

ANO
2020

VANDER DE LIZ OLIVEIRA | DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE SOJA
PROVENIENTES DE DIFERENTES DÉCADAS DE CULTIVO COM E SEM A APLICAÇÃO DE
INSETICIDAS



UDESC

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA -
UDESC**

**CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO
VEGETAL**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
DESEMPENHO AGRONÔMICO
DE CULTIVARES DE SOJA
PROVENIENTES DE
DIFERENTES DÉCADAS DE
CULTIVO COM E SEM A
APLICAÇÃO DE INSETICIDAS**

VANDER DE LIZ OLIVEIRA

LAGES, 2020

A aplicação de inseticidas e a incorporação de genes extraídos da bactéria *Bacillus thuringiensis* são duas estratégias utilizadas para o controle de pragas desfolhadoras da soja. Este trabalho foi conduzido objetivando avaliar o desempenho agronômico de cultivares de soja oriundas de diferentes décadas de cultivo com e sem a aplicação de inseticidas. A produtividade da cultivar moderna Brasmax Elite Ipro foi superior à das cultivares convencionais quando não se aplicou inseticidas. Nos tratamentos com aplicação de inseticida não houve diferença de produtividade entre a cultivar moderna e as cultivares antigas.

Orientador: Luis Sangoi

Lages, 2020

VANDER DE LIZ OLIVEIRA

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE SOJA PROVENIENTES DE
DIFERENTES DÉCADAS DE CULTIVO COM E SEM A APLICAÇÃO DE
INSETICIDAS**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Luis Sangoi

LAGES, SC

2020

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da
Biblioteca Setorial do CAV/UEDESC,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Oliveira, Vander de Liz
DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE
SOJA PROVENIENTES DE DIFERENTES DÉCADAS DE
CULTIVO COM E SEM A APLICAÇÃO DE INSETICIDAS /
Vander de Liz Oliveira. -- 2020.
77 p.

Orientador: Luis Sangoi
Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de
Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias,
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages,
2020.

1. Glycine max (L. Merrill.) . 2. Lagartas. 3. Desfolha. 4.
Rendimento de grãos. I. Sangoi, Luis . II. Universidade do
Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências
Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Produção
Vegetal. III. Título.

VANDER DE LIZ OLIVEIRA

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE SOJA PROVENIENTES DE
DIFERENTES DÉCADAS DE CULTIVO COM E SEM A APLICAÇÃO DE
INSETICIDAS**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Produção Vegetal, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Banca examinadora

Orientador: _____

Professor Dr. Luis Sangoi

Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV-UDESC).

Membro: _____

Professor Dr. Cláudio Roberto Franco

Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV-UDESC).

Membro: _____

Professor Dr. Samuel Luiz Fioreze

Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitibanos (UFSC).

Lages, SC, 18 de fevereiro de 2020.

Aos meus amados pais, Cleide e Rogério,
pelo apoio, educação e ensinamentos. A
minha namorada Beatriz e minha irmã
Gabriele, essências da minha vida.

Ofereço e dedico!

AGRADECIMENTOS

A Deus, meu refúgio, iluminando meu caminho com força e sabedoria.

A meus pais, Rogério Magaroto de Oliveira Junior e Cleide Eliane Freitas de Liz de Oliveira, que com muito apoio e carinho não mediram esforços para me auxiliar a chegar nesta etapa de minha vida.

A minha namorada Beatriz Suzana Machado, uma das razões para minha vida, que segue sempre me apoiando.

A minha irmã Gabriele de Liz de Oliveira, pelo apoio, incentivo e motivação.

Ao meu “pai” científico professor Luis Sangoi, pela confiança depositada, por todo auxílio e ensinamento proporcionados, pelo acolhimento em sua equipe, pela paciência e pelo exemplo de profissional.

A todos os professores do quadro docente do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, pela dedicação e pelos ensinamentos nas disciplinas ministradas.

Aos irmãos do grupo “Zea mays” Alex, Antônio, Lucieli, Lucas, Ramon, Jussara, Marcos, Luiz Gabriel, Natália Maria, Rafael Leandro, Rafael Mergener, e todos os demais que posso não ter lembrado de registrar seus nomes neste momento, mas que auxiliaram muito nas atividades a campo e em laboratório. Além disso, fica a marca de respeito, amizade e a divertida caminhada que tivemos nesses últimos dois anos.

Aos amigos e colegas de estudos que de alguma forma colaboraram e compartilharam conhecimentos.

À Universidade do Estado de Santa Catarina, pelo ensino público e de qualidade, e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias.

*“Faço parte de uma equipe. Então, quando venço, não sou eu apenas que vence.
De certa forma, termino o trabalho de um grupo enorme de pessoas.”*

Ayrton Senna

RESUMO

As pragas desfolhadoras são agentes bióticos que podem reduzir o rendimento de grãos da soja. A aplicação de inseticidas e a incorporação de genes extraídos da bactéria *Bacillus thuringiensis* são duas estratégias que são utilizadas para controlá-las. As cultivares modernas são mais precoces, mais produtivas e possuem eventos transgênicos para proteção contra lagartas desfolhadoras. Contudo, são escassos os registros de trabalhos comparando a performance de cultivares antigas e modernas sob diferentes métodos de controle de pragas. Este trabalho foi conduzido objetivando avaliar o desempenho agrônômico de cultivares de soja oriundas de diferentes décadas de cultivo com e sem a aplicação de inseticidas. O experimento foi conduzido em condições de campo, no município de Lages, SC, durante o ano agrícola de 2018/2019. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, dispostos em parcelas sub-divididas. Na parcela principal foram testados três sistemas de manejo de pragas: testemunha sem aplicação de inseticidas, controle seguindo o Manejo Integrado de Pragas (MIP) e controle calendarizado, aplicando-se inseticidas a cada 15 dias. Nas sub-parcelas foram testadas cinco cultivares de soja representativas de diferentes décadas de cultivo: Davis, Paraná, Br-16, Ft Abyara e Brasmax Elite Ipro, lançadas comercialmente para cultivo em 1968, 1974, 1985, 1991 e 2014, respectivamente. As quatro primeiras são cultivares convencionais e a última possui a tecnologia Intacta para controle de lagartas. Avaliou-se a população de pragas, a percentagem de desfolha em diferentes estádios fenológicos, o índice de área foliar (IAF) em R3 e o rendimento de grãos. Os dados obtidos foram analisados pelo teste de F e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ambos ao nível de significância de 5%. O IAF da cultura em R3 variou de 5,81 a 8,67. Ele foi maior nas cultivares antigas do que na cultivar contemporânea e não foi afetado pelo sistema de manejo de pragas. O rendimento de grãos oscilou entre 1.944 e 3.482 kg ha⁻¹ e foi afetado pela interação entre cultivar e sistema de manejo de pragas. A produtividade das cultivares de soja convencionais foi semelhante no sistema em que se adota o monitoramento pelo MIP, em relação ao sistema em que são realizadas aplicações preventivas de inseticida a cada 15 dias. A produtividade da soja com tecnologia Intacta foi superior à das cultivares convencionais quando não se fez a aplicação de

inseticidas. Não houve incremento significativo de produtividade entre a cultivar moderna Brasmax Elite e as cultivares antigas nos tratamentos com aplicação de inseticida.

Palavras-chave: *Glycine max* (L. Merril.), lagartas, desfolha, rendimento de grãos.

ABSTRACT

The defoliating pests are biotic agents that can reduce soybean grain yield. The application of insecticides and the incorporation of genes extracted from the bacterium *Bacillus thuringiensis* are two strategies that are used to control them. Modern cultivars are earlier, more productive and have transgenic events to protect against defoliating caterpillars. However, work records comparing the performance of ancient and modern cultivars under different pest control methods are scarce. This work was carried out aiming to evaluate the agronomic performance of soybean cultivars from different decades of cultivation with and without the application of insecticides. The experiment was conducted under field conditions, in the municipality of Lages, SC, during the 2018/2019 agricultural year. The experimental design was randomized blocks, arranged in sub-divided plots. In the main plot, three pest management systems were tested: control without application of insecticides, control following the Integrated Pest Management (MIP) and scheduled control, applying insecticides every 15 days. In the split plots, five soybean cultivars representing different decades of cultivation were tested: Davis, Paraná, Br-16, Ft Abyara and Brasmax Elite Ipro, released commercially for cultivation in 1968, 1974, 1985, 1991 and 2014, respectively. The first four are conventional cultivars and the last has Intacta technology for caterpillar control. The pest population, the percentage of defoliation in different phenological stages, the leaf area index (IAF) in R3 and the grain yield were evaluated. The data obtained were analyzed by the F test and the means compared by the Tukey test, both at the 5% significance level. The IAF of the culture in R3 ranged from 5.81 to 8.67. It was higher in ancient cultivars than in contemporary cultivars and was not affected by the pest management system. Grain yield ranged between 1,944 and 3,482 kg ha⁻¹ and was affected by the interaction between cultivar and pest management system. The productivity of conventional soybean cultivars was similar in the system in which monitoring by MIP is adopted, in relation to the system where preventive applications of insecticide were carried out every 15 days. The productivity of soybeans with Intacta technology was higher than the conventional cultivars when insecticides were not applied. There was not yield increment between the modern cultivar Brasmax Elite and the old cultivars in treatments with insecticide application.

Keywords: *Glycine max* (L. Merril.), caterpillars, defoliation, grain yield.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Material de apoio utilizado no campo, com amostra de folíolos de soja com diferentes percentagens de desfolha causadas pela alimentação de insetos.....41
- Figura 2 – Temperaturas médias mensais, precipitações pluviais e irrigações realizadas durante o ciclo de desenvolvimento da cultura da soja. Lages, SC, 2018/2019.44
- Figura 3 – Duração em dias dos períodos vegetativo, reprodutivo e ciclo total de cinco cultivares de soja. Lages, SC, 2018/2019.....45
- Figura 4 – População de lagartas monitoradas e identificadas durante o ciclo da soja pelo MIP. Lages, SC, 2018/2019.....47
- Figura 5 – População de lagartas através do pano de batida e nível de manejo adotado ao longo do ciclo da soja. Lages, SC, 2018/20.....48
- Figura 6 – Rendimento de grãos de cinco cultivares de soja liberadas comercialmente para cultivo entre as décadas de 1960 e 2010, com e sem controle químico de pragas. Lages, SC, 2018/2019.....67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Níveis de ação para as principais pragas da cultura da soja nos estádios vegetativos e reprodutivos. Os níveis foram estabelecidos de acordo com o número de insetos por metro de linha da cultura.	34
Tabela 2 – Características químicas do solo da área experimental. Lages, SC, 2018/2019.	37
Tabela 3 – Características das cultivares utilizadas no experimento. Lages, SC, 2018/2019..	38
Tabela 4 – População total de pragas, por fase de cultivo e população total em cultivares de soja. Lages, SC, 2018/2019... ..	48
Tabela 5 – Análise de variância para o índice de área foliar. Lages-SC, 2019.	49
Tabela 6 – IAF de cinco cultivares de soja no estádio R3 da escala de Fehr & Cavinesss (1977), em três sistemas de manejo de pragas. Lages, SC, 2018/2019.....	50
Tabela 7 – Análise de variância para avaliação visual de desfolha. Lages – SC, 2018/2019.	51
Tabela 8 – Avaliação visual de desfolha (%) mensurada ao longo do ciclo de cinco cultivares de soja, em três sistemas de manejo de pragas. Lages, SC, 2018/2019.	51
Tabela 9 – Valores de F para o número de ramos produtivos (NRP), número de nós na haste principal (NNHP) e diâmetro da haste principal (DHP). Lages, SC, 2018/2019.	52
Tabela 10 – Ramos produtivos (nº) de cinco cultivares de soja, em três sistemas de manejo de pragas. Lages, SC, 2018/2019.	53
Tabela 11 – Nós na haste principal (nº) de cinco cultivares de soja, em três sistemas de manejo de pragas. Lages, SC, 2018/2019.	54
Tabela 12 – Diâmetro da haste principal (mm) de cinco cultivares de soja, em três sistemas de manejo de pragas. Lages, SC, 2018/2019.	54
Tabela 13 – Valores de F das análises morfológicas da altura final de plantas (AFP), altura de inserção da primeira vagem (AIPV) e abortamento de grãos e vagens (ABGV).	55
Tabela 14 – Altura final de plantas (cm) de cinco cultivares de soja, em três sistemas de manejo de pragas. Lages, SC, 2018/2019.	55

Tabela 15 – Altura de inserção da primeira vagem (mm) de cinco cultivares de soja, em três sistemas de manejo de pragas. Lages, SC, 2018/2019.	56
Tabela 16 – Abortamento de grãos e vagens (%) de cinco cultivares de soja, em três sistemas de manejo de pragas. Lages, SC, 2018/2019.	57
Tabela 17 – Valores de F para o rendimento de grãos (RG), número de grãos por vagem (GV), número de vagens por planta (VP), número de grãos por planta (GP) e massa de mil grãos (MMG).....	58
Tabela 18 – Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹) de cinco cultivares de soja, em três sistemas de manejo de pragas. Lages, SC, 2018/2019.	58
Tabela 19 – Grãos por vagem (n ^o) de cinco cultivares de soja, em três sistemas de manejo de pragas. Lages, SC, 2018/2019.	60
Tabela 20 – Vagens por planta (n ^o) de cinco cultivares de soja, em três sistemas de manejo de pragas. Lages, SC, 2018/2019.	61
Tabela 21 – Grãos por planta (n ^o) de cinco cultivares de soja, em três sistemas de manejo de pragas. Lages, SC, 2018/2019.	62
Tabela 22 – Massa de mil grãos (g) de cinco cultivares de soja, em três sistemas de manejo de pragas. Lages, SC, 2018/2019.	62
Tabela 23 –Análise de variância para a taxa de enchimento de grãos. Lages, SC, 2018/2019.	63
Tabela 24 – Taxa de enchimento de grãos (g/m ² /dia) de cinco cultivares de soja, em três sistemas de manejo de pragas. Lages, SC, 2018/2019.	64
Tabela 25 – Análise de variância para o rendimento biológico. Lages, SC, 2018/2019.	64
Tabela 26 – Rendimento biológico (g) de cinco cultivares de soja, em três sistemas de manejo de pragas. Lages, SC, 2018/2019.	65
Tabela 27 – Análise de variância para o índice de colheita. Lages, SC, 2018/2019.	66
Tabela 28 – Índice de colheita de cinco cultivares de soja, em três sistemas de manejo de pragas. Lages, SC, 2018/2019.	66

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	26
2	REFERENCIAL TEÓRICO	28
2.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS	28
2.2	PRAGAS DESFOLHADORAS DA SOJA.....	29
2.3	ASPECTOS FISIOLÓGICOS DA DESFOLHA	31
2.4	MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS (MIP)	32
2.5	CULTIVARES	34
3	MATERIAL E MÉTODOS	36
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
4.1	DADOS METEOROLÓGICOS NO PERÍODO EXPERIMENTAL	43
4.2	ANÁLISE FENOLÓGICA	45
4.3	POPULAÇÃO DE PRAGAS.....	46
4.4	ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR (IAF)	49
4.5	AVALIAÇÃO VISUAL DE DESFOLHA.....	50
4.6	ANÁLISES MORFOLÓGICAS	52
4.7	RENDIMENTO DE GRÃOS E COMPONENTES DO RENDIMENTO	58
4.8	TAXA DE ENCHIMENTO DE GRÃOS.....	63
4.9	RENDIMENTO BIOLÓGICO.....	64
4.10	ÍNDICE DE COLHEITA (IC).....	65
4.11	INCREMENTO DE PRODUTIVIDADE	67
5	CONCLUSÕES	68
6	CONDIDERAÇÕES FINAIS	68
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71

1 INTRODUÇÃO

A soja desempenha importante papel nas exportações do mercado brasileiro, tornando esta cultura uma “commodity” agrícola de grande relevância na geração de renda para o país. No Brasil, a produção de soja alcançou 115 milhões de toneladas na safra 2018/2019, 3,6% inferior à safra 2017/2018 (CONAB, 2019). A área semeada foi de 35,9 milhões de hectares na safra 2018/2019, representando um ganho no crescimento de área cultivada de 2,1% (CONAB, 2019).

A soja pode ser atacada por pragas desde a emergência das plantas até sua fase de maturação fisiológica (ÁVILA et al., 2013; GRIGOLLI, 2015), levando a danos econômicos e queda do rendimento ou qualidade do produto final, e, conseqüentemente, redução do lucro (EMBRAPA, 2017). As lagartas desfolhadoras da soja ocorrem em épocas distintas e atacam várias partes da planta (DEGRANDE; VIVAN, 2011).

Os métodos de controle se concentram na utilização de agroquímicos, devido a sua praticidade e rápida resposta. Entretanto, busca-se desenvolver uma agricultura mais sustentável, reduzindo a contaminação das águas e dos alimentos devido aos resíduos deixados.

Sistemas de produção com maior utilização de agrotóxicos reduzem a diversidade biológica e aumentam o risco do desenvolvimento de pragas. Em consequência disso, o ataque de pragas-chave tem se tornado mais intenso nos últimos anos (BUENO et al., 2011; GUEDES et al., 2012; VIVAN, 2012), fomentando o aparecimento de populações de pragas resistentes a inseticidas (SOSA-GÓMEZ; SILVA, 2010; SOSA-GÓMEZ et al., 2012; OMOTO et al., 2010), o crescimento da população de *Chrysodeixis includens*, demandando maior utilização de inseticidas para o seu controle.

Duas ferramentas importantes para o controle de insetos desfolhadores na cultura da soja são o manejo integrado de pragas (MIP) e a utilização de cultivares transgênicas com tecnologia *Bt*. O MIP baseia-se na amostragem de pragas e no monitoramento da lavoura para a tomada de decisão com relação ao controle dos insetos alvo. O MIP favorece o uso correto dos agroquímicos com conseqüente redução nos custos de produção. O manejo integrado de pragas foi muito utilizado na soja até a década de 1980, porém tem sido menos adotado nos dias atuais e precisa

ser retomado. É possível que parte do descrédito dos produtores pela adoção das práticas idealizadas pelo MIP-soja esteja associado ao fato de que seus níveis de dano econômico (NDE) foram estabelecidos nas décadas de 70 e 80, gerando questionamentos se os mesmos ainda são válidos para as cultivares de soja utilizadas atualmente. As cultivares modernas podem ser menos tolerantes a desfolha, em função da sua maior precocidade e potencial produtivo mais alto (BUENO; BATISTELA; MOSCARDI, 2010).

As primeiras tecnologias *Bt* foram liberadas comercialmente para o milho em 2008. Contudo, em apenas 10 anos de uso comercial, alguns casos de resistência da lagarta do cartucho a estas tecnologias foram reportados. No caso da soja, a tecnologia Intacta com genes *Bt* para controle de insetos desfolhadores é mais recente. Ela tem cinco anos de uso comercial e ainda não há casos reportados de resistência. No entanto, faz-se necessário estudar a importância desta tecnologia na tolerância das cultivares contemporâneas à desfolha da cultura. Também é pertinente avaliar a importância e a necessidade de aplicação de inseticidas para o controle de pragas desfolhadoras da soja, como medida complementar às tecnologias *Bt* atualmente disponíveis no mercado.

Este trabalho foi conduzido com base nas seguintes hipóteses: a produtividade das cultivares de soja convencionais é semelhante no sistema em que se adota o monitoramento pelo MIP, em relação ao sistema em que são realizadas aplicações preventivas de inseticida a cada 15 dias; a produtividade da soja com tecnologia *Bt* é semelhante com e sem a aplicação de inseticidas; com o passar dos anos (décadas), houve incremento de produtividade nas cultivares de soja e estes ganhos não estão relacionados com a inserção de genes *Bt*.

Os objetivos do trabalho foram: avaliar o desempenho agrônomico de cultivares de soja provenientes de diferentes décadas de cultivo, sob três sistemas de controle químico de pragas desfolhadoras; avaliar a eficiência da biotecnologia Intacta no controle de pragas desfolhadoras da soja, com e sem a aplicação de inseticidas; quantificar os ganhos de produtividade ocorridos nos últimos 50 anos, com e sem a aplicação de inseticidas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A soja (*Glycine max* (L) Merrill) é uma planta herbácea, da classe *Rosidaeae*, ordem *Fabales* e família *Fabaceae*. As principais variedades encontradas no mercado apresentam caule híspido, pouco ramificado e raiz com eixo principal e muitas ramificações. As folhas são trifolioladas e apresentam flores com fecundação autógama (EMBRAPA, 2017).

No Brasil, a produção de soja alcançou 115 milhões de toneladas na safra 2018/2019, 3,6% inferior à safra 2017/2018 (CONAB, 2019). A área semeada foi de 35,9 milhões de hectares na safra 2018/2019, um crescimento de 2,1% em relação ao ano anterior (CONAB, 2019).

Na Região Sul do Brasil houve incremento percentual na área plantada de 0,4% em relação à safra anterior. A produção, afetada pelo clima, demonstrou redução de 2,1% (CONAB, 2019).

No Paraná a produção de soja no ano agrícola de 2018/2019, foi inferior àquela verificada em 2017/18, principalmente em razão das condições climáticas adversas em fases críticas do desenvolvimento da cultura. Dessa forma, o rendimento médio alcançado foi de 2.989 kg/ha e a produção final ficou em 16.252,7 mil toneladas, simbolizando diminuição de 15,2%, em comparação ao ano anterior (CONAB, 2019).

Em Santa Catarina na safra de 2018/2019, houve ganho em produtividade em relação ao observado na safra passada. Foram produzidas cerca de 2.382,6 mil toneladas, apontando aumento de 3,3%, em comparação a 2017/18 (CONAB, 2019).

No Rio Grande do Sul houve aumento de área plantada, de produtividade média e de produção em relação aos números obtidos em 2017/18. Foram aproximadamente 5.777,5 mil hectares semeados, com rendimento médio de 3.321 kg/ha e volume final colhido na ordem de 19.187,1 mil toneladas (CONAB, 2019).

Os insetos-praga destacam-se entre os fatores que podem interferir negativamente na produtividade da soja. Eles causam prejuízos diretos, reduzindo a área fotossinteticamente ativa das plantas, e indiretos, transmitindo doenças viróticas. Na grande maioria dos casos, o controle dos insetos-praga é realizado através da aplicação de produtos químicos. O uso indiscriminado desses produtos pode causar problemas ecológicos e econômicos, sendo fundamental o conhecimento dos níveis

de danos causados pelos insetos, para serem utilizados como critério para racionalizar o uso de inseticidas químicos.

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. Esta prática tem causado desequilíbrios nas lavouras, eliminando os inimigos naturais (CORRÊA-FERREIRA et al., 2010).

Os danos causados pelos insetos são variáveis de local para local, de acordo com características climáticas, variedade, técnicas agronômicas utilizadas e características socioeconômicas. O prejuízo ocasionado também depende da espécie e da densidade populacional da praga, do estágio de desenvolvimento e estrutura vegetal atacada e da duração do ataque (GALLO et al., 2002).

2.2 PRAGAS DESFOLHADORAS DA SOJA

A lagarta da soja (*Anticarsia gemmatalis*) é uma praga tradicional da cultura, de ocorrência tropical e subtropical, assim ficando restrita aos continentes americanos. Ela possui coloração verde, movimentando-se assemelhando a falsa medideira (mede palmo) e possui cinco pares de pernas abdominais (HOFFMANN CAMPO et al., 2000). É considerada a principal praga desfolhadora da soja, tornando-se um risco a todas as lavouras (GAZZONI e YORINIORI, 1995; MOSCARDI e SOUZA, 2002), pois quando não manejadas corretamente, essas lagartas podem provocar até 100% de desfolha, que, dependendo do estágio de desenvolvimento da planta, ocasionam reduções significativas na produtividade da lavoura que podem chegar à perda total da lavoura (LOURENÇÃO et al., 2010).

Um grupo com importância para a cultura da soja são as lagartas do complexo Plusiinae, que são comumente denominadas falsas-medideiras, por se deslocarem medindo palmas, em decorrência de apresentarem apenas dois pares de pernas abdominais (SOSA-GÓMEZ et al., 2010). Elas constituem um complexo de espécies associado à soja, sendo a *C. includens* a espécie mais importante, seguida de *Rachiplusia nu* (Guenée, 1852) (MORAES et al., 1991). Até o final da década de 1990, o complexo de Plusiinae era considerado como praga-secundária em soja, representando não mais que 10% da incidência da lagarta-da-soja (CORRÊA et al., 1977; MORAES et al., 1991; MOSCARDI, 1993), e raramente exigia medidas

específicas de controle. Entretanto, após as safras de 2000/2001 e 2001/2002, as grandes mudanças que ocorreram no sistema produtivo da soja contribuíram para alterar o *status* de *C. includens*, que passou a ser considerada praga-chave em várias regiões brasileiras (BUENO et al., 2007).

A lagarta falsa-medideira (*Chrysodeixes includens*) apresenta a coloração verde-clara, com linhas longitudinais esbranquiçadas no dorso. Ela possui apenas dois pares de falsas pernas abdominais, movimentando-se arqueando o corpo como se estivesse “medindo palmos”. Ela pode consumir até 200cm² de área foliar da soja (HOFFMANN CAMPO et al, 2000). Como essa lagarta não consome as nervuras da folha, o desfolhamento apresenta um aspecto rendilhado.

A lagarta do linho (*Rachiplusia nu*) tem a identificação relativamente difícil, porque as lagartas e as mariposas desta espécie são muito semelhantes às de *C. includens* (SOSA-GÓMEZ et al., 2010). *Rachiplusia nu* parece ser mais adaptada a temperaturas mais baixas do que *C. includens*, ocorrendo especialmente no Rio Grande do Sul (região de clima temperado), enquanto *C. includens* predomina nas regiões mais quentes do Brasil (MORAES et al., 1991). Os danos causados por *R. nu* são semelhantes aos de *C. includens* (Figura 6a), ocasionando o aspecto rendilhado dos folíolos da soja, devido à alimentação das lagartas, que preferencialmente atacam o parênquima foliar, deixando as nervuras intactas (SOSA-GÓMEZ et al., 2010).

Nos últimos anos, a ocorrência de lagartas do gênero *Spodoptera* tem aumentado na cultura da soja, causando reduções importantes na produtividade (BUENO et al., 2010b). Nesse gênero, *Spodoptera cosmioides* (Walker, 1858) e *Spodoptera eridania* (Cramer, 1782) (Lepidoptera: Noctuidae) são as espécies mais importantes na soja, consideradas pragas em expansão nesta cultura, atacando as plantas principalmente na fase reprodutiva (GAZZONI; YORINORI, 1995; SOSA-GÓMEZ et al., 1993).

A *Spodoptera eridania* é uma espécie de importância crescente na região dos Cerrados, pois ataca a cultura da soja causando desfolha ou destruindo vagens. As lagartas, que podem atingir 50 mm de comprimento, são de coloração marrom-escura e apresentam uma faixa longitudinal amarela no corpo que é interrompida por uma mancha escura no tórax. Essas lagartas são encontradas com mais frequência no baixeiro das plantas de soja e são mais ativas no período noturno, momento este que é mais adequado para realizar o seu controle (GRIGOLLI J. F. J. 2015).

Spodoptera cosmioides é uma espécie que ataca um grande número de hospedeiros incluindo a soja, o algodoeiro, hortaliças, legumes, cereais, frutíferas e florestas. As lagartas dos últimos ínstaes apresentam a cabeça castanho-amarelada, com pontuações douradas sobre o dorso, distribuídas em duas linhas longitudinais de coloração alaranjada. Os danos na soja são semelhantes àqueles causados por *S. eridania* (GRIGOLLI J. F. J. 2015).

2.3 ASPECTOS FISIOLÓGICOS DA DESFOLHA

O rendimento da cultura, entre outros fatores, depende do potencial genético das cultivares e dos fatores que interferem na intensidade fotossintética da planta. O processo fotossintético depende da interceptação da luz e da conversão em energia química, sendo este afetado por diversos estresses abióticos e bióticos, que podem causar a redução da área foliar dependendo da fase da cultura (LOPES; LIMA, 2015).

A cultura pode ter alguns dos componentes de produção afetados negativamente pela desfolha, entre eles o número de vagens, número de sementes por vagem e massa de sementes. 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 nos diferentes estádios de desenvolvimento (PARCIANELLO et al., 2004).

A habilidade da soja em evitar variações de produtividade após sofrer desfolha, ocasionada, principalmente, pelo ataque de insetos-praga, doenças e granizo, está na dependência de vários fatores, dentre os quais a intensidade do desfolhamento, o estádio de desenvolvimento fenológico na ocasião da desfolha, a habilidade da cultivar em tolerar ou compensar o desfolhamento, fatores ambientais como volume e regularidade de precipitação pluvial, temperatura e radiação solar (PARCIANELLO et al., 2004).

No caso do ataque de insetos-praga, a maioria das recomendações para seu controle segue os níveis da década de 70, em que o mesmo está baseado em 30% de desfolha na fase vegetativa e 15% na fase reprodutiva e, ainda, em sua maioria, em cultivares de hábito de crescimento determinado, com baixos potenciais genéticos de produtividade (PARCIANELLO et al., 2004).

2.4 MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS - MIP

A aplicação do controle integrado foi proposta pela primeira vez por Hoskins et al em 1939, mas somente em 1959, Stern *et. al.*, na California EUA, colocaram de forma objetiva a proposta do uso do controle integrado de pragas, que seria a utilização de mais de um método de controle de forma compatível e levando em consideração os fatores ecológicos (WAQUIL, J. M., et al, 1986).

O programa MIP foi implementado no Brasil para a cultura da soja em 1977. Sua implementação foi feita por pesquisadores da Embrapa e por extensionistas da Emater-PR. Os problemas resultantes do uso exagerado e errôneo de agrotóxicos fizeram com que os profissionais da área agrônômica percebessem a necessidade de desenvolver ações para a minimizar os impactos ambientais (BUENO et al., 2008).

O MIP envolve um conjunto de medidas voltadas para diminuir o uso de agrotóxicos na produção vegetal. Ele busca promover o equilíbrio e monitorar as pragas, evitando que estas atinjam níveis prejudiciais às culturas. O MIP 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 produtividade final (BUENO et al., 2010).

O conceito de Nível de Dano Econômico (NDE) foi proposto por Stern et al. (1959). O NDE é uma importante estratégia do MIP. Ele representa a menor população de pragas que pode causar danos à cultura, a partir da qual se deve executar o controle. O monitoramento da população de pragas é indispensável, pois ele possibilita que o agricultor realize o controle no momento correto (CONTE et al., 2015).

Normalmente, os NDEs são desenvolvidos para uma determinada cultura, sem haver distinção 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. Isto sugere 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 insetos desfolhadores, 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 (BUENO, 2010; TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO DE SOJA, 2013; SALVADORI, et al, 2016).

Para o monitoramento das lagartas desfolhadoras, dos percevejos sugadores de sementes e insetos de um modo geral, inclusive alguns inimigos naturais presentes na cultura da soja, utilizam-se as amostragens com o pano-de-batida, de cor branca, preso em duas varas, com 1m de comprimento, o qual deve ser estendido entre duas fileiras de soja. As plantas da área compreendida pelo pano devem ser sacudidas vigorosamente sobre o mesmo, havendo, assim, a queda das pragas que deverão ser contadas. Esse procedimento deve ser repetido em vários pontos da lavoura, considerando-se a média de todos os pontos amostrados (STURMER, et al, 2012).

No caso de lavouras com espaçamento reduzido das entrelinhas e plantas desenvolvidas, recomenda-se usar o pano-de-batida e bater apenas as plantas de uma das fileiras (STURMER, et al, 2012). Principalmente com relação a percevejos, essas amostragens devem ser realizadas nas primeiras horas da manhã (até as 10 horas) ou à tardinha, período de menor atividade dos insetos, possibilitando a sua contagem sobre o pano-de-batida (KUSS, et al, 2007).

Para que se possa avaliar a infestação das pragas na lavoura, sugere-se que o número de insetos seja anotado em cada ponto de amostragem, para posterior cálculo da média da lavoura. Quanto maior o número de amostragens realizadas na área, maior será a segurança de previsão correta da infestação de insetos-pragas na lavoura. Sendo assim, recomendam-se seis amostragens para lavouras de até 10 ha, oito, para lavouras de até 30 ha e 10, para lavouras de até 100 ha. Para propriedades maiores recomenda-se a divisão em talhões de 100 ha (HOFFMANN CAMPO et al, 2000).

O controle deve ser feito somente com os inseticidas recomendados pelo Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária, através das Recomendações Técnicas para a Cultura da Soja na Região Sul, na Região Central do Brasil e no Paraná. Essas recomendações são revistas e publicadas anualmente, considerando a eficiência, a toxicidade dos produtos, o efeito sobre os inimigos naturais, os riscos e o custo da aplicação. Na escolha dos inseticidas devem ser considerados os produtos menos tóxicos para o homem, que causam menor impacto sobre os inimigos naturais e que tenham o menor custo por hectare (HOFFMANN CAMPO et al, 2000).

O controle preventivo das pragas não é recomendado. Quando houver necessidade de pulverizações nas lavouras, o agricultor deve levar em conta o grau de infestação das pragas e o nível de ação para a fase de desenvolvimento da planta

(Tabela 1). Para prevenir o surgimento de resistência aos ingredientes ativos, não se recomenda a aplicação do mesmo inseticida em duas aplicações sucessivas para um mesmo inseto (HOFFMANN CAMPO et al, 2000).

Tabela 1. Níveis de ação para as principais pragas da cultura da soja nos estádios vegetativos e reprodutivos. Os níveis foram estabelecidos de acordo com o número de insetos por metro de linha da cultura.

Praga	Nível de Ação
Lagartas desfolhadeiras (lagarta-da-soja e falsa-medideira)	20 lagartas maiores do que 1,5 cm ou 30% de defolha na fase vegetativa ou 15% de defolha na fase reprodutiva
Lagarta das vagens (<i>Spodoptera spp.</i>)	10 lagartas por metro ou 10% das vagens atacadas
Lagartas do grupo Heliothinae (<i>Heliothis virescens</i> e <i>Helicoverpa spp.</i>)	4 lagartas por metro na fase vegetativa ou 2 lagartas por metro na fase reprodutiva
Percevejos (marrom, verde, verde-pequeno e barriga verde)	2 percevejos por metro (lavoura para grãos) ou 1 percevejo por metro (lavoura para semente)
Broca dos ponteiros	25-30% das plantas com ponteiros atacados
Tamanduá da soja	Até V3 1 adulto por metro; V4-V6 2 adultos por metro
Vaquinhas	30% de defolha na fase vegetativa ou 15% de defolha na fase reprodutiva

Fonte: Adaptação da Tabela 8.2 Procedimentos e critérios para monitoramento e tomada de decisão para controle de pragas em soja, da Curricular Técnica Indicações Técnicas para a Cultura da Soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2016/2017 e 2017/2018 Salvadori, R. J., et al., 2016.

2.5 CULTIVARES

No Brasil atualmente são semeadas cultivares com hábitos de crescimento determinado, semi-determinado e indeterminado. Na Região Sul do Brasil, o uso de cultivares de soja com hábito de crescimento indeterminado aumentou a partir dos anos 2000. Atualmente, elas representam a maioria das cultivares de soja cultivadas pelos agricultores. Na Região Central e Norte do Brasil são semeadas cultivares com hábito de crescimento determinado e está crescendo o uso de cultivares de hábito indeterminado, principalmente em regiões que cultivam soja com cultivares do grupo de maturidade relativa menor que 8.0. A utilização de cultivares de hábito de crescimento indeterminado permitiu aos agricultores antecipar (setembro e início de outubro) ou atrasar (janeiro e início de fevereiro) a semeadura de soja no Sul do Brasil (ZANON et al., 2015a,b; ZANON et al., 2016a,b).

A escolha da cultivar correta é importante, pois o ciclo de desenvolvimento da cultivar interfere nas fases vegetativa e reprodutiva, determinada pelo período entre o

início do florescimento até a emissão do último nó na haste principal (SETIYONO et al., 2007). Bernard (1972) definiu hábito de crescimento em soja como o momento que cessa o crescimento da haste principal após o início do florescimento (R1), em esse processo é influenciado pelo genótipo, temperatura, fotoperíodo e o manejo geral da lavoura. Sendo assim, conceitualmente as cultivares com hábito determinado se caracterizam pelo nulo ou pequeno crescimento em estatura após o início do florescimento. Plantas com hábito indeterminado continuam emitindo nós e alongando a haste após R1, o que leva a um crescimento significativo em estatura e aumento do número de nós até o início do enchimento de grãos. As cultivares com hábito de crescimento semi-determinado possuem características intermediárias aos outros hábitos de crescimento.

As cultivares atualizadas atualmente no sul do Brasil são mais precoces do que as utilizadas no século passado. Cultivares de soja com diferentes grupos de maturação têm comportamentos distintos quanto a suas características agrônômicas, em resposta a diferentes níveis de desfolha e ao período em que ocorrem (GLIER et al., 2015). Cultivares com grupo de maturação menores (mais precoces) e com menor porte (plantas mais baixas) alcançam ao final do florescimento valores de índice de área foliar próximos de 4, nas densidades de plantas utilizadas atualmente. Estas cultivares são mais eficientes fotossinteticamente do que as cultivares mais tardias utilizadas nas décadas de 1980 e 1990, que apresentavam valores de IAF próximos de 8. No entanto, os genótipos mais precoces e produtivos utilizados atualmente são potencialmente mais sensíveis à desfolha. Portanto, as perdas de área foliar nestes genótipos podem acarretar em maiores decréscimos de produtividade (TISSOT & ZOTTIS, 2015).

Além do grupo de maturação, outro fator que pode interferir na susceptibilidade das cultivares de soja às pragas desfolhadoras é a presença de eventos transgênicos contendo genes extraídos da bactéria *Bacillus thuringiensis*. Esta bactéria está presente no solo. Ela é gram-positiva, entomopatogênica e pode se manter em latência na forma de endósporos. Durante a fase de esporulação, as bactérias sintetizam proteínas que se acumulam na periferia dos esporos na forma de cristais num dos polos da célula (BOBROWSKI et al., 2003).

Ao ingerir os cristais de *B. thuringiensis*, as larvas dos insetos suscetíveis sofrem ação do pH intestinal e de proteases que solubilizam os cristais e ativam as

toxinas. Estas toxinas se ligam a receptores localizados no tecido epitelial do intestino da praga, quebrando o equilíbrio osmótico da célula, que se intumescce e rompe, extravasando o conteúdo intestinal para hemocele do inseto. Conseqüentemente, a larva para de se alimentar, entra em paralisia geral e morre por inanição ou septicemia (MONNERAT e BRAVO, 2000 apud PRAÇA et al., 2004).

Com o desenvolvimento da biotecnologia, o uso de genes que codificam proteínas com atividade inseticida tornou-se um importante controle com amplo potencial (SILVA-FILHO e FALCO, 2000). Este tipo de controle tem sido utilizado em diversas culturas como milho, algodão e soja, tornando o controle de insetos menos agressivo ao meio ambiente (WAQUIL, 2003).

No ano de 2010 foi aprovado o primeiro evento Bt em soja tolerante a insetos. Esta tecnologia possui genes que codificam a expressão da proteína Cry1Ac de *Bacillus thuringiensis*. Esta soja com nome comercial INTACTA RR2 PRO™ confere tolerância ao glifosato para manejo de ervas daninhas que competem com a cultura e também apresenta controle contra as principais lagartas (BERNARDI, 2012). Segundo a Monsanto (2012), a soja INTACTA RR2 PRO™, desenvolvida pela empresa especialmente para o mercado brasileiro, proporcionou benefício de R\$ 346,91 por hectare aos agricultores no Brasil. A média é uma somatória da economia proporcionada pela redução do uso de inseticidas nas lavouras (R\$ 70,13/ha) e os ganhos de produtividade proporcionados pelas 6,59 sacas/hectare (R\$ 276,78) colhidas a mais, em relação às variedades que já existem no mercado. A soja transgênica INTACTA RR2 PRO™ incorpora um novo transgene que gera toxinas que matam lagartas. Esta produção de toxinas (tecnologia BT) se soma à tolerância ao glifosato. Isso significa que a soja RR2 não apenas resiste a herbicidas à base de glifosato, como também carrega em todas suas células uma toxina que não está presente na soja convencional.

Atualmente no Brasil faltam pesquisas com resultados científicos, relacionadas aos genes Bt, que comprovem a redução dos custos e a diminuição do impacto ambiental com e sem o controle químico de pragas desfolhadoras.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo, no ano agrícola de 2018/2019. A área experimental está localizada no distrito de Santa Terezinha do

Salto, município de Lages, Planalto Sul do estado de Santa Catarina. As coordenadas geográficas do local são: 27°50'35" de latitude Sul, 50°29'45" de longitude Oeste e altitude de 849 metros. O clima da região é do tipo Cfb, mesotérmico, com verões brandos, temperaturas médias do mês mais quente inferiores a 22°C e precipitações pluviais bem distribuídas, de acordo com a classificação de KÖPPEN e GEIGER, citado por Kottek et al. (2006).

O solo experimental é classificado como Nitossolo Vermelho Distrófico Típico (EMBRAPA, 2006). Os resultados da análise química do solo realizada a partir de amostras coletadas na camada arável (0 a 20 cm) em junho de 2018 estão descritos na Tabela 2.

A área experimental foi cultivada no período de outono/inverno que antecedeu a implantação do experimento com aveia preta (*Avena strigosa*). A cobertura de inverno foi semeada no início do mês de junho e dessecada em meados do mês de setembro com a utilização do herbicida glifosato (Roundup®).

Tabela 2. Características químicas do solo da área experimental. Lages, SC, 2018/2019.

Características ^{1/}	Valores
Argila (%)	53,00
pH H ₂ O	4,90
Índice SMP	5,00
Matéria Orgânica (%)	5,00
P mg dm ⁻³	18,10
K mg dm ⁻³	218,00
Ca cmolc dm ⁻³	10,10
Mg cmolc dm ⁻³	2,50
Al cmolc dm ⁻³	0,10
CTC cmolc dm ⁻³	26,50

^{1/} Análise realizada pelo laboratório da Universidade do Oeste de Santa Catarina, Campus de Campos Novos.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso. Os tratamentos foram dispostos em esquemas de parcelas subdivididas com quatro repetições, totalizando 60 unidades experimentais. Na parcela foram testados três sistemas de controle de lagartas desfolhadoras: testemunha sem aplicação de inseticidas, controle seguindo o MIP-SOJA e controle calendarizado, aplicando-se inseticidas a cada 15 dias. Nas sub-parcelas foram testadas cinco cultivares de soja representativas de diferentes décadas de cultivo (Tabela 3). Quatro cultivares são convencionais e uma tem a

tecnologia Intacta para controle de lagartas. Foram avaliadas as cultivares Davis, liberada comercialmente para cultivo na década de 60, Paraná, liberada comercialmente para cultivo na década de 70, Br-16 liberada comercialmente para cultivo na década de 80, FT Abyara, liberada comercialmente para cultivo na década de 90 e a Brasmax Elite Ipro, liberada comercialmente após 2010.

Cada unidade experimental (subparcela) foi composta por quatro linhas com quatro metros de comprimento e espaçamento de 0,45 m de entrelinhas, totalizando uma área de 21,6 m². Três metros lineares das duas linhas centrais foram usados como área útil, totalizando 4,05 m². As linhas marginais e 50 centímetros da extremidade de cada linha das subparcelas foram considerados como bordadura.

Tabela 3. Características das cultivares utilizadas no experimento. Lages, SC, 2018/2019.

CULTIVAR	ANO DE LANÇAMENTO	GMR	HÁB. CRESC.	TECNOLOGIA
Davis	1968	7.0	Determinado	Convencional
Paraná	1974	6.5	Determinado	Convencional
BR-16	1985	6.5	Determinado	Convencional
FT Abyara	1991	8.0	Determinado	Convencional
Elite	2014	5.5	Indeterminado	Ipro

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2019.

O experimento foi implantado em 3 de dezembro de 2018, no sistema de semeadura direta, com semeadoras manuais. Foram depositadas três sementes por cova de cada cultivar. A densidade almejada foi de 300.000 pl ha⁻¹. A área experimental recebeu adubação conforme os resultados da análise de solo, seguindo as recomendações técnicas da Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC (2016), almejando a obtenção de tetos produtivos de 6.000 kg ha⁻¹. Neste sentido, foram aplicados na base 90 kg de P₂O₅ e 150 kg de K₂O ha⁻¹. As sementes foram tratadas com metalaxil + tiabendazol + fludioxonil (Maxim Advanced®). As sementes foram inoculadas com estirpes da bactéria *Bradyrhizobium japonicum* para assegurar o suprimento nitrogenado às plantas. O desbaste para ajustar as populações a 300.000 pl ha⁻¹ foi realizado quando as plantas atingiram o estágio V2 da escala proposta por Fehr e Caviness (1977).

O controle químico pré-semeadura das plantas invasoras foi efetuado utilizando o herbicida glifosato (Roundup®). Em pré-emergência foi feita uma aplicação de Diclosulam (Spider®), pois quatro cultivares eram convencionais, limitando assim o uso do glifosato. Também foi realizada uma aplicação em pós-emergência com a mistura de dois herbicidas, no estágio de V6 da escala de Fehr e Caviness (1977), foram utilizados, Bentazona (Basagran®) em mistura com Imazetapir (Zaphir®), para o controle de plantas daninhas.

O controle de pragas foi realizado usando os inseticidas lambda-cialotrina + clorantroliprole (Ampligo®), clorfenapir (Pirate®), profenofós + lufenuron (Curyom®) e beta-ciflutrina + imidacloprido (Connect®). Os inseticidas foram aplicados alternando os princípios ativos conforme os níveis de controle previstos nas unidades experimentais.

Para o controle de alta pressão de pragas, realizando o manejo integrado de pragas (MIP-SOJA), foi realizado controle somente quando alcançado os níveis de dano econômico da soja (NDE), por uma das parcelas avaliadas. Os critérios utilizados foram através do número de insetos monitorados pelo pano de batida, acompanhado de uma avaliação visual de desfolha (com níveis de ação estabelecidos de 30% na fase vegetativa e 15% na reprodutiva). Neste sistema de controle foram necessárias cinco aplicações, nas datas/estádio/produto: 23/01/19, V8, Connect; 12/02/2019, R1, Curyom; 26/02/2019, R3/R4/R5, Ampligo; 12/03/2019, R5/R6, Pirate; 27/03/2019, R6/R7, Connect.

No nível de controle calendarizado foi adotado um sistema uniforme, com uma aplicação a cada 15 dias. Ao longo de todo o ciclo, foram realizadas oito aplicações, intercalando/alternando os inseticidas em cada aplicação. A primeira aplicação foi feita em 19/12/2018 e a última em 27/03/2019. Para o nível sem controle, não foi realizada nenhum tipo de controle com inseticidas, apenas o manejo de herbicidas e fungicidas.

O controle de doenças foi efetuado de forma preventiva com os fungicidas azoxistrobina + benzovindiflupir (Elatus®) e trifloxistrobina + protioconazol (Fox®), antes do fechamento das entrelinhas, para conseguir atingir o terço inferior das plantas e posteriormente no último estágio vegetativo e no estágio R2 (florescimento pleno) da escala de Fehr e Caviness (1977).

Os dados de temperatura foram coletados na Estação Experimental da Epagri em Lages, distante 25 km do local onde o ensaio foi implantado, enquanto que os

dados de chuvas pluviométricas foram coletados no local do experimento em Santa Terezinha do Salto, distrito de Lages.

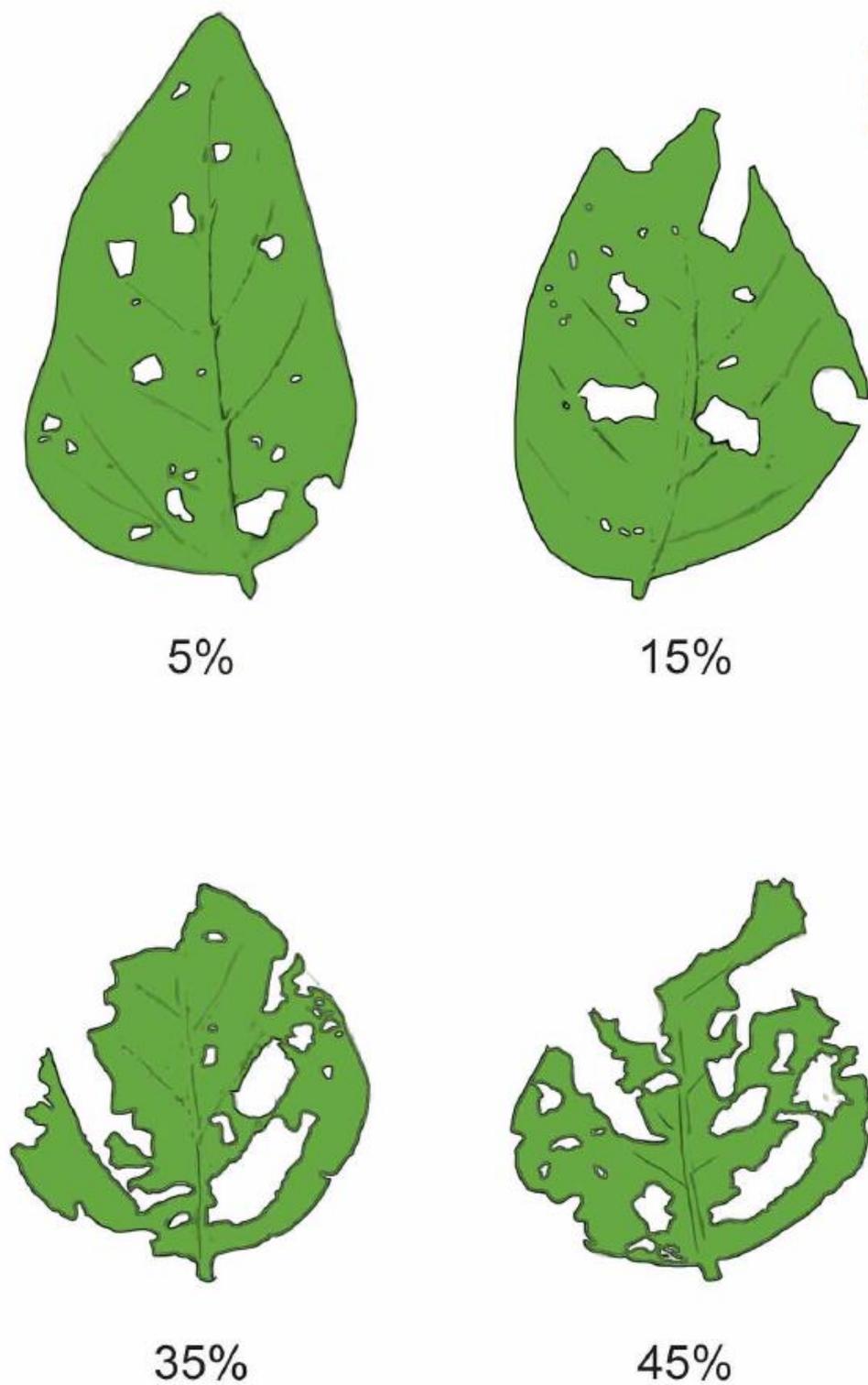
A duração dos períodos vegetativo e reprodutivo de desenvolvimento foi estimada por meio da contagem do número de dias a partir da emergência até as plantas atingirem o estágio R1 (início do florescimento - surgimento do primeiro botão floral em qualquer nó da haste principal) e do estágio R1 (início da floração) até R7 (maturação fisiológica, presença de pelo menos uma vagem com cor de vagem madura na haste principal), respectivamente, de acordo com a escala proposta por Fehr e Caviness (1977).

Durante os períodos vegetativo e reprodutivo foram realizados dois tipos de avaliação para o monitoramento das pragas e estimativa da população de insetos nas parcelas: a primeira foi a avaliação visual de desfolha e a segunda o monitoramento por pano de batida.

A população de lagartas foi estimada através da contagem realizada com o Manejo Integrado de Pragas (MIP-SOJA), realizando o monitoramento por pano de batida. Foi realizada uma batida de pano/parcela dentro da área útil a cada sete dias e também identificando as lagartas encontradas.

A avaliação visual da percentagem de desfolha iniciou no estágio V1 (primeiro nó, com folhas unifolioladas completamente desenvolvidas) e estendeu-se até o estágio R7 (maturação fisiológica, uma vagem normal com coloração madura na haste principal), avaliando-se parcela por parcela, atribuindo percentagens de dano por desfolha. Ela teve por objetivo auxiliar o monitoramento por pano de batida, por ser uma avaliação que se pode realizar nas fases iniciais e finais do desenvolvimento da soja sem causar danos às plantas. Nesta avaliação utilizou-se um material de apoio adquirido da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-SOJA). Este material está descrito na Figura 1.

Figura 1. Material de apoio utilizado no campo, com amostra de folíolos de soja com diferentes percentagens de desfolha causadas pela alimentação de insetos.



A área foliar foi determinada medindo em cinco plantas da área útil de cada parcela o comprimento e a maior largura do folíolo central de cada trifólio da planta e aplicando a equação de Ritcher et al. (2014): $AF=a.(C.L)$, onde: AF é a área da folha (cm^2), C é o comprimento da folha (cm), L é a maior largura da folha (cm), a é o coeficiente angular de 2,0185. Esta avaliação foi realizada no estágio de R3 (início do desenvolvimento da vagem) da escala proposta por Fehr e Caviness (1977). O índice de área foliar foi calculado dividindo-se a área foliar pelo espaço ocupado por cada planta na densidade de 300.000 pl ha^{-1} .

Para as avaliações morfológicas e dos componentes do rendimento foram colhidas 10 plantas na linha quatro das subparcelas. Nestas plantas determinou-se o comprimento da haste principal (medindo a distância do nó cotiledonar até o final da haste), o número de nós na haste principal, o número de ramos produtivos, a altura de inserção da primeira vagem (medindo a distância do nó cotiledonar até a inserção do primeiro legume na haste principal), o diâmetro da haste principal, o abortamento de grãos, a produção de grãos por planta, os componentes do rendimento (número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de 1.000 grãos), o rendimento biológico (produção total de biomassa por planta) e o índice de colheita (massa de grãos/rendimento biológico).

O rendimento de grãos foi determinado colhendo-se todas as plantas da área útil nas linhas dois e três de cada sub-parcela, expressa na umidade padrão de 13%, calculando-se seguindo a metodologia descrita por Tedesco et al. (1995). Além disto, foi estimada a taxa de enchimento de grãos, determinada pela fórmula proposta por Costa et al. (2001), dividindo o rendimento de grãos ($g m^{-2}$) pelo período de enchimento de grãos (número de dias entre os estádios R5 e R7 (início do enchimento de grãos até a maturação fisiológica)).

Os dados do experimento foram submetidos à análise de variância utilizando o teste F ao nível de significância de 5%. Quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Foi feita uma análise adicional, visando estimar os incrementos de produtividade das cultivares de soja nos últimos 50 anos, com a aplicação preventiva de inseticida e sem o controle de pragas. Para esta estimativa foram feitas análises de regressão linear, considerando as médias dos rendimentos de grãos e as décadas de lançamento das cultivares (Davis – 1960, Paraná – 1970, BR 16 – 1980, FT Abyara – 1990, Bmx Elite Ipro – 2010). Testou-se a significância do modelo linear, buscando

identificar as taxas de incremento de produtividade registradas no período de avaliação. Em caso de significância do modelo linear, esta taxa é estimada pelo coeficiente angular da reta ajustada aos dados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 DADOS METEOROLÓGICOS NO PERÍODO EXPERIMENTAL

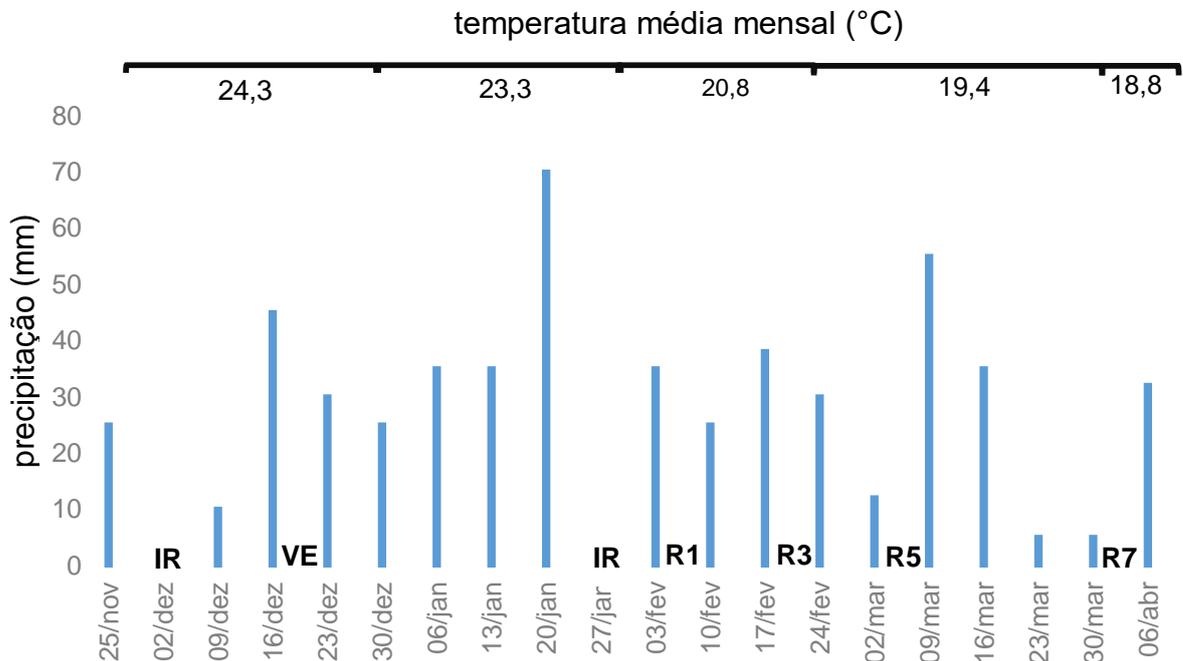
A temperatura média mensal oscilou entre 18,8 °C e 24,3 °C na safra 2018/2019 (Figura 2). A temperatura é um fator climático importante para o desenvolvimento das plantas. A soja se adapta melhor às regiões onde as temperaturas oscilam entre 20°C e 30°C. A temperatura ideal para seu desenvolvimento está em torno de 30°C. Regiões com temperaturas menores ou iguais a 10°C graus são impróprias ao cultivo da soja. Nestes locais, tanto o crescimento vegetativo quanto o desenvolvimento da soja é pequeno ou nulo. Por outro lado, temperaturas acima de 40°C têm efeito adverso na taxa de crescimento, provocam danos à floração e diminuem a capacidade de retenção de vagens (EMBRAPA, 2019).

Os meses com maiores valores de média mensal de temperatura foram os meses de dezembro, janeiro e fevereiro, com temperaturas superiores a 20 °C (Figura 2), também demonstram que de dezembro a março as temperaturas foram favoráveis ao crescimento e desenvolvimento da cultura. O Planalto Catarinense se caracteriza por ser uma região de clima temperado constantemente úmido, sem estação seca e com verões frescos (EPAGRI, 2010).

Para um campo de produção de sementes de soja com qualidades fisiológicas e sanitárias superiores, são indicadas regiões com temperaturas do ar mais amenas (inferiores a 22°C) durante a fase de maturação da cultura (Costa et al., 1994). Esta condição térmica foi registrada nos meses de março e abril, nos quais ocorreu a maior parte do enchimento de grãos das cultivares avaliadas no experimento.

Os dados de temperatura média mensal, precipitações pluviométricas e irrigações realizado durante o crescimento e o desenvolvimento da soja no ano agrícola 2018/2019 podem ser observados na Figura 2.

Figura 2. Temperaturas médias mensais, precipitações pluviiais e irrigações realizadas durante o ciclo de desenvolvimento da cultura da soja. Lages, SC, 2018/2019.



^{1/} Barras indicam as precipitações pluviiais.

^{2/} Linha superior indica a temperatura média mensal.

IR (irrigação realizada).

VE (emergência).

R1 (início da floração).

R3 (início da formação das vagens).

R5 (início do enchimento de grãos).

R7 (maturação fisiológica).

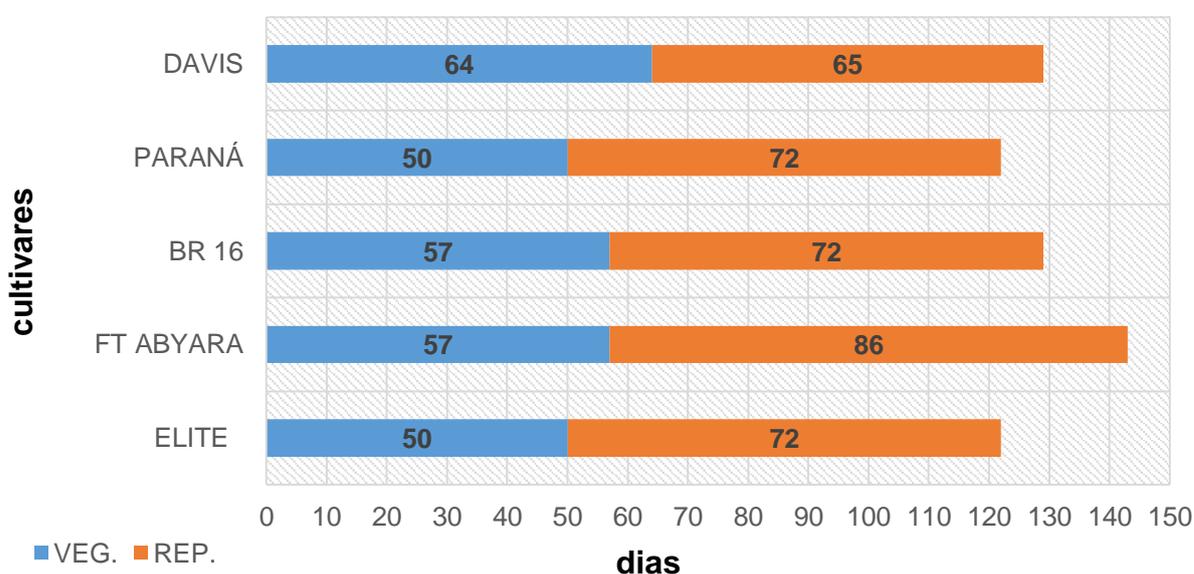
Fonte: Epagri, 2019; modificado pelo autor.

A cultura da soja exige um mínimo de 450 mm de precipitação bem distribuídos ao longo do seu ciclo de desenvolvimento para que alcance uma boa produtividade (FRANKE, 2000). O volume total de precipitação durante o cultivo da soja no ano agrícola de 2018/2019 foi superior a 500 mm. Entretanto, houve distribuição irregular das precipitações ao longo do ciclo da cultura, sendo necessária a realização de irrigações complementares por aspersão para atender a sua demanda hídrica. Foram realizadas duas irrigações, a primeira no mês de dezembro (dia 03/dez/2018), após a semeadura, para incorporação do fertilizante. A segunda irrigação foi realizada no final do mês de janeiro (27/01/2019), quando as cultivares estavam próximas de atingirem o estágio de início do florescimento (R1). Em cada irrigação aplicou-se uma lâmina de 30 mm.

4.2 ANÁLISE FENOLÓGICA

A análise fenológica foi feita através do acompanhamento da duração dos períodos vegetativo e reprodutivo de desenvolvimento. Na Tabela 5 pode-se observar a duração destes períodos, assim como a data em que foi realizada a colheita e o ciclo total de cada cultivar avaliada no experimento.

Figura 3. Duração em dias dos períodos vegetativo, reprodutivo e ciclo total de cinco cultivares de soja. Lages, SC, 2018/2019.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2019.

A cultivar FT ABYARA apresentou o maior ciclo de cultivo com 143 dias. As cultivares DAVIS e BR 16 tiveram um ciclo intermediário, em relação as outras cultivares, com 129 dias. As cultivares BMX ELITE IPRO e PARANÁ externaram o menor ciclo de cultivo com 122 dias.

Um período importante no ciclo de desenvolvimento da soja é a sobreposição das fases vegetativa e reprodutiva, determinada pelo período entre o início do florescimento até a emissão do último nó na haste principal (SETIYONO et al., 2007). Bernard (1972) definiu tipo de crescimento em soja de acordo com o momento que cessa o crescimento da haste principal após o início do florescimento. As cultivares com tipo determinado caracterizam-se pelo nulo ou pequeno crescimento em estatura após o início do florescimento. Plantas com tipo indeterminado continuam emitindo

nós e alongando caule após R1, o que leva a um crescimento significativo em estatura e aumento do número de nós até o início do enchimento de grãos (BASTIDAS et al., 2008).

Cultivares com maior grupo de maturação (GM) não possuem necessariamente um período reprodutivo mais longo. Sua diferença em relação a cultivares de ciclo curto está concentrada principalmente na duração da fase vegetativa (ZANON et al., 2015a). Os dados da Figura 3 corroboram esta afirmação, pois a cultivar Brasmax Elite, que possui grupo de maturação mais baixo (Tabela 3), foi a que apresentou menor duração do período vegetativo. Fatores como região (local) e data de semeadura, podem acabar interferindo no GM, fazendo com que cultivares de grupo de maturação maiores, se comportem de forma precocemente (alterando o período vegetativo), um exemplo, foi a cultivar Paraná de GM 6.5, tendo o mesmo ciclo total da cultivar Brasmax Elite, com 122 dias. O período mais longo até a floração das cultivares com maior GM proporciona mais tempo para atingir o IAF crítico antes do início do florescimento. Portanto, esta característica pode aumentar sua tolerância a períodos de estresse da fase vegetativa (Egli, 2011).

4.3 POPULAÇÃO DE PRAGAS

Foi realizada uma batida de pano por parcela por época de amostragem. A Figura 4 mostra os resultados do monitoramento para lagartas através do pano de batida ao longo do ciclo da soja no ano agrícola de 2018/2019.

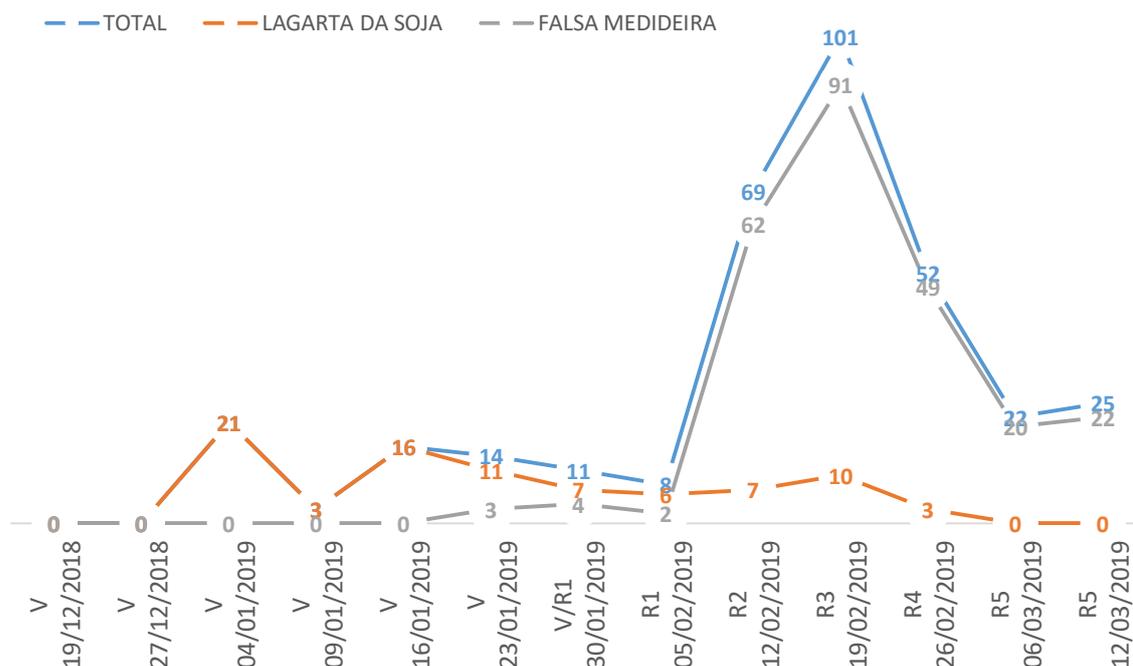
Durante o experimento, foram realizadas 780 batidas de pano divididas em 13 datas diferentes, monitorando ao todo 612 pragas. As amostragens foram realizadas entre 19/12/2017 e 12/03/2018. A maior população de pragas foi composta pelo grupo das lagartas, representando 55,88% do total, seguido pelo grupo outros com 36,27% e por último o grupo dos percevejos com 7,84% da população total.

A falsa-medideira (*Chrysodeixis includens*) apresentou a maior população entre as lagartas, representando 75,43% da população do seu grupo (Tabela 4). No grupo dos percevejos, destacou-se o percevejo verde da soja (*Nezara viridula*), responsável por 77,08% da população de seu grupo. Já no grupo “outros”, a vaquinha (*Diabrotica speciosa*) foi responsável por 60,36% da população de pragas. Estes três insetos foram os mais frequentes ao longo do ciclo da soja no experimento.

O ataque de insetos pode ocorrer desde a germinação até a colheita da soja. Na Figura 4 pode-se visualizar as datas e estádios fenológicos da cultura em que

foram realizadas as batidas de pano e o número de lagartas monitoradas em cada amostragem. Estes dados permitem estimar as épocas críticas de controle das lagartas no experimento.

Figura 4. População de lagartas monitoradas e identificadas durante o ciclo da soja pelo MIP. Lages, SC, 2018/2019.



V: fase vegetativa da soja.

V/R1: transição da fase vegetativa para reprodutiva da soja.

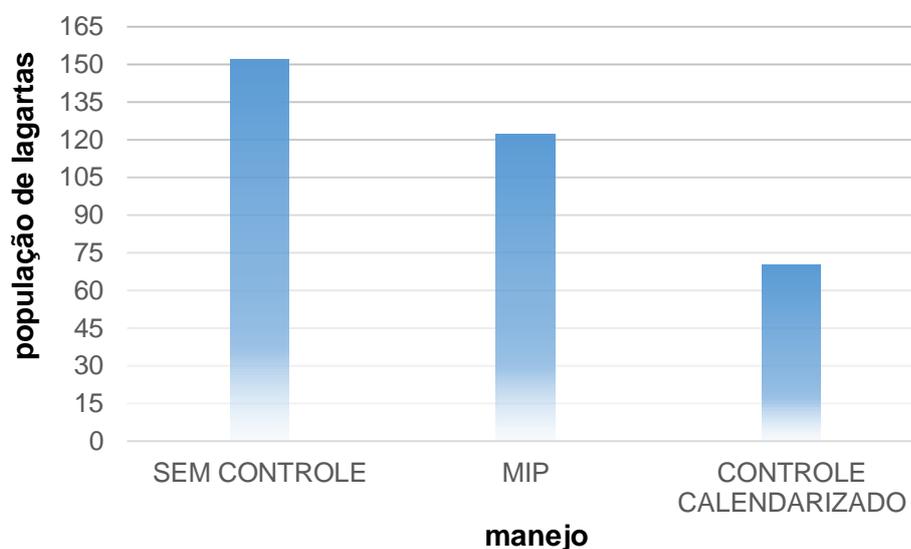
R1, R2, R3, R4, R5: estádios fenológicos reprodutivos da soja de acordo com escala proposta por Fehr e Caviness (1977).

Fonte: elaborado pelo próprio autor;

O monitoramento com o pano de batida foi realizado até o estádio de R5 (início do enchimento dos grãos). Após este estádio as amostragens foram encerradas porque elas estavam causando muitas perdas de vagens na área útil do experimento.

As maiores populações de lagartas foram registradas nas amostragens realizadas entre os dias 12 e 26 de fevereiro de 2019, quando as cultivares se encontravam entre os estádios R2 (florescimento pleno) e R4 (vagens completamente desenvolvidas) de acordo com a escala fenológica de Fehr e Caviness (1977).

Figura 5. População de lagartas através do pano de batida e nível de manejo adotado ao longo do ciclo da soja. Lages, SC, 2018/2019.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Na Tabela 4 pode-se visualizar a data de início do florescimento e a população total de pragas (lagartas, percevejos e outros) por fase de cultivo de cada cultivar.

Tabela 4. População total de pragas, por fase de cultivo e população total em cinco cultivares de soja. Lages, SC, 2018/2019.

Cultivares	R1	Fase Veg.	Fase Rep.	Total por cultivares
Davis	12/02/2019	48	91	139
Paraná	29/01/2019	27	89	116
BR 16	05/02/2019	28	113	141
FT Abyara	05/02/2019	41	104	145
Elite	29/01/2019	20	51	71
Total de pragas		164	448	612

Fonte: elaborado pelo próprio autor.

A cultivar Brasmax Elite Ipro teve a menor população de pragas ao longo do seu ciclo. Este comportamento ocorreu em virtude desta cultivar possuir a biotecnologia Intacta que confere resistência ao ataque de lagartas desfolhadoras como: *Anticarsia gemmatalis* e *Chrysodexis includens*, lagartas das vagens como *Helicoverpa armigera* e *Heliiothis virescens*. Nas cultivares convencionais, a população foi mais elevada por não possuírem evento transgênico protetor. Ao todo teve-se

populações de 164 e 448 para as fases vegetativa e reprodutiva, respectivamente, e um total ao longo do ciclo de 612 insetos-praga monitorados pelo MIP-SOJA.

4.4 ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR (IAF)

A Tabela 5 apresenta os resultados da análise de variância para o índice de área foliar. O IAF foi significativo apenas para o efeito principal do fator cultivar. Não houve significância para os tratamentos de manejo de pragas e nem para a interação entre os tratamentos manejo e cultivares.

Tabela 5. Análise de variância para o índice de área foliar. Lages-SC, 2019.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	3	15,06410	7,53205	7,7940*
Manejo (M)	2	2,6255	1,31275	0,4161 ns
Resíduo (M)	6	18,92967	3,15494	
Cultivares (C)	4	29,03665	7,25916	5,0300**
Int. MxC	8	13,83962	1,72995	1,1987 ns
Resíduo (C)	24	34,6363	1,44318	
Total	47	99,06774		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$).

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

ns - não significativo ($p > 0,05$).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

A Tabela 6 apresenta os valores de IAF das cinco cultivares no início da formação das vagens. As cultivares Davis e Br 16 se destacaram com os maiores IAF, 8,52 e 7,75, respectivamente. A cultivar Brasmax Elite Ipro obteve o menor IAF com 6,06. Independentemente do manejo adotado para o controle de pragas, os valores de IAF médios das cultivares em R3 foram superiores a 6,0.

O índice de área foliar (IAF) é definido pela relação entre a área foliar e a área de solo ocupada pelo cultivo (HEIFFIG et al., 2006). O IAF pode ser utilizado para representar a eficiência fotossintética, para análise do crescimento e, também, como fator condicionante da produtividade. Através do IAF, é definida a capacidade do dossel em interceptar a radiação solar, convertê-la em massa seca pela fotossíntese. Estas duas variáveis são importantes para determinar o potencial produtivo da cultura (SETIYONO et al., 2008; ZANON et al., 2015a; TAGLIAPIETRA et al., 2018).

Tabela 6. IAF de cinco cultivares de soja no estágio R3 da escala de Fehr & Cavinesss (1977), em três sistemas de manejo de pragas. Lages, SC, 2018/2019.

Manejo	Cultivares					Média	CV (%)
	Davis	Paraná	BR 16	FT Abyara	Elite		
SC	8,50	8,25	8,57	7,36	5,81	7,70 ns	
MIP	8,38	6,68	6,39	7,87	6,38	7,14	24,12
CC	8,67	6,51	8,29	6,75	5,99	7,24	
Média	8,52 A*	7,14 AB	7,75 A	7,33 AB	6,06 B		
CV (%)	16,31						

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro; ns – diferenças entre médias não significativas na coluna; SC: sem controle; MIP: manejo integrado de pragas; CC: controle calendarizado; CV: coeficiente de variação; Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

A forma de medição da área foliar possivelmente foi um fator que contribuiu para os altos índices de área foliar, mesmos nos tratamentos sem aplicação de inseticida que tiveram maior percentagem de desfolha. Isto ocorreu porque ela não considerou os buracos nas folhas causados pelas lagartas.

O IAF crítico é a relação da quantidade de folhas necessárias para que ocorra a interceptação de 95% da radiação solar incidente. A partir deste ponto, a taxa de aumento da fotossíntese líquida passa a ser decrescente (HAY & POTER, 2006). Na soja, os valores de IAF crítico variam entre 3,5 e 6,3 de acordo com as condições de condução do trabalho e o método utilizado para medir a interceptação da radiação solar e para estimar o IAF (BOARD & HARVILLE, 1992; BOARD et al., 1997; SPECHT et al., 1999; HOLSHOUSER & WHITTAKER, 2002; TAGLIAPIETRA et al., 2018).

Os dados da Tabela 6 evidenciam que os valores de IAF mensurados no início da formação das vagens foram maiores do que o IAF crítico da cultura. Isto é um indicativo de que não houve restrição significativa ao aparato fotossintético da cultura na sua fase reprodutiva, independentemente do manejo utilizado para o controle de pragas.

4.5 AVALIAÇÃO VISUAL DE DESFOLHA

Na Tabela 7 estão descritos os resultados da análise de variância para a avaliação visual de desfolha. Os valores de F foram significativos ao nível de

probabilidade de 1% para o manejo (M) e as cultivares (C), enquanto que a interação foi significativa na probabilidade de 5%.

Tabela 7. Análise de variância para avaliação visual de desfolha. Lages – SC, 2018/2019.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	3	0,0051	0,0017	1,0973 ns
Manejo (M)	2	0,2490	0,1245	78,2018**
Resíduo (M)	6	0,0143	0,0026	
Cultivares (C)	4	0,2482	0,0621	48,8200**
Int. MxC	8	0,027	0,0034	2,6501*
Resíduo (C)	24	0,0458	0,0013	
Total	47	0,5842		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$).

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

ns - não significativo ($p > 0,05$).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Na Tabela 8 pode-se observar os resultados da interação entre o manejo e as cultivares, para avaliação de percentagem de dano visual de desfolha, ao longo do ciclo da soja no ano agrícola de 2018/2019, em Lages, Santa Catarina.

Tabela 8. Avaliação visual de desfolha (%) mensurada ao longo do ciclo de cinco cultivares de soja, em três sistemas de manejo de pragas. Lages, SC, 2018/2019.

Manejo	Cultivares					CV (%)
	Davis	Paraná	BR 16	FT Abyara	Elite	
SC	36 aA	34 aA	37 aA	38 aA	19 aB	15,3
MIP	31 aA	34 aA	29 bA	32 aA	11 bB	
CC	20 bA	20 bA	15 cAB	22 bA	9 bB	
CV (%)	13,52					

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro; SC: sem controle; MIP: manejo integrado de pragas; CC: controle calendarizado; CV: coeficiente de variação; Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Analisando-se a Tabela 8 percebe-se que as maiores percentagens de desfolha foram registradas no manejo sem controle químico de pragas e as menores quando se utilizou o controle calendarizado. A cultivar Brasmax Elite Ipro apresentou menor percentagem de desfolha do que as cultivares convencionais nos três sistemas de manejo do controle de pragas.

O controle calendarizado teve uma pressão alta sobre a população de pragas, pois os inseticidas foram aplicados a cada 15 dias. A Brasmax Elite se destacou por possuir a biotecnologia “Ipro”, que confere controle às principais pragas da soja como a falsa medideira (*Chrysodeixis includens*), a lagarta da soja (*Anticarsia gemmatalis*), a broca das axilas (*Crociosema aporema*) e a lagarta das maçãs (*Heliothis virescens*). Esta característica fez com que ela apresentasse as menores percentagens médias por dano de desfolha (Tabela 8). Um ponto importante a destacar é que mesmo possuindo a inserção de genes *Bt*, a percentagem de desfolha na cultivar Brasmax Elite foi maior quando não se fez o controle de pragas com inseticidas do que nos demais sistemas de manejo. Isto ocorre por que existem outras pragas desfolhadoras, como exemplo a vaquinha (*Diabrotica speciosa*), que a tecnologia *Bt* não controla.

4.6 ANÁLISES MORFOLÓGICAS

A Tabela 9 apresenta os valores de F para o número de ramos produtivos número de nós na haste principal e diâmetro da haste principal. Não houve interação entre os fatores manejo e cultivares para estas três variáveis.

Tabela 9. Valores de F para o número de ramos produtivos (NRP), número de nós na haste principal (NNHP) e diâmetro da haste principal (DHP). Lages, SC, 2018/2019.

Fonte de Variação	GL	NRP	NNHP	DHP
Blocos	3	0.7499 ns	0.1777 ns	0.4945 ns
Manejo (M)	2	0.0092 ns	0.2104 ns	0.2177 ns
Resíduo (M)	6	-	-	-
Cultivares (C)	4	17.1229**	35.7470**	3.7430*
Int. MxC	8	0.9630 ns	0.5308 ns	0.8212 ns
Resíduo (C)	24	-	-	-
Total	47	-	-	-

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$).

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

ns - não significativo ($p > 0,05$).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Os valores de F para as três variáveis foram significativos apenas para o efeito principal do fator cultivar. A Tabela 10 mostra o efeito dos tratamentos sobre o número de ramos produtivos.

Tabela 10. Ramos produtivos (nº) de cinco cultivares de soja, em três sistemas de manejo de pragas. Lages, SC, 2018/2019.

Manejo	Cultivares					Média	CV (%)
	Davis	Paraná	BR 16	FT Abyara	Elite		
SC	3,1	2,6	3,9	1,8	0,6	2,4 ns	
MIP	3,1	2,5	4,2	1,6	0,8	2,46	69,10
CC	3,3	2,4	2,8	1,9	1,5	2,39	
Média	3,2 AB*	2.5 BC	3.6 A	1.8 CD	1.0 D		
CV (%)	36,56						

†Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro; ns – diferenças entre médias não significativas na coluna; SC: sem controle; MIP: manejo integrado de pragas; CC: controle calendarizado; CV: coeficiente de variação; Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

A BR 16 destacou-se como a cultivar com maior número de ramos produtivos por planta. A cultivar Brasmax Elite Ipro foi a que menos ramificou. O número de ramificações por planta da soja e seu desenvolvimento está correlacionado além do aspecto genético de cada cultivar, com a competição intraespecífica por fatores do meio como água, luz e nutrientes (THOMAS et al., 1998). PARVEZ et al. (1989) observaram que, para um mesmo espaçamento entre linhas, a diminuição da população de plantas de soja de 40 para 20 e 10 plantas/m², aumentou o número e o comprimento total de ramos. Esta característica se explica pela soja ter uma alta plasticidade vegetativa, conseguindo compensar baixas populações.

O ciclo e o hábito de crescimento da cultivar também podem interferir no número de ramificações emitidas pela planta. Cultivares mais precoces e com hábito de crescimento indeterminado tendem a ramificar menos (ZANON et al., 2018). Estas duas características provavelmente contribuíram para a menor emissão de ramos da cultivar Brasmax Elite Ipro.

A cultivar Davis foi a que apresentou maior número de nós na haste principal, enquanto que as cultivares Paraná e Bmx Elite Ipro externaram os menores valores para esta variável (Tabela 11). Este fato pode estar relacionado com a altura final de plantas (Tabela 14), pois a cultivar Davis cresceu mais em altura que as demais por possuir um período vegetativo maior (Figura 3). Consequentemente, ela formou maior quantidade de nós na haste principal.

Tabela 11. Nós na haste principal (nº) de cinco cultivares de soja, em três sistemas de manejo de pragas. Lages, SC, 2018/2019.

Manejo	Cultivares					Média	CV (%)
	Davis	Paraná	BR 16	FT Abyara	Elite		
SC	19	15	17	17	15	17 ns	
MIP	19	14	17	16	16	16	7,47
CC	19	15	17	17	15	17	
Média	19 A*	15 C	17 B	17 B	15 C		
CV (%)	6,18						

Médias seguidas pela mesma maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erros; ns – diferenças entre médias não significativas na coluna; SC: sem controle; MIP: manejo integrado de pragas; CC: controle calendarizado; CV: coeficiente de variação; Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

A cultivar Paraná apresentou o maior valor numérico para o diâmetro da haste principal (8,4 mm), porém não diferindo significativamente das cultivares FT Abyara, Davis e BR 16. A cultivar Brasmax Elite Ipro foi a que expressou o menor diâmetro com 7,4 mm.

Tabela 12. Diâmetro da haste principal (mm) de cinco cultivares de soja, em três sistemas de manejo de pragas. Lages, SC, 2018/2019.

Manejo	Cultivares					Média	CV (%)
	Davis	Paraná	BR 16	FT Abyara	Elite		
SC	7,8	8,5	7,3	8,2	7,1	7,8 ns	
MIP	7,5	8,0	7,9	7,6	7,5	7,7	15,37
CC	7,4	8,7	7,5	8,5	7,6	7,9	
Média	7,6 AB	8,4 A	7,6 Ab	8,0 AB	7,4 B		
CV (%)	9,52						

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro; ns – diferenças entre médias não significativas na coluna; SC: sem controle; MIP: manejo integrado de pragas; CC: controle calendarizado; CV: coeficiente de variação; Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

O diâmetro da haste principal não foi afetado pelo sistema de manejo de pragas, corroborando com o resultado obtido por Bahry et al. (2013) que não observaram efeito significativo da redução de área foliar sobre esta variável.

Na Tabela 13 encontram-se os valores de F para as avaliações de altura final de plantas, altura de inserção da primeira vagem e abortamento de grãos. Não houve

interações significativas entre os fatores manejo e cultivares para nenhuma das três variáveis.

Tabela 13. Valores de F das análises morfológicas da altura final de plantas (AFP), altura de inserção da primeira vagem (AIPV) e abortamento de grãos (ABGV).

Fonte de Variação	GL	AFP	AIPV	ABGV
Blocos	3	2.1879 ns	0.2011 ns	2.7059 ns
Manejo (M)	2	2.3696 ns	5.9890*	15.5830**
Resíduo (M)	6	-	-	-
Cultivares (C)	4	156.1354**	9.0836**	13.6447**
Int. MxC	8	2.1446 ns	0.3224 ns	1.9837 ns
Resíduo (C)	24	-	-	-
Total	47	-	-	-

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$).

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

ns - não significativo ($p > 0,05$).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

A altura final de plantas (AFP) foi afetada pelo efeito principal do fator cultivar. A cultivar Davis apresentou a maior média de altura de plantas (92 cm), enquanto que a cultivar Brasmax Elite Ipro foi a que produziu plantas mais baixas (51 cm). A estatura baixa da cultivar Elite pode ser explicada pela semeadura tardia (03/12/2018) e pelas limitações edáficas da área experimental (primeiro ano de cultivo de soja). Deve-se ressaltar que plantas baixas tem menos nós, logo produzem menos vagens, o que pode afetar o rendimento. Portanto, houve uma diferença de 41 cm na estatura entre a cultivar mais alta e a mais baixa, na média dos três sistemas de manejo de pragas.

Tabela 14. Altura final de plantas (cm) de cinco cultivares de soja, em três sistemas de manejo de pragas. Lages, SC, 2018/2019.

Manejo	Cultivares					Média	CV (%)
	Davis	Paraná	BR 16	FT Abyara	Elite		
SC	90	67	79	68	53	71 ns	
MIP	88	66	75	65	50	69	8,20
CC	97	63	85	70	49	73	
Média	92 A*	65 C	79 B	68 C	51 D		
CV (%)	6,00						

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro; ns – diferenças entre médias não significativas na coluna; SC: sem controle; MIP: manejo integrado de pragas; CC: controle calendarizado; CV: coeficiente de variação.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Segundo Zanon et al., (2016b), as cultivares de crescimento determinado apresentam maior taxa de crescimento até o estágio R1. Conseqüentemente, elas possuem maior estatura de plantas e maior número de nós no início do florescimento. Já as cultivares com hábito indeterminado apresentam crescimento inicial mais lento, porém somente paralisam o crescimento vegetativo próximo ao enchimento de grãos.

Outro fator que interfere sobre a estatura da planta é o grupo de maturação relativa da cultivar. Cultivares com GMR mais baixo são induzidas a florescer mais cedo, o que reduz a estatura da planta (ZANON et al., 2018). Esta característica foi confirmada no presente trabalho, onde a cultivar Brasmax Elite Ipro com menor grupo de maturação relativa apresentou menor duração do período vegetativo, menor número de nós na haste principal (interação do grupo de maturação relativa com a temperatura) e menor estatura de planta (Figura 5, e Tabelas 12 e 15).

As cultivares BR 16, Davis e Paraná obtiveram as maiores médias de altura de inserção da primeira vagem (AIPV), com 91,6 mm, 89,5 mm e 85,9 mm, respectivamente. A Brasmax Elite Ipro teve a menor média com 76,8 mm. O controle calendarizado propiciou a maior média de altura de inserção da primeira vagem, com 86,7 mm. A menor média ficou com o manjo integrado de pragas, com 81,7 mm.

Tabela 15. Altura de inserção da primeira vagem (mm) de cinco cultivares de soja, em três sistemas de manejo de pragas. Lages, SC, 2018/2019.

Manejo	Cultivares					Média	CV (%)
	Davis	Paraná	BR 16	FT Abyara	Elite		
SC	88,7	87,2	91,1	80,6	76,5	84,8 ab	
MIP	87,4	83,9	88,6	72,1	76,7	81,7 b	5,44
CC	92,4	86,6	95,3	82,1	77,3	86,7 a	
Média	89,5 A*	85,9 AB	91,6 A	78,3 BC	76,8 C		
CV (%)	9,01						

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro; ns – diferenças entre médias não significativas na coluna; SC: sem controle; MIP: manejo integrado de pragas; CC: controle calendarizado; CV: coeficiente de variação; Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

A inserção da primeira vagem é uma característica importante, pois determina a regulagem da altura da barra de corte da colhedora, visando obter a máxima eficiência durante esse processo. Segundo Sediayama et al. (1999), para que não haja perda na colheita pela barra de corte, a altura mínima da primeira vagem deve

ser de 10 a 12 cm, em solos de topografia plana e de 15 cm, em terrenos mais inclinados. Os valores de AIPV obtidos no trabalho estiveram abaixo do ideal para otimizar a eficiência da colheita mecânica.

Para a característica abortamento de grãos (ABG), houve diferença significativa para os fatores manejo e cultivares, porém não houve interação significativa entre ambos os fatores (Tabela 16).

O menor abortamento de grãos e vagens foi apresentado pela cultivar FT Abyara (9%), enquanto que o maior abortamento ficou com as demais cultivares, que não diferiram significativamente entre si.

Para o fator manejo, o menor abortamento de grãos e vagens foi registrado no controle calendarizado, com 13%, enquanto que os maiores abortamentos de grãos e vagens (15%) foram obtidos nos manejos sem controle e MIP.

Tabela 16. Abortamento de grãos (%) de cinco cultivares de soja, em três sistemas de manejo de pragas. Lages, SC, 2018/2019.

Manejo	Cultivares					Média	CV (%)
	Davis	Paraná	BR 16	FT Abyara	Elite		
SC	17	12	19	8	19	15 a	
MIP	18	15	16	11	17	15 a	10,82
CC	14	15	17	6	12	13 b	
Média	16 A*	14 A	17 A	9 B	16 A		
CV (%)	22,21						

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro; SC: sem controle; MIP: manejo integrado de pragas; CC: controle calendarizado; CV: coeficiente de variação; Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

A baixa variabilidade nas porcentagens de abortamento de grãos, tanto no fator cultivar quanto nos sistemas de manejo de pragas, pode ser explicada pelas características genéticas de cada uma das cultivares e pelas características ambientais.

Um fator relevante é a população de pragas total. A Tabela 4 mostra que todas as cultivares tiveram o ápice da população de pragas na fase reprodutiva, interferindo assim nos estádios de florescimento, formação das vagens e enchimento dos grãos. Outro fator ambiental que pode afetar o abortamento de grãos é a deficiência hídrica. Segundo Peixoto (1999), ela reduz severamente o rendimento, seja pelo abortamento de grãos, ou pela formação de grãos mais leves, uma vez que interfere negativamente

no enchimento de grãos. No presente trabalho observou-se que apenas dois momentos (após semeadura e antes das cultivares entrarem no estágio de florescimento) foi necessário realizar irrigações (Figura 2).

4.7 RENDIMENTO DE GRÃOS E COMPONENTES DO RENDIMENTO

Na Tabela 17 encontram-se os valores de F para o rendimento de grãos (RG), e os seus componentes: grãos por vagem (GV), vagens por planta (VP), grãos por planta (GP) e massa de mil grãos (MMG).

Tabela 17. Valores de F para o rendimento de grãos (RG), número de grãos por vagem (GV), número de vagens por planta (VP), número de grãos por planta (GP) e massa de mil grãos (MMG).

Fonte Variação	GL	RG	GV	VP	GP	MMG
Blocos	3	0.0352*	0.2075 ns	0.4448 ns	0.7728 ns	0.2075 ns
Manejo (M)	2	1.5540 ns	6.9773*	0.9013 ns	1.1283 ns	0.4201 ns
Resíduo (M)	6	-	-	-	-	-
Cultivares (C)	4	13.1395**	8.1716**	2.2993 ns	2.3868 ns	43.7546**
Int. MxC	8	2.6517*	0.8500 ns	0.8476 ns	1.3325 ns	1.6654 ns
Resíduo (C)	24	-	-	-	-	-
Total	47	-	-	-	-	-

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$).

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

ns - não significativo ($p > 0,05$); RG: rendimento de grãos;

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Houve interação significativa ao nível de 5% de probabilidade entre os fatores manejo e cultivares para o rendimento de grãos. As médias desta interação podem ser observadas na Tabela 18.

Tabela 18. Rendimento de grãos (kg ha^{-1}) de cinco cultivares de soja, em três sistemas de manejo de pragas. Lages, SC, 2018/2019.

Manejo	Cultivares					CV (%)
	Davis	Paraná	BR 16	FT Abyara	Elite	
SC	2.396 bBC	3.014 aAB	2.926 aAB	2.077 aC	3.481 aA	16,3
MIP	2.569 abA	2.816 aA	2.376 aA	2.160 aA	2.811 bA	
CC	3.212 aA	2.569 aAB	2.798 aA	1.944 aB	3.112 abA	
CV (%)	13,87					

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro; SC: sem controle; MIP: manejo integrado de pragas; CC: controle calendarizado; CV: coeficiente de variação. Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

O rendimento de grãos variou de 1.944 a 3.482 kg ha⁻¹, dependendo da cultivar e do sistema de manejo do controle de pragas. A cultivar Brasmax Elite Ipro foi a mais produtiva no sistema de manejo de pragas sem a aplicação de inseticidas. Quando o controle de pragas foi efetuado de forma calendarizada ou seguindo os princípios do MIP, as diferenças de produtividade entre as cultivares foram pequenas e, na maioria das vezes, não significativas. Este comportamento se deveu a presença de genes *Bt* nesta cultivar, os quais a protegeram danos ocasionados por diversas pragas desfolhadoras, na ausência da aplicação de inseticidas, reduzindo o número de lagartas e a percentagem de área foliar desfolhada (Tabelas 4 e 10).

A perda de área foliar diminui diretamente a taxa fotossintética da planta. Board & Kahlon (2011) observaram que as folhas restantes após a desfolha não compensaram fotossinteticamente as folhas perdidas. Dessa forma, a perda em área foliar diminui diretamente a taxa fotossintética, podendo limitar o rendimento de grãos.

Existem duas fontes de assimilados para o enchimento de grãos em soja: a fotossíntese da planta e a remobilização de carboidratos armazenados. A contribuição de carboidratos armazenados nas folhas e pecíolos é baixa, não ultrapassando 15% (EGLI, 2011). Assim, a manutenção da área foliar da planta é essencial para manter a taxa fotossintética. A impossibilidade de regeneração da área foliar quando a desfolha é imposta nos estádios reprodutivos e a limitação da quantidade de reservas das plantas nestes estádios fenológicos são os principais fatores para que a perda de rendimento aconteça quando se altera a relação fonte/dreno da planta (BRUIN et al., 2010).

Analisando-se o efeito do sistema de manejo de pragas sobre o rendimento de grãos das cultivares, percebe-se que a cultivar Davis foi a única que apresentou decréscimo significativo de produtividade quando não se efetuou o controle químico das pragas. Por outro lado, para a cultivar Brasmax Elite Ipro o maior rendimento foi registrado sem a aplicação de inseticida, ressaltando a eficiência da biotecnologia Ipro no controle de pragas.

De uma maneira geral, as produtividades obtidas com as cultivares convencionais foram inferiores a 3.300 kg ha⁻¹, que foi a produtividade média brasileira na safra 2018/2019. A baixa produtividade está relacionada a semeadura tardia do experimento (03/12/2018), alta altitude (916 metros), temperaturas mais amenas e menor radiação no período do enchimento de grãos.

Vale ressaltar que com estes dados, o MIP se torna uma excelente estratégia para os agricultores brasileiros, pois não houve diferenças no rendimento de todas as cultivares entre os sistemas de controle com o MIP e o calendarizado. Desta forma, o MIP traz vantagens econômicas (três aplicações a menos de inseticidas), agrônômicas (proteção aos inimigos naturais e menor risco de resistência das lagartas aos inseticidas) e ambientais (menor quantidade de resíduos tóxicos de inseticidas).

Assim como o MIP, a tecnologia *Bt* é uma ótima ferramenta para o controle de pragas. Ela possui um baixo risco de evolução da resistência a inseticidas por causa da sua melhor preparação para a adoção com os agricultores. Deve-se destacar que nem sempre a tecnologia *Bt* irá reduzir o uso de inseticidas, pois ela controla um grupo seletivo de pragas desfolhadoras e não controla outras pragas, como percevejos, lagartas do grupo *Spodoptera*, vaquinha, entre outras.

Houve efeito significativo para o número de grãos por vagem, tanto para o fator manejo, quanto para o fator cultivar, não havendo interação entre ambos (Tabela 17). Apesar disto, este componente do rendimento apresentou pequena variação numérica entre tratamentos, oscilando entre 2,3 para a cultivar Davis e 2,6 para a cultivar FT Abyara (Tabela 19).

Tabela 19. Grãos por vagem (nº) de cinco cultivares de soja, em três sistemas de manejo de pragas. Lages, SC, 2018/2019.

Manejo	Cultivares					Média	CV (%)
	Davis	Paraná	BR 16	FT Abyara	Elite		
SC	2,3	2,4	2,3	2,5	2,3	2,3 b	
MIP	2,2	2,3	2,2	2,5	2,3	2,3 b	3,92
CC	2,3	2,4	2,2	2,6	2,5	2,4 a	
Média	2,3 B*	2,4 AB	2,2 B	2,5 A	2,5 AB	-	
CV (%)	5,59						

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro; SC: sem controle; MIP: manejo integrado de pragas; CC: controle calendarizado; CV: coeficiente de variação; Fonte: Elaborado pelo autor, 2019

Segundo Mundstock & Thomas (2005), o número de grãos por vagem é o componente do rendimento que apresenta a menor variação entre diferentes situações de cultivo. Isto ficou evidenciado em inúmeros trabalhos, demonstrando

uma uniformidade do melhoramento na busca de plantas com produção de dois a três grãos por vagem, valor condizente com a obtenção de altas produtividades (WEBER, 2017).

A Tabela 20 apresenta o número de vagens produzidas por planta nos tratamentos avaliados no ensaio. Este componente do rendimento variou de 37,9 a 44,8 e não foi afetado significativamente pelos fatores manejo e cultivar e nem pela interação entre ambos (Tabela 17).

Tabela 20. Vagens por planta (nº) de cinco cultivares de soja, em três sistemas de manejo de pragas. Lages, SC, 2018/2019.

Manejo	Cultivares					Média	CV (%)
	Davis	Paraná	BR 16	FT Abyara	Elite		
SC	37,5	39,7	44,5	48,9	36,2	41,3 ns	
MIP	37,9	34,7	43,8	34,4	37,4	37,6	28,20
CC	38,3	43,2	46,0	45,7	37,85	42,2	
Média	37,9 ns	39,2	44,8	43,0	37,1	-	
CV (%)			18,79				

ns – diferenças entre médias não significativas na linha e na coluna; SC: sem controle; MIP: manejo integrado de pragas; CC: controle calendarizado; CV: coeficiente de variação; Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Segundo Ritchie et al., (1994), o número de vagens por planta é o componente da produtividade mais variável com a modificação do arranjo de plantas, sofrendo as maiores modificações pela utilização de práticas de manejo. Já o número de grãos por vagem e o peso de grãos são mais influenciados pelas características genéticas da cultivar. A utilização da mesma densidade e espaçamento entre linhas em todos os tratamentos possivelmente contribuiu para que não houvesse diferenças significativas no número de vagens por planta.

A quantidade de vagens é dependente da quantidade flores produzidas e fixadas durante o período reprodutivo da cultura (MUNDSTOCK; THOMAS, 2005). Para maximizar a produtividade de grãos, o número de vagens por metro quadrado encontrado por Weber (2017) foi de 1950 vagens por m². Para atingir este valor é necessário ajustar a densidade de plantas na lavoura de acordo com as características genéticas das cultivares, de modo a estimular o aumento do número de nós por área,

sem que ocorra restrição de radiação solar no terço médio e inferior do dossel, requisito importante para a fixação das flores e legumes.

O número de grãos por planta, assim como o número de vagens por planta, não diferiu significativamente para os fatores manejo e cultivares, e nem houve interação entre tais fatores (Tabelas 17 e 21).

Tabela 21. Grãos por planta (n^o) de cinco cultivares de soja, em três sistemas de manejo de pragas. Lages, SC, 2018/2019.

Manejo	Cultivares					Média	CV (%)
	Davis	Paraná	BR 16	FT Abyara	Elite		
SC	79	95	86	206	72	108 ns	
MIP	78	75	92	83	79	81	59,01
CC	80	94	95	111	82	93	
Média	80 ns	88	91	133	77	-	
CV (%)	53,95						

ns – diferenças entre médias não significativas na linha e na coluna; SC: sem controle; MIP: manejo integrado de pragas; CC: controle calendarizado; CV: coeficiente de variação; Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Como já descrito anteriormente, a quantidade de vagens por planta é dependente da quantidade de flores produzidas e fixadas durante o período reprodutivo da cultura (MUNDSTOCK; THOMAS, 2005). Desta forma, o número de grãos por planta acaba se tornando dependente do número de grãos por vagem e, conseqüentemente, do número de vagens por planta.

A massa de mil grãos foi afetada pelo efeito principal do fator cultivar (Tabela 17). A cultivar Davis apresentou a maior massa de grãos com 160 gramas, enquanto que a FT Abyara obteve a menor massa de mil grãos com 110 g (Tabela 22).

Tabela 22. Massa de mil grãos (g) de cinco cultivares de soja, em três sistemas de manejo de pragas. Lages, SC, 2018/2019.

Manejo	Cultivares					Média	CV (%)
	Davis	Paraná	BR 16	FT Abyara	Elite		
SC	155	137	137	108	152	138 ns	
MIP	155	152	133	112	152	141	8,32
CC	171	144	125	111	149	140	
Média	160 A	144 B	132 C	110 D	151 AB	-	
CV (%)	7,25						

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro; ns – diferenças entre médias não significativas na coluna; SC: sem controle; MIP: manejo integrado de pragas; CC: controle calendarizado; CV: coeficiente de variação; Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

A massa de grãos é uma característica determinada pela genética (PANDEY & TORRIE, 1973), mas que depende do ambiente (precipitação, principalmente) e do manejo (densidade de semeadura e proteção contra o ataque de insetos e doenças) para expressar o potencial.

De acordo com Weber (2017), o peso de mil grãos que maximiza a produtividade da soja é de aproximadamente 190 g. Contudo, estresses na fase de enchimento de grãos podem reduzir o peso final dos grãos e limitar a produtividade. Os valores da massa de 1.000 grãos reportados na Tabela 25 estão abaixo do ideal para obtenção de alta produtividade. Dois fatores contribuíram para reduzir a massa de grãos: a semeadura tardia do ensaio (03/12/2018) e a altitude do local em que se conduziu o experimento (849 m). Estas duas características fizeram com que o período de enchimento de grãos se concentrasse nos meses de março e abril, nos quais a temperatura atmosférica e a quantidade de radiação são menores, reduzindo a translocação de fotoassimilados das folhas e hastes para os grãos.

4.8 TAXA DE ENCHIMENTO DE GRÃOS

A taxa de enchimento de grãos foi afetada pela interação entre os fatores manejo e cultivar, ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 23). A maior taxa de enchimento de grãos foi registrada pela cultivar Brasmax Elite Ipro, no sistema de manejo sem a aplicação de inseticidas, com 12,0 g dia⁻¹ (Tabela 24). A menor taxa de enchimento foi mensurada na cultivar FT Abyara, com controle calendarizado (5,5 g dia⁻¹).

Tabela 23. Análise de variância para a taxa de enchimento de grãos. Lages, SC, 2018/2019.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Manejo (M)	2	7,6606	3,83032	1,7702 ns
Resíduo (M)	9	19,47446	2,16383	
Cultivares (C)	4	170,91834	42,72958	26,2636**
Int. MxC	8	35,89965	4,48746	2,7582*
Resíduo (C)	36	58,57023	1,62695	
Total	59	292,52332		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$)

ns – não significativo

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Tabela 24. Taxa de enchimento de grãos (g/m²/dia) de cinco cultivares de soja, em três sistemas de manejo de pragas. Lages, SC, 2018/2019.

Manejo	Cultivares					CV (%)
	Davis	Paraná	BR 16	FT Abyara	Elite	
SC	8,5 bB	10,3 aAB	10,4 aAB	5,9 aC	12,0 aA	16.08
MIP	9,1 bA	9,7 aA	8,4 aAB	6,1 aB	9,6 bA	
CC	11,4 aA*	8,8 aB	9,9 aAB	5,5 aC	10,7 abAB	
CV (%)	13.94					

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro; SC: sem controle; MIP: manejo integrado de pragas; CC: controle calendarizado. Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Os dados da Tabela 24 ajudam a explicar o comportamento do rendimento de grãos (Tabela 18), onde a maior produtividade foi obtida pela cultivar Brasmax Elite Ipro, sem a aplicação de inseticidas. Segundo Hanway (1976), a maior exigência em produtos da fotossíntese e de nutrientes ocorre entre os estádios R4 e R6, período em que está se processando o acúmulo de massa seca nos grãos. As reservas acumuladas durante o desenvolvimento vegetativo das plantas são translocadas aos grãos durante esse período, aumentando as taxas de enchimento (HANWAY & THOMPSON, 1971). Portanto, é importante que durante esta fase a planta não passe por um período longo de estresses, para que o enchimento de grãos ocorra de forma uniforme e completa, proporcionando um ótimo rendimento de grãos.

4.9 RENDIMENTO BIOLÓGICO

O rendimento biológico não foi afetado significativamente pelos tratamentos testados no trabalho (Tabela 25). Na Tabela 26 encontram-se as médias registradas para esta variável, que oscilaram entre 25 e 37 g.

Tabela 25. Análise de variância para o rendimento biológico. Lages, SC, 2018/2019.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Manejo (M)	2	1822,049	911,024	1.6282 ns
Resíduo (M)	9	5035,686	559,52	
Cultivares (C)	4	890,904	222,726	0.3999 ns
Int. MxC	8	4140,512	517,564	0.9293 ns
Resíduo (C)	36	20050,848	556,968	
Total	59	31940,001		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$)

ns – não significativo

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Tabela 26. Rendimento biológico (g) de cinco cultivares de soja, em três sistemas de manejo de pragas. Lages, SC, 2018/2019.

Manejo	Cultivares					Média	CV (%)
	Davis	Paraná	BR 16	FT Abyara	Elite		
SC	28	27	27	27	20	26 ns	
MIP	28	24	28	20	22	24	80,78
CC	28	29	30	28	67	37	
Média	28 ns	27	28	25	36	-	
CV (%)	80,59						

ns – diferenças entre médias não significativas na linha e na coluna; SC: sem controle; MIP: manejo integrado de pragas; CC: controle calendarizado; CV: coeficiente de variação; Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Islam (2014) verificou queda do rendimento biológico da soja à medida que aumentou a percentagem de desfolha. Estresses ou injúrias causadas por agentes desfolhadores podem influenciar tanto a taxa como a duração do tempo de acúmulo de matéria seca na planta (TAIZ & ZEIGER, 2013). O desfolhamento afeta o acúmulo de massa seca da soja por reduzir a área foliar efetiva para interceptação de radiação solar e fixação de carbono, resultando em menor rendimento biológico pela diminuição da fonte. Este comportamento não ocorreu no presente trabalho. O alto índice de área foliar apresentado pela cultura no início da formação das vagens em todos os tratamentos (Tabela 6) possivelmente contribuiu para que não houvesse efeito significativo do sistema de manejo do controle de pragas sobre o rendimento biológico das cultivares. Outro ponto importante a destacar para justificar a ausência de diferenças significativa foram os elevados coeficientes de variação registrados para esta variável.

4.10 ÍNDICE DE COLHEITA (IC)

Houve diferenças significativas no índice de colheita das cultivares ao nível de 1% de probabilidade de erro (Tabela 27). O maior índice de colheita foi obtido pela cultivar Brsmax Elite ipro, com IC de 54%, enquanto que o menor resultado foi da cultivar FT Abyara com 41%, não diferindo significativamente das demais cultivares (Tabela 28).

Tabela 27. Análise de variância para o índice de colheita. Lages, SC, 2018/2019.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Manejo (M)	2	0,01272	0,00636	1.1641 ns
Resíduo (M)	9	0,04917	0,00546	
Cultivares (C)	4	0,12754	0,03188	6.8215**
Int. MxC	8	0,03885	0,00486	1.0390 ns
Resíduo (C)	36	0,16827	0,00467	
Total	59	0,39655		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$)

ns – não significativo

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Tabela 28. Índice de colheita de cinco cultivares de soja, em três sistemas de manejo de pragas. Lages, SC, 2018/2019.

Manejo	Cultivares					Média	CV (%)
	Davis	Paraná	BR 16	FT Abyara	Elite		
SC	0,43	0,43	0,41	0,44	0,49	0,44 ns	
MIP	0,47	0,43	0,42	0,38	0,51	0,44	16,20
CC	0,46	0,45	0,42	0,42	0,62	0,47	
Média	0,45 B*	0,44 B	0,42 B	0,41 B	0,54 A	-	
CV (%)	14,20						

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro; ns – diferenças entre médias não significativas na coluna; SC: sem controle; MIP: manejo integrado de pragas; CC: controle calendarizado; CV: coeficiente de variação; Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

O índice de colheita expressa a eficiência da cultura na conversão de biomassa da planta em produtividade de grãos (ZHU et al., 2010; PETTER et al., 2012). Neste sentido, os dados da Tabela 31 demonstram que a cultivar contemporânea Brasmax Elite Ipro foi mais eficiente em alocar fotoassimilados à estrutura de interesse econômico, independentemente do sistema de manejo de pragas. Resultados semelhantes foram reportados por Boggio (2017) e Durli (2019), que também constaram maior IC nas cultivares modernas do que nas antigas de soja.

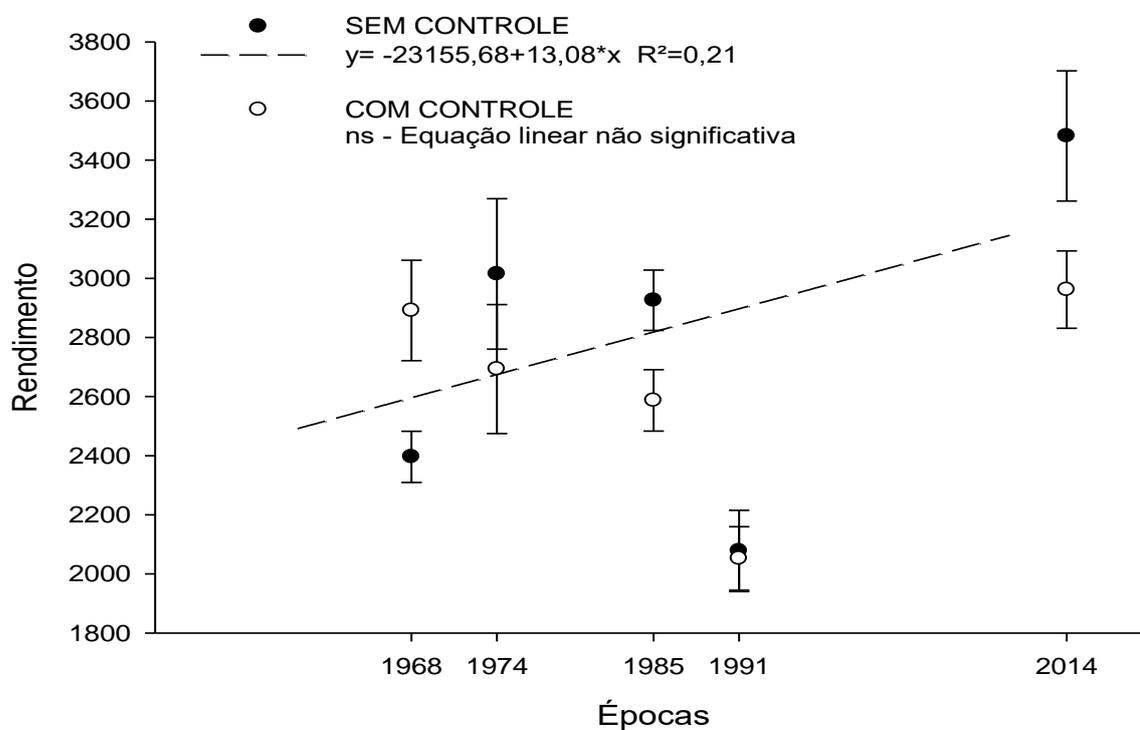
Board et al. (2010) e Zuffo et al. (2015) observaram decréscimo do índice de colheita conforme aumentou a porcentagem de desfolha. A influência dos níveis de desfolha no índice de colheita indica mudanças na conversão de biomassa vegetal

em grãos. Essas mudanças podem levar a perdas no potencial produtivo e utilização de recursos durante o desenvolvimento da soja. No presente trabalho, a ausência de controle de pragas pela aplicação de inseticidas não reduziu o índice de colheita das cultivares avaliadas. Isto indica que os danos ocasionados pelas pragas neste tratamento não interferiam na capacidade da planta de translocar fotoassimilados aos grãos.

4.11. INCREMENTOS DE PRODUTIVIDADE

A Figura 6 apresenta os resultados de uma análise de regressão feita com o rendimento de grãos das cultivares (eixo Y), considerando a década em que elas foram liberadas comercialmente para cultivo. Testou-se o ajuste linear aos dados obtidos para estimar os ganhos de produtividade obtidos entre a época de 1968 do século passada, quando foi lançada a cultivar Davis e os anos 2014, quando foi lançada a cultivar Bmx Elite Ipro.

Figura 6. Rendimento de grãos de cinco cultivares de soja liberadas comercialmente para cultivo entre as décadas de 1960 e 2010, com e sem controle químico de pragas. Lages, SC, 2018/2019.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2019.

Os dados da Figura 6 mostram que quando não se aplicou inseticida para o controle de pragas houve um incremento de $13 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ na produtividade da soja entre as épocas de 1968 e 2014. Boggio (2017) conseguiu um incremento anual no rendimento de $36,96 \text{ kg ha}^{-1}$. Ramteke et al. (2010) encontraram incremento anual de 23 kg ha^{-1} em 39 anos de melhoramento genético. Já para Rincker et al. (2015), o incremento encontrado variou entre 20 e 23 kg ha^{-1} para diferentes grupos de maturação. Portanto, os ganhos de produtividade ao longo das últimas cinco décadas registrados no presente trabalho sem a aplicação de inseticida foram inferiores aos reportados por outros autores no Brasil.

Por outro lado, quando se fez a aplicação de inseticidas, não houve ajuste significativo da regressão linear aos dados obtidos, demonstrando que não houve evolução significativa de produtividade da cultivar Davis, liberada comercialmente para cultivo em 1968 e a cultivar Brasmax Elite Ipro, lançada em 2014. Isto é um indicativo de que o principal benefício da tecnologia *Bt* foi a proteção da produtividade contra os danos ocasionados por pragas desfolhadoras da cultura.

5 CONCLUSÕES

A cultivar Bmx Elite Ipro apresentou menor população de lagartas e menor percentagem de desfolha do que as cultivares convencionais em todos os sistemas de manejo de pragas.

O IAF da cultura em R3 foi maior nas cultivares antigas do que na cultivar contemporânea e não foi afetado pelo sistema de manejo de pragas.

A produtividade das cultivares de soja convencionais foi semelhante no sistema em que se adota o monitoramento pelo MIP, em relação ao sistema em que são realizadas aplicações preventivas de inseticida a cada 15 dias.

Não houve diferenças significativas na produtividade das cultivares antigas e da cultivar contemporânea quando se fez a aplicação de inseticidas pelo MIP.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho foi conduzido baseado em três hipóteses. A primeira era de que a produtividade das cultivares de soja convencionais é semelhante no sistema em que

se adota o monitoramento de pragas pelo MIP, em relação ao sistema em que são realizadas aplicações preventivas de inseticidas a cada 15 dias. Na prática, não houve grandes diferenças entre os dois sistemas. Os dados apresentados na Tabela 18 mostram que esta hipótese foi comprovada, pois não houve diferenças estatísticas significativas na produtividade das cinco cultivares entre os sistemas de manejo de praga baseados no MIP e o calendarizado. Esta informação é importante e ressalta a necessidade de que os produtores voltem a adotar os preceitos do Manejo Integrado para o controle das pragas da soja. No presente estudo, esta estratégia representou a economia de três aplicações de inseticida, sem comprometer o rendimento de grãos, além de propiciar vantagens agrônômicas como, proteção aos inimigos naturais, causar menor risco de resistência das lagartas aos inseticidas e ainda preservar o meio ambiente.

A segunda hipótese era de que a produtividade da soja com tecnologia *Bt* é semelhante com e sem a aplicação de inseticidas. Os dados da Tabela 18 também evidenciaram que a hipótese foi confirmada, pois a maior produtividade da cultivar Brasmax Elite Ipro foi registrada no sistema de manejo sem a aplicação de inseticida. Esta informação ressalta que a biotecnologia foi eficiente para controlar isoladamente as pragas desfolhadoras da soja, não necessitando da complementação com aplicação de inseticidas. O contrário ocorreu na cultura do milho, onde não houve uma boa preparação para sua adoção junto com os agricultores, perdendo-se a eficiência da tecnologia *Bt* após poucos anos do seu lançamento. Contudo, para que esta eficiência seja mantida, é fundamental que o sojicultor associe o uso da tecnologia *Bt* a outras práticas de manejo preconizadas pelo Manejo Integrado da Resistência (MIR), tais como o monitoramento e a adoção de refúgio estruturado.

A terceira hipótese era de que com o passar dos anos (décadas), houve incremento de produtividade nas cultivares de soja e estes ganhos não estão relacionados com a inserção de genes *Bt*. Esta hipótese foi embasada nos argumentos da Monsanto ao lançar comercialmente a biotecnologia RR2 Intacta Ipro em 2012. Segundo a empresa, as novas cultivares transgênicas apresentariam ganhos de produtividade não apenas pela proteção contra as lagartas, mas também pela forma de inserção dos novos genes. Na época, a Monsanto estimou, sem qualquer comprovação científica, ganhos de produtividade equivalentes a 6,5 sacos

ha⁻¹, cobrando um adicional no preço das sementes de R\$ 276,78 ha⁻¹ por conta destes supostos ganhos. Os dados da Tabela 18 mostram que o rendimento de grãos da cultivar Brasmax Elite só foi superior ao das cultivares antigas quando não se fez a aplicação de inseticidas. Nos sistemas de manejo utilizando o MIP e calendarizado os rendimentos foram similares e não houve incremento significativo de produtividade (Figura 6). Portanto, nas condições em que o trabalho foi desenvolvido, o principal benefício da biotecnologia foi a proteção do potencial produtivo através do controle das pragas desfolhadoras.

Um ponto importante a destacar é que as produtividades registradas no presente trabalho foram baixas, em relação ao potencial produtivo das cultivares contemporâneas de soja. Alguns produtores obtêm atualmente produtividades de 90 a 100 sacas ha⁻¹ (5.400 a 6.000 kg ha⁻¹) em lavouras de alto nível tecnológico. A máxima produtividade registrada no experimento foi de 3.481 kg ha⁻¹. Dois fatores que possivelmente limitaram a produtividade e a melhor avaliação dos incrementos de rendimento foram a época de semeadura e a altitude do local onde o experimento foi conduzido. Optou-se por semear o ensaio mais tardiamente, no início do mês de dezembro, para evitar que as cultivares antigas vegetassem demasiadamente e tivessem problemas com acamamento. Contudo, mesmo semeando em 3 de dezembro de 2018, todas as cultivares alcançaram valores de IAF acima do IAF ótimo em R3 (Tabela 6). Isto indica que a cultura vegetou abundantemente até o início de formação das vagens. Contudo, numa região alta como os Campos de Lages, as condições térmicas e de radiação nos meses de março e abril não foram as mais favoráveis para o enchimento de grãos (Figura 2). Isto resultou na formação de grãos mais leves (Tabela 22), limitando a produtividade da cultura.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁVILA, C.J. et al. **Manejo fitossanitário integrado na cultura da soja: uma solução sustentável.** Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste (Documentos 119), 2013. 38p.
- BAHRY, C. A.; DANTAS, E. L.; VENSKE, E. NARDINO, M.; ZIMMER, P. D.; SOUZA, V. Q.; CARON, B. O. **Efeito da desfolha na fase vegetativa em alguns caracteres agronômicos da cultivar de soja BMX potência RR.** Revista de Agricultura, v. 88, n. 3, p. 179-184, 2013.
- BASTIDAS, A.M. et al. **Soybean sowing date: the vegetative, reproductive, and agronomic impacts.** Crop Science, v.48, p. 727-740, 2008.
- BELORTE, L.C.; RAMIRO, Z.A.; FARIA, A.M. et al. **Danos causados por percevejos (Hemiptera: Pentatomidae) em cinco cultivares de soja (Glycine max (L.) Merrill, 1917) no município de Araçatuba, SP.** Arquivos do Instituto Biológico, v.70, n.2, p.169-175, 2003
- BERNARD, R. L. **Two genes affecting stem termination in soybeans.** Crop Science, v.12, p. 235-239, 1972.
- BERNARDI, O. **Avaliação do risco de resistência de lepidópteros - praga (Lepidoptera: Noctuidae) à proteína Cry1Ac expressa em soja MON 87701 x MON 89788 no Brasil.** Universidade de São Paulo, USP-Esalq, Piracicaba, 2012.
- BOBROWSKI, V. L.; FIUZA, L. M.; PASQUALI, G.; BODANESE-ZANETTINI, M. H. **Genes de *Bacillus thuringiensis*: uma estratégia para conferir resistência a insetos em plantas.** Ciência rural, Santa Maria, RS. v.34, n.1, p.843-844, 2003.
- BOARD, J.E. et al. **Critical light interception during seed filling for insecticide application and optimum soybean grain yield.** Agronomy Journal, v.89, p.369-374,1997.
- BOARD, J.E.; HARVILLE, B.G. **Explanations for greater light interception in narrow- vs. Wide-row soybean.** Crop Science, v.32, p.198-202, 1992.
- BOARD, J. E.; KAHLON, C. S. Soybean yield formation: what controls it na how it can be improved. In: EL-SHAMY, H. A. **Soybean physiology and biochemistry** 1 ed., p. 1-36, 2011.
- BOARD, J. E.; KUMUDINI, S.; OMIELAN, J.; PRIOR, E.; KAHLON, C. S. Yield response of soybean to partial and total defoliation during the seed-filling period. **Crop Science**, v. 50, n. 6 p. 703-712, 2010.
- BOGGIO, W. **Progresso genético em caracteres agronômicos de soja.** Pato Branco, PR. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR. p.35, 2017.

BRUIN J. L.; SINGER, J. W.; PEDERSON, P.; ROTUNDO, J. **Soybean photosynthetic rate and carbon fixation at early and late planting dates.** Crop Science, v. 50, n. 6 p. 516-524, 2010.

BUENO, R.C.O.F.; PARRA, J.R.P.; BUENO, A.F.; MOSCARDI, F.; OLIVEIRA, J.R.G.; CAMILLO, M.F. Sem barreira. **Revista Cultivar**, v. 93, p. 12-15, 2007.

BUENO, A.F.; BUENO, R.C.O.F.; PARRA, J.R.P.; VIEIRA, S.S. **Effects of pesticides used in soybean crops to the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum*.** Ciência Rural, v. 38, p.1495-1503, 2008.

BUENO, R.C.O.F.; PARRA, J.R.P.; BUENO, A.F.; HADDAD, M.L. **Desempenho de tricogramatídeos como potenciais agentes de controle de *Pseudoplusia includens* Walker (Lepidoptera: Noctuidae).** Neotropical Entomology, v. 38, p. 389-394, 2009.

BUENO, A. F.; BATISTELA, M. J.; MOSCARDI, F. **Níveis de desfolha tolerados na cultura da soja sem a ocorrência de prejuízos à produtividade.** Londrina: Embrapa Soja, 2010. 12 p. (Circular técnica, 79).

BUENO, A.F.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BUENO, R.C.O.F. **Controle de pragas apenas com o MIP.** A Granja, v. 1, p. 76-79, 2010b.

BUENO, A.F.; BUENO, R.C.O.F.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. Mais desafiadores. **Revista Cultivar**, v. 13, p. 22-24, 2011.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos:** setembro 2019. Brasília, DF, 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos> . Acesso em: 29 set. 2019.

CONTE, O. **Resultados do manejo integrado de pragas da soja na safra 2014/15 no Paraná.** Londrina: Embrapa Soja. (Documentos). 60 p, 2015.

CORRÊA, B. S., A.R. PANIZZI, G.G. NEWMAN & S.G. TURNIPSEED. 1977. Distribuição geográfica e abundância estacional dos principais insetos-praga da soja e seus predadores. An. Soc. Entomol. Brasil 6: 40-70.

CORRÊA-FERREIRA, B.S.; ALEXANDRE, T.M.; PELIZZARRO, G.C.; MOSCARDI, F.; BUENO, A. F. **Práticas de manejo de pragas utilizadas na soja e seu impacto sobre a cultura.** Londrina: Embrapa Soja, 2010. 15p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 78).

COSTA, N.P.; FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.A.; KRZYZANOWSKI, F.C. **Zoneamento ecológico do Estado do Paraná para produção de sementes de cultivares precoces de soja.** Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v.16, n.1, p.12-19, 1994.

COSTA, N.P. da; FRANÇA-NETO, J.B.; PEREIRA, J.E.; MESQUITA, C. de M.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. **Efeito de sementes verdes na qualidade**

fisiológica de sementes de soja. Revista Brasileira de Sementes, v.23, n.2, p.102-107. 2001.

CQFS-RS/SC. Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.** 11 ed. Frederico Westphalen: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul. 376 p., 2016.

DEGRANDE, P.E.; VIVAN, L.M. **Pragas da soja.** In:FUNDAÇÃO MS. Tecnologia e Produção: Soja e Milho 2011/2012. Maracaju, MS: Fundação MS. p. 155- 206, 2011.

DURLI, M. M. **Tolerância à desfolha na fase vegetativa em cultivares de soja utilizadas em diferentes épocas no Brasil.** Lages, SC. Tese de doutorado, Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC. p.12, 2019.

EGLI, D. B. **Soybean yield physiology: principles and process of yield production.** In: SINGH, G. The soybean: botany, production and uses. p. 113-141, 2011.

EMBRAPA. **Monitoramento da lavoura.** Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/>. Acesso: 27 de out 2019. Ano 2017.

EMBRAPA. Agência Embrapa de Informação tecnológica - AGEITEC. **Características da soja.** Brasília, DF. 2017. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01_24_271020069131.html. Acesso em: 22 set 2019.

EMBRAPA. Agência Embrapa de Informação tecnológica - AGEITEC. **Árvore do conhecimento da soja.** Brasília, DF. 2019. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONT000fzr67cri02wx5ok0cpoo6aeh331my.html>. Acesso em: 22 out 2019.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 2 ed. Brasília, 306 p. 2006.

EPAGRI. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – CIRAM. **Zoneamento agroecológico e socioeconômico do Estado de Santa Catarina.** Florianópolis, SC. 2010. Disponível em: <http://ciram.epagri.sc.gov.br/images/documentos/ZonAgroecoMapas.pdf>. Acesso em: 17 ago 2019.

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

FRANKE, A. E. **Necessidade de irrigação suplementar em soja nas condições edafoclimáticas do Planalto Médio e Missões, RS.** Pesq. Agropec. Bras. v. 35 n. 8 Brasília, Agosto. 2000.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. M.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002, 920 p.

GAZZONI, D.L.; YORINORI, J.T. **Manual de identificação de pragas e doenças da soja**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1995.128p (Manuais de Identificação de Pragas e Doenças, 1).

GLIER, C. A. S.; DUARTE JÚNIOR, J. B.; FACHIN, G. M.; COSTA, A. C. T.; GUIMARÃES, V. R.; 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.

GRIGOLLI, J.F.J. **Pragas da soja e seu controle**. In:FUNDAÇÃO MS. Tecnologia e Produção: Soja 2014/2015. Maracaju, MS: Fundação MS, 2015. p. 99-124.

GUEDES, J.C.; ARNEMANN, J.A.; BIGOLIN, M.; PERINI, C.R.; CAGLIARI, D.; STACHE, R.F. Revisão necessária. **Revista Cultivar**, v. 14, p. 22-24, 2012.

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.

HANWAY, J.J. **Interrelated developmental and biochemical, process in the growth of soybean plants**. In: HILL, L.D., (ed). World Soybean Research. Danville : Interstate, p.5-15. 1976.

HANWAY, J.J.; THOMPSON, H. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University Cooperative Extension Service, 17p. 1971. (Special Report, 53).

HAY, R.; PORTER, J. **Physiology of crop yield**. Editora Blackell, 2º ed. 330p. 2006.

HEIFFIG, L.S. et al. **Fechamento e índice de área foliar da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais**. Bragantia, v.65, p.285-295, 2006.

HOFFMANN CAMPO, C.B; MOSCARDI, F; CORRÊA FERREIRA, B.S; OLIVEIRA, J.L.J; SOS GÓMEZ, D.R; PANIZZI, A.R; CORSO, IC; GAZZONI, D.L; OLIVEIRA, E.B. **Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado**. Embrapa soja, CT 30. 67p, 2000.

HOLSHOUSER, D.L.; WHITTAKER, J.P. **Plant population and row-spacing effects on early soybean production systems in the mid-atlantic USA**. Agronomy Journal, v.94, p.603-611, 2002.

ISLAM, M. T. **Effects of defoliation on photosynthesis, dry matter production and yield in soybean**. Bangladesh Journal of Botany, v. 43, n. 3, p. 261-265, 2014.

KOTTEK, M.; J. GRIESER, C. BECK; B. RUDOLF; RUBEL, F. **World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated**. Meteorologische Zeitschrift, Berlin, v. 15, p. 259-263. 2006.

KUSS, R.C.R.; GUEDES, J.V.C.; MOSER, G.Z.; GUARESCHI, A.; ARNEMANN, J.A.; STECCA, C. dos S. **Amostragem de percevejos-da-soja com diferentes métodos e horários de coleta.** In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 35., 2007, Santa Maria. Ata... Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2007. p. 115.

LOPES, N.F.; LIMA, M.G.S. **Fisiologia da produção.** 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 2015, p.492.

LOURENÇÃO, A. L.; Reco, P. C.; Braga, N. R.; Valle, G. E. do; Pinheiro, J. B. **Produtividade de genótipos de soja sob infestação da lagarta-da-soja e de percevejos.** Neotropical Entomology, v.39, p. 275-281, 2010.

MONNERAT R; BRAVO A. **Proteínas bioinseticidas produzidas pela bactéria *Bacillus thuringiensis*: modo de ação e resistência.** In: MELO IS, AZEVEDO JL, (eds). *Controle Biológico.* Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. p. 163, 2000.

MORAES, R.R.; LOECK, A.E.; BELARMINO, L.C. **Flutuação populacional de Plusiinae e *Anticarsia gemmatilis* Hubner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) em soja no Rio Grande do Sul.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 26, n. 1, p. 51-56, 1991.

MOSCARDI, F.; CARVALHO, R.C.Z. de. **Consumo e utilização de folhas de soja por *Anticarsia gemmatilis* Hüb. (Lepidoptera: Noctuidae) infectada, em diferentes estádios larvais, por seu vírus de poliedrose nuclear.** Anais da Sociedade Entomológica Brasileira, v. 22, p. 267-280, 1993.

MOSCARDI, F.; SOUZA, M. L. de. **Baculovirus para o controle de pragas.** Embrapa soja, Brasília, DF. p 22-29, 2002. Disponível em: <http://www.bioteχνologia.com.br/bio/bio24/4.htm>. Acesso em: 21 set. 2019.

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A. L. **Soja: fatores que afetam o crescimento e rendimento de grãos.** Evangraf, Porto Alegre, 31 p., 2005.

PANDEY, J.P.; TORRIE, J.H. **Path coefficient analysis of seed yield components in soybean [*Glycine max* (L.) Merril].** Crop Science, v.13, p.505-507, 1973.

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, RS, v. 34, n. 2, p. 357-364, mar./abr. 2004

PARVEZ, A.Q.; GARDNER, F. P.; BOOTE, K. J. **Determinate and indeterminate type soybean cultivar response to patterns, density and planting date.** Crop Science, Madison, v.29, n.1, p.150-157, 1989.

PEIXOTO, C. P. **Análise de crescimento e rendimento de três cultivares de soja em três épocas de semeadura e três densidades de plantas.** 1999. Tese

(Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

PETTER, F. A.; SILVA, J. A.; PACHECO, L. P.; ALMEIDA, F. A.; ALCANTARA NETO, F.; ZUFFO, A.; LIMA, L. B. **Desempenho agrônômico da soja a doses e épocas de aplicação de potássio no cerrado piauiense.** Journal of Agricultural and Environmental Sciences, v. 55, n. 3, p. 190-196, 2012.

PRAÇA, L. B.; BATISTA, A. C.; MARTINS, E. S.; SIQUEIRA, C. B.; DIAS, D. G. S.; GOMES, A. C. M. M.; FALCÃO, R.; MONNERAT, R. G. **Estirpes de *Bacillus thuringiensis* efetivas contra insetos das ordens Lepidóptera, Coleóptera e Díptera.** Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, 2004.

RAMTEKE, R. et al. **Genetic progress of soybean varieties released during 1969 to 2008 in India.** Indian J. Genet., 71(4): 333-340 (2011).

RICHTER, G. L.; ZANON, A. J.; STRECK, N.A.; GUEDES, J. V. C.; KRAULICH, B.; ROCHA, T. S. M.; WINCK, J. E. M.; CERA, J. C. **Estimativa da área de folhas de cultivares antigas e modernas de soja por método não destrutivo.** Bragantia, v 73, n. 4, p. 416-425, 2014.

RINCKER, K. et al. **Genetic Improvement of U.S. Soybean in Maturity Groups II, III, and IV.** Crop Science, v.54, jul-ago. 2014.

RITCHIE, S.W. et al. **How a soybean plant develops.** Ames: Iowa State University of Science and Technology: Cooperative extension, servisse, p. 20, 1994. (Special Report, 53).

ROGGIA, S. **Minúsculos e ofensivos.** Revista Cultivar, v. 16, p. 14-16, 2015.

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. **Indicações Técnicas para a Cultura da Soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2016/2017 e 2017/2018.** Passo Fundo, RS, 2016.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. de C.; REIS, M.S. Melhoramento da soja. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas.** Viçosa: UFV, 1999. p.487-533.

SETIYONO, T.D. et al. **Understanding and modeling the effect of temperature and daylength on soybean phenology under high-yield conditions.** Field Crops Research, v.100, p. 257-271, 2007.

SILVA-FILHO, M. C.; FALCO, M. C. **Interação planta-inseto: adaptação dos insetos aos inibidores de proteinase produzidos pelas plantas.** Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento, v.2, p.38-42, 2000.

SOSA-GÓMEZ, D.R.; GAZZONI, D.L.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. Pragas da soja e seu controle. In: ARANTES, N.P.; SOUZA, P.I.M. (Ed.). **Cultura da soja nos cerrados.** Piracicaba: Potafos, 1993. p. 299-331.

SOSA-GÓMEZ, D.R.; OMOTO, C. **Resistência a inseticidas e outros agentes de controle à cultura da soja**. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. Soja: Manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga. Brasília: Embrapa, 2012. 859p.

SOSA-GÓMEZ, D. R. et al. **Soja: manejo integrado de pragas**. Curitiba: SENAR PR/Embrapa Soja, 2010. 84 p.

SOSA-GÓMEZ, D.R.; SILVA, J.J. **Neotropical brown stink bug (*Euschistus heros*) resistance to metamidophos in Paraná, Brazil**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 45, p. 767-769, 2010.

SOSA-GÓMEZ, D.R.; SILVA, J.J. da; COSTA, F.; BINNECK, E.; MARIN, S.S.R.; NEPOMUCENO, A.L. **Population structure of the Brazilian Southern green stink bug, *Nezara viridula* L. (Heteroptera: Pentatomidae)**. Journal of Insect Science, v. 5, p. 23, 2005b. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1615230/>. Acesso em: 6 out. 2019.

SPECHT, J.E. et al. **Soybean yield potential a genetic and physiological perspective**. Crop Science, v.39, p.560-1570, 1999.

STERN, V.M., SMITH, R.F., VAN DEN BOSCH, R., HAGEN, K.S. **The integrated control concept**. Hilgardia 28:81-101, 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, v.42, n.12, p. 2105-2111, 2012.

TAGLIAPIETRA, E. L.; STERCK, N. A.; ROCHA, T. S. M.; RICHTER, L.; SILVA, M. R. D.; CERA, J. C.; GUEDES, J. V. C.; ZANON, A. J. **Optimum leaf area index to reach soybean yield potential in subtropical environment**. Crop Ecology and Physiology, v. 110, n. 3, p. 932-938, 2018.

TAIZ, L; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5 ed., Porto Alegre, 918 p., 2013.

TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO DE SOJA. Região Central do Brasil, 2014. Londrina: **Embrapa Soja**, (Sistemas de Produção, 16). 265 p, 2013.

TEDESCO, M.J. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, Faculdade de Agronomia, 1995. 174p. (Boletim Técnico de Solos, 5).

THOMAS, A.L.; COSTA, J.A.; PIRES, J.L. **Rendimento de grãos de soja afetado pelo espaçamento entre linhas e fertilidade do solo**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.28, n.4, p.543-546, 1998.

TISOT, B.; ZOTTIS, R. **Sistema de combinação de cultivares de soja**. 2015. Disponível em: <http://www.pioneersementes.com.br/blog/37/sistema-de-combinacao-de-cultivares-de-soja>. Acesso em 30 nov. 2019.

VENTURA MU; MELLO PP; OLIVEIRA ARM; SIMONELLI F; MARQUES FA; ZARBIN PHG. **Males are attracted by females traps: a new perspective for management of *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) using sexual pheromone.** *Neotropical Entomology* 30: 361-364, 2001.

VIVAN, L. **Insetos vorazes.** Revista Cultivar, v. 14, p.3-7, 2012.

WAQUIL, J. M.; CRUZ, I; SANTOS, J. P.; VIANA, P. A.; SALGADO, L. O. **Manejo integrado de pragas:revisão histórica e perspectivas.** Embrapa, 11p, 1986.

WAQUIL, J. M.; VILELLA, F. M. F. **Gene bom.** Revista Cultivar, São Paulo, v. 49, p. 22-26, 2003.

WEBER, P. S. **Componentes de rendimento e grupo de maturidade relativa que influenciam o potencial de produtividade em soja.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Santa Maria, RS, p.34, 2017.

ZANON, A. J.; WINCK, J. E. M.; STRECK, N., A.; ROCHA, T. S. M. D.; CERA, J. C.; RICHTER, G., L.; LAGO, I.; SANTOS, P. M.; MACIEL, L. R.; GUEDES, J. V. C.; MARCHESAN, E. **Desenvolvimento de cultivares de soja em função do grupo de maturação e tipo de crescimento em terras altas e terras baixas.** *Bragantia*, v. 74, n. 4, p. 1-12, out-dez. 2015a.

ZANON, A. J.; STRECK, N., A; RICHTER, G., L; BECKER, C. C.; ROCHA, T. S. M. D.; 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*, v. 74, n. 3, p. 1-13, jul-set. 2015b.

ZANON, A. J.; STRECK, N. A.; GRASSINI, P. **Climate and management factors influence soybean yield potential in a subtropical environment.** *Agronomy Journal*, v. 108, p. 1447-1454, 2016a.

ZANON, A. J. et al. **Efeito do tipo de crescimento no desenvolvimento de cultivares modernas de soja após o início do florescimento no Rio Grande do Sul.** *Bragantia*, v.75, p.445-458, 2016b.

ZANON, A.J.; SILVA, M. R.; TAGLIAPIETRA, E. L.; CERA, J.; BEXAIRA, K. P.; RICHTER, G. L.; DUARTE, A. J. J.; ROCHA, T. S. M.; WEBBER, P. S.; STRECK. N. A. **Ecofisiologia da soja visando altas produtividades.** 1ª ed., 136p., 2018.

ZHU, X. G.; LONG, S. P.; ORT, D. R. **Improving photosynthetic efficiency for greater yield.** *Plant Biology*, v. 61, p. 35-61, 2010.

ZUFFO, A. M.; ZAMBIAZZI, E. V.; GESTEIRA, G. S.; REZENDE, P. M.; BRUZI, A. T.; SOARES, I. O.; GWINNER, R.; BIANCHI, M. C. **Agronomic performance of soybean according to stages of development and levels of defoliation.** *African Journal of Agricultural Research*, v. 10, n. 19, p. 2089-2096, 2015.

