

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE GRADUAÇÃO E EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA**

KLINSMANN LIMA LACERDA

**PRODUTIVIDADE DA SOJA COM DESFOLHA ARTIFICIAL EM DIFERENTES
ESTÁDIOS FENOLÓGICOS**

Santa Helena

2023

KLINSMANN LIMA LACERDA

**PRODUTIVIDADE DA SOJA COM DESFOLHA ARTIFICIAL EM DIFERENTES
ESTÁDIOS FENOLÓGICOS**

**SOYBEAN PRODUCTIVITY WITH ARTIFICIAL DEFOLIATION AT DIFFERENT
PHENOLOGICAL STAGES**

Trabalho de conclusão submetido ao Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Câmpus Santa Helena, como requisito parcial para obtenção do título Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. O Dr. Glauco Miranda

SANTA HELENA

2023



Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são

KLINSMANN LIMA LACERDA

**PRODUTIVIDADE DA SOJA COM DESFOLHA ARTIFICIAL EM DIFERENTES
ESTÁDIOS FENOLÓGICOS**

Trabalho de conclusão submetido ao Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Câmpus Santa Helena, como requisito parcial para obtenção do título Bacharel em Agronomia.

Aprovada em Santa Helena, 30 de novembro de 2023.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Glauco Vieira Miranda – Orientador

UTFPR

Prof. Jose Tobias Marks Machado

UTFPR

Profa. Dejjane Santos Alves

UTFPR

SANTA HELENA

2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado sabedoria e conhecimento para concluir este curso, também aos meus pais em especial minha mãe Maria Cleusa Lima que não mediu esforços para me ajudar em todas as questões ao longo de todo o curso assim possibilitando que eu realizasse meu sonho.

Agradeço especialmente ao meu orientador Prof. Dr. Glauco Vieira Miranda que esteve comigo desde o 2º período do curso me dando oportunidades de participar de iniciações científicas e me orientado sempre que precisasse com muita dedicação e paciência.

Agradeço também aos meus colegas e amigos João Pedro Manzano, Erisson Braun e Patrick Machado da turma que me auxiliaram nas avaliações desse trabalho e ao longo do curso sempre com muito companheirismo.

RESUMO

A área foliar da soja está relacionada com a fotossíntese e por isso, possui alta correlação com a produtividade e os estresses bióticos ou abióticos são importantes fatores que a reduzem. A área foliar também é dependente das características das cultivares, como o ciclo e sua fisiologia e das condições climáticas para desenvolvimento da planta. Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar os efeitos da desfolha em diferentes estádios fenológicos na produtividade de duas cultivares de soja. Para isto, foram instalados dois experimentos com as cultivares de soja M5947 IPRO e M6410 IPRO com diferentes ciclos e realizadas duas desfolhas artificiais com redução de 33% e 66% da área foliar. A redução da desfolha de 33% foi realizada retirando um folíolo de cada folha da planta e a de 66%, retirados dois folíolos nos estádios fenológicos de V5, R1, R3 e R5. Cada experimento foi conduzido em blocos casualizados com três repetições e parcelas de quatro linhas de cinco metros de comprimento e espaçadas de 0,50 cm. Os experimentos ocorreram em condições climáticas de baixa precipitação e altas temperaturas típicas da região, assim, o ambiente não foi o adequado para o desenvolvimento ótimo para maximizar o potencial produtivo. Houve interação significativa entre desfolhas e estádios fenológicos para cada cultivar, indicando que o efeito da desfolha na produtividade dependeu da intensidade e em qual estágio fenológico ocorreu. Para a cultivar M5947 IPRO, de ciclo mais precoce, a desfolha de 33% não afetou a produtividade e a desfolha de 66% afetou a produtividade nos estádios reprodutivos com maior intensidade no estágio R3 reduzindo em média 25% a produtividade. Para cultivar M6410 IPRO, de ciclo mais tardio, a desfolha de 33% afetou a produtividade no estágio V5 e a desfolha de 66% afetou no estágio R5. Pode-se concluir que a produtividade da soja reduz com a desfolha em maior ou menor intensidade dependendo do estágio fenológico que incide e também é dependente do grau de maturidade relativa da cultivar e agravada pelas condições climáticas desfavoráveis.

Palavras-chave: Área Foliar. Soja. Desfolha. Produtividade. Cultivar.

ABSTRACT

Soybean leaf area is related to photosynthesis and therefore has a high correlation with productivity and stresses are important factors that reduce it, such as defoliation caused by hail or insects. The leaf area is also dependent on the characteristics of the cultivars, such as the cycle and their physiology and climatic conditions for plant development. Thus, the objective of this work was to determine the effects of defoliation at different phenological stages on the productivity of two soybean cultivars. For this, two experiments were set up with soybean cultivars M5947 IPRO and M6410 IPRO with different cycles and two artificial defoliations (33% and 66%) the 33% defoliation was carried out by removing one leaflet from each leaf of the plant and the 66% defoliation was carried out by removing two leaflets. were carried out manually at the phenological stages of V5, R1, R3 and R5. Each experiment was conducted in randomized blocks with three replications and plots of four rows five meters long and spaced 0.50 cm apart. The experiments took place in climatic conditions of low precipitation and high temperatures typical of the region, therefore, the environment was not suitable for the optimal development of the plants. There was a significant interaction between defoliation and phenological stages for each cultivar, indicating that the effect of defoliation on productivity depended on the intensity and at which phenological stage it occurred. For cultivar M5947 IPRO, 33% defoliation did not affect productivity and 66% defoliation affected productivity in the reproductive stages with greater intensity in the R3 stage, reducing productivity by an average of 25%. For cultivar M6410 IPRO, 33% defoliation affected productivity at the V5 stage and 66% defoliation affected it at the R5 stage. It can be concluded that soybean productivity reduces with defoliation to a greater or lesser extent depending on the phenological stage that occurs and is also dependent on the degree of relative maturity of the cultivar and aggravated by unfavorable climatic conditions.

Keywords: Leaf Area. Soybean. Defoliate. Productivity. Row crop.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVO	10
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
3.1 A CULTURA DA SOJA	11
3.2 IMPORTÂNCIA DA ÁREA FOLIAR	12
3.3 PRINCIPAIS CAUSAS DE DESFOLHA NA CULTURA DA SOJA	14
3.4 ESTÁDIOS FENOLÓGICOS	14
4 MÉTODOS	17
4 RESULTADOS	21
5 DISCUSSÕES	29
6 CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) faz parte do grupo de commodities agrícolas com maior relevância no cenário mundial tal importância se justifica pelo uso dos grãos para alimentação humana e animal, óleo e biodiesel (CARVALHO *et al.*, 2015).

A soja é originária do continente asiático mas foi introduzida no Brasil inicialmente na Bahia e seu cultivo foi intensificado na década de 1970, devido à ampliação da indústria do óleo e a demanda da exportação do grão e dentre todas as culturas agrícolas (PANDOLFO, 2022). A cultura foi a que apresentou maior importância agrícola no Brasil a partir da década de 80 quando começou a ser cultivada no cerrado do Centro-Oeste brasileiro.

O Brasil possui 76,6 milhões de hectares de área com lavouras em seu território e a cultura da soja ocupa 42,89 milhões de hectares (CONAB, 2022). Devido a esta área, o Brasil ocupa o posto de maior produtor desse grão do mundo desde da safra 2020-2021 com a produção de 126 milhões de toneladas (USDA, 2022).

Para as lavouras brasileiras de soja apresentarem a mais alta produtividade global é necessário considerar fatores bióticos e abióticos que ocorrem durante todo o ciclo da cultura tais como pragas, doenças, plantas daninhas, temperatura, umidade e solo (GLIER, 2013). Estes fatores afetam diretamente a área foliar diminuindo sua interceptação de luz e a capacidade fotossintética das folhas ocorrendo o decréscimo nos componentes de produtividade dos grãos, como o número de vagens por planta, o número de grãos por vagens e a redução da massa dos grãos (DIOGO *et al.*, 1997; PARCIANELLO *et al.*, 2004; GLIER, 2013).

Uma das formas de avaliar o potencial produtivo de uma lavoura é analisando o índice de área foliar (IAF) que é a razão entre a área foliar unitária da cultura e a área da unidade de solo, podendo variar de acordo com a cultivar, sua adaptabilidade ao ambiente e aos fatores do solo (MALONE *et al.*, 2002; CÂMARA e HEIFEIG, 2000)

Como exemplo de fator biótico que afeta o IAF, tem-se insetos desfolhadores que se alimentam da soja e no Brasil a maioria dos insetos são desfolhadores, ocasionando o uso e o volume maior de inseticida usado pelos agricultores relacionado aos insetos

que se alimentam de folhas, pois este dano é facilmente observado e prejudicial na produtividade (PANIZZI, 1980). Como a falsa medideira (*Chrysodeixis includens*), lagarta-da-soja, (*Anticarsia gemmatalis*) e o complexo do gênero *spodoptera* que fazem parte das espécies de lepidópteros desfolhadores da cultura, causando danos diretos nas folhas e pode ocorrer durante todo o ciclo da cultura dificultando seu manejo (SOSA-GÓMEZ *et al.*, 2023). Este fator de estresse biótico é reduzido pelas cultivares com transgene de resistência da marca Intacta®.

Também algumas doenças que afetam a área foliar e umas das principais doenças da cultura é a ferrugem asiática causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* que causa intensa desfolha podendo reduzir drasticamente a produtividade. A ferrugem asiática pode surgir em qualquer estágio de desenvolvimento, podendo ocorrer nos cotilédones, folhas e hastes (ALVES, 2018). Os sintomas iniciam-se nas folhas inferiores das plantas, como lesões diminutas, de formato poligonal e coloração mais escura do que o tecido sadio da folha, causando a queda prematura das folhas que impede a plena formação dos grãos (YORINORI *et al.*, 2003).

O fator abiótico que reduz o IAF é a chuva de granizo que causa danos às folhas, hastes, ápice de crescimento que pode acarretar à morte das plantas e redução de estande das lavouras (KLEIN, 2011).

Outra variável importante é em qual estágio fenológico ao decorrer do desenvolvimento da cultura a desfolha acontece (SINCLAIR *et al.*, 2005). Mesmo com várias causas do desfolhamento durante todo seu ciclo, a soja possui tolerância à desfolha, a resposta das cultivares à redução do IAF pode variar, dependendo dos estádios de desenvolvimento das plantas e da época (BATISTELA *et al.*, 2012).

2 OBJETIVO

Determinar os efeitos da desfolha em diferentes estádios fenológicos na produtividade de duas cultivares de soja.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A CULTURA DA SOJA

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma espécie dicotiledônea, herbácea que pertencente à família das Fabaceae, o seu caule pode alcançar 80-150 cm de comprimento mas a estatura das plantas de soja varia, dependendo das condições do ambiente e principalmente da cultivar sendo, ideal está entre 0,80 e 1,10 m, o que facilita a colheita mecânica e evita o acamamento (NEUMAIER *et al.*, 2015).

No decorrer do ciclo a soja apresenta dois tipos de folhas unifolioladas que são as primeiras folhas verdadeiras e as trifolioladas composta por três folíolos, as quais são oriundas de nós na haste principal. Possuem ápice agudo e a base cordada ou seja firme e pouco espessa, as flores são reunidas em cachos curtos, axilares, sésseis, de podem ser da cor branca, amarela ou violácea. De acordo com a cultivar, as vagens possuem de uma a quatro sementes e as sementes são lisas, de formato quase sempre ovalada ou esférica achatada e possuem hilo na coloração amarelo ou castanho claro a preto (ZANON *et al.*,2022).

A soja é uma planta de dias curtos com ciclo de 70 a 200 dias sendo mais comum no Brasil de 95 a 140 dias, possui maior adaptabilidade em temperaturas entre 20 e 30°C, sendo a ideal em torno de 30°C sendo que temperaturas acima de 40°C tem efeito adverso na taxa de crescimento, causando abscisão floral e diminuição da capacidade de retenção das vagens, que esses agravado com o déficit hídrico (SEDIYAMA *et al.*, 2015).

A evolução da soja ocorreu a partir de cruzamentos naturais entre as espécies selvagens e foram domesticadas por habitantes na região que hoje é a China (EMBRAPA SOJA, 2008). O cultivo da soja no Brasil se iniciou principalmente para uso na alimentação animal mas foi nas décadas 80 e 90 que teve sua expansão em direção ao cerrado do Brasil central (SEPROTEC, 2008).

Devido ao valor da produção da soja no Brasil e no mundo, empresas e instituições públicas passaram a investir em novas tecnologias e estudos para melhor desenvolvimento, adaptabilidade e produtividade das lavouras.

3.2 IMPORTÂNCIA DA ÁREA FOLIAR

A área foliar da soja é um importante indicativo da produtividade, pois está correlacionada com a fotossíntese e por isso o aumento da área foliar também aumenta a taxa de interceptação de luz (NAZARÉ JÚNIOR *et al.*, 2009). Essa maior capacidade de interceptação de luz está relacionada com o desenvolvimento fisiológico da planta como a fixação biológica, alongamento do caule herbáceo e ramificações, indução do florescimento da planta, expansão foliar, pegamento de vagens e grãos (CÂMARA, 2000).

Por outro lado, o aumento excessivo da área foliar causa uma redução na captação de luz pelo sombreamento causado pelas próprias folhas superiores nas inferiores, diminuindo as taxas fotossintéticas (QUINTINO *et al.*, 2013). Assim, pode ocasionar a senescência antecipada da planta, causando desuniformidade na lavoura pelo aumento da respiração e desbalanceamento da fotossíntese limitando a produtividade (CORRÊA, 2008).

Uma maneira de avaliar a área foliar e se esta está adequada é pelo Índice de Área Foliar. O IAF é a relação entre a área das folhas da planta e a área de solo que ocupam, através das medidas lineares das folhas (ZANON *et al.*, 2015). O IAF é também utilizado para definir a quantidade de área foliar do dossel da planta que consegue converter a radiação em matéria seca pelo processo fotossintético (HEIFFIG *et al.*, 2006).

Fisiologicamente as folhas do caule herbáceo é a maior fonte de IAF na soja com uma média de 85% na composição total do IAF total e as ramificações com uma média de 15% no IAF total, sendo que os fatores como cultivar, densidade de plantas e época de semeadura podem alterar (ZANON *et al.*, 2022).

Ao longo do ciclo da soja o IAF é desenvolvido, mas há fatores como a interação cultivar x ambiente x manejo que determina como será seu desenvolvimento e manejo. Cada cultivar possui uma capacidade diferente de ramificação e formação de seu dossel, tornando muito importante conhecer esta característica da cultivar para determinar a densidade de plantas e conseqüentemente o IAF (ZANON *et al.*, 2022).

A relação entre o IAF com a produtividade de grãos está relacionada a dois conceitos de ecofisiologia, o IAF crítico e IAF ótimo. O IAF crítico é a relação entre as quantidades de folhas necessárias para ocorrer 95% de interceptação de radiação solar e o IAF ótimo é quando a interceptação de radiação solar atinge seu máximo e o aumento do IAF não interfere na interceptação (HAY *et al.*, 2006).

Sendo assim segundo Tagliapietra *et al.*, (2018) para atingir produtividades próximas a 6,0 ton ha⁻¹ definiu valores de IAF para cada estágio crítico sendo o IAF crítico de 3,5 m²/m² para o início do florescimento e IAF ótimo de 6,2 m²/m² (cálculo da área de folhas (m²) por área de solo (m²)), no início do enchimento de grãos através da função de limite proposta por French e Schultz, (1984) que utilizada para quantificar a influência de um fator sobre o outro nesse caso o IAF para produtividade.

3.3 PRINCIPAIS CAUSAS DE DESFOLHA NA CULTURA DA SOJA

A queda de folhas da planta de soja antes da senescência natural ou induzida para colheita dos grãos ou sementes pode estar relacionada a fatores ambientais como por exemplo, chuva excessiva, vento em alta velocidade, chuvas de granizos e pela ocorrência de doenças e pragas na cultura.

No caso das chuvas de granizo elas podem provocar danos nas folhas, hastes e ápice de crescimento, o que causa redução da área foliar, lesões que favorecem a incidência de doenças e morte das plantas (CERA *et al.*, 2016). A severidade dos danos provocados na planta estão ligados ao tamanho, densidade e velocidade de queda das pedras de gelo, da duração e velocidade do vento e do estágio fenológico da planta (MOTA, 1981).

Entre as doenças que mais causam redução na área foliar da cultura da soja destacam-se as ocasionadas por fungos, que causam impacto destrutivo das folhas (ANDRADE, 2002). Entre elas tem a que merece destaque e importância por não possuir resistência genética é a ferrugem asiática causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* que reduz a atividade fotossintética pela destruição dos tecidos foliares, causando desfolha prematura, redução do ciclo e a queda prematura das folhas evitando a plena formação dos grãos (YORINORI *et al.*, 2003).

Também outras patógenos causam doenças porém com manejo adequado podem ser controladas como a antracnose (*Colletotrichum truncatum*), a septoriose (*Septoria glycines*), a mancha olho-de-rã (*Cercospora sojina*) e a mancha alvo (*Corynespora cassiicola*) tendo em vista a maior ocorrência e seu impacto na produção da soja, incidindo nas folhas, vagens e os grãos (KIMATI *et al.*, 2005).

Outro exemplo são os insetos desfolhadores como a falsa medideira (*Chrysodeixis includens*), lagarta-da-soja, (*Anticarsia gemmatilis*) e o complexo do gênero spodoptera que fazem parte das espécies de lepidópteros desfolhadores da cultura, causando danos diretos nas folhas e pode ocorrer durante todo o ciclo da cultura.

3.4 ESTÁDIOS FENOLÓGICOS

Quando se tem os conhecimentos dos estádios fenológicos ou de desenvolvimento de uma planta é possível identificar suas características morfológicas, auxiliando na tomada de decisões quanto à prática de tratamentos culturais, aplicação de insumos, tratamentos fitossanitários e colheita (FARIAS *et al.*, 2007).

O sistema de classificação do estágio fenológico proposto por Fehr e Caviness (1977) dividiu o ciclo da cultura em estádios vegetativos e reprodutivos em que o período vegetativo é representado pela letra V, que vem acompanhada de números que são os números de nós com folhas compostas emitidas e com a lâmina foliar sem os bordos se tocando. Com base na escala proposta por Fehr e Caviness (1977), uma planta de soja está em V5 quando apresenta o quinto nó visível e a quarta folha trifoliolada completamente desenvolvida, porém, para contabilização do estágio é necessário que os bordos dos folíolos da folha acima não estejam mais se tocando.

Apenas, os estádios vegetativos de emergência e cotilédone são denominados diferentemente como VE e VC, respectivamente (NEUMAIER *et al.*, 2000).

Os estádios reprodutivos da cultura da soja são representados pela letra R e são oito no total. O florescimento são os estádios R1 (início do florescimento) e R2 (florescimento completo), estádios R3 (início de formação de vagem) e R4 (vagem completa), estádios R5 (início de enchimento de grãos) e R6 (grãos completos) e por fim, estádios R7 (início da maturação) e R8 (maturação completa) (BERNIS; VIANA, 2015).

O início do florescimento é identificado pelo estágio R1 que ocorre com aparecimento da primeira flor aberta, em qualquer nó do caule herbáceo. Normalmente a primeira flor aparece em um dos nós da porção média da haste (FEHR; CAVINESS, 1977).

O estágio R3 é Início do desenvolvimento das vagens, conhecido também como estágio de canivettino, onde as vagens apresentam até 5 mm de comprimento. Este estágio é de grande importância para a definição do componente de produtividade, como o número de vagem por planta.

O estágio R5 é compreendido pelo enchimento dos grãos, em que ocorre redistribuição de matéria seca e nutrientes das partes vegetativas para os grãos. O estágio fenológico da soja R5 é subdividido em 5 pontos, onde corresponde ao enchimento dos grãos até atingirem seu tamanho potencial (NEUMAIER *et al.*, 2000).

Para melhor detalhamento deste estágio Ritchie *et al.*, (1977) propuseram a subdivisão em R5.1; R5.2; R5.3; R5.4 e R5.5, em que:

- R5.1 – grãos perceptíveis ao tato (equivalente a 10% da granação);
- R5.2 – granação de 11% a 25%;
- R5.3 – granação de 26% a 50%;
- R5.4 – granação de 51% a 75%;
- R5.5 – granação de 76% a 100%.

É nesse estágio que o ataque de insetos sugadores como percevejos pode reduzir a produtividade podendo atingir perdas acima de 30% nas lavouras sendo que um percevejo por metro quadrado acarreta em uma redução de 49 a 120 kg de grãos/ha (COSTA, 2022). Quando os ataques são nos estágios iniciais de R5 pode não haver formação de grãos e nos estágios mais tardios de R5 poderá ocorrer a redução do tamanho e massa dos grãos. Além disso, condições de estresse climáticos também poderão reduzir a massa dos grãos (CORRÊA-FERREIRA, 2005).

4 MÉTODOS

O experimento foi realizado na Área Experimental do Câmpus da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR em Santa Helena, PR. As coordenadas geográficas são latitude Sul 24° 51' 51" e longitude Oeste 54° 19' 49". As condições climáticas são subtropical úmida, com verões quentes, geadas pouco frequentes e chuvas em todos os meses do ano.

O solo da área foi classificado como Nitossolo Vermelho Latossólico de textura argilosa, com as seguintes características na camada 0-0,20 m: pH (H₂O) = 6,2; Al trocável (cmolc dm⁻³) = 0,17, baixo; Ca+Mg (cmolc dm⁻³) = 6,10, alto; P (mg dm⁻³) = 8,35, alto; K (cmolc dm⁻³) = 0,26 ou 101 mg dm⁻³, médio; matéria orgânica (g dm⁻³) = 32,17, médio; V (%) = 59,77, médio; saturação em alumínio (%) = 2,60, baixo; soma de bases (cmolc dm⁻³) = 6,36, alto; CTC (cmolc dm⁻³) = 10,64. O clima da região, de acordo com a classificação de Koppen é o subtropical úmido segundo IAPAR (1994). Nesta mesorregião, apresenta variações significativas de precipitação (1400 a 2000 mm/ ano) e temperatura média (21 a 23 °C) (ROCHA; BADE, 2018).

Foram instalados dois experimentos, um com a cultivar M 5947 IPRO com grau de maturidade relativa (GMR) 5.9 e o outro com a cultivar M 6410 IPRO com GMR 6.4. As duas cultivares foram escolhidas por apresentarem ciclos diferenciados e ambas serem muito semeadas na região.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com três repetições e nove tratamentos em esquema fatorial com um tratamento adicional. Oito tratamentos foram compostos pela combinação de duas desfolhas (33 e 66%) e quatro estádios fenológicos e um tratamento adicional sem desfolha (Tabela 1). Cada parcela possuía quatro linhas com espaçamento de 0,50 metros e 5 metros de comprimento, totalizando 10 m².

A semeadura foi realizada em 26/10/2022 sendo distribuída 12 sementes por metro com adução de 310 kg/ha do adubo 2-18-18, (NPK). A emergência das plantas ocorreu no dia 02/11/2022.

Tabela 1. Tratamentos em esquema fatorial combinados pelas desfolhas de 33% e 66% realizadas em quatro estádios fenológicos (V5, R1, R3 e R5) e uma testemunha sem desfolha para os experimentos com as cultivares M5947 IPRO e M6410 IPRO.

Tratamento	Estádio Fenológico	Desfolha %
Testemunha	-	-
T1	V5	33%
T2	R1	33%
T3	R3	33%
T4	R5	33%
T5	V5	66%
T6	R1	66%
T7	R3	66%
T8	R5	66%

As desfolhas artificiais foram realizadas manualmente com auxílio de uma tesoura em todas as folhas trifoliadas das plantas das quatro fileiras da parcela. Para a desfolha de 33% foi retirado um folíolo por trifólio de cada folha das hastes da planta e para a desfolha de 66% foram retirados dois folíolos de cada folha (Figura 1).

Figura 1 - Retirada de um folíolo e dois folíolos por trifólio de todas as plantas das fileiras úteis da parcela.



Fonte: Autor, 2022.

Os tratos culturais realizados consistiram na aplicação pré-semeadura para controle de plantas daninhas de glifosato 1,5 kg/ha (RoundUp® WG) e Haloxyfop-R-metílico 290 mL/ha (Verdict®). Em pós-semeadura foram feitas duas aplicações de glifosato 1,5 kg/ha (RoundUp® WG) mais cletodim 200 mL/ha (Poquer®) para controle de plantas daninhas. Para controle de doenças e percevejos foram realizadas duas aplicações da mistura piraclostrobina e fluxaproxade 250 mL/ha (Orkestra ®) e tiametoxam e cipermetrina 250 mL/ha (Engeo Pleno®) devido a altas populações de percevejos. Para a uniformização da maturação foi aplicado Diquate 2 L/ha (Reglone®).

As desfolhas de 33% e 66% foram realizadas nos estádios V5 (quarta trifoliolada completamente desenvolvida) no dia 06/12/2022 (Figura 2), R1 (aparecimento da primeira flor aberta) no dia 26/12/2022, R3 (presença de vagens de 5 milímetros) no dia 13/01/23 e R5 (grãos perceptíveis ao tato) no dia 25/01/23. Para identificar os estádios fenológicos foi utilizada a classificação de Fehr e Caviness (1977) (Tabela 2).

Tabela 2. Descrição dos estádios fenológicos da soja.

Estádio Fenológico	Denominação
VE	Emergência
VC	Cotilédones
V1	Primeiro nó
V2	Segundo nó
Vn	Enésimo nó
R1	Início do florescimento
R2	Florescimento pleno
R3	Início da formação de vagens
R4	Vagem completamente desenvolvida
R5	Início do enchimento de grão
R6	Grão verde ou vagem cheia
R7	Início da Maturação
R8	Maturação plena

Fonte: Adaptado de Fehr e Caviness (1977).

Figura 2. Desfolhas no estágio fenológico R5 na cultivar M6410 IPRO.

0% de desfolha

33% de desfolha

66% de desfolha



Fonte: Autor, 2022.

Procedeu-se à colheita dos grãos com o auxílio de uma roçadeira e uma trilhadeira onde foi colhido as quatro linhas da parcela e armazenadas em sacos plásticos identificados (Figura 3). A colheita foi realizada em diferentes datas, devido as cultivares apresentarem diferentes ciclos, M5947 IPRO colhida no dia 09/03/2023 com 127 dias após a emergência (DAE) e a M6410 IPRO colhida no dia 23/03/2023 com 141 (DAE).

Figura 3 - Cada saco plástico contendo as sementes colhidas de quatro parcelas com quatro linhas.



Fonte: Autor, 2023.

Após a colheita procedeu-se a separação das parcelas em sacos plásticos e feita a pesagem das sementes e foi mensurada a umidade para realizar a correção da produtividade em kg/ha, assim a umidade de 13% dos grãos foi padronizada em todas as parcelas.

Inicialmente foi verificado a normalidade dos dados das variáveis pelo teste de Shapiro-Wilks. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância e seus desdobramentos quando a interação foi significativa, o teste de F e a comparação de médias utilizando o pacote ExpDes.pt do software R (R CORE TEAM, 2021). As análises de variância foram desdobradas de acordo com a significância da interação da porcentagem de desfolhas x estádios fenológicos de desenvolvimento e o teste de média quando significativo.

4 RESULTADOS

As análises estatísticas foram realizadas considerando duas repetições dos experimentos, pois uma das repetições de cada experimento foi atacada por formiga cortadeira nos primeiros blocos logo após a germinação das plantas. Este ataque de formigas cortadeiras é uma das causas da desfolha na soja, que aqui foi descartada pois não foi uniforme e não se podia quantificar sem análise destrutiva.

Antes da realização das análises de variância, foi realizado o teste de Shapiro-Wilk a 5% de significância demonstrando que os resíduos podem ser considerados normais.

O experimento com a cultivar M5947 IPRO apresentou o coeficiente de variação de 12,87%. Na análise de variância, a produtividade de grãos das duas desfolhas desconsiderando os estádios fenológicos em que elas foram realizadas foram não significativas ou semelhantes (Tabela 3). Também, a produtividade de grãos nos quatro estádios de desfolhamento, desconsiderando as desfolhas, foram semelhantes (Tabela 3). Ainda, o contraste testemunha (sem desfolha) vs fatorial (desfolhas x estádios) foram estatisticamente semelhantes e com médias de 1630 kg/ha (Tabela 3). No entanto, a interação entre as desfolhas e os estádios fenológicos foi estatisticamente diferente, indicando que a produtividade de grãos de cada desfolha foi diferenciada em cada estágio ou vice-versa (Tabela 3).

Tabela 3: Análise de variância da produtividade de grãos em função das desfolhas de 33% e 66% nos estádios fenológicos V5, R1, R3 e R5 e o contraste testemunha vs tratamentos com desfolha da cultivar M5947 IPRO.

	GL	SQ	QM	Fc
Blocos	2	64488	32244	0,731ns
Desfolhas	1	17889	17889	0,405ns
Estádios fenológicos	3	235413	78471	1,779ns
Desfolha vs Estádios	3	542340	180780	4,098*
Testemunha vs Fatorial	1	28084	28084	0,636ns
Resíduo	16	705768	28084	
Total	26	1593983		

* significativo a 5 % pelo teste de F; ns: não significativo a 5% pelo teste de F.

Devido a interação entre as desfolhas e os estádios fenológicos da cultivar M5947 IPRO, foi realizada a análise de variância do desdobramento das desfolhas para cada estágio fenológico e aplicado o teste de F (Tabela 4). Para o estágio V5, as desfolhas foram diferentes ao teste de F a 10%. Para os estádios R1 e R5, as desfolhas foram semelhantes e para o estágio R3 foram diferentes pelo teste de F a 1%.

Tabela 4: Análise de variância com o desdobramento de desfolha para estádios fenológicos da cultivar M5947 IPRO.

	GL	SQ	QM	Fc
Desfolhas/V5	1	131044	131044	2,9708*
Desfolhas/R1	1	1056	1056	0,0239 ns
Desfolhas/R3	1	425104	425104	9,6372**
Desfolhas/R5	1	3025	3025	0,0686 ns
Resíduo	16	705768		
Total	26			

* significativo a 10 % de probabilidade; ** significativo a 1 % de probabilidade; ns: não significativo a 5% pelo teste de F.

As médias de produtividade das desfolhas para cada estágio foram superiores no estágio V5 para 66% de desfolha com 2020 kg/ha, semelhantes nos estádios R1 e R5 com médias ao redor de 1550 kg/ha e no estágio R3, a desfolha de 33% proporcionou maior produtividade do que em 66% (Tabela 5).

Tabela 5. Médias das produtividades (kg/ha) das desfolhas para cada estágio fenológico V5, R1, R3 e R5 para a cultivar M5947 IPRO.

Estádio Fenológico	33% de Desfolha	66% de Desfolha	Média
V5	1658 b	2020 a	-
R1	1576 a	1544 a	1560
R3	1924 a	1272 b	-
R5	1506 a	1561 a	1533

* Médias seguidas pela mesma letra, na linha, são semelhantes pelo teste de F a 10%.

O desdobramento da interação estádios x desfolhas também foi realizado para estádios em cada desfolha. Os estádios fenológicos para a desfolha de 33% foram estatisticamente iguais (Tabela 6). Para os estádios com as desfolhas de 66% foram estatisticamente significativos a 5% do teste F (tabela 6).

Tabela 6: Análise de variância com o desdobramento dos estádios fenológicos para as desfolhas de 33% e 66% da cultivar M5947 IPRO.

	GL	SQ	QM	Fc
Estádios/Desfolha 33%	3	200476.38	66825	1,52 ns
Estádios/Desfolha 66%	2	577277.50	192425	4,36*
Resíduo	16	705768.44	44110	
Total	26	1593983.79		

* significativo a 5 % pelo teste de F. ns: não significativo à 5% pelo teste de F.

Na tabela 6, para a desfolha de 33%, a produtividade da cultivar M5947 IPRO foi semelhante nos quatro estádios fenológicos (Tabela 7). Por sua vez, para desfolha de

66%, a produtividade no estágio V5 foi superior às produtividades nos estádios reprodutivos (Tabela 7).

Tabela 7. Médias das produtividades (kg/ha) dos tratamentos com desfolha nos estádios fenológicos V5, R1, R3 e R5 para a cultivar M5947 IPRO.

Desfolhas	V5	R1	R3	R5	Média
33%	1658 a*	1576 a	1924 a	1506 a	1666
66%	2020 a	1544 b	1272 b	1561 b	-

* Médias seguidas pela mesma letra, na linha, são semelhantes pelo teste de Duncan a 10%.

A análise de variância do experimento para cultivar M6410 IPRO apresentou o coeficiente de variação de 11,52%. As médias da produtividade de grãos das duas desfolhas desconsiderando os estádios fenológicos foram semelhantes (Tabela 8). As médias da produtividade de grãos nos quatro estádios desconsiderando as desfolhas também foram semelhantes (Tabela 8). A média da testemunha foi de 1730 kg/ha e semelhante aos tratamentos que foram aplicadas às desfolhas demonstrado pela significância do contraste Testemunha vs fatorial (desfolhas x estádios) (Tabela 8).

A interação entre as desfolhas e os estádios fenológicos foi significativa, indicando que a produtividade de grãos de cada desfolha foi diferenciada em cada estágio ou vice-versa para a cultivar M6410 IPRO (Tabela 8).

Tabela 8: Análise de variância da produtividade de grãos em função das desfolhas de 33% e 66% nos estádios fenológicos V5, R1, R3 e R5 e a testemunha sem desfolha da cultivar M6410 IPRO.

	GL	SQ	QM	Fc
Blocos	2	288998,1	144499,09	4,3661 ns
Desfolhas	1	24336	24336	0,7353 ns
Estádios fenológicos	3	155120,2	51706,75	1,5623 ns
Desfolhas vs Estádios	3	382575,5	127525,16	3,8532*
Testemunha vs Fatorial	1	7140,2	7140,25	0,2157 ns
Resíduo	16	529532,4	33095,77	
Total	26	1387702,6		

* significativo a 5 % pelo teste de F. ns: não significativo.

Devido às interações entre as desfolhas e os estádios fenológicos da cultivar M6410 IPRO, foi realizado o desdobramento da análise de variância das desfolhas para cada estágio fenológico e submetida ao teste de F (Tabela 9). Para o estágio V5 e R5 as desfolhas foram estatisticamente diferentes ao teste de F a 5%. Para os estádios R1 e R3, as desfolhas foram semelhantes (Tabela 9).

Tabela 9: Análise de variância com o desdobramento de desfolha para estádios fenológicos da cultivar M6410 IPRO.

	GL	SQ	QM	Fc
Desfolhas/V5	1	136161	136161	4,1142*
Desfolhas/R1	1	210,25	210,2	0,0064 ns
Desfolhas/R3	1	51984	51984	1,5707 ns
Desfolhas/R5	1	218556,25	218556,2	6,6038*
Resíduo	16	529532,44	33095,7	
Total	26	1387702,63		

* significativo a 5 % pelo teste de F. ns: não significativo.

O desdobramento da interação estádios x desfolhas foi realizado para desfolhas em cada estágio fenológico. Para os estádios R1 com média de 1736 kg/ha e R3 com média de 1543 kg/ha, as desfolhas de 33% foram semelhantes a 66% e para V5 e R5 foram estatisticamente diferentes com resultados invertidos sendo superior em 66% e 33%, respectivamente (Tabela 10).

Tabela 10. Médias das produtividades (kg/ha) das desfolhas para cada estágio fenológico V5, R1, R3 e R5 para a cultivar M6410 IPRO.

Estádio Fenológico	33% de Desfolha	66% de Desfolha	Média
V5	1298 b	1667 a	-
R1	1729 a	1743 a	1736
R3	1657 a	1429 a	1543
R5	1751 a	1283 b	-

* Médias seguidas pela mesma letra, na linha, são semelhantes pelo teste de F a 5%.

O desdobramento da interação estádios x desfolhas também foi realizado para estádios fenológicos em cada desfolha. As produtividades nos estádios para as desfolhas de 33% e 66% foram estatisticamente diferentes a 10% do teste F (tabela 11).

Tabela 11: Análise de variância com o desdobramento dos estádios fenológicos para as desfolhas de 33% e 66% da cultivar M6410 IPRO.

	GL	SQ	QM	Fc
Estádios/Desfolha 33%	3	267274,38	89091,45	2,6919*
Estádios/Desfolha 66%	3	270421,38	90140,45	2,7236*
Resíduo	16	529532,44	33095,77	
Total	26	1387702,6		

*significativo a 10 % pelo teste F.

Para a desfolha de 33%, as produtividades nos estádios R1, R3 e R5 foram superiores ao V5 (Tabela 12). Para a desfolha de 66%, a produtividade no estágio R1 foi superior ao R5 e semelhante a V5 e R3 (Tabela 12).

Tabela 12. Médias das produtividades (kg/ha) dos tratamentos com desfolha nos estádios fenológicos V5, R1, R3 e R5 para cultivar M6410 IPRO.

Desfolha	V5	R1	R3	R5
33%	1298 b	1729 a	1657 ab	1751 a
66%	1667 ab	1743 a	1429 ab	1283 b

* Médias seguidas pela mesma letra, na linha, são semelhantes pelo teste de Duncan a 10%.

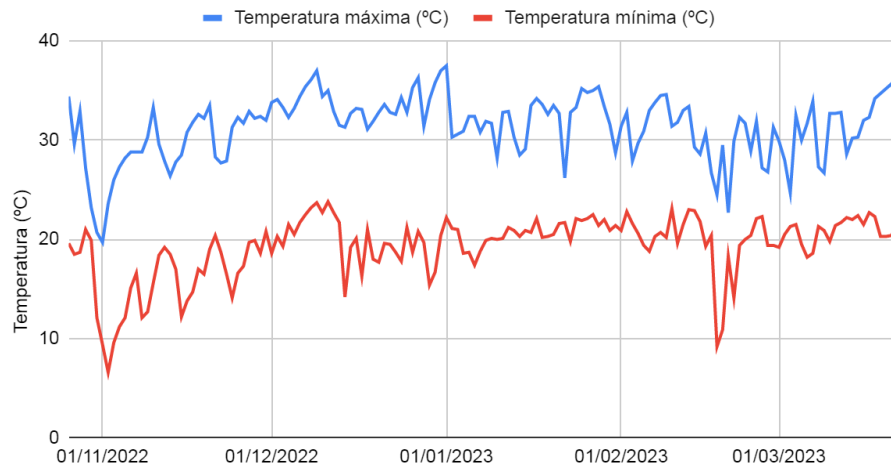
5 DISCUSSÕES

A semeadura do experimento no final de outubro proporcionou o desenvolvimento das plantas de soja em condições de altas de temperatura com a intenção de avaliar o efeito da desfolha em duas cultivares de ciclo diferenciado e em presença de condições climáticas desfavoráveis (Figura 3 e 4). Isto também explica a semelhança estatística do contraste entre a testemunha sem desfolha e a média de todos os tratamentos, sendo que as plantas sem desfolha não puderam apresentar todo seu potencial produtivo com as condições limitantes do ambiente. Assim, as condições climáticas desfavoráveis foram limitantes para o desenvolvimento adequado da cultura da soja, causando média geral da produtividade limitada em todos os tratamentos, não atingindo o potencial da cultura na região lindeira do Oeste do Paraná (Figura 3 e 4).

A cultivar M5947 IPRO produziu 8% a mais do que a M6410 IPRO na média de todos os tratamentos devido ao menor ciclo da cultivar pois ocorre mais veranicos na metade final do verão afetando mais as cultivares de ciclo tardio. Esta também é uma das razões das cultivares com GMR 5.9, caso da M5947 IPRO, serem as mais semeadas na região devido à irregularidade das chuvas no verão. Resultados diferentes foram encontrados no trabalho de Silva (2015) onde cultivares de maior GMR apresentaram maior número de vagens pois apresentam períodos vegetativo e reprodutivo maiores, possibilitando maior capacidade de recuperação a desfolha e manutenção de vagens. Porém, os autores não relataram a presença de veranicos durante o desenvolvimento das plantas, o que proporciona maior tempo de desenvolvimento para as cultivares de ciclo mais tardio, o que não ocorre na região lindeira ao Lago Itaipu no oeste do Paraná.

Frequentemente a região lindeira no Oeste do Paraná apresenta um verão com ar seco com altas temperaturas e com muitos veranicos durante outubro a fevereiro como também foi registrado na safra 2021/22, onde 90% dos dias apresentaram temperatura acima de 30° C e apenas um ou dois dias com temperaturas máximas inferiores a 30°C em Santa Helena na região lindeira ao Lago Itaipu no Oeste do Paraná (MIRANDA *et al.*, 2021). Situação climática semelhante ocorreu em 22/23 com muitos dias com temperaturas acima de 30 graus.

Figura 3. Temperaturas máximas e mínimas em C° medido pela Estação Meteorológica do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná, IAPAR-EMATER no Município de Santa Helena, PR



A precipitação acumulada durante o experimento foi de 775 mm (Tabela 13), que está pouco abaixo da média exigida para cultivares de GMR 5.6 a 6.4 que é de 830 mm (TAGLIAPIETRA *et al.*, 2021). A distribuição das chuvas entre os estádios fenológicos escolhidos para a realização da desfolha, durante o experimento não foi a ideal (Tabela 13), como entre o estádio V5 em que as plantas começam a transição do estádio vegetativo para o reprodutivo. No estádio R3 onde é o início da formação de vagens, que foram marcados pela ausência ou baixas precipitações no final de novembro até final de dezembro (Figura 4). Também entre o final do enchimento de grãos em R5 até o grão cheio ou completo em R6 que ocorreu no final de fevereiro onde a precipitação foi bem abaixo da ideal (Figura 4).

Desta forma, o estresse da desfolha artificial das plantas de soja associado às condições climáticas, temperatura e distribuição de precipitação intensificaram a redução na produtividade de grãos e também o estádio em que ocorreram.

Figura 4. Precipitação durante o experimento medido pela Estação Meteorológica do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná, IAPAR-EMATER no Município de Santa Helena, PR.

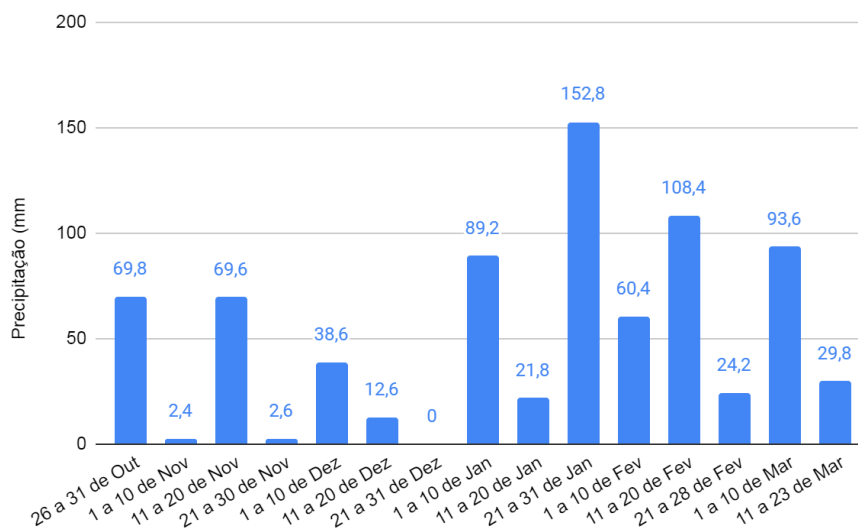


Tabela 13. Precipitação acumulada (mm) ocorrida nos estádios de crescimento e desenvolvimento das plantas da soja para as cultivares M5947 IPRO e M6410 IPRO em contraste às precipitação acumulada ideal (mm) para a cultura.

Estádios Fenológicos	Ideal (mm)	Precipitação (mm)	
		M5947	M6410
Semeadura	20	69,8	69,8
VE	90	85,6	85,6
V5	90	40,2	40,2
R1	60	96,2	96,2
R3	60	48,8	48,8
R5	135	154,2	154,2
R6	135	22,2	22,2
R7	90	110,4	110,4
R8	90	93	123

Fonte: Autor, 2023

Estudos têm previsto que a produtividade da cultura da soja na Região Oeste do Paraná pode ser reduzida em até 30% devido às mudanças climáticas (CONFALONIERI *et al.*, 2019).

A produtividade da soja para as duas cultivares de ciclos diferenciados não foi estatisticamente diferente nem pelas desfolhas e nem pelos estádios fenológicos, considerando-as de maneira independente. No entanto, em valores absolutos, as produtividades nas desfolhas de 33% foram maiores do que na desfolha de 66% independentemente da cultivar ao redor de 7% para ambas cultivares. No entanto, a significância da interação desfolhas x estádios fenológicos mostrou que a maior ou menor produtividade depende de que estágio fenológico, a desfolha ocorre.

A produtividade da soja indicou interação significativa entre desfolhas x estádios fenológicos para as duas cultivares demonstrando que as desfolhas causam mais efeitos em determinado estágio fenológico mas não em todos de maneira uniforme. Marafon *et al.*, (2022) avaliaram 15 cultivares de soja para características no estágio vegetativo, reprodutivo e características fisiológicas de transpiração. Eles identificaram o maior IAF aos 73 dias em R3 e este foi avaliado aos 54, 73, 87 e 101 dias após a semeadura.

Devido às cultivares usadas no estudo apresentarem graus de maturidade relativas diferentes M5947 IPRO (GMR) com 5.9 e M6410 IPRO com 6.4 as respostas de cada tratamento se diferenciam.

Os desdobramentos das interações das análises de variância indicaram que a cultivar M5947 IPRO apresentou maior produtividade no estágio V5 para a desfolha 66% e R3 para a desfolha de 33%. Nestes estádios fenológicos, a desfolha com maior impacto causou a redução de 25% da produtividade. Nos demais, estádios fenológicos R1 e R5, ambas as desfolhas reduziram a produtividade em aproximadamente 25% de 2000 kg/ha para 1500 kg/ha. Para esta cultivar, a desfolha de 66% no estágio vegetativo ou 33% no estágio reprodutivo pode até ser benéfica em condição de seca.

No que se refere a cultivar M5947 IPRO, no desdobramento dos estádios fenológicos para cada desfolha, com 33%, os quatro estádios fenológicos foram igualmente prejudiciais reduzindo a produtividade, apesar do maior valor absoluto em R3, não diferenciando estatisticamente dos demais. Resultados semelhantes foram

encontrados nos trabalhos de Bahry *et al.*, (2013) e Parcianello *et al.*, (2004) em que não se constataram diferenças significativas na produtividade da soja quando a desfolha foi de até 33% nos estádios vegetativos e reprodutivos. Uma das justificativas desses resultados é que a perda foliar é compensada pela maior incidência de radiação solar nas folhas inferiores, aumentando a produção de fotossintetizados para a planta e fazendo com que não reduza na sua produtividade permitindo que a soja apresente desfolha de 33% sem afetar a produtividade (ALVES, 2020).

Por sua vez, as desfolhas de 66% nos estádios reprodutivos afetaram negativamente a produtividade média das cultivares em relação ao estágio vegetativo concordando com a ideia geral que as desfolhas intensas no estágio vegetativo são menos prejudiciais do que nos reprodutivos. Reichert e Costa (2003) afirmaram que no momento que a soja atinge o período reprodutivo, os produtos fotoassimilados são redirecionados para produção e fixação dos legumes na planta e a diminuição de sua área foliar nesse momento afeta diretamente na produtividade final.

Para cultivar M6410 IPRO, de ciclo mais tardio, ao redor de 20 dias em relação a M5947 IPRO na região oeste do Paraná, os desdobramentos das interações das análises de variância indicaram produtividades diferentes entre as desfolhas nos estádios V5 e R5 porém de efeito contrário e também de maneira diferente do que para a cultivar M5947 IPRO.

Para M6410 IPRO, em V5, a desfolha de 66% em relação a 33% favoreceu a produtividade em 23%, provavelmente pela redução do IAF que em condições de seca pode reduzir o desenvolvimento de vagens e enchimento de grãos. Também cultivares de ciclo tardio possuem maior IAF do que de ciclo mais curto. Resultados semelhantes foram encontrados no trabalho de Alves *et al.* (2020) onde justificou que a soja tem capacidade de emitir novas brotações como reação à desfolha, essa é uma maneira usada para tolerar ataque de insetos. No entanto, no estágio reprodutivo, quando as folhas são fonte de fotoassimilados para enchimento de grãos (R5), a produtividade foi 26% maior, com 33% de desfolha do que em 66%, resultados semelhantes foram encontrados no trabalho de Silva (2015) onde justificou que quanto maior a desfolha nos estádios reprodutivos, menor é a produtividade final. Isso acontece pois as desfolhas causaram a queda no número de vagens e massa de grãos, pois a atividade

fotossintética da planta foi reduzida junto com os assimilados para a formação e enchimento de grãos (PELUZIO *et al.*, 2002; REICHERT e COSTA, 2003).

O índice de área foliar (IAF) é um indicador do potencial do desenvolvimento da folhagem e do potencial de rendimento da cultura (Zanon *et al.*, 2015). A floração precoce leva a um encurtamento do ciclo de crescimento vegetativo e no atingimento do valor máximo de IAF. De acordo com Zanon *et al.* (2015), o índice de área foliar máximo ocorre entre estádios R1 e R3 nas cultivares com crescimento determinado, e entre os estádios R3 e R5 nas de crescimento indeterminado. Provavelmente por essas razões, a desfolha pode ser até benéfica quando ocorre estresse de seca.

Para cultivar M6410 IPRO, tanto a desfolha de 33% como a de 66%, mostraram diferença significativa nos diferentes estádios fenológicos, o que não ocorreu para a M5947. Para a desfolha de 33%, o estágio V5 apresentou produtividade menor do que para os estádios reprodutivos provavelmente pelo ciclo maior e sua capacidade de se recuperar mais lenta (SOUZA *et al.*, 2014).

Ainda para a M6410 IPRO, nas desfolhas de 66%, mais intensa, a produtividade foi mais afetadas nos estádios R3 e R5, resultados semelhantes foram encontrados por Monteiro *et al.*, (2015) que demonstraram que nos estádios reprodutivos até R5, a desfolha resulta na queda no número de vagens, pela pequena disponibilidade de assimilados e, conseqüentemente, a formação e enchimento de vagens.

Assim, os ciclos das cultivares e a combinação da intensidade de desfolha e em qual estágio fenológico elas ocorreram, afetou a produtividade da soja sendo como regra geral negativa porém após a desfolha com uma condição climática favorável benéfica de temperatura e água disponível no solo pode reduzir ou mesmo neutralizar este impacto negativo.

6 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que neste trabalho que a produtividade da soja reduz com a intensidade da desfolha dependendo do estágio fenológico que incide e é também dependente do grau de maturidade relativa da cultivar e agravada pelas condições climáticas desfavoráveis.

Para a M5947 IPRO:

- A desfolha de 33% não afeta a produtividade independentemente do estágio fenológico;
- em R3, a desfolha de 66% é mais prejudicial do que 33%;
- A desfolha de 66% reduz a produtividade nos estádios reprodutivos mas não no vegetativo V5.

Para a M6410 IPRO:

- As desfolhas afetam a produtividade principalmente nos estádios reprodutivos e pode haver recuperação das plantas no estágio vegetativo.
- As desfolhas de 33% reduzem a produtividade apenas no estágio vegetativo V5.
- As desfolhas de 66% reduzem a produtividade nos estádios reprodutivos R3 e R5.

REFERÊNCIAS

ALVES, Viviane Moreira; JULIATTI, Fernando Cezar. Fungicidas no manejo da ferrugem da soja, processos fisiológicos e produtividade da cultura. **Summa Phytopathologica**, v. 44, p. 245-251, 2018.

ALVES, Guilherme Henrique Teixeira; BELLETTINI, Silvestre. Diferentes níveis de desfolha artificial nos componentes de produção da soja. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 64799-64815, 2020.

ANDRADE, Paulino José Melo; ANDRADE, Donita Figueiredo de Alencar Araripe. **Ferrugem asiática: uma ameaça à sojicultura brasileira**. 2002.

BATISTELA, M. J.; BUENO, A. F.; NISHIKAWA, M. A. N.; BUENO, R. C. O. F.; HIDALGO, G.; SILVA, L.; CORBO, E.; SILVA, R. B. Re-evaluation of leaf-lamina consumer thresholds for IPM decisions in short-season soybeans using artificial defoliation. **Crop Protection**, v. 32, p. 7 - 11, 2012.

BAHRY, C. A.; VENSKE, E.; NARDINO, M.; ZIMMER, P. D.; SOUZA, V. Q.; CARON, B. O. Desempenho agrônômico da soja em função da desfolha em diferentes estádios vegetativos. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, Paraíba, v.7, p.19-24, 2013.

BERNIS, D. J., e VIANA, O. H. Influência da aplicação de nitrogênio via foliar em diferentes estágios fenológicos da soja. **Revista Cultivando o Saber**, p.83-92, 2015.

CÂMARA, G.M.S.; HEIFEIG, L.S. Fisiologia, ambiente e rendimento da cultura da soja. In: CÂMARA, G.M.S. Soja: **tecnologia da produção**. Piracicaba: ESALQ/LPV. p. 81-120, 2000.

Carvalho, Ariovaldo Lopes de & Antunes, Carlos Henggeler & Freire, Fausto & Henriques, Carla Oliveira, 2015. "[A hybrid input-output multi-objective model to assess economic-energy-environment trade-offs in Brazil](#)," *Energy Elsevier*, vol. 82(C), pages 769-785.

CERA, Jossana Ceolin et al. Dano por granizo na cultura da soja em condições de lavoura: Um estudo de caso. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, p. 211-217, 2016.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 9, safra 2021/22, n. 12 décimo segundo levantamento, setembro de 2022.

CONFALONIERI R et al. **Climate Change and Agriculture in Latin America 2020-2050** LCSAR –The World Bank. 2019 pp: 11;.

CORRÊA-FERREIRA, Beatriz Spalding. Suscetibilidade da soja a percevejos na fase anterior ao desenvolvimento das vagens. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 40, p. 1067-1072, 2005.

CORRÊA, S.T.R. **Adaptação do modelo LINTUL (light Interception and Utilization) para estimação da produtividade potencial da cultura da soja**. Dissertação (Mestrado em fitotecnia) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba. 94 f. 2008.

COSTA, L.B. TRIUNFO. **Percevejo pode provocar perda de até 30% na cultura da soja**. 3tentos 2022. Disponível em: <<https://www.3tentos.com.br/triblog/post/83#:~:text=Estes%20sugadores%20podem%20causar%20perda,da%20cultura%2C%20cultivar%20teto%20produtivo>>. Acesso em: 17.11.2023

DIOGO, Ana Maria et al. Influência da remoção de folhas, em vários estádios de desenvolvimento, na produção de grãos e em outras características agronômicas da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). 1997. **Ceres**, [v. 44 n. 253 \(1997\)](#)

EMBRAPA SOJA. O agronegócio da soja no Brasil e no mundo. In: **Tecnologia de Produção de soja - Região Central do Brasil 2008**. Embrapa Soja, Londrina, PR, 2008. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/104753/1/O-agronegocio-da-soja-nos-contextos-mundial-e-brasileiro.pdf>>. Acesso em 1 de novembro de 2023.

FARIAS, J. R. B., NEPOMUCENO, A. L., e NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da soja**. Embrapa Soja-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2007.

FEHR, W.R.; CAVINES S, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: State University of Science and Technology, Special Report, 80. 1977. 11p.

FREITAS, M. C. M. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.7, n. 12, 12p., 2011.

FRENCH, Robert J.; SCHULTZ, Jan E. Water use efficiency of wheat in a Mediterranean-type environment. I. The relation between yield, water use and climate. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 35, n. 6, p. 743-764, 1984.

GLIER, C. A. D. S. **Características Agronômicas da soja em função do percentual de desfolha em duas cultivares e diferentes estádios fenológicos**. 2013, 45p.

Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2013.

GOMES, P. **A Soja**. São Paulo: Nobel, 1975. 152 p.

HAY, Robert KM et al. **The physiology of crop yield**. Blackwell publishing, 2006.

HEIFFIG, L. S. CÂMARA, G. M. S.; MARQUES, L. A.; PEDROSO, D. B.; PIEDADE, S. M. S. Fechamento e índice de área foliar da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 2, p. 285-295, 2006. disponível <<http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052006000200010>>.

IAPAR. **Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná**. Curitiba, Fundação Instituto Agrônômico do Paraná, 49p., 1994.

KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de Fitopatologia** Volume 2 - Doenças das Plantas Cultivadas. 4. ed. Piracicaba: Ed. Ceres, 2005. 663 p.

KLEIN, R.N.; SHAPIRO, C.A. **Evaluating hail damage to soybean**. UNL Extension. Lincoln-NE. 2011, 8 p. Univ. of Nebraska.

MALONE S.; D.; HERBERT, A. JÚNIOR.; HOLSHOUSER, D. L. Relationship Between Leaf Area Index and Yield in Double-Crop and Full-Season Soybean Systems. **Journal of Economic Entomology**, v. 95, n. 5, p. 945 - 951, 2002.

MALONE, Sean; HERBERT, D. Ames; HOLSHOUSER, David L. Evaluation of the LAI-2000 plant canopy analyzer to estimate leaf area in manually defoliated soybean. **Jornal Agronomia**, v. 94, n. 5, p. 1012-1019, 2002.

MARAFON, A.C. et al. **Desempenho fisiológico e produtivo de cultivares de soja na Zona da Mata de Alagoas. Aracaju** : Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2022. 22 p. : il. (Boletim de Pesquisa / Embrapa Tabuleiros Costeiros, 172)

MIRANDA, Glauco Vieira et al. Desempenho de cultivares de soja IPRO no extremo oeste do Estado Paraná em baixa altitude. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 34898-34911, 2021.

MONTEIRO, Manoela Andrade et al. Intensidade De Desfolha E Desempenho De Plantas De Soja Com Diferentes Hábitos De Crescimento. **Ciência Agrária Paranaensis**, v. 16, n. 2, 2017.

MOTA, F.S. **Meteorologia agrícola**. São Paulo: Livraria Nobel, 1981. 376 p.

NAZARÉ JÚNIOR, Antonio Carlos et al. **Detecção automática da área foliar danificada da soja através de imagens digitais**. XVIII SEIC/UFOP, p. 8, 2009.

NEUMAIER, N. et al. **Características da soja**. Agência Embrapa de informação tecnológica. Brasília, 2015.

NEUMAIER, N. et al. **Estádios de desenvolvimento da cultura da soja**. Agência Embrapa de informação tecnológica. Brasília 2000.

PANDOLFO, Lucas Guzzo. **Análise da produção e exportação de soja no Brasil entre 2000 e 2020 à luz da teoria da base exportadora de Douglass North. 2022**. Disponível em: < <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/27027>> Acesso em 1 de novembro de 2023.

PANIZZI, A.R. Manejo integrado de pragas da soja: situação atual e perspectivas futuras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 6., 1980, Campinas, **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1980. p.215-244.

PARCIANELLO, Geovano et al. Tolerância da soja ao desfolhamento afetada pela redução do espaçamento entre fileiras. **Ciência Rural**, v. 34, p. 357-364, 2004.

PELUZIO, Joênes Mucci et al. Efeitos sobre a soja do desfolhamento em diferentes estádios fenológicos. **Revista Ceres**, v. 51, n. 297, p. 575-585, 2004.

QUINTINO, A. da C. et al. **Produtividade da soja em condições de sombreamento em sistemas de integração**. Congresso de Sistemas Agroflorestais e Desenvolvimento Sustentável. 2013.

R CORE TEAM (2021). R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org>.

REICHERT, João Luiz; COSTA, Ervandil Corrêa. Desfolhamentos contínuos e sequenciais simulando danos de pragas sobre a cultivar de soja BRS 137. **Ciência Rural**, v. 33, p. 01-06, 2003.

RITCHIE, S.W. et al. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 20p. (Special Report, 53).

ROCHA, A. S. DA; BADE, M. R. (EDS.). **Geografia da bacia hidrográfica do Paraná 3: fragilidades e potencialidades socioambientais**. 1. ed. Jundiaí: Editora In House, 2018.

SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. **Soja do Plantio à Colheita**. Viçosa. MG. 1 ed. UFV, 2015.

SEPROTEC. **Plantas de cobertura do solo**. 2008. Seprotec Disponível em <http://www.seprotec.com.br/produtos_solo.asp>. Acesso em 1 de novembro de 2023.

SILVA, Amilton Ferreira da. **Simulação de desfolha por estresses bióticos, diversidade fenotípica e molecular e seleção em genótipos de soja**. 2015.

SINCLAIR, T. R.; NEUMAIER, N.FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L. Comparison of vegetable development in soybean cultivars for low-latitude environments. **Field Crops Research**, v.92, p.53-59, 2005.

SINCLAIR, J. B.; BACKMAN, P. A. (Ed.). Infectious diseases: rust. In: SINCLAIR, J. B.; BACKMAN, P. A. (Ed.). **Compendium of soybean diseases**. 3. ed. St. Paul: APS Press, 1989. p. 24-27.

SOSA-GÓMEZ, D. R. CORRÊA-FERREIRA, B. S.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORSO, I.; OLIVEIRA, L. J.; MOSCARDI, F.PANIZZU, A. R. BUENO, A, de F.; HIROSE, E.; ROGGIA, S. **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja**. 4. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2023. (Embrapa Soja. Documentos, 269)

SOUZA, Velci Queiróz et al. Caracteres morfofisiológicos e produtividade da soja em razão da desfolha no estágio vegetativo. **Científica**, v. 42, n. 3, p. 216-223, 2014.

TAGLIAPIETRA, Eduardo Lago et al. Optimum leaf area index to reach soybean yield potential in a subtropical environment. **Agronomy Journal**, v. 110, n. 3, p. 932-938, 2018.

TAGLIAPIETRA, Eduardo Lago et al. Biophysical and management factors causing yield gap in soybean in the subtropics of Brazil. **Agronomy Journal**, 2021.

USDA. United States Department of Agriculture. 2022. **Oilseeds**. World Markets and Trade. Disponível em: <www.fas.usda.gov/data/oilseeds-world-markets-and-trade>. Acesso em: 11 de mar. 2023.

YORINORI, José Tadashi et al. Ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*): identificação e controle. **Informações agrônômicas**, v. 104, p. 4, 2003.

ZANON, A. J. et al. Contribuição das ramificações e a evolução do índice de cultivares modernas de soja. **Bragantina**, Campinas, v. 74, n. 3, p.279-290. 2015.

ZANON, A. J., et al. **Ecofisiologia da soja**: visando altas produtividades. Ed. 2, 125 p. 2022