



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CENNEYA LOPES MARTINS

**EFEITO DA DESFOLHA NA CULTURA DA SOJA NA MICRORREGIÃO DE
PARAGOMINAS, ESTADO DO PARÁ**

BELÉM

2019

CENNEYA LOPES MARTINS

**EFEITO DA DESFOLHA NA CULTURA DA SOJA NA MICRORREGIÃO DE
PARAGOMINAS, ESTADO DO PARÁ**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre, no Curso de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração: Produção vegetal em sistemas agrícolas com ênfase em Entomologia/Manejo Integrado de Pragas. Orientador: Prof. Dr. Anderson Gonçalves da Silva. Coorientadora: Prof^ª. Dr^ª. Leila Sobral Sampaio.

BELÉM

2019

M379e Martins, Cenneya Lopes

Efeito da desfolha na cultura da soja na Microrregião de Paragominas, Estado do
Pará / Cenneya Lopes Martins. - 2019.
35 f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2019.
Orientação: Prof. Dr. Anderson Gonçalves da Silva

1. Soja - Desfolhagem. 2. Cultura de Soja. 3. Manejo Integrado de Pragas - MIP. 4. *Glicine max*
(L.).
5. Controle de Pragas - Cultura de Soja. I. Silva, Anderson Gonçalves da, *orient.* II. Título

CDD 633.349

CENNEYA LOPES MARTINS

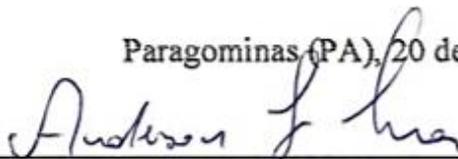
**EFEITO DA DESFOLHA NA CULTURA DA SOJA NA MICRORREGIÃO DE
PARAGOMINAS, ESTADO DO PARÁ**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia: área de concentração Produção vegetal em sistemas agrícolas com ênfase em Entomologia/Manejo Integrado de Pragas, para obtenção do título de Mestre. Orientador: Prof. Dr. Anderson Gonçalves da Silva

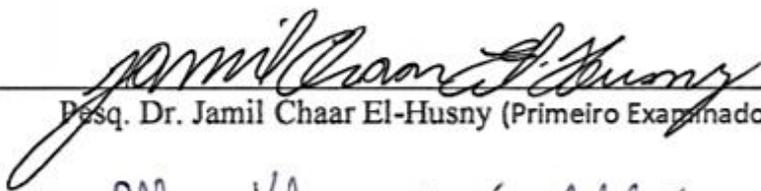
Aprovada em 20 de fevereiro de 2019

BANCA EXAMINADORA

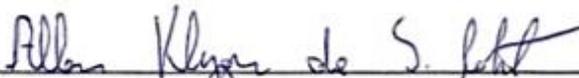
Paragominas (PA), 20 de fevereiro de 2019.



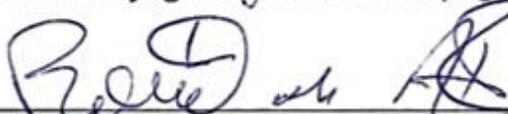
Prof. Dr. Anderson Gonçalves da Silva (Presidente/Orientador)



Pesq. Dr. Jamil Chaar El-Husny (Primeiro Examinador)



Prof. Dr. Allan Klynger da Silva Lobato (Segundo Examinador)



Pesq. Dr. Roni de Azevedo (Terceiro Examinador)

Ao meu tio Léo Jhonny Mendes (*in memoriam*),
um guerreiro que muito ensinou sobre amor e fé
Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela saúde e pela coragem de buscar os meus objetivos;

À Universidade Federal Rural da Amazônia, por essa tão sonhada oportunidade;

Ao meu orientador Anderson Gonçalves da Silva pelo apoio;

À minha coorientadora professora Leila Sampaio pelo amizade, estímulo, companheirismo, compreensão e orientação em todas as etapas desse trabalho;

À empresa Juparanã por ceder o espaço e dar suporte para a realização desta pesquisa e aos seus funcionários pelo apoio em campo;

Aos estagiários do Grupo de Estudos em Manejo Integrado (GEMIP) e alunos da UFRA-Paragominas, em especial ao Kevin Baia, Tamires Lima, Márcia Lima, Gabriel Gottarde, Carolina Ferraz e Vagner Pantoja, pela amizade e ajuda nos trabalhos de campo e laboratório;

Ao analista estatístico da Embrapa, Raimundo Parente por disponibilizar seu tempo para me ajudar nas análises dos resultados;

Ao meu companheiro e amigo Dário Cardoso Jr., por todo incentivo e ajuda em várias etapas desse trabalho;

Aos meus parentes por compreenderem a minha ausência nas reuniões familiares;

À minha mãe pelos conselhos e orações;

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFRA pelos ensinamentos;

Ao CNPq pelo auxílio financeiro;

Às amigas e amigos por dividirmos incertezas, momentos tristes e felizes durante essa caminhada;

À todos que, direta ou indiretamente contribuíram para a realização desse sonho.

*“Ai de nós, se por nossa culpa a semente
morrer semente”.*

Sumário

1 CONTEXTUALIZAÇÃO	11
2.1 A cultura da soja no Brasil	12
2.2 Índice de área foliar (IAF) e a desfolha na soja	12
3 INTRODUÇÃO	15
4 MATERIAL E MÉTODOS	16
4.1 Área experimental	16
4.2 Caracterização do clima durante o cultivo	17
4.3 Solo e adubação	17
4.5 Delineamento experimental e tratamentos aplicados	19
4.6 Manejo	20
4.8 Análise estatística	22
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5.1 Índice de Área foliar (IAF)	22
5.2 Produtividade e componentes de produtividade	24
5.3 Análise de correlação de Pearson	28
5.4 Manejo Integrado das lagartas na cultura da soja	29
6 CONCLUSÕES	31
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

EFEITO DA DESFOLHA NA CULTURA DA SOJA NA MICRORREGIÃO DE PARAGOMINAS, ESTADO DO PARÁ

RESUMO - A desfolha causada por insetos se destaca como um dos principais fatores limitantes da produtividade da soja. Os danos causados por pragas são variáveis de um local de cultivo para outro, de acordo com características de clima, variedade, manejo, dependendo ainda da espécie e da densidade populacional do inseto. A aplicação de inseticidas na cultura da soja, baseada em pacotes e protocolos pré-agendados, tem reduzido a população dos inimigos naturais, aumentado a resistência de insetos-praga e a contaminação do homem e do meio ambiente, além de elevar os custos de produção. O Manejo Integrado de Pragas (MIP) propõe ações que reduzem a necessidade do uso de insumos químicos, dentre estas, destaca-se a utilização do Nível de Dano Econômico (NDE) e o Nível de Ação (NA) que podem auxiliar o produtor a aplicar o inseticida no momento adequado. Entretanto, o NDE e o NA para desfolha e para desfolhadores da soja foram definidos a partir de estudos realizados pela EMBRAPA, nos Estados do Paraná, Mato Grosso e Goiás, os quais possuem características edafoclimáticas distintas das do Estado do Pará. O objetivo foi determinar o nível de dano econômico para desfolha da soja nas condições de campo do município de Paragominas-PA. O trabalho foi desenvolvido em área da empresa Juparanã, na fazenda Progresso. Foi utilizada a cultivar de crescimento determinado M8644 IPRO com quatro níveis de desfolha artificial: 0, 17, 33 e 67% nos estádios fenológicos V8, R2 e R5. O delineamento foi em blocos ao acaso, no esquema fatorial 4x3 com quatro repetições. Foram avaliados Índice de Área Foliar (IAF), crescimento, número de nós, de ramos, produtividade e componentes de produtividade. Os dados foram submetidos à análise de variância, foram feitas análises de regressão e/ou teste de Tukey a 5% de significância, através do software SAS University Edition. A análise de regressão da produtividade em função dos níveis de desfolhas, mostrou ajuste para equação de segundo grau para os estádios R2 e R5, demonstrando que no estádio R2, o máximo de produtividade seria alcançado com o nível de desfolha de 26,4% com o IAF de 3,33. No estádio R5, a produtividade máxima seria alcançada com o nível de desfolha de 8,17%, correspondendo a um valor de IAF de 3,69.

Palavras-chave: *Glicine max* (L.). Controle de pragas. MIP. Sustentabilidade.

DEFOLIATION EFFECT IN SOYBEAN CROP IN A MICROREGION OF PARAGOMINAS, STATE OF PARÁ

ABSTRACT - The defoliation caused by insects stands out as one of the main limiting factors of soybean yield. The damage caused by pests varies from one place of cultivation to another, according to characteristics of climate, variety, management, depending on the species and population density of the insect. The application of insecticides in the soybean crop, based on pre-scheduled packages and protocols, has reduced the population of natural enemies, increased resistance of insect pests and the contamination of man and the environment, as well as raising production costs. Integrated Pest Management (IPM) proposes actions that reduce the need for the use of chemical inputs, among them, the use of the Economic Damage Level (EDL) and the Level of Action (LA) that can help the apply the insecticide at the appropriate time. However, NDE and NA for soybean defoliation and defoliants were defined based on studies carried out by EMBRAPA, in the states of Paraná, Mato Grosso and Goiás, which have different soil and climatic characteristics than those of the State of Pará. The objective of this work was to determine the level of economic damage to defoliation of soybean in the field conditions of the municipality of Paragominas-PA. The research was developed in the Juparanã company area, on the farm called Progresso. The cultivar M 8644 IPRO was used with four levels of artificial defoliation: 0, 17, 33 and 67% in the phenological stages V8, R2 and R5. The experimental design was a randomized block design in the 4x3 factorial scheme with four replications. We evaluated the Leaf Area Index (LAI), growth, number of nodes, branches, productivity and productivity components. Data were submitted to analysis of variance, Tukey regression and / or test at 5% significance were done through SAS University Edition software. The regression analysis of productivity as a function of the levels of defoliation showed an adjustment for the second degree equation for the R2 and R5 stages, demonstrating that in the R2 stage, maximum productivity would be reached with the defoliation level of 26.4% with the LAI of 3.33. At the R5 stage, maximum productivity would be achieved with the defoliation level of 8.17%, corresponding to an LAI value of 3.69.

Key Words: *Glicine max* (L.). Pest control. IPM. Sustainability.

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O Manejo Integrado de Pragas (MIP) na soja tem como um dos objetivos proteger a lavoura evitando perdas econômicas decorrentes do ataque de pragas (CONTE et al., 2016). Dentre as ações de manejo propostas pelo MIP, destaca-se a utilização do Nível de Dano Econômico (NDE) e Nível de Ação (NA), sendo o monitoramento da cultura, requisito básico para tomada de decisão de controlar ou não a praga, possibilita que o agricultor realize o controle no momento correto (BUENO et al., 2010; CONTE et al., 2016).

Atualmente, a aplicação de inseticidas na soja é realizada de forma inadequada, com protocolos de aplicações pré-agendados, visando o aproveitamento de outras operações como a aplicação de fungicidas, herbicidas e adubos foliares, prática que tem causado desequilíbrios nas lavouras, eliminando os inimigos naturais (CORRÊA-FERREIRA et al., 2010).

Apesar da utilização do NA representar economia para o produtor, e principalmente possibilitar a utilização racional de agrotóxicos, evitando a contaminação do homem e do ambiente, tem havido um grande receio dos sojicultores em esperar que as infestações atinjam esse nível para iniciar o controle (BUENO et al., 2010).

Segundo Gallo et al. (2000), os danos causados por insetos são variáveis de local para local, de acordo com características climáticas, variedade, técnicas agrônomicas utilizadas, características socioeconômicas e dependendo da espécie e da densidade populacional da praga, do estágio de desenvolvimento e estrutura vegetal atacada e da duração do ataque, poderá haver maior ou menor prejuízo.

O NDE e o NA para desfolha e para desfolhadores da soja atualmente utilizados no Brasil foram determinados por pesquisadores da Embrapa (BUENO et al., 2010; CONTE et al., 2016) a partir de estudos realizados nos Estados do Paraná, Mato Grosso e Goiás, os quais possuem características edafoclimáticas distintas das do Estado do Pará, além de utilizarem cultivares específicas para cada região. Os NDE e NA recomendados para larvas de lepidópteros que se alimentam exclusivamente de lâminas foliares de plantas de soja diferem ligeiramente em todo o mundo (BATISTELA et al., 2012).

Segundo Stern (1973), os limiares econômicos terão de ser qualificados em termos de condições climáticas locais, época do ano, estágio de desenvolvimento da planta, a cultura envolvida, variedade de plantas, práticas de cultivo, o propósito para o qual a cultura será usada, além das variáveis econômicas. O objetivo foi verificar o efeito da desfolha no rendimento de grãos de soja e determinar o nível de desfolha em que a produtividade da

cultura passa a ser afetada nas condições edafoclimáticas da microrregião de Paragominas, Estado do Pará.

REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura da soja no Brasil

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma das mais importantes culturas na economia mundial (FREITAS, 2011). É uma planta originária do continente asiático, introduzida no Brasil inicialmente na Bahia, em 1882, porém, foi no Rio Grande do Sul que a soja se estabeleceu e ganhou importância no Brasil (CÂMARA, 2015)

Ao longo das últimas décadas, a produção brasileira de soja apresentou um grande avanço, impulsionada não somente pelo aumento de área semeada, mas também pela aplicação de técnicas de manejo avançadas que permitiram o incremento na produtividade (FREITAS, 2011).

Atualmente, a soja é cultivada em 19 estados brasileiros e no Distrito Federal (CONAB, 2018). Na safra 2017/18, foi estimado 35,149 milhões de hectares semeados, 69,9% maior do que a safra 2006/07, reafirmando o décimo primeiro aumento consecutivo na área total cultivada com essa oleaginosa (CONAB, 2018).

Em 1954, foram iniciadas as experiências de cultivo de soja nas várzeas do rio Guamá, Belém-Pará, pelo Instituto Agrônomo do Norte (IAN). Após experimentos em outros municípios do estado, a cultura passou a ser produzida comercialmente a partir de 1997, com 330 hectares em Paragominas, 30 hectares em Redenção e 50 hectares em Santarém (HOMMA, 2005). Na safra de 2017/2018, o Pará teve área plantada de 549,6 mil hectares de soja (CONAB, 2018).

Em 2017, somente o município de Bom Jesus do Tocantins, não teve participação na produção de soja na microrregião de Paragominas. Os municípios de Paragominas, Dom Elizeu, Rondon do Pará, Ulianópolis, Goianésia do Pará e Abel Figueiredo, juntos, tiveram 302,74 mil hectares de área plantada com soja e produção total de 1.064.349 toneladas de grãos (IBGE, 2017).

2.2 Índice de área foliar (IAF) e a desfolha na soja

O máximo rendimento da soja é determinado pela capacidade das plantas de interceptarem radiação solar através do Índice de Área Foliar (IAF) e converterem esta radiação em matéria seca pelo processo fotossintético (ZANON et al., 2015). O IAF 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 e HERBERT, 2002; CÂMARA e HEIFFIG, 2000).

A área foliar da soja é uma variável crítica para o rendimento e é influenciada por fatores abióticos (radiação solar e temperatura) bióticos (pragas); assim, a conquista de IAF ideal é o primeiro passo para diminuir as diferenças de rendimento na produção de soja (TAGLIAPIETRA et al., 2018)

Em soja, após a fase de crescimento inicial lento, que dura até a queda dos cotilédones, normalmente o IAF aumenta linearmente até o final do florescimento, atingindo valores entre 5 e 8 (CÂMARA e HEIFFIG, 2000). Em um estudo realizado com 13 cultivares de soja (oito de crescimento indeterminado e cinco determinado) no Sul do Brasil, Zanon et al. (2015), observaram valores de IAF máximos que variaram de 2,0 a 12,6, variando com a cultivar e época de semeio.

O “IAF crítico” é definido como a quantidade de folha requerida para interceptação de 95% da radiação solar ao meio dia (HEIFFIG et al., 2006). Zanon et al., (2015) verificaram que as cultivares de crescimento determinado apresentaram maior IAF máximo médio, possivelmente, porque estas pertenciam a grupos de maturação maiores que as indeterminadas. Assim, segundo os autores, as cultivares de grupo de maturação menores devem ter maior atenção no manejo de insetos desfolhadores.

A desfolha pode reduzir a transpiração, a fotossíntese, a capacidade da planta compensar deficiências nutricionais, perda de água e qualquer outro fator abiótico que poderia influenciar o rendimento da soja (OWEN et al, 2013). Porém, se a desfolha não for drástica, a planta permanece capaz de realizar fotossíntese suficiente para garantir a produção de energia, que será revertida em boa nutrição para a planta, fazendo que a produção final por área não seja afetada (BUENO, et al., 2010).

A soja possui tolerância à desfolha, entretanto, a resposta positiva da soja às lesões pode variar entre as diferentes cultivares, dependendo dos estádios de desenvolvimento das plantas e da época (BATISTELA et al., 2012). Por ser atacada por vários insetos-praga, a soja desenvolveu, por meio de processos co-evolutivos, mecanismos de defesa advindos de variações morfológicas e fisiológicas como a produção de substâncias do metabolismo secundário que, em muitos casos, atuam protegendo-as dos herbívoros (DE BORTOLI, et al., 2012).

Batistela et al. (2012), em um experimento com níveis de desfolha em cultivares de soja, verificaram que a resposta das plantas ao dano pode variar entre diferentes cultivares e estádios de desenvolvimento, sendo o vegetativo, o mais tolerante.

2.3 Manejo Integrado de Pragas (MIP)

O programa MIP foi implementado no Brasil já na cultura da soja, no ano de 1977, por pesquisadores da Embrapa e pela Emater-PR, após os problemas resultantes do uso exagerado e errôneo de agrotóxicos levarem profissionais a perceberem a necessidade de desenvolver ações para a minimização desses impactos (BUENO et al., 2008).

O MIP é um conjunto de medidas voltadas para diminuir, ao máximo, o uso de agrotóxicos na produção, buscando promover o equilíbrio e monitorar as pragas, evitando que estas, atinjam níveis prejudiciais à cultura. Baseia-se na premissa de que não são todas as espécies de insetos que necessitam de controle e que alguns níveis de infestação e injúria são toleráveis pelas plantas, sem redução da produção final (BUENO et al., 2010).

O Nível de Dano Econômico (NDE), sugerido por Stern et al. (1959), constitui-se em uma importante estratégia do MIP, representando a menor população de pragas que pode causar danos à produção, sendo o monitoramento indispensável, pois possibilita que o agricultor realize o controle das pragas no momento correto (CONTE et al., 2016).

Pedigo et al. (1986), verificaram o risco das perdas ao se atingir o NDE, assim, sugeriram o Nível de Ação (NA), como uma margem de segurança ligeiramente mais baixa que o NDE, sendo este, o momento economicamente correto para que seja iniciada a medida de controle de modo a evitar que a população de insetos cresça e ultrapasse o NDE.

Normalmente, os NDEs são desenvolvidos para uma determinada cultura, não para cultivares. Porém, segundo Haile (2000), além das diferenças intrínsecas na cultivar, fatores ambientais também podem afetar a tolerância da planta à lesão de insetos, sugerindo que o NDE é dinâmico e deve ser tratado como tal. Para o autor, uma solução para esse problema envolve o desenvolvimento de NDEs para grupos de maturidade, arquitetura de dossel e disponibilidade de recursos.

Para desfolha, o Nível de Ação recomendado como momento certo para iniciar o controle é de 30% de desfolha no período vegetativo e 15% na fase reprodutiva para qualquer desfolhador (BUENO, 2010; TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO DE SOJA, 2013; SALVADORI, et al., 2016).

Com relação ao número de insetos, o NA recomendado para iniciar o controle é de 20 lagartas grandes ($\geq 1,5$ cm) por metro de fileira de soja (BUENO, 2010). Avila et al. (2014),

indicam o NA para as espécies *Chrysodexis includens* e *Anticarsia gemmatalis* de 20 lagartas grandes ($\geq 1,5$ cm) por metro na linha de plantio, ou um número de 10 lagartas para o gênero *Spodoptera* (com base no dano em grãos).

3 INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior produtor (USDA, 2018) e maior exportador mundial de soja (FIESP, 2018). Na safra 2017/2018, a área plantada com a cultura, teve um incremento de 3,7% em relação à safra anterior no país, saindo de 33.909,4 mil hectares na safra 2016/17 para 35.149,3 mil hectares, com produção de 119.281,4 mil toneladas e produtividade média de 3.394 kg/ha (CONAB, 2018).

Segundo a CONAB (2018), na safra 2017/2018, a Região Norte teve um aumento de 6,8% em área plantada com soja, maior incremento nacional, correspondendo a 1.931,8 mil hectares, com produção de 5.903,6 mil toneladas e produtividade média de 3.056 kg ha⁻¹. Atrás do estado do Tocantins, o Pará é o segundo maior produtor, sendo responsável por 25,47% da produção de soja da região, com área plantada de 549,6 mil hectares, produção de 1.530,6 mil toneladas e produtividade média de 2.785 kg ha⁻¹ (CONAB, 2018).

Apesar da expressiva produção, a produtividade da soja ainda é limitada por diversos fatores bióticos e abióticos (RIFFEL et al., 2012). Entre os principais fatores limitantes da produtividade da cultura, estão a presença de espécies de lagartas desfolhadoras da família Noctuidae: *Anticarsia gemmatalis*, *Chrysodexis includens* e complexo do gênero *Spodoptera* (STÜRMER et al., 2012).

A desfolha causada por insetos pode reduzir o IAF. A redução da área foliar, leva a diminuição dos componentes de produção, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e peso de grãos (PRATISSOLI et al., 2012). A partir da desfolha, o ciclo da cultura pode ser influenciado alterando o desenvolvimento normal das plantas, podendo a cultivar, apresentar habilidade de tolerar ou compensar de maneira plástica, o desfolhamento (PARCIANELLO et al., 2004).

Na soja, a aplicação preventiva de inseticidas é uma prática bastante utilizada, o que tem aumentado os custos de produção, desequilíbrios como a eliminação do complexo de inimigos naturais nas lavouras de soja, além de propiciar o aumento na resistência das pragas a inseticidas (CORRÊA-FERREIRA et al. 2010; CONTE et al., 2016).

É fato que um organismo ou população de uma espécie não ocorre isoladamente, mas fazem parte de um sistema complexo e interdependente, sendo a dinâmica de todos afetada mutuamente, assim, a compreensão das interações tritróficas permite o favorecimento de

parasitóides e predadores (SILVA et al., 2012). Para uma gestão adequada de campos de soja, a adoção de estratégias do MIP no controle de insetos é essencial (BATISTELA et al., 2012).

As características genéticas das cultivares de soja variam de um local para outro, devido a necessidade de adaptação às condições edafoclimáticas de cada região. Além disso, a evolução do IAF ao longo do ciclo depende da época de semeadura, genótipo, densidade de plantas, espaçamento entre linhas e manejo fitossanitário (ZANON et al., 2015). Assim, a determinação dos níveis de dano econômico deve considerar não só a região de cultivo, mas também as características da cultivar e de manejo.

As hipóteses são que na microrregião de Paragominas, alguns estádios reprodutivos são mais sensíveis a desfolha que outros (BATISTELA et al., 2012; SILVA et al., 2015), baixos níveis de desfolhas podem aumentar o rendimento de grãos e níveis de desfolhas maiores levam a redução, e que os níveis de desfolha que afetam a produtividade da soja na microrregião de Paragominas, diferem dos valores determinados nos outros estados brasileiros.

O objetivo foi verificar o efeito da desfolha no rendimento de grãos de soja e determinar o nível de desfolha em que a produtividade da cultura passa a ser afetada nas condições edafoclimáticas da microrregião de Paragominas, Estado do Pará.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área experimental

O experimento foi conduzido na estação experimental da empresa Juparanã, fazenda Progresso, localizada na BR-010 (-3.375871, -47.427647), no município de Paragominas, Pará (Figura 1). A área do experimento encontra-se destacada na figura.

Figura 1. Estação experimental da empresa Juparanã, Fazenda Progresso, Paragominas - PA.

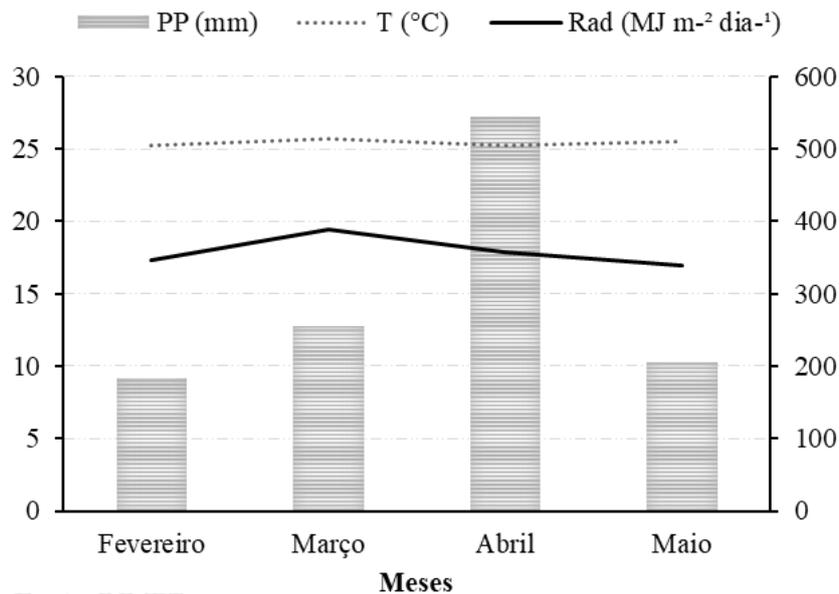


Fonte: Juparanã.

4.2 Caracterização do clima durante o cultivo

O clima do município é classificado como quente úmido, tipo Am segundo Koppen. Durante o ciclo da cultura, houve precipitação total de 1.189,2 mm, com média diária de 11,43 mm. A temperatura média dos meses variou de 25 a 26 °C. A Radiação solar global variou de 17,3 a 19,4 MJ m⁻² d⁻¹ (figura 2).

Figura 2. Média mensal dos dados de clima durante o ciclo da soja em Paragominas. PP - Precipitação (mm); T - Temperatura (°C) e Rad - Radiação global (MJ m⁻² d⁻¹)



Fonte: INMET

As variáveis climáticas foram favoráveis ao cultivo da soja. Para um desenvolvimento satisfatório, a cultura necessita de temperatura entre 20 e 30° C e precipitação de 450 a 800mm bem distribuída durante seu ciclo (FARIAS et al., 2007). Souza et al. (2009), observaram que apesar da radiação solar incidente média diária ter se mantido abaixo 20 MJ m⁻² durante todo o ciclo da soja em Paragominas, a radiação fotossinteticamente ativa (PAR) raramente foi abaixo de 6 MJ m⁻² dia⁻¹, segundo os autores, tais condições podem ser consideradas como não limitativas para o crescimento da soja em comparação com outras regiões do Brasil.

4.3 Solo e adubação

Para a análise de solo em laboratório, foram realizadas coletas de amostras nas profundidades de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm. O solo predominante na área experimental é de textura muito argilosa, contendo 71,6 % de argila na camada de 0 a 10 cm e 79,12% na

camada de 10 a 20 cm. Os dados de atributos químicos do solo podem ser observados na tabela 1.

Tabela 1. Resultado da análise química do solo da área experimental

Descrição	(água)	(CaCl ₂)	mg dm ⁻³			cmolc dm ⁻³				dag kg ⁻¹		cmolc dm ⁻³
	pH	pH	P resina	K	S	Ca	Mg	Al	H+Al	MO	SB	T
10 S1	5.80	5.30	20.60	86.30	22.42	3.10	1.30	0.00	3.00	2.04	4.62	7.62
20 S1	5.30	5.00	15.70	82.40	31.00	2.67	0.96	0.03	3.20	1.48	3.84	7.04

Fonte: Laboratório de análises ambientais e agrícolas – LABRAS/MG

Para solos de textura argilosa, a quantidade de fósforo (P) > 15 mg dm⁻³ é considerada muito alta, não havendo nesse caso, a necessidade de adicionar esse nutriente ao solo. O Potássio (K) na quantidade de 82,4 e 86,3 mg dm⁻³ é considerada alta, mas o solo necessita da adição desse nutriente na proporção de 30 kg ha⁻¹ (CRAVO et al., 2007).

Para fornecimento do Nitrogênio (N), as sementes de soja foram tratadas com inoculante biológico a base de água, contendo bactérias do gênero *Bradyrhizobium*. A soja obtém a maior parte do nitrogênio que necessita, por meio da fixação simbiótica que ocorre com as bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, quando se faz a inoculação das sementes (CRAVO et al., 2007). Entretanto, caso a adubação com formulações contendo o N em sua composição tenha que ser feita, por razões econômicas, é importante evitar que a quantidade desse nutriente aplicada ultrapasse 20 kg ha⁻¹ (CRAVO et al., 2007).

No estádio V3, foi aplicado fertilizante líquidos para fornecimento de cobre, na dosagem de 0,05L ha⁻¹, além de um complexo composto por cobalto, molibdênio e fósforo, na dosagem de 0,01L ha⁻¹. Em solos com deficiência de micronutrientes, detectada por meio da análise de solo, ou em áreas que já vêm sendo utilizadas seguidamente, sem adubação com micronutrientes, aplicar em mistura com o adubo fosfatado, o equivalente a 30 kg ha⁻¹ com Enxofre (S): 3,9%; Boro (B): 1,8%; Cobre (Cu): 0,85%; Manganês (Mn): 2,0% e Zinco (Zn): 9,0% (CRAVO et al., 2007). No estádio V5, foi aplicado fertilizante líquido com concentração de micronutrientes específicos indicado para aplicações foliares na dosagem de 0,05L ha⁻¹. Nos estádios V5 e R1, foi adicionado ao solo, fertilizante líquido para fornecimento de macro e micronutrientes.

No estádio R1, foi aplicado fertilizante líquido para fornecimento de micronutrientes na dosagem de 0,05L ha⁻¹. Foi aplicado fertilizante orgânico simples, a base de extrato de levedura com composição de Nitrogênio (N – 13g L⁻¹), Potássio (K₂O – 117g L⁻¹), Cálcio (Ca – 13g L⁻¹) e Carbono orgânico (C – 195g L⁻¹) na dosagem de 2L ha⁻¹. Foi aplicado um complexo de micronutrientes na dosagem de 2L ha⁻¹.

4.4 Tratamento de sementes

Foi aplicado produto a base de Abamectina (500g L⁻¹), nematicida e inseticida de contato e ingestão, com ação contra lagarta-elasma, nematóide-das-galhas e nematóide-das-lesões, na dosagem de 100ml kg⁻¹ de semente. Fungicida sistêmico Metalaxil-M (20g L⁻¹) + Tiabendazol (150g L⁻¹) + Fludioxonil (25g L⁻¹) com ação contra cladosporiose, crestamento-foliar, fungo-de-pós-colheita, mancha-púrpura-da-semente, mela, mofo branco, phomopsis-da-semente, podridão-aquosa, podridão-branca-da-haste, podridão-da-semente, podridão-de-sclerotinia, podridão-do-colo, podridão-dos-grãos-armazenados e verrugose, na dosagem de 100ml/Kg de semente. Inseticida sistêmico a base de Tiametoxam (350g L⁻¹) com ação contra broca-do-colo, lagarta-elasma, coró, cupim-de-montículo, mosca-branca, tamanduá-da-soja, torrãozinho e vaquinha-verde-amarela, na dosagem de 200ml kg⁻¹ de semente.

4.5 Delineamento experimental e tratamentos aplicados

O ensaio foi instalado no dia 16 de fevereiro de 2018, com a cultivar M8644 IPRO de crescimento determinado, bastante utilizada na região. A semeadura foi realizada com população estimada de 260.000 plantas ha⁻¹. As plantas foram submetidas a quatro níveis de desfolha artificial: 0, 17, 33, e 67%, nos estádios V8, R2 e R5, compondo um esquema fatorial 4 x 3 (12 parcelas) em 4 blocos ao acaso. Cada parcela continha dimensão de 4 x 2,5m, contendo cinco linhas de plantio.

Cada nível de desfolha foi realizado uma vez em cada estágio fenológico, nas cinco linhas de plantio das parcelas. Para evitar efeitos de bordadura, desconsiderou-se as linhas um, três e cinco, as coletas para as avaliações foram realizadas nas linhas dois e quatro. O acompanhamento fenológico foi feito conforme descrição fenológica proposta por Fehr e Caviness, 1977 (tabela 2).

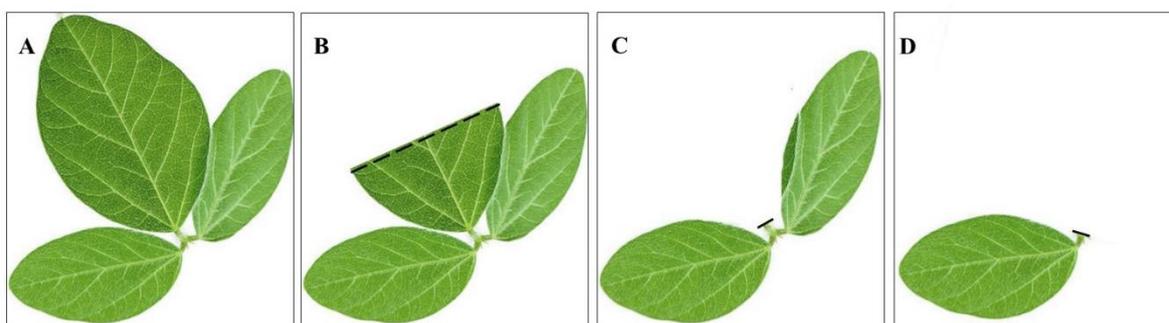
Tabela 2. Descrição dos estádios fenológicos da soja

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

Fonte: Adaptado de Fehr & Caviness, 1977

A desfolha foi feita com base na quantidade total de folíolos. Para obtenção de 17% de desfolha, foram cortados com tesoura, metade de todos os folíolos centrais da planta; para 33%, todos os folíolos centrais foram retirados por inteiro; e para a desfolha de 67%, retirou-se o folíolo central e um dos laterais de todos os trifólios, conforme a metodologia utilizada de Gazzoni e Moscardi (1997) (Figura 3).

Figura 3. Níveis de desfolha artificial na soja. Em A - 0%; B - 17%; C - 33% e D - 67%.



Fonte: Adaptado Gazzoni e Moscardi, 1997.

A desfolha foi realizada em todo o comprimento da planta: baixeiro, mediano e superior. O estudo de níveis de danos de insetos pode ser realizado através da simulação, pois a reação da planta de soja ao desfolhamento artificial é muito próxima da reação causada pelos insetos filófagos (GAZZONI, 1974). Assim, esta pode na pesquisa, representar o dano de todo desfolhador capaz de desfolhar tais níveis, mas representa melhor o dano de lagartas do gênero *Spodoptera* que se alimentam de folhas de toda a planta. Estas são problemas inclusive, nos cultivos com transgenia *Bt*. As desfolhas nos estádios V8, R2 e R5, foram realizadas no 29°, 36° e 59° dias após o semeio (DAS), respectivamente. As avaliações das plantas desfolhadas, foram feitas nos estádios R6 (84° DAS) e R8 (97° DAS).

4.6 Manejo

No estádio V3, foi aplicado o herbicida sistêmico Glifosato potássico, de ação seletiva condicional (transgênicos), na dosagem de 2,2L ha⁻¹. No estádio V5, foi utilizado de forma preventiva, fungicida com propriedades sistêmicas, com composição de Azoxistrobina (200g L⁻¹) + Ciproconazol (80g L⁻¹), na dosagem de 0,15L ha⁻¹, que possui ação contra antracnose, ferrugem asiática, mancha alvo, mela, crestamento foliar, mancha parda e oídio.

Nos estádios V5 e R1, foram aplicados um biorregulador que possui em sua composição, a combinação de reguladores vegetais, citocinina (90mg L⁻¹), giberelina (50mg L⁻¹) e auxina (50mg L⁻¹), na dosagem de 0,25L ha⁻¹. Sua formulação atua em todas as etapas de desenvolvimento das culturas, possibilitando maior expressão do potencial genético e equilíbrio hormonal da planta. Foi aplicado, de forma preventiva, um fungicida com

propriedades sistêmicas, que apresenta em sua composição Propiconazol (250g L^{-1}) + Difenconazol (250g L^{-1}), com ação contra crestamento foliar, mancha parda e oídio, na dosagem $0,15\text{L ha}^{-1}$.

No estágio R1, foi utilizado de forma preventiva, fungicida com propriedades sistêmicas, com composição de Azoxistrobina (200g L^{-1}) + Ciproconazol (80g L^{-1}), na dosagem de $0,3\text{L ha}^{-1}$. Foi aplicado inseticida sistêmico, de contato e ingestão, a base de Tiametoxam (141g L^{-1}) + Lambda-cialotrina (106g L^{-1}), com ação contra lagarta-da-soja, mosca-branca, percevejo-da-soja, percevejo-marrom, percevejo-pequeno e vaquinha, na dosagem de $0,25\text{L ha}^{-1}$. Foram aplicados fungicidas sistêmicos, com composição de Azoxistrobina (300g kg^{-1}) + Benzovindiflupir (150g kg^{-1}), com ação contra Crestamento-foliar, Ferrugem-da-soja, Mancha-alvo, Mancha-parda, Mela e Oídio, na dosagem de $0,2\text{kg ha}^{-1}$ e outro à base de Difenconazol (250g L^{-1}) + Ciproconazol (150g L^{-1}), contra Crestamento-foliar, Ferrugem-asiática, Mancha-parda e Oídio na dosagem de $0,3\text{L ha}^{-1}$.

Utilizou-se adjuvante, espalhante adesivo a base de óleo mineral (428g L^{-1}) na dosagem de $0,5\text{L ha}^{-1}$, que quando adicionado à calda de agrotóxicos, aumenta a atividade biológica e a eficiência de diferentes compostos devido a distribuição mais adequada das formulações sobre as superfícies foliares, aumentando a absorção e translocação dos compostos aplicados.

4.7 Avaliação experimental

Após cada desfolha, foram coletadas um metro linear de plantas nas linhas de plantio de cada tratamento e levadas ao laboratório de Entomologia e Zoologia (LAEZ/UFRA) câmpus Paragominas, para verificação de crescimento e desenvolvimento: estágio fenológico, contagem do número de nós, folhas, ramos, medida de comprimento e número de vagens, quando presentes. As folhas de cada tratamento foram passadas no leitor de área foliar LI-3100C LI-COR, que mede a área das folhas em cm^2 , para posterior determinação do índice de área foliar.

Ao atingir o estágio R6, foram coletadas plantas de um metro linear de todos os tratamentos para verificação do IAF das plantas desfolhadas. No estágio R8, foram realizadas coletas para contagem de nós e ramos, medidas de comprimento, biomassa, produtividade e componentes de produtividade: número de vagem por planta, número de grãos por vagem e massa de mil grãos. Para ter minimizados os problemas de danos mecânicos e perdas na colheita, a umidade dos grãos foi corrigida para 13% nos cálculos de produtividade, umidade considerada ideal para comercialização e armazenamento.

4.8 Análise estatística

As variáveis com distribuição normal, verificada através do teste de Shapiro-Wilk, foram submetidas a análise de variância para verificação dos efeitos dos estádios fenológicos e dos níveis de desfolhas, além da interação entre estádios e desfolhas. Foram realizadas análises de modelos mistos, considerando os blocos o fator aleatório. Foi feito ainda, uma análise de correlação de Pearson para todos os pares de variáveis analisadas, ao nível de 5% de significância. As análises estatísticas foram feitas através do software SAS University Edition (Statistical Analyses System).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ciclo da soja durou 97 dias desde a semeadura até a colheita. As análises de variância demonstraram que o IAF medido após cada desfolha (IAF D), o IAF medido no estádio R6 (IAF R6), o número de vagem por planta (VG PL) e a produtividade (PROD) sofreram efeito de estádio fenológico e dos níveis de desfolha e houve interação entre o estádio e nível de desfolha (Tabela 3). As análises mostraram que para a massa de mil grãos (MMG), não houve interação entre os estádios e os níveis de desfolhas, mas houve efeito de estádio e de desfolha. Ou seja, os efeitos de estádio sobre essa variável, foram independentes dos níveis de desfolhas aplicados, assim como os efeitos dos níveis de desfolha, foram independentes do estádio fenológico em que os níveis foram aplicados. O número de nós (NO R8) e o número de ramos (NR R8) contados no estádio fenológico R8 não sofreram efeito de estádio ou de desfolha.

Tabela 3. Efeito dos estádios fenológicos, dos níveis de desfolha e interação entre estádios e desfolhas no Índice de área foliar medido após as desfolhas (IAF D), no Índice de área foliar medido no estádio R6 (IAF R6), no número de vagem por planta (VG PL), na massa de mil grãos (MMG), na produtividade (PROD), no número de nós (NO R8) e no número de ramos (NR R8), contados no estádios R8. Paragominas - PA, 2018.

Fatores de variação	IAF D	IAF R6	VG PL	MMG	PROD	NO R8	NR R8
	Pr > F						
Estádio	<.0001*	0.0036*	0.47 ^{ns}	0.0066*	0.0032*	0.6914 ^{ns}	0.7762 ^{ns}
Desfolha	<.0001*	<.0001*	0.02*	0.0007*	0.0006*	0.9637 ^{ns}	0.5101 ^{ns}
Interação	<.0001*	0.0003*	.0017*	0.4035 ^{ns}	0.0041*	0.4755 ^{ns}	0.1132 ^{ns}
C.V. (%)	60.22	20.41	11.90	6.60	13.51	4.35	15,10

*Significativo ao nível de 5% (<0.05) de probabilidade de erro

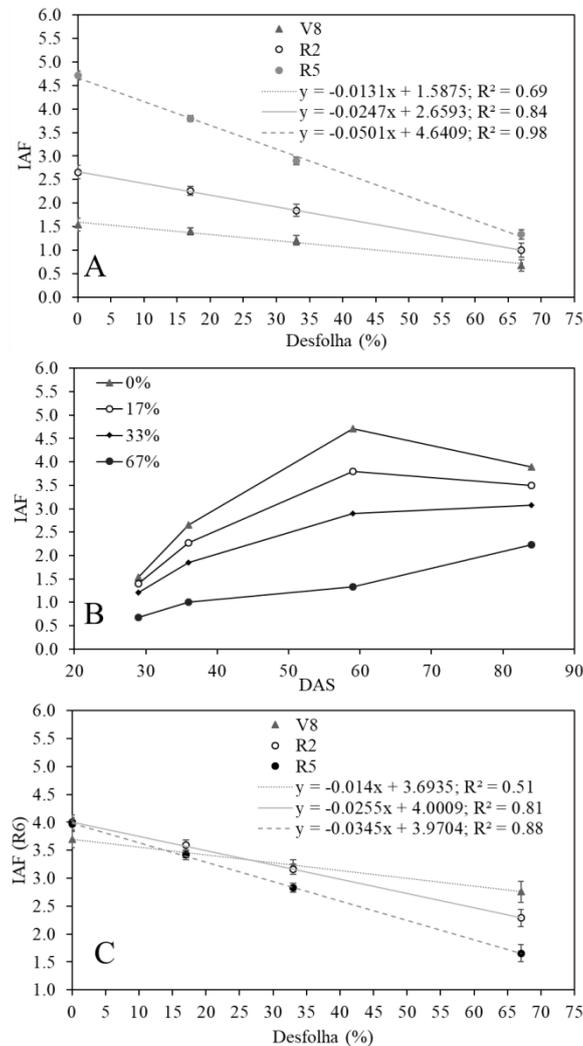
^{ns} Não significativo

5.1 Índice de Área foliar (IAF)

O índice de área foliar (IAF) foi medido nos estádios fenológicos em que as plantas foram desfolhadas. A análise de regressão mostrou redução linear do IAF à medida que os

níveis de desfolhas foram aumentados. Nos estádios V8, R2 e R5, à medida que se aumentou em 1% o nível de desfolha, houve redução 0,013, 0,025 e 0,050 no IAF, respectivamente. No nível de 0% de desfolha o IAF no estádio V8, foi de 1,54; no estádio R2 foi de 2,66, e no estádio R5 foi de 4,71. No nível de 17% de desfolha o IAF foi de 1,40 no estádio V8; de 2,26 no estádio R2; e de 3,80 no estádio R5. No nível de desfolha de 33% o IAF nos estádios V8, R2 e R5 foram de 1,21, 1,85 e de 2,90, respectivamente. No nível de desfolha de 67% o IAF no estádio V8 foi de 0,68; 1,00 no estádio R2 e de 1,33 no estádio R5 (Figura 5A). A maior média de IAF (4,7) foi observada no estádio fenológico R5 (59° DAS), no nível de 0% de desfolha.

Figura 4. Índice de Área Foliar em função dos níveis de desfolhas e dos dias após o semeio (DAS) na cultura da soja em Paragominas, 2018. Em A) IAF medido nos dias da desfolhas dos estádios V8, R2 e R8 em função dos níveis de desfolhas; B) IAF dos níveis de desfolhas em função dos dias após o semeio (DAS); e C) IAF medido no estádio R6 em função dos níveis de desfolhas, realizadas nos estádios V8, R2 e R5.



Em relação aos níveis de desfolhas aplicados, os níveis de 0 e 17% mostraram redução do IAF do estádio R5 para o R6 (59° e 84° DAS), possivelmente porque o dia de avaliação no

R6 era o final do estágio, havendo iniciado a senescência das folhas (Figura 5B). Por serem desfolhas consideradas de níveis baixos, foi possível observar essa redução. Entretanto, nos níveis de 33 e 67% de desfolha, a redução do IAF de um estágio para outro não foi observada, podendo ser observado inclusive, uma pequena recuperação de IAF do estágio R5 para o R6. Os níveis maiores de desfolha podem ter induzido a senescência tardia das plantas. Haile et al. (1998) visando investigar se a morfologia foliar pode desempenhar um papel importante na tolerância da soja à desfolha, afirmaram que níveis de desfolhas podem retardar a senescência das folhas em soja como forma de compensação ao dano.

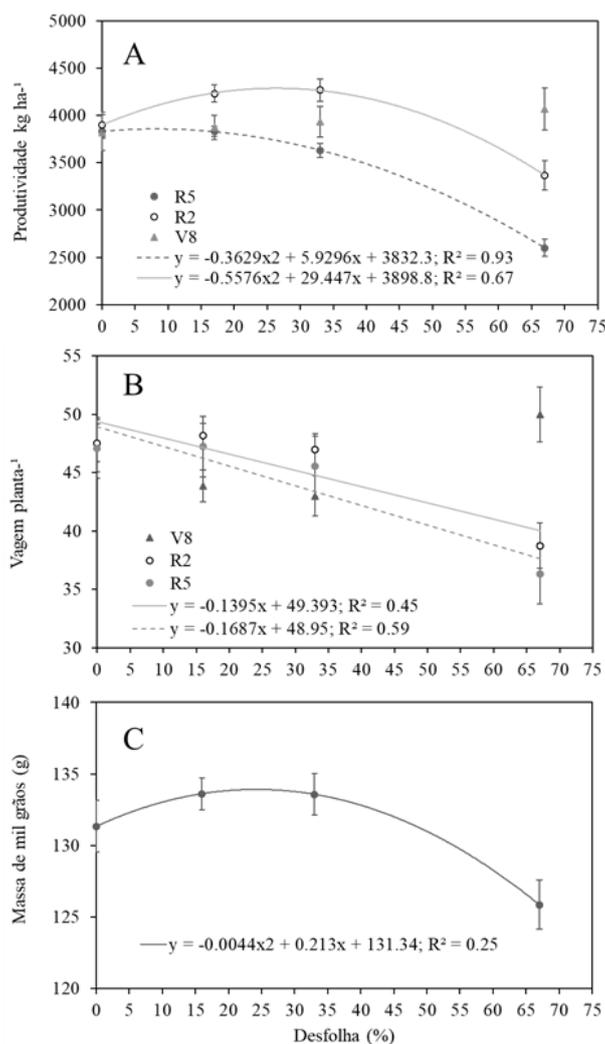
O IAF medido no estágio fenológico R6 para verificação da recuperação de folhas das plantas desfolhadas nos estádios V8, R2 e R5, mostrou redução linear do IAF à medida que se aumentaram os níveis de desfolhas. No estágio V8, quando se aumentou em 1% o nível de desfolha, houve redução de 0,014 de IAF; no estágio R2, o IAF reduziu 0,025 e no estágio R5, reduziu 0,034. No nível de 0% o IAF medido no estágio R6 foi de 3,69, 4,00 e 3,97 para os estádios V8, R2 e R5. Quando o IAF foi medido no estágio R6, as plantas desfolhadas ao nível de 17% nos estádios V8, R2 e R5, apresentaram IAF de 3,47, 3,59 e 3,42, respectivamente. No nível de 33% o IAF para desfolhas realizadas no estágio V8 foi de 3,23; para desfolhas realizadas no estágio R2 foi de 3,16 e de 2,83 para desfolhas realizadas no estágio R5. No nível de 67% o IAF foi de 2,76 para desfolhas realizadas no estágio V8; 2,29 para desfolhas realizadas no R2 e 1,66 para desfolhas realizadas no estágio R5 (Figura 5C). Os pontos em que as retas se encontram no gráfico, demonstram que desfolhas de 13,5% nos estádios V8 e R5, e de 26,5% nos estádios V8 e R2, reduziram igualmente o IAF medido no estágio R6. Os estádios V8 e R2 se mostraram mais tolerantes a redução do IAF que o estágio R5, quando medido no estágio R6. Isso porque a planta possui grande capacidade de produzir folhas nessas fases. Segundo Câmara e Heiffig (2000), verificando diferentes populações de planta de soja, observaram que normalmente o IAF da soja, aumenta linearmente até o final do florescimento (R2).

5.2 Produtividade e componentes de produtividade

A análise de regressão da produtividade em função das desfolhas, não mostrou ajuste de modelo para o estágio V8. Para os estádios R2 e R5, houve ajuste para equação de segundo grau, demonstrando que baixos níveis de desfolhas, foram capazes de aumentar a produtividade e níveis maiores a reduziram. No nível de desfolha de 0%, a produtividade foi de 3.819 kg ha⁻¹ no estágio V8, de 3.901 kg ha⁻¹ no estágio R2 e de 3.831 kg ha⁻¹ no estágio R5. No nível de desfolha de 17% a produtividade foi de 3873 kg ha⁻¹, 4.232 kg ha⁻¹

e de 3.832 kg ha⁻¹ nos estádios V8, R2 e R5, respectivamente. Quando se desfolhou ao nível de 33%, a produtividade no estádio V8 foi de 3.934 kg ha⁻¹, no estádio R2 foi de 4.268 kg ha⁻¹ e no estádio R5 foi de 3.630 kg ha⁻¹. No nível de desfolha de 67% a produtividade foi de 4.068 kg ha⁻¹ no estádio V8, 3.368 kg ha⁻¹ no estádio R2 e 2.601 kg ha⁻¹ no estádio R5 (Figura 6A).

Figura 5. Componentes de produtividade da soja em função dos níveis de desfolhas, Paragominas-Pará, 2018. Em A) Produtividade em função dos níveis de desfolhas realizadas nos estádios V8, R2 e R5; B) Número de vagens por planta⁻¹ em função dos níveis de desfolhas realizadas nos estádios V8, R2 e R5; e C) Massa de mil grãos em função dos níveis de desfolhas realizadas nos estádios V8, R2 e R5.



No estádio R2, a produtividade média foi de 3.901,8 kg ha⁻¹ (65,3 sacas) quando não houve desfolha e o IAF correspondeu a 4,00. O máximo de produtividade seria de 4.287,6 kg ha⁻¹ (71,5 sacas), alcançada com o nível de desfolha de 26,4% correspondendo ao IAF de 3,33. Portanto, desfolhas de 26,4% possibilitaria neste estádio, um incremento de 9,9% (6,4 sacas) e somente desfolhas a partir de 53%, representando o IAF de 2,65, a produtividade reduziria abaixo da quantidade alcançada no tratamento de 0% de desfolha.

No estágio R5, a produtividade média foi de 3.831 kg ha⁻¹ (63,8 sacas) no nível de 0% de desfolha, correspondendo ao IAF de 3,97. O máximo rendimento seria de 3.856,5 kg ha⁻¹ (64,3 sacas) alcançado com o nível de desfolha de 8,17%, correspondendo a um valor de IAF de 3,69 (Figura 6A), incremento de 0,66% (0,42 sacas) comparado ao tratamento de 0% de desfolha. Entretanto, neste estágio, a desfolha capaz de reduzir a produtividade abaixo da alcançada quando não se desfolhou, foi o nível de 17% com o IAF de 3,38.

No estágio V8, a análise de regressão para o número de vagem por planta, não mostrou ajuste de modelo. Para os estágios R2 e R5, houve ajuste para equação de primeiro grau, demonstrando que o número de vagem por planta, reduz linearmente à medida que se aumentam os níveis de desfolha. Quando se desfolhou ao nível de 0%, o número de vagem por planta foi de 2,23 no estágio V8, 1,61 no estágio R2 e 1,65 no estágio R5. Quando se desfolhou ao nível de 17% o número de vagem por planta foi 1,35 no estágio V8, 1,08 no estágio R2 e 1,17 no estágio R5. Já quando se desfolhou ao nível de 33%, o número de vagem por planta foi de 1,72, 1,40 e 1,48 nos estágios V8, R2 e R5, respectivamente. Quando se desfolhou ao nível de 67%, o número de vagem por planta foi de 2,36 no estágio V8, 1,94 no estágio R2 e 2,41 no estágio R5. No estágio R2, a medida que se aumentou em 1% o nível de desfolha, reduziu 0,13 o número de vagem por planta e no estágio R5, o número de vagem por planta foi reduzido em 0,16 (Figura 6B). Monteiro et al. (2017), observaram que o número de vagens por planta obtida quando houve desfolha no estágio R2 em cultivar de crescimento determinado (BRS 184), mostrou tendência quadrática, sendo que o ponto de máxima resposta foi de 31,45%.

A variação da produtividade da soja desfolhada, foi melhor explicada pela (MMG) que também mostrou ajuste para função quadrática. análise de regressão para essa variável, demonstrou que níveis baixos de desfolha aumentam a massa de mil grãos até o nível de 24,2% com massa de 133,92g, reduzindo em níveis maiores (figura 6C). A média da massa de mil grãos nos níveis de desfolha de 0, 17, 33 e 67% foram de 131,34, 133,62, 133,57 e de 125,86 g, respectivamente. A comparação de médias, mostrou que houve redução da massa de mil grãos somente quando a planta foi desfolhada no estágio R5 (Tabela 2). Glier et al. (2015), visando avaliar diferentes níveis de desfolha nos estágios vegetativo e reprodutivo de dois cultivares de soja, também observaram redução da massa de mil grãos quando a desfolha foi realizada no estágio R5, independentemente do nível de desfolha aplicado.

Tabela 4. Comparação de médias da massa de mil grãos (MMG) nos estádios fenológicos da soja. Paragominas - PA, 2018

Estádios Fenológicos	MMG
V8	133.17 ±1.71 a
R2	132.42 ±1.72 ab
R5	127.43 ±1.72 b
C.V.%	4.35

As médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem entre si, ao nível de 5% probabilidade de erro, pelo teste de Tukey.

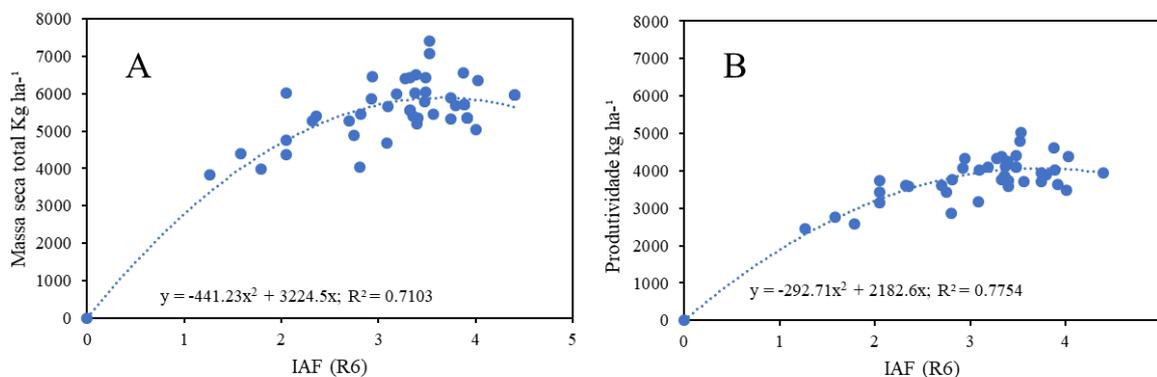
Batistela et al. (2012), em um estudo visando verificar a tolerância da soja à desfolha entre as diferentes cultivares, em diferentes estádios de desenvolvimento e da época de semeadura, observaram que a cultivar M8867RR (hábito de crescimento determinado), nos níveis de desfolhas de 66,6% e 100%, reduziram significativamente a produção, no estádio R2. Glier, et al. (2015) e Owen et al. (2013), observaram perdas significativas no rendimento da soja quando desfolhada no estádio R5. Entretanto, nesta pesquisa a desfolha da soja nos estádios supracitados, mostrou-se benéfica a sua produtividade, desde que níveis críticos não sejam ultrapassados.

Foi observado, no presente estudo que, mesmo havendo redução do IAF, os baixos níveis de desfolha aumentaram a produtividade. Isso porque, as cultivares de soja atualmente em uso no Brasil, principalmente aquelas com ciclo de maturação mais longo ou as com maior duração de período juvenil, produzem muito mais superfície foliar do que é necessário para a taxa de fotossíntese máxima (CÂMARA e HEIFFIG, 2000). Apesar de geralmente maior volume de dossel ou maiores valores de IAF indicarem maior interceptação de luz, o volume da copa ou o IAF não estão linearmente relacionados à interceptação de luz e produção (HAILE, 2000) e conforme o estádio fenológico em que o IAF crítico for ultrapassado, pode ocorrer a redução dos fotoassimilados nas folhas, acarretando abortamento foliar ou mesmo de estruturas reprodutivas (CÂMARA e HEIFFIG, 2000). Assim, conhecer o IAF ideal é o primeiro passo para diminuir as diferenças de rendimento da soja (TAGLIAPIETRA et al., 2018).

Müller (1981), observou que quando a taxa de crescimento é decrescente, abaixo de um determinado valor de IAF e, não havendo mais uma contribuição líquida ao acúmulo de fotossintetizados, será denominado “IAF ótimo”. Tagliapietra et al. (2018), observaram que o para atingir o potencial produtivo da soja, o IAF foi entre 3,4 (crescimento indeterminado) e 4,5 (crescimento determinado) enquanto o IAF ótimo está entre 6,0 e 6,5 para cultivares de crescimento indeterminado e determinado, respectivamente. A análise de regressão da produtividade e da massa seca total em função do IAF, mostraram tendência

quadrática, comprovando que há valores de IAF que não mais contribuem para o acúmulo de biomassa ou para produtividade (Figura 7). O IAF que contribuiu para o máximo acúmulo de biomassa ($5891,1 \text{ kg ha}^{-1}$) foi de 3,6 e de 3,7 para o máximo acúmulo de produtividade ($4068,6 \text{ kg ha}^{-1}$), sendo estes, portanto, os IAFs ótimos da soja nas condições da microrregião de Paragominas, estado do Pará.

Figura 6. A) Massa seca total da soja em função do Índice de Área Foliar e B) Produtividade da soja em função do Índice de Área Foliar.



Observa-se neste estudo, que o estágio R5 se mostrou o mais sensível a desfolhamentos. Isso porque, com o início da formação de grãos nas vagens, as demandas da planta por água, nutrientes e fotoassimilados aumentam, e esses componentes passam a ser especialmente direcionados para a formação de grãos, para atender a crescente acumulação de matéria seca e a biossíntese de óleo e proteína nas sementes (HEIFFIG et al., 2006). Sendo as folhas, fontes de fotoassimilados, a sua redução a certos níveis e nos estádios reprodutivos, teve influência no IAF e consequentemente na massa dos grãos e na produtividade.

5.3 Análise de correlação de Pearson

As análises de correlação de Pearson para os pares de variáveis, demonstram que o IAF medido no estágio R6 tem correlação positiva com o IAF medido após as desfolhas (IAF D), com o número de vagem por planta (VG PL), com a massa de mil grãos (MMG), com a produtividade (PROD), e com a massa seca total medida no estágio R8 (MST R8) (Tabela 5). O IAF medido após as desfolhas (IAF D), tem correlação positiva com o número de vagem por planta (VG PL). Esses resultados confirmam a influência do IAF nos componentes de produção: número de vagem por planta, massa de mil grãos e produtividade.

O número de vagem por planta (VG PL) mostrou correlação positiva com a produtividade (PROD) e com a massa seca total medida no estágio R8 (MST R8). A massa de mil grãos (MMG) teve correlação positiva com a produtividade (PROD) e com a massa seca

total medida no estágio R8 (MST R8). A produtividade (PROD) mostrou ter correlação positiva com a massa seca total medida no estágio R8 (MST R8). Os resultados permitem observar que as variáveis não são independentes, confirmando que a massa de mil grãos e o número de vagem por planta tem influência direta na produtividade.

Tabela 5. Coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis: Índice de Área Foliar medido no estágio R6 (IAF R6), índice de área foliar medido no dia da desfolha (IAF D), Número de vagem por planta (VG PL), massa de mil grãos (MMG), produtividade (PROD) e massa seca total medida no estágio R8.

	IAF R6	IAF D	VG PL	MMG	PROD	MST R8
IAF R6	1	0.47005 *	0.52412*	0.54486*	0.58307*	0.54418*
IAF D		1	0.308*	0.14522 ^{ns}	0.21269 ^{ns}	0.27235 ^{ns}
VG PL			1	0.1481 ^{ns}	0.85326*	0.87351*
MMG				1	0.33375*	0.29833*
PROD					1	0.97535*
MST R8						1

*Significante ao nível de 5% de probabilidade de erro

^{ns} Não significativo.

5.4 Manejo Integrado das lagartas na cultura da soja

Conhecer o nível de desfolha tolerado pela planta em cada estágio e a quantidade de inseto capaz de causar o dano, além da realização do monitoramento e amostragens nas áreas de cultivo, é indispensável para o sucesso do MIP. Para a utilização do Nível de Dano Econômico pela quantidade de lagartas na soja e outros desfolhadores, é importante considerar a espécie, idade da planta e do inseto, cultivar e parte da planta atacada, condições ambientais, e outros. Fatores estes, que influenciam na quantidade e velocidade de alimentação dos desfolhadores. Portanto, pesquisas posteriores deverão determinar a quantidade de lagartas de cada espécie de ocorrência na área, poderão causar os níveis de dano tolerados pela cultivar.

Os níveis de desfolha de até 67% não afetaram a produtividade da soja no estágio vegetativo avaliado neste estudo (V8). Bueno et al. (2010) observaram que no vegetativo, somente desfolhas de 100% reduziram a produtividade da soja. Os autores afirmaram que mesmo em seus estágios iniciais de desenvolvimento, a soja possui uma grande capacidade de recuperação em relação à desfolha, sendo que, reduções de produção são apenas causadas quando a desfolha sofrida, é suficiente para causar a morte da planta, diminuindo significativamente o estande de plantas.

Os níveis de desfolha sugeridos pela Embrapa (30% no vegetativo e 15% no reprodutivo), foram gerados a partir de resultados de pesquisas feitas nos Estados do Paraná, com retirada manual de cotilédones e/ou folíolos; no Rio grande do Sul e Mato Grosso com remoção artificial de 1, 2 e 3 folíolos referentes a 33,3; 66,6 e 100% nos estágios V5, V8 e R2

além de combinações destes; e em Goiás com desfolhas artificiais de 16,7 e 33,3% em todo o período vegetativo, no reprodutivo e em ambos. Porém, sem haver comparação dos diferentes estádios reprodutivos da cultura.

Os níveis de dano econômico para desfolhas nesta pesquisa, se mostraram maiores que os níveis sugeridos nos estudos citados acima. Nota-se que os níveis de desfolha tolerados pelas plantas variaram entre os estádios reprodutivos testados. Logo, sugerir um único NA para toda a fase reprodutiva pode levar a perdas no rendimento de grãos.

Os resultados desta pesquisa, demonstram que não há justificativa para aplicação preventiva de inseticidas para controle de lagartas na cultura da soja. A cultura mostrou produzir mais folha do que necessita e que inclusive, alguns níveis de desfolhas podem ser positivos para a cultura, nas condições de campo deste estudo.

Muitos agricultores estão tentando otimizar a aplicação de defensivos pós-emergência durante o desenvolvimento da cultura, adicionando inseticidas como uma mistura nos tanques junto a herbicidas e fungicidas, na tentativa de reduzir os custos operacionais de aplicação sem conhecer o nível real de infestação de pragas no campo (BUENO et al., 2010). Porém, pesquisas comprovam que a utilização das práticas do Manejo Integrado de Pragas possibilita reduzir em até 50% as aplicações de inseticidas (CONTE, et al., 2014).

Além da redução dos custos, o MIP evita problemas de contaminação do meio ambiente, reduzindo o surgimento de insetos cada vez mais resistentes às moléculas de inseticidas, possibilitando a permanência de inimigos naturais nas áreas de cultivo, e com isso, tornando o ambiente de produção cada vez menos dependente de moléculas químicas para o controle de insetos-praga.

A presente pesquisa serve de base para futuros trabalhos de determinação do NDE e NA para desfolha da soja na microrregião de Paragominas. Sugere-se que os estudos considerem diferentes épocas de semeio, com cultivares de distintos grupos de maturação e variem densidades de plantio. Para a determinação desses níveis, é importante ainda, considerar a viabilidade econômica.

6 CONCLUSÕES

Para a cultivar M8644 IPRO, nas condições de campo deste estudo, conclui-se que:

- ✓ O estágio V8 é o mais tolerante a desfolhamentos, sendo que os níveis de desfolhas de até 67% não afetaram a produtividade;
- ✓ O estágio R2 apresenta os melhores resultados, aumentando a produtividade com maior nível de desfolha quando comparado ao estágio R5;
- ✓ O estágio R5 é o mais sensível a desfolhamentos, reduzindo o IAF e a produtividade com menores níveis de desfolha em comparação com os demais estádios fenológicos avaliados;
- ✓ Níveis de desfolhas de 26,4% e 8,17%, nos estádios fenológicos R2 e R5 (respectivamente), possibilitam aumento de produtividade, devendo-se evitar níveis de desfolhas acima destes;
- ✓ O estudo mostra que o IAF ótimo para a cultura, na microrregião de Paragominas é entre 3,6 e 3,7;
- ✓ O Nível de desfolha em que a produtividade na soja passa a ser afetada no estágio R2 é de 53% e de 17% no estágio R5.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVILA, C. J. ; GRIGOLLI, J.F.J. . Pragas da Soja e Seu Controle. *In: LOURENÇÃO, A.L.F.; GRIGOLLI, J.F.J.; MELOTTO, A.M.; PITOL, C.; GITTI, D.C.; ROSCOE, R. (Org.). Tecnologia e Produção Soja 2013/2014*. 1ed. Curitiba: Midiograf, v. 1, p. 109-168, 2014.
- 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.
- BOARD, J. E.; SETTIMI, J. R. Photoperiod effect before and after flowering on branch development in determinate soybean. **Agronomy Journal**, v. 78, n. 6, p. 995-1002, 1986.
- BUENO A. F.; PANIZZI, A. R.; CORRÊA-FERREIRA B. S.; HOFFMANN-CAMPO C. B.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; GAZZONI, D. L.; HIROSE, E.; MOSCARDI, F.; CORSO, I. C.; OLIVEIRA, L. J.; ROGGIA, S. **Histórico e evolução do manejo integrado de pragas da soja no Brasil**, cap. 1, 2008.
- BUENO, A. F.; BATISTELA, M. J.; MOSCARDI, F.; BUENO, R. C. O. F.; NISHIKAWA, M.; HIDALGO, G.; SILVA, L.; GARCIA, A.; CORBO, E.; SILVA, R. B. Níveis de desfolha tolerados na cultura da soja sem a ocorrência de prejuízos à produtividade. **EMBRAPA, Circular técnica**, Londrina – PR, 2010.
- BUENO, A. F.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BUENO, R. C. O. F. Controle de pragas apenas com o MIP. **A Granja**, Porto Alegre, v. 66, n. 733, p. 76-78, 2010.
- BUENO, A. F.; NISHIKAWA, M.; HIDALGO, G.; SILVA, L.; GARCIA A.; CORBO, E.; SILVA, R.B.; Níveis de desfolha tolerados na cultura da soja sem a ocorrência de prejuízos à produtividade. **Embrapa, Circular técnica 79**, Londrina, 2010.
- CÂMARA, G.M.S. **Introdução ao agronegócio soja**. USP/ESALQ – Departamento de Produção Vegetal, 31 p., 2015.
- CÂMARA, G.M.S.; HEIFFIG, 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.
- CASAROLI, D.; FAGAN, E. B.; SIMON, J.; MEDEIROS, S. P.; MANFRON, P. A.; DOURADO NETO, D.; LIER, Q. J. V.; MÜLLER, L.; MARTIN, T. N. Radiação solar e aspectos fisiológicos na cultura de soja - uma revisão. **Revista da FZVA**, Uruguaiiana, v. 14, n. 12, p. 102-120, 2007.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Observatório Agrícola. V. 5 - SAFRA 2017/18- N. 12 - Décimo segundo levantamento, 2018.
- CONTE, O.; OLIVEIRA, F. T.; HARGER, N.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Resultados do Manejo Integrado de Pragas da Soja na Safra 2013/14 no Paraná. Embrapa, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Embrapa Soja**, Londrina, 2014.
- CONTE, O.; OLIVEIRA, F. T.; HARGER, N.; FERREIRA, B. S. C.; ROGGIA, S.; PRANDO, A. M.; SERATTO, C. D. Resultados do manejo integrado de pragas da soja na safra 2015/16 no Paraná. **Embrapa Soja**. Londrina, 2016.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; ALEXANDRE, T. M.; PELLIZZARO, E. C.; MOSCARDI, F.; BUENO, A. F. Práticas de manejo de pragas utilizadas na soja e seu impacto sobre a cultura. **EMBRAPA, circular técnica**, Londrina, 2010.

CRAVO, M. S.; SILVEIRA FILHO, A.; EL-HUSNY, J. C. **Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado do Pará**. Parte II/Recomendação de Adubação e Calagem para Culturas Anuais, p.131-162, 2007.

DE BORTOLI, S. A.; MURATA, A. T.; VACARI, A. M.; DE BORTOLI, C. P.; RAMALHO, D. G. Herbivoria em soja: efeito na composição química das folhas e na biologia da lagarta da soja e do percevejo verde pequeno, **Comunicata Scientiae**, v. 3, p. 192-198, 2012 .

FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO A. L.; NEUMAIER, N. Ecofisiologia da soja. **Circular técnica 48**. Embrapa. Londrina, PR, 2007.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. Stages of soybean development. Ames, **Iowa State University of Science and Technology**, Cooperative Extension Service. Special Report, 1977.

FIESP, 2018. Soja: Brasil pode se tornar maior produtor mundial no próximo ano. **Instituto De Economia Agrícola**. v. 13, n. 4, 2018.

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.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; SUCHI R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**, Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, Volume 10, 920 p., Piracicaba, 2000.

GAZZONI, D. L. **Avaliação de efeito de três níveis de desfolhamento aplicados em quatro estádios de crescimento de dois cultivares de soja (*Glycine max* (L.) MERRILL), sobre a produção e a qualidade do grão**. Porto Alegre, RS. 70p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1974.

GAZZONI, D. L., MOSCARDI, F. Effect of defoliation levels on recovery of leaf area, on yield and agronomic traits of soybeans. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, p. 411-424, 1997.

GLIER, C. A. S.; DUARTE JÚNIOR, J. B.; FACHIN, G. M.; COSTA, A. C. T.; GUIMARÃES, V. F.; MROZINSKI, C. R. Defoliation percentage in two soybean cultivars at different growth stages, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.6, p.567-573, Campina Grande, 2015.

HAILE, F. J. Influence of cultivar and plant architecture on yield loss. *In*: PETERSON, R. D.; HIGLEY, L. G. (Eds.). **Biotic Stress and Yield Loss**. CRC Press LLC, 2000 N.W. Corporate Blvd. p. 99-116. 2000.

HAILE, F. K.; HIGLEY, L. G.; SPECHT J. E.; SPOMER, S. M. Soybean Leaf Morphology and Defoliation Tolerance. **Agronomy Journal**, v. 90, p. 353 - 362, 1998.

HEIFFIG, L. S.; CÂMARA, G. M. S. ; MARQUES, L. A. ; PEDROSO, D. B.; SÔNIA MARIA 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.

HOMMA, A. K. O. A expansão da soja na Amazônia: a repetição do modelo da pecuária. In: ANDRADE, E. B. (ed.), *A Geopolítica da Soja na Amazônia Belém: Embrapa Amazônia Oriental. Museu Paraense Emílio Goeldi*, 2005, 280p. ISBN 85-87690-45-01, p.77-105, 2005.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA**. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>>. Data de acesso: 13/03/2019.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados Meteorológicos**, estações automáticas. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>> Acesso: 09/11/2018.

MALONE S.; D.; HERBERT, A. JUNIOR.; 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.

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

MÜLLER, L. Fisiologia. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.L. **A soja no Brasil**. Campinas, p. 109 – 129, 1981.

OWEN, L. N.; CATCHOT A L.; MUSSER, F. R.; GORE J.; COOK, D. C.; JACKSON, R.; ALLEN C. Impact of defoliation on yield of group IV soybeans in Mississippi. **Crop Protection**, v. 54, p. 206 - 212, 2013.

PARCIANELLO, G.; COSTA, J. A.; PIRES J. L. F. ; RAMBO, L.; SAGGIN, K. Tolerância da soja ao desfolhamento afetada pela redução do espaçamento entre fileiras. **Ciência Rural**, Santa Maria, ISSN 0103-8478, v.34, n.2, p.357-364, 2004.

PEDIGO, L. P.; HUTCHINS, S. H.; HIGLEY, L. G. Economic injury levels in theory and practice. **Annual Review of Entomology**, v. 31, p. 341-68,1986.

PETERSON, R.T K. D. Photosynthesis, Yield Loss, and Injury Guilds. In: PETERSON, R. D.; HIGLEY, L. G. (Eds.). **Biotic Stress and Yield Loss**. CRC Press LLC, 2000 N.W. Corporate Blvd. p. 99-116. 2000.

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

RIFFEL, C. T.; GARCIA, M. S.; SANTI, A. L.; BASSO, C. J.; FLORA, L. P. D.; CHERUBIN, M. R.; EITELWEIN M. T. Densidade amostral aplicada ao monitoramento georrefrenciado de lagartas desfolhadoras da soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, 8p. 2012,

SALVADORI, J. R.; BACALTCHUK, B.; DEUNER, C. C.; LAMAS JR., G. L. C.; RIZZARDI, M. A. LANGARO, N. C.; ESCOSTEGUY, P. A. V.; BOLLER, W. 41ª Reunião de Pesquisa da Soja da Região Sul 9 a 11 de agosto de 2016. **Indicações Técnicas para a Cultura da Soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2016/2017 e**

2017/2018. Realização: FAMV e PPGAgro - Universidade de Passo Fundo, Apassul, Passo Fundo, RS, 2016.

SILVA, A. F.; SEDIYAMA, T.; SILVA, F. C. S.; BEZERRA, A. R. G.; BORÉM, A.; FERREIRA, L. V.; ROSA, D. P.; BARROS, J. P. A. Continuous Defoliation Stress in Vegetative and Reproductive Stages of Soybean Genotypes. **Journal of Agronomy**, v.14, n. 4, p. 279-285, 2015.

SILVA, A. G.; SOUZA, B. H. S.; RODRIGUES, N. E. L.; BOTTEGA, D. B.; BOIÇA JUNIOR, A. L. Interação tritrófica: aspectos gerais e suas implicações no manejo integrado de pragas. **Nucleus**, v.9, n.1, p. 35 - 48 2012.

SOUZA, P. J. O. P.; RIBEIRO, A.; ROCHA, E. J. P.; FARIAS, J. R. B.; LOUREIRO R. S.; BISPO, C. C.; SAMPAIO, L. S. Solar radiation use efficiency by soybean under field conditions in the Amazon region. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, Brasília, v.44, n.10, p.1211-1218, 2009.

STERN V. M. Economic Thresholds. **Annual Reviews Entomology**. California, v. 18, p. 259 – 280, 1973.

STERN, V. M.; SMITH, R. F.; van den BOSCH, R.; HAGEN, K. S. The integration of chemical and biological control of the spotted aphid: The integrated control concept. **Hilgardia**, Berkeley, v. 29, n. 2, p. 81-101, 1959.

STÜRMER, G. R.; CARGNELUTTI FILHO, A.; STEFANELO, L. S.; GUEDES, J. V. C. Eficiência de métodos de amostragem de lagartas e de percevejos na cultura da soja, **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n.12, p. 2105 - 2111, 2012.

TAGLIAPIETRA E. L.; STRECK, N. A.; ROCHA, T. S. M.; RICHTER, G. L.; SILVA, M. R.; CERA, J. C.; GUEDES, J. V. C.; ZANON, A. J. Optimum Leaf Area Index to Reach Soybean Yield Potential in Subtropical Environment. **Agronomy journal**, Madison, v. 110, p. 932 - 938, 2018.

TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO DE SOJA – REGIÃO CENTRAL DO BRASIL. Sistemas de produção 16. **Embrapa soja**, Londrina, 2013.

USDA - United States Department of Agriculture. **World Agricultural Production**. Foreign Agricultural, Service. Circular Series, WAP 10-18. 2018.

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, 12 p., 2015.5.