, em critérios de aplicação x épocas x cultivar.

		Massa de mil Grãos					
CRIT	Cultivar	Época de semeadura					
		Outubro		Novembro		Dezembro	
Test.	M 6410	119,2	B(ab)a	109,8	B(c)b	101,7	B(d)c
	TMG 7063	127,7	B(a)a	114,3	A(b)b	108,8	A(b)c
V7	M 6410	120,67	A(a)a	117,6	B(a)b	113,0	B(a)c
	TMG 7063	127,9	A(a)a	126,1	A(a)b	121,1	A(a)c
R1	M 6410	117,9	B(b)a	117,0	B(a)a	112,3	B(a)a
	TMG 7063	128,2	A(a)a	126,6	A(a)a	121,3	A(a)b
7DE	M 6410	119,5	B(ab)a	116,9	B(b)b	113,3	B(a)c
	TMG 7063	128,5	A(a)a	125,9	A(a)a	120,5	A(a)b
14DE	M 6410	120,0	B(ab)a	116,5	B(b)ab	112,9	B(a)b
	TMG 7063	128,7	A(a)a	125,8	A(a)a	120,8	A(a)b
21DE	M 6410	118,8	B(ab)a	117,9	B(a)a	113,1	B(a)b
	TMG 7063	126,9	A(a)a	125,3	A(a)b	122,0	A(a)b
10%	M 6410	118,9	B(a)a	109,3	B(c)b	104,3	B(c)c
AFL	TMG 7063	126,9	A(a)a	116,2	A(a)b	113,4	A(a)c
10% I	M 6410	121,6	B(a)a	113,5	B(b)b	107,3	B(b)c
	TMG 7063	127,6	A(a)a	116,8	A(a)b	117,8	A(a)b

*I - Médias seguidas por letras diferentes maiúsculas na coluna, compara-se cultivares na época, dentro de cada critério de aplicação, II - médias seguidas por letras minúsculas na linha, compara-se as cultivares entre as épocas de semeadura, III - médias entre parênteses seguidas por letras minúsculas na coluna, compara-se os critérios de aplicação, para cada cultivar e época de semeadura. Letras diferentes diferem entre si pelo teste tukey a $p < (0,05)$. O Apêndice L ilustra o procedimento para comparação múltipla. C.V. (%): parcelas (épocas) = 14,55; subparcelas (cultivares) = 8,25; subsubparcelas (critérios) = 12,30. Test. = tratamento controle, DE – dias após detecção de esporos, AFL – área foliar lesionada, I – incidência.

Para a produtividade da soja em relação a época de semeadura e cultivar utilizada (Quadro 11), foi observado menor produção para semeadura no terceiro período. Entre as cultivares, para os meses de outubro e dezembro a cultivar TMG 7063 apresentou maior média em rendimento de grãos.

QUADRO 11. Desdobramento de produtividade da soja em relação a época de semeadura e cultivar.

Época	Cultivar			
	Monsoy 6410		TMG 7063	
Outubro	2362,5	A b	2784,8	A a
Novembro	2350,6	A a	2387,9	B a
Dezembro	2057,2	B b	2246,2	C a

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey 5% de probabilidade.

No desdobramento da produtividade entre as épocas de semeadura e os critérios para aplicação fungicida (Quadro 12), não foi observado diferença significativa entre os critérios para os meses de outubro e novembro, igualando-se a testemunha sem aplicação fungicida. Este resultado ilustra um problema comumente observado na estratégia única de aplicação calendarizada, na qual, as aplicações fungicidas podem extrapolar a necessidade real necessária. Neste estudo, três aplicações fungicidas para o protocolo padrão não retornaram em incremento de produtividade.

Vale ressaltar que neste cenário, os tratamentos com monitoramento de esporos, também tiveram aplicações desnecessárias para a primeira e segunda época. Deste modo, aqui mostra-se também a necessidade de uma variável adicional para o modelo de tomada de decisão para aplicação fungicida, de modo que possa englobar um limite de dano econômico e adicionalmente, as condições climáticas na região.

QUADRO 12. Produtividade de cultivares de soja de acordo com cultivar e época de semeadura.

Critério para aplicação	Produtividade (kg ha ⁻¹)					
	Época de semeadura					
	Out.		Nov.		Dez.	
Testemunha	2569,1	A a	2329,6	A b	1841,8	D c
V7	2571,5	A a	2380,3	A b	2155,5	BC c
R1	2599,2	A a	2349,4	A b	2186,8	ABC c
7DE	2672,9	A a	2381,3	A b	2168,2	ABC c
14DE	2632,8	A a	2406,7	A b	2231,7	ABC c
21DE	2498,3	A a	2422,6	A a	2277,6	A b
10% AFL	2521,5	A a	2297,6	A b	2074,8	C c
10% I	2523,6	A a	2386,7	A b	2277,0	AB b

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey 5% de probabilidade. DE – dias após detecção de esporos, AFL – área foliar lesionada, I – incidência.

Para análise econômica em relação aos critérios de aplicação (Quadro 13), foi observado que os tratamentos por monitoramento de esporos mantiveram rendimento similar ao padrão de aplicação com início no florescimento. A aplicação fungicida realizada aos 21DE resultou em lucro estimada significativa (R\$ 425,9) em relação à testemunha sem aplicação fungicida para cultivar Monsoy 6410. Os demais protocolos para início de aplicação, obtiveram resultados similares aos da testemunha sem aplicação.

Para cultivar TMG 7063, o menor rendimento econômico em relação à testemunha sem aplicação foi observado nas aplicações seguindo critério de início das aplicações no estágio vegetativo, com redução de R\$ 470,7 ha⁻¹. Este dado tem relação direta com o nível de controle e o número de aplicações fungicidas realizadas. Neste tratamento a antecipação da aplicação fungicida culminou na falta de uma aplicação ao

final da cultura. Vale ressaltar que para metodologia proposta, não foi realizada quarta aplicação fungicida.

QUADRO 13. Rendimento econômico da soja em relação ao custo do tratamento fungicida e cultivar utilizada.

Critérios	Cultivar				
	Monsoy 6410		TMG 7063		
Testemunha	5590,3	B	b	6650,2	A a
V7	5728,7	AB	b	6179,5	B a
R1	5665,6	AB	b	6293,9	AB a
7DE	5782,6	AB	b	6439,8	AB a
14DE	5822,2	AB	b	6293,9	AB a
21DE	6016,2	A	b	6344,8	AB a
10% AFL	5682,4	AB	b	6252,5	AB a
10% I	5892,1	AB	b	6278,0	AB a

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey 5% de probabilidade.

Quando analisados os critérios para início de aplicação fungicida em relação a época de semeadura (Quadro 14), observou-se que não houve significância para aplicação fungicida em nenhum dos protocolos para época de outubro. O tratamento com início de aplicação no florescimento (R1), obteve lucro inferior a testemunha sem aplicação fungicida, redução média de R\$ 506,7, considerando o custo da aplicação fungicida e o controle obtido. Este fato, está relacionado ao custo proporcionado pela aplicação calendarizada em cenário de baixa severidade da ferrugem da soja, na qual mesmo sendo evidenciando controle fungicida, não houve retorno em produtividade para que pudesse ser convertido em lucro. Já para a terceira época, na qual a severidade da ferrugem da soja foi maior verificou-se que os protocolos com aplicação fungicida aos 21DE e aos 10% de incidência de urédias em folíolos, resultaram em maior retorno

econômico no rendimento da soja. Ambos protocolos obtiveram lucro de R\$ 643,35 em relação à testemunha sem aplicação fungicida.

QUADRO 14. Rendimento econômico da soja em relação ao custo do tratamento fungicida e época de semeadura.

Critério para aplicação	Preço (R\$)					
	Época de semeadura					
	Out.		Nov.		Dez.	
Testemunha	6889,2	A a	6406,4	A b	5065,0	B c
V7	6525,6	A a	5984,9	AB b	5351,7	AB c
R1	6601,8	A a	5899,7	B b	5437,8	AB c
7DE	6764,4	A a	6072,4	AB b	5386,6	AB c
14DE	6764,4	A a	6142,4	AB b	5561,3	AB c
21DE	6518,4	A a	6310,0	AB a	5712,9	A b
10% AFL	6582,2	A a	5966,4	AB b	5353,7	AB c
10% I	6464,0	A a	6087,4	AB b	5703,8	A c

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey 5% de probabilidade.

Os dados obtidos neste estudo geram questionamentos sobre a eficiência do atual modelo de aplicações fungicidas baseadas em calendarização para o Mato Grosso do Sul, que pode estar sendo efetuado com número de aplicações acima da eventual necessidade. Nesta região em questão, em épocas normais de semeadura entre setembro-outubro, é comum o aparecimento da ferrugem comumente surge tardiamente, após o florescimento em estágios mais avançados da cultura.

Importante se ressaltar que na safra de realização deste ensaio, a baixa precipitação no mês de dezembro e janeiro propiciaram condição adversa ao desenvolvimento do fungo *P. pachyrhizi*. Na mesma região onde desenvolveu-se este

estudo, Souza et al. (2020), obtiveram incremento no rendimento da cultura da soja em testes comparativos de fungicidas na safra 2016/17, nas condições em que a severidade média em área foliar lesionada e AACP de lesões e urédias, foi em torno de 2-3 vezes maior em relação ao observado neste estudo.

Outro ponto a ser considerado é que, o estudo aqui descrito foi realizado baseando unicamente na coleta de esporos da ferrugem da soja. Na safra de realização do ensaio os melhores níveis de precipitação coincidiram com a fase pós coleta dos primeiros esporos de *P. pachyrhizi*, na qual o fungo teria melhores condições para seu desenvolvimento, sendo assertivo para a tomada de decisão sobre a aplicação fungicida neste cenário. Contudo, fica evidente a necessidade de um fator adicional referente às condições climáticas.

Inicialmente, este estudo foi previsto com um fator adicional para tomada de decisão, relacionado ao molhamento foliar. Contudo, por falta de logística para tomada de dados em estação meteorológica, este fator não foi considerado. Para contribuição com novos estudos, sugere-se então, o estudo de um modelo de tomada de decisão em *machine learning*, a partir da construção de base dados adicionando outros fatores como ciclo da cultura, molhamento foliar, temperatura e sazonalidades locais, de modo a aprimorar o modelo de tomada de decisão para o controle da ferrugem da soja.

Além disto, sugere-se estudos na busca por otimizar o processo de identificação dos esporos, visto que no modelo aqui proposto é necessário equipe treinada para identificação das lâminas coletadas a campo. Nos estudos mais recentes, para outros patossistemas tem-se buscado associar o uso das armadilhas com coletores de esporos a técnicas de identificação rápida via PCR. Rahman et al. (2021) verificaram um modelo de identificação para *P. cubensis*, utilizando coletores de esporos aliados a um protótipo

de identificação via PCR, acelerando o processo de identificação e tomada de decisão para aplicação de fungicidas em cucurbitáceas.

Para melhor tomada de decisão para as aplicações fungicidas, pode-se associar os dados obtidos em coletores de esporos a dados abertos disponibilizados em plataformas de monitoramento, a exemplo do consórcio antiferrugem. A página do consórcio na internet reúne dados de pesquisa e também monitora as ocorrências da ferrugem da soja, a partir da colaboração de pesquisadores e de aproximadamente 100 laboratórios cadastrados no Brasil. A partir da detecção regional dos focos de ferrugem, a cada safra, e do compartilhamento digital dos dados, é gerado um mapa sobre a dispersão da doença, podendo utilizar-se como parâmetro adicional para verificar a favorabilidade a epidemia da ferrugem da soja e efetuar tomada de decisão sobre a realização ou não de aplicações fungicidas (CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM, 2021).

No contexto aqui discutido, as informações deste estudo, apresentam informações iniciais importantes para elaboração de novos modelos de manejo para ferrugem asiática da soja, para um manejo assertivo do melhor momento de aplicação de fungicidas, de modo que busque se manter a eficácia de controle e retornar em lucro por hectare da cultura.

4. CONCLUSÕES

O critério para início de aplicação fungicida por meio do monitoramento de esporos é eficaz no manejo da ferrugem da soja.

O diagnóstico de esporos pode ser utilizado como ferramenta de apoio à tomada de decisão para início de aplicações fungicidas.

Utilizando o modelo padrão de primeira aplicação no florescimento e de forma calendarizada culmina em maior número de aplicações fungicidas em relação a aplicações baseadas no monitoramento de esporos ou incidência da *P. pachyrhizi*.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALERTA FERRUGEM. **Alerta da ferrugem da soja IDR-PARANÁ**. 2021. Disponível em: <<https://www.google.com/maps/d/u/0/embed?mid=1Am0wW4DdGL26ivNkkagPrj2U3Y6sXH0&ll=-24.48140065633371%2C-51.64826426171875&z=7>>. Acesso em: 23 Mai. 2021.

BOLLER, W. **Aspectos econômicos da aplicação de fungicidas em órgãos aéreos**. In: Reis, E. M. Org. Critérios indicadores do momento para a primeira e intervalo de aplicações de fungicidas nas culturas de soja e trigo. Passo Fundo, Aldeia Norte Editora. 2010.

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

CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM. **Custo da ferrugem asiática da soja**. 2020. Disponível em <<http://www.consorcioantiferrugem.net/#/conteudos/view/5>>. Acesso em 05 Dez. 2020.

CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM. **Mapa da dispersão da ferrugem da soja**. Disponível em: <<http://www.consorcioantiferrugem.net/#/main>>. Acesso em 23/05/2011.

EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Guia Clima**. Disponível em: <<https://clima.cpa.embrapa.br/>>. Acesso em: 24/05/2021.

FORRER, E.; HEID, B.; REDFORD, S.; BIANCHETTE, R. A. Low-cost spore traps: an efficient tool to manage fusarium head blight through improved cropping systems. **Agronomy**, Adelaide, v. 11, n. 987, p. 1-16, 2021.

FRAC. Comitê de ação a resistência a fungicidas. **Recomendações para o manejo de resistência a fungicidas**. 2010. Disponível em <<https://www.frac-br.org/manejo-de-resistencia>>. Acesso em: 12 Nov. 2020.

GODOY, C. V.; FLAUSINO, A. M.; SANTOS, L. C. M.; PONTE, E. M. Eficiência do controle da ferrugem asiática da soja em função do momento de aplicação sob condições de epidemia em Londrina, PR. **Tropical Plant Pathology**, Sant Paul, v. 34, n. 1, p. 56-61, 2009.

GODOY, C. V.; KOGA, L.; CANTERI, M. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 7, p. 63-68, 2006.

GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; MEYER, M. C.; SOARES, R. M. **Ferrugem asiática da soja: bases para o manejo da doença e estratégias antirresistência**. Embrapa Soja, Londrina, 2020 (**Documentos, 428**).

HIRANO M.; HIKISHIMA, M.; SILVA, A. J.; XAVIER, S. A.; CANTERI, M. G. Validação de escala diagramática para estimativa de desfolha provocada pela ferrugem asiática em soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 36, n. 3, p. 248-250, 2010.

IGARASHI, W. T.; ISHIKARA, M. S.; OLIVEIRA, G. M.; ABI SAAB, O. J. G.; IGARASHI, S. Comparative morphology between uredospores of species of agricultural importance. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuavam v. 5, n. 3, p. 89-94, 2012.

NASCIMENTO, J. M.; GAVASSONI, W. L.; BACCHI, L. M. A.; OLIVEIRA, J. L.; LABORDE, M. C.; PONTIM, B. C. A.; MENDES, M. P. Manejo da ferrugem asiática da soja com aplicações de fungicidas iniciadas na detecção do patógeno ou posteriores. **Agrarian**, Dourados, v. 11, n. 39, p. 42-49, 2018.

NOTÍCIAS AGRÍCOLAS. **Cotação da soja**. 2021. Disponível em <<https://www.noticiasagricolas.com.br/cotacoes/soja>> Acesso em: 10 mai. 2021.

OLIVEIRA, G. M.; HELING, A. L.; POSSAMAI, E. J.; SEIXAS, C. D. S.; CONTE, O.; IGARASHI, W. T.; IGARASHI, S. **Coletor de esporos: descrição, uso e resultados no manejo da ferrugem asiática da soja**. Embrapa soja: Londrina. 2020 (Circular Técnica, 167).

OTTO, E.; HELD, B.; REDFORD, S.; BLANCHETTE, R. A..Detecting *Heterobasidion irregulare* in Minnesota and assessment of indigenous fungi on pines. **Forest Ecophysiology and Biology**, Auckland, v. 12, n. 57, 2021.

RAHMAN A.; STANDISH, R.; ARCANGELO, K. N.; OCAMPO, L. M. Clade-specific biosurveillance of *Pseudoperonospora cubensis* using spore traps for precision disease management of cucurbit downy mildew. **Plant Disease**, Sant Paul, v. 111, n. 2, 2021.

REIS, E. M.; ZANATTA, M.; REIS, A. C. **Eficiência do controle de uma doença para igualar ao custo da aplicação terrestre de fungicida** - Um exemplo de cálculo com a ferrugem da soja. In. 50º Congresso Brasileiro de Fitopatologia. Recife, **Anais...50 Anos de fitopatologia de manejo a edição do genoma**, 2019.

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

REIS, E. M.; DANELLI, A. L. D.; BRESOLIN, A. C. R.; DEUNER, C.; NICOLINI, F.; CARMONA, M. A.; BLUM, M. M. C.; BRUSTOLIN, R.; CASA, R. T.; ROSSI, R. L.; TSUKAHARA, R. Y.; BOLLER, W. **Indicadores do momento para aplicação de fungicidas visando controle de doenças nas culturas de soja e do trigo**. 2 ° ed. Passo Fundo: Berthier, 2013, 284p.

SOUZA, P. H. N.; DIAS, A. S.; GAVASSONI, W. L.; BACCHI, L. M. A.; PONTIM, B. C. A.; SILVA, R. A. L. Eficácia de fungicidas para o controle da ferrugem asiática da soja em Dourados – MS na safra 2016/17. **Agrarian**, Dourados, v. 13, n. 47, p. 17-26, 2020.

YORINORI, J. T. **Cancro da haste da soja: epidemiologia e controle**. Londrina: Embrapa Soja, 1996. 75 p. (Circular Técnica, 14).

ANEXO A – Escala fenológica para cultura da soja

Estádio	Descrição
I. Fase Vegetativa	
VC	Da Emergência a cotilédones abertos
V1	Primeiro nó, folhas unifolioladas abertas
V2	Segundo nó, primeiro trifólio aberto
V3	Terceiro nó, segundo trifólio aberto
Vn	Enésimo nó com trifólio aberto, antes da floração
II. Fase Reprodutiva	
R1	Início da floração até 50% das plantas com uma flor.
R2	Floração Plena. Maioria dos racemos com flores abertas
R3	Final da Floração, vagens com até 1,5 cm de comprimento
R4	Maioria das vagens no terço superior com 2 a 4 cm
R5.1	Grãos perceptíveis ao tato a 10% de granação
R5.2	Maioria das vagens entre 10 a 25% de granação
R5.3	Maioria das vagens entre 25 a 50% de granação
R5.4	Maioria das vagens entre 50 a 75% de granação
R5.5	Maioria das vagens entre 75 a 100% de granação
R6	Vagens com 100% de granação e folhas verdes
R7.1	Início a 50% do amarelecimento de folhas e vagens
R7.2	51 a 75% do amarelecimento de folhas e vagens
R7.3	Mais de 76% de folhas e vagens amareladas
R8.1	Início a 50% de desfolha
R8.2	Mais de 50% de desfolha à pré-colheita
R9	Ponto de maturação da colheita

Fonte: Yorinori (1996).

YORINORI, J. T. Cancro da haste da soja: epidemiologia e controle. Londrina:

Embrapa Soja, 1996. 75 p. (**Circular Técnica**, 14).

APÊNDICE A. Resumo de análise de variância para variáveis de número vagens por planta (VP), grãos por planta (G), massa de mil grãos (MMG), altura de plantas, altura inserção da primeira vagem (IP) e produtividade, em ensaio com metodologia I para desfolha artificial da soja.

F. V.	G.L.	VP	GP	IP	Altura de Plantas (cm)	MMG	PRODT kg ha⁻¹
Bloco	3	5,48**	60,51**	23,53*	1,03 ^{ns}	2,27 ^{ns}	207090,26 ^{ns}
Cultivar (V)	2	194,51**	1831,03**	2582,09**	1784,25**	113,29**	4556233,00**
Estádio (E)	2	368,28**	3219,04**	1292,90**	367,42**	1,21 ^{ns}	2077248,90**
N. Desfolha (D)	3	1949,23**	16985,36**	1147,32**	377,04**	0,51 ^{ns}	10364656,07**
V x E	4	33,95*	244,28*	55,43**	30,91**	2,51 ^{ns}	15524,76**
V x D	6	27,38**	136,73**	32,16**	84,05**	0,91 ^{ns}	15524,76 ^{ns}
E x D	6	96,23**	1028,48**	568,71**	145,66**	2,08 ^{ns}	515238,79**
V X E X D	12	15,01*	129,28**	47,660**	18,77**	0,53 ^{ns}	25040,47 ^{ns}
C.V. (%) Cultivar (Parcela)		21,23	11,48	5,56	1,20	1,66	21,79
C.V. (%) Estádio (Subparcela)		26,91	20,31	6,48	4,27	1,81	13,51
C.V. (%) Níveis Desfolha (Subsubparcela)		2565	23,45	6,28	2,81	2,02	14,71

*^{ns} não significativo, * significativo a $p < (0,01)$, ** significativo a $p < (0,05)$.

APÊNDICE B. Resumo de análise de variância para variáveis de número vagens por planta (VP), grãos por planta (G), massa de mil grãos (MMG), altura de plantas, altura inserção da primeira vagem (IP) e produtividade (PRODT), em ensaio com metodologia I para desfolha artificial da soja.

F. V.	G.L.	VP	GP	IP	Altura de Plantas (cm)	MMG	PRODT kg ha⁻¹
Bloco	3	27,74 ^{ns}	165,79 ^{ns}	2,51 ^{ns}	1,49 ^{ns}	7,81 [*]	174111,61 [*]
Cultivar (V)	2	109,41 ^{**}	781,56 [*]	78,84 ^{**}	1830,13 ^{**}	3025,25 ^{**}	4278681,16 ^{**}
Estádio (E)	2	329,43 ^{**}	2967,74 ^{**}	1,68 ^{ns}	338,76 ^{**}	1126,96 ^{**}	2146179,38 ^{**}
N. Desfolha (D)	3	3456,82 ^{**}	28642,18 ^{**}	1,43 ^{ns}	388,33 ^{**}	1642,32 ^{**}	13814089,50 ^{**}
V x E	4	32,83 ^{**}	269,71 ^{**}	1,43 ^{ns}	9,24 ^{ns}	39,51 ^{**}	91135,54 ^{**}
V x D	6	41,17 ^{**}	317,00 ^{**}	2,41 ^{ns}	72,35 ^{**}	53,09 ^{**}	41906,95 [*]
E x D	6	117,04 ^{**}	1055,84 ^{**}	1,35 ^{ns}	138,64 ^{**}	373,13 ^{**}	571652,00 ^{**}
V X E X D	12	14,80 [*]	115,08 [*]	1,25 ^{ns}	14,83 ^{**}	44,68 ^{**}	20326,48 ^{ns}
C.V. (%) Cultivar (Parcela)		29,17	22,47	6,85	9,93	0,99	6,68
C.V. (%) Estádio (Subparcela)		34,07	39,40	8,98	6,72	1,87	6,32
C.V. (%) Níveis Desfolha (Subsubparcela)		33,22	38,10	7,83	5,21	1,58	6,39

*ns não significativo, * significativo a $p < (0,01)$, ** significativo a $p < (0,05)$.

APÊNDICE C. Diferença mínima significativa (D.M.S) de fatores individuais em interação tripla para número de vagens por plantas, ensaio I – Capítulo I.

Quadro referência / Variável / Ensaio / Capítulo	ID	Comparação / Desdobramento	D.M.S.
Quadro 2 / Número de vagens por planta / Ensaio 1 / Capítulo I		Estádios da soja em cultivar Monsoy 6410 e nível de desfolha	4,39
	A	Estádios da soja em cultivar TMG 7063 e nível de desfolha	5,36
	A	Estádios da soja em cultivar CD 202 e nível de desfolha	3,64
	(a)	Monsoy 6410, dentro de cada estágio e nível de desfolha	4,01
	(a)	TMG 7063, dentro de cada estágio e nível de desfolha	6,15
	(a)	CD 202, dentro de cada estágio e nível de desfolha	4,10
	a	Níveis de desfolha, em cada cultivar e V8	5,06
	a	Níveis de desfolha, em cada cultivar e R3	3,87
	a	Níveis de desfolha, em cada cultivar e R5	4,50

ID* - Letra de identificação (comparação) utilizada no quadro referência / origem.

APÊNDICE D. Diferença mínima significativa (D.M.S) de fatores individuais em desdobramento de interação tripla para variável número de grãos por planta, ensaio I – Capítulo II.

Quadro referência / Variável / Ensaio / Capítulo	ID	Comparação / Desdobramento	D.M.S.
Quadro 3 / Número de grãos por planta / Ensaio II / Capítulo I	A	Estádios da soja em cultivar Monsoy 6410 e nível de desfolha	10,41
	A	Estádios da soja em cultivar TMG 7063 e nível de desfolha	13,87
	A	Estádios da soja em cultivar CD 202 e nível de desfolha	10,16
	(a)	Monsoy 6410, dentro de cada estádio e nível de desfolha	11,99
	(a)	TMG 7063, dentro de cada estádio e nível de desfolha	14,80
	(a)	CD 202, dentro de cada estádio e nível de desfolha	11,88
	a	Níveis de desfolha, em cada cultivar e V8	11,45
	a	Níveis de desfolha, em cada cultivar e R3	13,98
	a	Níveis de desfolha, em cada cultivar e R5	12,05

ID* - Letra de identificação (comparação) utilizada no quadro referência / origem.

APÊNDICE E. Diferença mínima significativa (D.M.S) de fatores individuais em desdobramento de tripla para altura de plantas de soja, ensaio I – Capítulo I.

Quadro referência / Variável / Ensaio / Capítulo	ID	Comparação / Desdobramento	D.M.S.
Quadro 4 / Altura de plantas / Ensaio 1 / Capítulo I	A	Estádios da soja em cultivar Monsoy 6410 e nível de desfolha	2,46
	A	Estádios da soja em cultivar TMG 7063 e nível de desfolha	4,32
	A	Estádios da soja em cultivar CD 202 e nível de desfolha	3,09
	(a)	Monsoy 6410, dentro de cada estádio e nível de desfolha	2,84
	(a)	TMG 7063, dentro de cada estádio e nível de desfolha	4,86
	(a)	CD 202, dentro de cada estádio e nível de desfolha	3,12
	a	Níveis de desfolha, em cada cultivar e V8	3,39
	a	Níveis de desfolha, em cada cultivar e R3	3,64
	a	Níveis de desfolha, em cada cultivar e R5	3,05

ID* - Letra de identificação (comparação) utilizada no quadro referência / origem.

APÊNDICE F. Diferença mínima significativa (D.M.S) de fatores individuais em desdobramento de interação tripla para massa de mil grãos, ensaio I – Capítulo I.

Quadro referência / Variável / Ensaio / Capítulo	ID	Comparação / Desdobramento	D.M.S.
Quadro 5 / Massa de mil grãos / Ensaio 1 / Capítulo I	A	Estádios da soja em cultivar Monsoy 6410 e nível de desfolha	4,73
	A	Estádios da soja em cultivar TMG 7063 e nível de desfolha	3,85
	A	Estádios da soja em cultivar CD 202 e nível de desfolha	3,03
	(a)	Monsoy 6410, dentro de cada estádio e nível de desfolha	5,52
	(a)	TMG 7063, dentro de cada estádio e nível de desfolha	4,48
	(a)	CD 202, dentro de cada estádio e nível de desfolha	3,14
	a	Níveis de desfolha, em cada cultivar e V8	3,75
	a	Níveis de desfolha, em cada cultivar e R3	2,97
	a	Níveis de desfolha, em cada cultivar e R5	4,77

ID* - Letra de identificação (comparação) utilizada no quadro referência / origem.

APÊNDICE G. Diferença mínima significativa (D.M.S) de fatores individuais em desdobramento da interação tripla para variável massa de mil grãos, ensaio I – Capítulo II.

Quadro referência / Variável / Ensaio / Capítulo	ID	Comparação / Desdobramento	D.M.S.
Quadro 9 / Massa de mil grãos / Capítulo II	A	Cultivares na época I - outubro, dentro cada critério de aplicação	1,84
	A	Cultivares na época II - novembro, dentro cada critério de aplicação	2,01
	A	Cultivares na época III - dezembro, dentro cada critério de aplicação	1,83
	(a)	Critérios de aplicação, dentro de cada cultivar para Época I - outubro	2,66
	(a)	Critérios de aplicação, dentro de cada cultivar para época II - novembro	2,87
	(a)	Critérios de aplicação, dentro de cada cultivar para época II - dezembro	2,52
	a	Épocas de semeadura, dentro de cada critério de aplicação para cultivar Monsoy 6410	2,60
	a	Épocas de semeadura, dentro de cada critério de aplicação para cultivar TMG 7063	2,92

ID* - Letra de identificação (comparação) utilizada no quadro referência / origem.

APÊNDICE H. Diferença mínima significativa (D.M.S) de fatores individuais em desdobramento da interação tripla para área abaixo da curva de progresso (AACP) de lesões por *Phakopsora pachyrhizi*, ensaio I – Capítulo II.

Quadro referência / Variável / Ensaio / Capítulo	ID	Comparação / Desdobramento	D.M.S.
Quadro 5 / AACP Lesões Ensaio I / Capítulo II	A	Cultivares na época I - outubro, dentro cada critério de aplicação	36,74
	A	Cultivares na época II - novembro, dentro cada critério de aplicação	254,05
	A	Cultivares na época III - dezembro, dentro cada critério de aplicação	610,05
	(a)	Critérios de aplicação, dentro de cada cultivar para Época I - outubro	61,76
	(a)	Critérios de aplicação, dentro de cada cultivar para época II - novembro	413,82
	(a)	Critérios de aplicação, dentro de cada cultivar para época II - dezembro	945,05
	a	Épocas de semeadura, dentro de cada critério de aplicação para cultivar Monsoy 6410	531,74
	a	Épocas de semeadura, dentro de cada critério de aplicação para cultivar TMG 7063	715,27

ID* - Letra de identificação (comparação) utilizada no quadro referência / origem.

APÊNDICE I. Diferença mínima significativa (D.M.S) de fatores individuais em desdobramento da interação tripla para variável área abaixo da curva de progresso (AACP) de urédias de *Phakopsora pachyrhizi*, ensaio I – Capítulo II.

Quadro referência / Variável / Ensaio / Capítulo	ID	Comparação / Desdobramento	D.M.S.
Quadro 6 / AACP Urédias Ensaio I / Capítulo II	A	Cultivares na época I - outubro, dentro cada critério de aplicação	306,32
	A	Cultivares na época II - novembro, dentro cada critério de aplicação	259,45
	A	Cultivares na época III - dezembro, dentro cada critério de aplicação	898,97
	(a)	Critérios de aplicação, dentro de cada cultivar para Época I - outubro	478,50
	(a)	Critérios de aplicação, dentro de cada cultivar para época II - novembro	424,04
	(a)	Critérios de aplicação, dentro de cada cultivar para época II - dezembro	1390,25
	a	Épocas de semeadura, dentro de cada critério de aplicação para cultivar Monsoy 6410	207,50
	a	Épocas de semeadura, dentro de cada critério de aplicação para cultivar TMG 7063	344,37

ID* - Letra de identificação (comparação) utilizada no quadro referência / origem.

APÊNDICE J. Diferença mínima significativa (D.M.S) de fatores individuais em desdobramento da interação tripla para variável área foliar lesionada por ferrugem da soja, ensaio I – Capítulo II.

Quadro referência / Variável / Ensaio / Capítulo	ID	Comparação / Desdobramento	D.M.S.
Quadro 7 / Área foliar lesionada por ferrugem da soja Ensaio I / Capítulo II	A	Cultivares na época I - outubro, dentro cada critério de aplicação	1,84
	A	Cultivares na época II - novembro, dentro cada critério de aplicação	4,97
	A	Cultivares na época III - dezembro, dentro cada critério de aplicação	7,69
	(a)	Critérios de aplicação, dentro de cada cultivar para época I - outubro	3,10
	(a)	Critérios de aplicação, dentro de cada cultivar para época II - novembro	7,80
	(a)	Critérios de aplicação, dentro de cada cultivar para época II - dezembro	12,53
	a	Épocas de semeadura, dentro de cada critério de aplicação para cultivar Monsoy 6410	4,60
	a	Épocas de semeadura, dentro de cada critério de aplicação para cultivar TMG 7063	2,92

ID* - Letra de identificação (comparação) utilizada no quadro referência / origem.

APÊNDICE K. Resumo de análise de variância para as variáveis área abaixo da curva de progresso (AACP) para lesões e urédias, severidade em área foliar lesionada no estágio R6 (SEVR6), percentual de desfolha (Desfolha), número de vagens por planta (NV), massa de mil grãos (MMG) e Produtividade (PRODT).



F. V.	G.L.	AACP Lesões	AACP Urédias	SEVR6	DESFOLHA	NV	MMG	PRODT
Bloco	3	45,287**	41,642**	0,012**	19,79 ^{ns}	12,20 ^{ns}	0,006 ^{ns}	14,400*
Época (E)	2	36142,241**	61613,206**	3,015**	23,450**	82,77**	1,584**	2947,627**
Cultivar (C)	2	11964,526**	15534, 838**	0,992**	15,950**	23,73**	3,072**	2445,625**
Critério (T)	3	4494,935**	6044,379**	0,494**	2,449**	39,80 ^{ns}	0,233**	85,504**
E x C	4	5546,518**	7030,215**	0,286**	4,115**	152,48**	0,006 ^{ns}	609,180**
E x T	6	1646,157**	1494,259**	0,105**	415,75**	31,67 ^{ns}	0,049**	51,653**
C x T	6	1285,987**	1494, 259**	0,091**	53,49 ^{ns}	7,61 ^{ns}	0,004**	29,885**
E X C X T	12	541,957**	645, 900**	0,027**	218,28**	242,28 ^{ns}	0,006**	11,799 ^{ns}
C.V. (%) Cultivar		17,65	31,49	65,14	34,10	9,40	1,13	2,05
C.V. (%) Estádio		39,90	41,58	36,92	24,53	9,36	1,61	4,14
C.V. (%) Níveis		33,33	37,35	43,42	28,38	13,71	1,00	5,01
Desfolha								

*^{ns} não significativo, * significativo a $p < (0,01)$, ** significativo a $p < (0,05)$. Para melhor visualização os dados de quadrado médio foram divididos por 1000.


APÊNDICE L - Ilustração exemplo para análise de letras, em teste de médias de interação tripla (análise múltipla)

ESQUEMA ILUSTRATIVO EXEMPLO PARA COMPARAÇÃO DE TABELAS COM TRÊS LETRAS




I – Letras maiúsculas na coluna, comparando-se na coluna os subfatores, dentro de cada fator para o TEMPO I [**Faz-se a comparação entre os Subfatores a cada intervalo de um fator, no tempo I**]

Fatores	Subfator	TEMPO I	TEMPO II	Comparação
FATOR A	Subfator I	A		
	Subfator II	A		
FATOR B	Subfator I	A		
	Subfator II	B		

II – Letras minúsculas entre parênteses comparam-se na coluna fatores, em cada nível de subfator para o TEMPO I [**Faz-se a comparação com o mesmo subfator do outro Fator, no tempo I**]

Fatores	Subfator	TEMPO I	TEMPO II	Comparação
FATOR A	Subfator I	(a)		
	Subfator II	(a)		
FATOR B	Subfator I	(a)		
	Subfator II	(a)		

II – Letras minúsculas na linha, comparam-se os tempos, em cada nível de fator para cada subfator [**Faz-se a comparação, entre os tempos, na linha em cada subfator**]

Fatores	Subfator	TEMPO I	TEMPO II	Comparação
FATOR A	Subfator I	a	a	
	Subfator II	a	a	
FATOR B	Subfator I	a	a	
	Subfator II	a	a	