

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA

MAXIMILIANO AUGUSTO BELLO TODARO

Atividade do inseticida Clorantraniliprole, aplicado via tratamento de semente, associado às tecnologias *Bt*'s CE, IPRO e XTEND 2 no controle da *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera : Noctuidae), em soja (*Glycine max*).

MAXIMILIANO AUGUSTO BELLO TODARO

Atividade do inseticida Clorantraniliprole aplicado via tratamento de semente, associado às tecnologias *Bt*'s CE, IPRO e XTEND 2 no controle da *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera : Noctuidae), em soja (*Glycine max* L. Merrill).

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – Unesp como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Geraldo Papa
Orientador

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

- T633a Todaro, Maximiliano Augusto Bello.
Atividade do inseticida Clorantraniliprole, aplicado via tratamento de semente, associado às tecnologias Bt's CE, IPRO e XTEND 2 no controle da Spodoptera frugiperda (Lepidoptera : Noctuidae), em soja (Glycine max) / Maximiliano Augusto Bello Todaro. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2024
42 f. : il.
- Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira, 2024
- Orientador: Geraldo Papa
- Inclui bibliografia
1. Glycine max. 2. Tratamento de sementes . 3. Plantas transgênicas. 4. Clorantraniliprole. 5. Spodoptera frugiperda .

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE ENGENHARIA - CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

ATA DA DEFESA – TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: Atividade do inseticida clorantraniliprole associado às tecnologias Bt's CE, IPRO e XTEND 2 no controle da *Spodoptera frugiperda* em soja

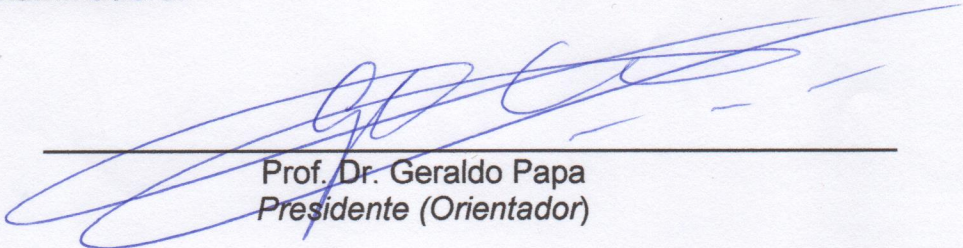
ALUNO: Maximiliano Augusto Bello Todaro

RA:

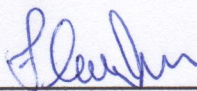
ORIENTADOR: Geraldo Papa

Aprovado ☒ - Reprovado () pela Comissão Examinadora com Nota: 9,0 (Nove)

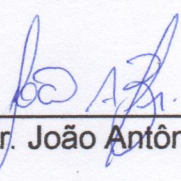
Comissão Examinadora:



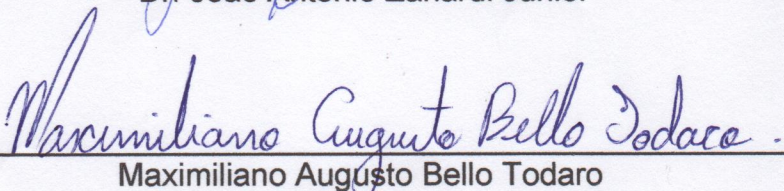
Prof. Dr. Geraldo Papa
Presidente (Orientador)



Prof. Dr. Carlos Alberto Hector Flechtmann



Dr. João Antônio Zanardi Júnior



Maximiliano Augusto Bello Todaro

Ilha Solteira, 25 de outubro de 2024.

DEDICATÓRIA

As minhas avós, Evany e Neyde, aos meus pais, Ubiratan e Ana Lúcia, aos meus tios, Beto, Ana Luiza, Juninho e Marcelo e a minha namorada Jacqueline que nunca mediram esforços para me apoiar em toda minha trajetória.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por estar sempre ao meu lado me abençoando.

Aos meus amados pais, tios e avós que sempre me deram suporte para que eu estudasse e concluísse o curso de Engenharia Agrônômica.

À minha namorada e amiga Jacqueline que me ajudou a vencer todos os desafios que surgiram sendo sempre fonte de amor, carinho e conselhos.

Ao professor Geraldo Papa e doutorando João Zanardi (Xumbrega) pela orientação, amizade, incentivo e puxões de orelha nos anos de trabalho juntos. Todos os contemporâneos estagiários do Laboratório de Manejo Integrado de Pragas: Garça, Caipira, Cuxilo, Iskisito, Avulso, Mastite, Sudoku, Noemi, Meia, Tramela, Múmia, Sabugo, Stuart, Paulinho, Ana B, Muzzy, Pajé, Codorna e Oportunidade.

À honorável Universidade Estadual Paulista – UNESP - Campus de Ilha Solteira, todo seu corpo docente, técnico e administrativo, que permitiram que meus estudos fossem concluídos com sucesso e qualidade, em especial aos funcionários da Fazenda de Ensino Pesquisa e Extensão – Cerrado pelo apoio em todos os trabalhos ali desenvolvidos.

Aos irmãos e irmã da República Dz7 Alqueires: Cuxilo, Karen, Rabudano, Carlão, Silvão, Tromba, Pingo, Dory, Coice, Sud, Paulinho, João, Codorna, Pistolinha, Muzzy, Iskisito e Greg que infelizmente não está mais conosco, mas que carregamos para sempre em nossos corações, pelas noites boêmias e suporte nas horas de dificuldade.

À banca examinadora por dedicar parte de seu tempo para avaliar este trabalho e fazer parte deste momento importante.

Obrigado.

“A vitória não pertence aos mais fortes, mas sim aos
que a perseguem por mais tempo”

Napoleão Bonaparte

RESUMO

A soja é considerada uma das principais culturas anuais cultivadas no Brasil, ocupou uma área de aproximadamente 46 milhões de hectares na safra 2023/2024. Um dos fatores que contribuem para que a cultura não explore seu máximo potencial produtivo é a ocorrência de insetos-praga. Dentre as pragas que ocorrem na soja, as lagartas da espécie *Spodoptera frugiperda* atacam as plantas em toda sua fase vegetativa e também reprodutiva alimentando-se de folhas, flores e vagens, provocando redução de produtividade. Essa lagarta possui a resistência a algumas proteínas da tecnologia Bt, que atualmente é o principal método de controle para lepidópteros pragas na cultura da soja. Em ambientes de ocorrência dessa praga as alternativas viáveis para evitar os ataques iniciais em plantas na emergência da cultura são o tratamento de sementes com inseticidas e a adoção de cultivares que expressam as proteínas Bts que ainda proporcionam controle para esta espécie de lagarta. O objetivo deste trabalho foi avaliar a atividade do inseticida clorraniliprole aplicado via tratamento de semente em cultivares Bts. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado com 8 tratamentos e 4 repetições, sendo que cada repetição foi formada por um vaso do tipo floreira contendo 4 plantas, onde 2 das plantas foram infestadas com 10 lagartas de *Spodoptera frugiperda*. O experimento constou de apenas uma aplicação via tratamento de sementes e a infestação foi realizada 7 dias após a emergência das plântulas. As avaliações foram realizadas aos 3, 7, 10 e 14 dias após a infestação contando-se o número de lagartas pequenas e grandes. Aos 21 dias após a infestação foi atribuída visualmente a porcentagem de desfolha provocada pela praga em cada planta. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5% de significância). Concluiu-se que associação de cultivares que expressam proteínas Bt com o inseticida clorraniliprole foi uma técnica eficaz no manejo da *Spodoptera frugiperda*. As cultivares 998R30 CE3 e ST700 I2X com ou sem a associação ao inseticida clorraniliprole, apresentaram as melhores eficiências no controle da lagarta.

Palavras-chave: *Glycine max*; tratamento de sementes; plantas transgênicas; clorraniliprole; *Spodoptera frugiperda*.

ABSTRACT

Soybean is considered one of the main annual crops grown in Brazil, covering an area of approximately 46 million hectares in the 2023/2024 harvest. One of the factors preventing the crop from reaching its maximum productive potential is the occurrence of pests. Among the pests affecting soybeans, the caterpillars of the species *Spodoptera frugiperda* attack the plants during both the vegetative and reproductive phases, feeding on leaves, flowers, and pods, leading to reduced productivity. This caterpillar has developed resistance to some proteins of the Bt technology, which is currently the main control method for lepidopteran pests in soybean cultivation. In areas where this pest occurs, viable alternatives to prevent initial attacks on plants during the crop's emergence include seed treatment with insecticides and the adoption of cultivars expressing Bt proteins that still provide control for this species of caterpillar. The objective of this study was to evaluate the activity of the insecticide chlorantraniliprole applied via seed treatment in Bt cultivars. The experimental design was completely randomized with 8 treatments and 4 repetitions, where each repetition consisted of a planter pot containing 4 plants, with 2 of the plants infested with 10 caterpillars of *Spodoptera frugiperda*. The experiment included only one application via seed treatment, and the infestation was conducted 7 days after seedling emergence. Evaluations were performed at 3, 7, 10, and 14 days after infestation, counting the number of small and large caterpillars. At 21 days after infestation, the percentage of defoliation caused by the pest was visually assessed for each plant. The obtained data were subjected to analysis of variance using the F-test, and the means were compared using Tukey's test (5% significance level). It was concluded that the combination of cultivars expressing Bt proteins with the insecticide chlorantraniliprole was an effective technique in managing *Spodoptera frugiperda*. The cultivars 998R30 CE3 and ST700 I2X, with or without the association with chlorantraniliprole, showed the best efficiencies in controlling the caterpillar.

Keywords: Glycine max; seed treatment; transgenic crops; chlorantraniliprole; *Spodoptera frugiperda*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Lagarta-militar, <i>Spodoptera frugiperda</i> , nas plântulas de soja, na emergência da cultura.....	19
Figura 2	- Parcelas experimentais (Vaso plástico com volume de 15 litros) Ilha Solteira, SP. 2022.....	26
Figura 3	- Lagarta-falsa-medideira na soja proveniente de infestação e parcelas infestadas cercadas com arenas e cobertas com tecido voil para evitar a fuga das lagartas. Ilha Solteira, SP. 2022.....	27
Figura 4	- Porcentagem de diferentes níveis de desfolhamento proposta por Panizzi <i>et al.</i> (1977).....	29
Figura 5	- Atividade do inseticida Dermacor® associado às tecnologias <i>Bt</i> 's, aplicado via tratamento de sementes, no controle da lagarta-militar, <i>Spodoptera frugiperda</i> , na cultura da soja cultivada em casa de vegetação. Número de lagartas por tratamento aos 3, 7, 10 e 14 dias após a infestação (DAI). Ilha Solteira, SP. 2022.....	32
Figura 6	- Atividade do inseticida Dermacor® associado às tecnologias <i>Bt</i> 's, aplicado via tratamento de sementes, no controle da lagarta-militar, <i>Spodoptera frugiperda</i> , na cultura da soja cultivada em casa de vegetação. Média aritmética da porcentagem de desfolha provocada pela lagarta-militar, proposta por Panizzi <i>et al.</i> (1977) por tratamento aos 21 dias após a infestação (DAI). Ilha Solteira, SP. 2022.....	34
Figura 7	- Desfolha provocada pela lagarta-militar, nos tratamentos 4, 5 e 6. Ilha Solteira, SP. 2022.....	34

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	-	Dados do Produto Dermacor®.....	23
Quadro 2	-	Tratamentos, cultivares e doses aplicados via tratamento de sementes (TS) na soja para avaliação da eficiência sobre lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> . Ilha Solteira, SP. 2022.....	28
Quadro 3	-	Datas de avaliação e estágio de desenvolvimento da cultura da soja no ensaio visando o controle da lagarta-militar. Ilha Solteira, SP. 2022.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Atividade do inseticida Dermacor® associado às tecnologias <i>Bt</i> 's, aplicado via tratamento de sementes, no controle da lagarta-militar, <i>Spodoptera frugiperda</i> , na cultura da soja cultivada em casa de vegetação. Número de lagartas por tratamento e porcentagem de eficiência (%E) aos 3, 7, 10 e 14 dias após a infestação (DAI). Ilha Solteira, SP. 2022.....	31
Tabela 2	- Atividade do inseticida Dermacor® associado às tecnologias <i>Bt</i> 's, aplicado via tratamento de sementes, no controle da lagarta-militar, <i>Spodoptera frugiperda</i> , na cultura da soja cultivada em casa de vegetação. Média aritmética da porcentagem de desfolha provocada pela lagarta-militar, proposta por Panizzi <i>et al.</i> (1977) por tratamento aos 21 dias após a infestação (DAI). Ilha Solteira, SP. 2022.....	33

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1	A Soja (<i>Glycine max</i> L.) Merrill.....	17
2.2	Pragas Desfolhadoras	18
2.3	Tecnologia <i>Bacillus thuringiensis</i> Berliner (<i>Bt</i>).....	22
2.4	O Clorantraniliprole, Dermacor®	23
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1	Local do Ensaio	26
3.2	Delineamento Experimental	26
3.3	Infestação de Lagartas na Soja.....	27
3.4	Tratamentos e Doses.....	28
3.5	Metodologia de Aplicação	28
3.6	Avaliações da Pesquisa.....	28
3.5	Análise Estatística	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1	Lagarta-militar, <i>Spodoptera frugiperda</i>	32
5	CONCLUSÃO	35
	REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L. Merrill), cultivada globalmente, destaca-se como uma cultura agrícola essencial. Originária da Ásia, tornou-se uma commodity vital devido a sua versatilidade, no qual, os principais produtores incluem Estados Unidos, Brasil, Argentina, China e Índia, onde é utilizada para consumo humano, produção de óleo e farelo para alimentação bovina. Em 2022/23, o Brasil assumiu a posição de liderança como um dos principais produtores mundiais, evidenciando uma notável expertise em seu cultivo, como um dos principais na produção global, alcançando uma marca expressiva de 147,353 milhões de toneladas do grão, em uma área plantada de 45,978 milhões de hectares. A produtividade média no país atingiu 3.205kg/ha. Esses números atestam sua relevância como a principal cultura agrícola anual, tanto em termos de área semeada quanto em valor de comercialização (Embrapa Soja, 2024a).

O crescimento alcançado não se deve apenas ao aumento da área cultivada, mas também pelo expressivo incremento da produtividade. O aumento deve-se também às novas tecnologias oferecidas aos produtores pela pesquisa brasileira. No entanto, diante da enorme escala de produção é esperado o surgimento de desafios fitossanitários, que necessitam ser equacionados para manter viável a produtividade e a própria sustentabilidade deste cultivo (Papa *et. al.*, 2013).

A expansão das áreas irrigadas e a prática intensiva e consecutiva do cultivo de culturas como soja, milho, algodão e feijão, aliadas ao uso intenso de inseticidas químicos, têm contribuído para o aumento de pragas e a diminuição das populações de organismos benéficos. O incremento das infestações tem resultado em um uso constante de inseticidas, elevando os custos de controle e dificultando o manejo de pragas, que podem desenvolver resistência aos inseticidas, tornando o controle ainda mais desafiador, obrigando os agricultores a troca de inseticidas, aumento de doses desses inseticidas ou ainda recorrer a produtos mais tóxicos para enfrentar a complexidade crescente do controle de pragas (Papa *et. al.*, 2013).

Segundo Papa *et. al.* (2013) o cultivo da soja está suscetível à presença de diversas espécies de artrópodes, os quais têm o potencial de ocasionar significativas reduções no rendimento dessas culturas. Em casos mais extremos, as perdas podem atingir até 100%, variando de acordo com a espécie específica da praga,

a cultivar de soja plantada e a época de plantio. A interação complexa entre esses fatores ressalta a necessidade de estratégias eficazes de manejo integrado de pragas para preservar a produtividade da lavoura de soja e mitigar os impactos adversos causados por esses organismos indesejados.

Nesse contexto, torna-se importante buscar formas mais sustentáveis para um manejo fitossanitário eficaz, integrando práticas culturais, a aplicação criteriosa de defensivos químicos e o uso de produtos com modos alternativos de ação, visando minimizar os impactos no ambiente e na biodiversidade. Adicionalmente, a implementação de estratégias como o controle biológico e a promoção da resistência genética, por meio de variedades resistentes (*Bt*) a insetos, surgiu como um componente fundamental para garantir a eficácia do manejo e a preservação dos ecossistemas agrícolas. (Papa *et. al.*, 2013).

Um dos desafios fitossanitários mais recentes enfrentados pelos produtores de soja são os insetos que se alimentam das folhas de soja. Entre esses insetos, que causam desfolha direta, as lagartas, principalmente as espécies da família Noctuidae, são as mais importantes.

O complexo *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae) é composto por quatro espécies conhecidas como lagarta-militar, *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797), lagartas-das-vagens, *Spodoptera eridania* (Cramer, 1782), e lagarta-preta-da-soja, *Spodoptera cosmioides* (Walker, 1858) (Lepidoptera: Noctuidae), além de *Spodoptera albula* (Walker, 1857). Desde 2003, essas lagartas, tornaram-se desfolhadores notáveis na cultura. (Moscardi *et al.*, 2012).

Para Moscardi *et al.* (2012) as lagartas do complexo *Plusiinae*, popularmente conhecidas como falsa-medideira devido ao seu deslocamento que simula a medida de palmos, em decorrência de apresentarem apenas dois pares de pernas abdominais, são um complexo de espécies associadas à cultura da soja. Destacam-se, dentre elas, a *Chrysodeixis includens* (Walker, 1858) (Lepidoptera: Noctuidae), considerada a espécie importante, seguida por *Rachiplusia nu* (Guenée, 1852) (Lepidoptera: Noctuidae), adicionalmente, as lagartas pertencentes à subfamília *Heliothinae*, tais como *Chloridea virescens* (Fabricius, 1781),

Helicoverpa zea (Boddie, 1850) e *Helicoverpa Armigera*, também desempenham um papel significativo nesse complexo de pragas associado à cultura da soja.

No Manejo Integrado de Pragas na Soja (MIP-Soja), a integração de diversas estratégias é fundamental, sendo a soja *Bt* apenas uma delas. Dependendo exclusivamente da soja *Bt* pode resultar na seleção de lagartas resistentes, prejudicando a eficácia dessa tecnologia a curto prazo. (Moscardi *et al.*, 2012).

Apesar das cultivares transgênicas expressarem a proteína tóxica para maioria dos lepidópteros pragas, o gênero *Spodoptera*, em especial a *S. frugiperda*, tem sido o grande problema destas cultivares devido à menor sensibilidade das lagartas à proteína Cry, necessitando pulverizar lavouras ou realizar o tratamento de sementes com inseticidas para proporcionar o controle de pragas que causam danos na fase inicial da cultura (Moscardi *et al.*, 2012; Papa *et al.*, 2013).

Assim, o objetivo deste estudo consistiu em analisar a eficácia do inseticida clorantraniliprole, 625 g i.a./L, quando utilizado via tratamento de sementes em cultivares de soja *Bt*, conduzidos em casa de vegetação, no controle da lagarta-militar, *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A Soja (*Glycine max* L.) Merrill

A soja cultivada atualmente passou por uma significativa evolução em relação aos seus ancestrais, originando-se de cruzamentos naturais entre duas espécies de soja selvagem na antiga China. As primeiras referências ao grão remontam a entre 2883 e 2838 AC, sendo considerado um grão sagrado ao lado de outros cereais na China antiga (Embrapa Soja, 2023b).

Até cerca de 1894, durante o término da guerra sino-japonesa, a produção de soja permaneceu restrita à China, e somente na segunda década do século XX é que o interesse global pelas indústrias começou a crescer, impulsionado pelo teor de óleo e proteína da soja, entretanto, as tentativas de introdução comercial falharam em locais como Rússia, Inglaterra e Alemanha, provavelmente devido às condições climáticas desfavoráveis (Embrapa Soja, 2023b).

Na década de 1960, o Brasil passou a considerar a soja como um produto comercial, impulsionado pela transição da cultura do trigo para a soja no Sul do país e pela crescente demanda por farelo de soja na produção de suínos e aves. O cenário se transformou decisivamente na década de 1970, quando o aumento expressivo dos preços da soja no mercado mundial despertou um interesse significativo. Aproveitando a vantagem de escoar a safra na entressafra americana, o Brasil investiu em pesquisa, liderando a "tropicalização" da soja para regiões de baixas latitudes. Essa inovação, notadamente nas décadas de 80 e 90, revolucionou a história global da soja (Embrapa Soja, 2023b).

A safra global de soja em 2022/23 atingiu números impressionantes, totalizando 369,029 milhões de toneladas, distribuídas em uma área plantada de 136,029 milhões de hectares. Esses dados, provenientes do USDA/PSD em junho de

2023, refletem a significativa contribuição da soja para o cenário agrícola mundial (Embrapa Soja, 2023a).

Mato Grosso, líder indiscutível na produção brasileira, contribuiu significativamente para os números robustos da safra, com uma produção de 45,6 milhões de toneladas, provenientes de uma área plantada de 12,1 milhões de hectares, na qual a produtividade média foi registrada em 3.773 kg/ha. Entre os principais estados brasileiros produtores de soja, o Paraná apresentou uma produção de 22,4 milhões de toneladas, cultivadas em uma área de 5,8 milhões de hectares, com uma produtividade média de 3.860 kg/ha. O Rio Grande do Sul registrou uma produção de 13,1 milhões de toneladas em uma área de 6,6 milhões de hectares, alcançando uma produtividade média de 1.986 kg/ha. Por sua vez, Goiás contribuiu com 17,8 milhões de toneladas, provenientes de uma área plantada de 4,6 milhões de hectares, com uma produtividade média de 3.900 kg/ha, destacando o como líder mundial na produção de soja, com uma expressiva marca de 154,6 milhões de toneladas (Embrapa Soja, 2023a).

2.2 Pragas Desfolhadoras

O gênero *Spodoptera*, com distribuição principalmente tropical e subtropical, inclui algumas espécies que habitam também regiões temperadas em ambos os hemisférios. Na região neotropical, representado por 16 espécies, foram conduzidos vários estudos em diferentes hospedeiros para investigar a biologia das distintas espécies de *Spodoptera*, na qual essas pesquisas revelaram que as lagartas de, pelo menos, metade das espécies representam pragas agrícolas, apresentando um alto grau de polifagia, alimentando-se de diversas culturas de interesse econômico, incluindo cultivos significativos, como a soja (Papa *et al.*, 2013).

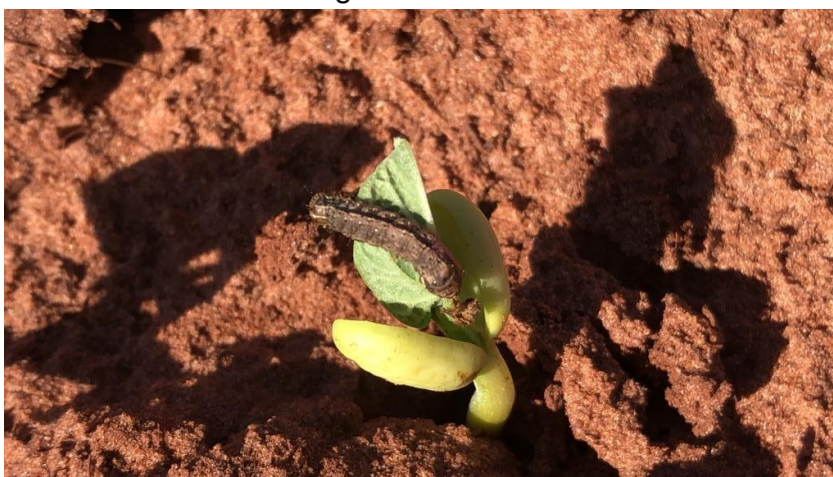
Conforme discutido por Moscardi *et al.* (2012), nos últimos anos, tem-se observado um aumento significativo na ocorrência de lagartas do gênero *Spodoptera* na cultura da soja, resultando em reduções importantes na produtividade, devido ao ataque inicial às plântulas de soja que é predominantemente conduzido pela *Spodoptera frugiperda*, cujas lagartas, conhecidas por sua voracidade como desfolhadoras, possuem uma relevância econômica considerável. Durante a fase reprodutiva da lavoura, as lagartas do complexo *Spodoptera* costumam se abrigar no

interior das plantas, especialmente próximo à região das vagens, o que as protege dos inseticidas, muitas vezes dificultando a eficácia dos mesmos.

Os insetos-praga representam um desafio significativo para a produtividade da soja no Brasil, sendo que, nas últimas safras, diversos fatores convergiram para um aumento expressivo na ocorrência e no número de pragas, gerando preocupações entre os produtores. A cultura da soja, entre as mais impactadas, enfrenta ataques severos de lagartas desfolhadoras, como a lagarta-militar (*Spodoptera* spp) e a lagarta-falsa-medideira (*Chrysodeixis includens*), capazes de causar danos substanciais durante a fase vegetativa, chegando a provocar desfolha próxima a 100%. Essa situação tem acarretado prejuízos consideráveis em diversas regiões (Papa *et al.*, 2013).

A lagarta-militar, *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) é a principal espécie do complexo *Spodoptera*. É uma mariposa migratória e endêmica do hemisfério ocidental. É uma praga com elevada capacidade de dispersão, e suas larvas se alimentam de uma série de plantas cultivadas, ocorrendo em todos os estados brasileiros. Em soja, os ataques são mais frequentes em plântulas, pois há a presença de lagartas na palhada ou nos restos culturais. Ataques mais intensos têm sido verificados em anos mais secos (Papa *et. al.*, 2013).

Figura 1 - Lagarta-militar, *Spodoptera frugiperda*, nas plântulas de soja, na emergência da cultura.



Fonte: Laboratório de Entomologia II (FEIS/Unesp), 2022.

A *Spodoptera frugiperda*, conhecida por sua alta capacidade reprodutiva, é uma praga agrícola de destaque, visto que as fêmeas podem ovipositar até 1000 ovos, e as larvas, passando por vários instares, atacam diversas culturas, especialmente

em plantas recém-emergidas, devido à presença de lagartas na palhada ou restos culturais. O ciclo de ovo a adulto é curto, variando de 25 a 30 dias, com adultos que vivem aproximadamente 12 dias. A praga manifesta-se com maior intensidade na região do cerrado, associada a períodos de estiagem, indicando sua adaptabilidade a diferentes condições climáticas, que com a ampla gama de hospedeiros resultou em mudanças comportamentais, com raças específicas atacando diferentes culturas, evidenciando um fluxo gênico entre populações (Papa *et al.*, 2013).

Segundo Bernardi e Omoto *et al.* (2018) os desafios fitossanitários associados a essa espécie estão se agravando devido à persistência de táticas de controle similares, sem a implementação de boas práticas agrícolas para evitar ou retardar o desenvolvimento da resistência. Com a intensificação da agricultura no Brasil, os cultivos sucessivos de plantas hospedeiras e a gestão deficiente durante o período de entressafra têm permitido a sobrevivência de populações elevadas dessa espécie, e de outras, juntamente com um fluxo contínuo de mariposas entre diferentes plantas cultivadas, resultando em infestações constantes, independentemente da fase de desenvolvimento das plantas e da época de cultivo.

O controle químico, sendo a forma mais amplamente utilizada de manejo de pragas até o momento, é essencial para a sustentabilidade, mas seu uso indiscriminado pode levar ao desenvolvimento de resistência, resultando em consequências drásticas. O fenômeno da resistência implica em aplicação mais frequente de pesticidas, aumento na dosagem dos produtos e substituição por alternativas geralmente mais tóxicas. Estas consequências comprometem os programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP), resultando em maior contaminação ambiental, destruição de organismos benéficos e aumento nos custos de controle. Portanto, é vital equilibrar a eficácia do controle químico com práticas sustentáveis para garantir a eficácia a longo prazo. (Papa *et al.*, 2013).

A gestão da resistência de *Spodoptera frugiperda* a inseticidas e proteínas de *Bacillus thuringiensis* (Bt) na agricultura brasileira exige um método de controle visando o Manejo Integrado de Pragas (MIP). Enquanto inseticidas falham devido a problemas na aplicação, hábitos específicos das pragas e resistência crescente, algumas plantas Bt mostram eficácia no controle. No entanto, a evolução da resistência a proteínas Cry em *S. frugiperda* limita a eficácia das tecnologias em plantas Bt. A implementação de estratégias de manejo da resistência é essencial para garantir a durabilidade das formas de controle, destacando a necessidade de um manejo integrado e sustentável (Papa *et al.*, 2013; Bernardi; Omoto *et al.*, 2018).

Com a introdução da tecnologia Bt nos cultivares de soja no sistema de cultivo

brasileiro, a incidência de lagartas desfolhadoras tem diminuído, entretanto, apesar de as cultivares transgênicas expressarem a proteína tóxica para a maioria dos lepidópteros pragas, o gênero *Spodoptera* tem se destacado como desafio significativo para os produtores. Essa lagarta mostra menor sensibilidade à proteína Cry, exigindo a aplicação de inseticidas ou o tratamento de sementes para garantir o controle eficaz das pragas durante a fase inicial da cultura (Papa *et al.*, 2013; Bernadi; Omoto *et al.*, 2018).

2.3 Tecnologia *Bacillus thuringiensis* Berliner (Bt)

A adoção de plantas geneticamente modificadas com a expressão de proteínas inseticidas de *Bacillus thuringiensis* Berliner 1915 (Bt) para o manejo de insetos-praga tem apresentado um crescimento significativo na agricultura mundial. Esse fenômeno teve início após a liberação comercial da primeira planta Bt nos Estados Unidos em 1996 (Bernardi *et al.*, 2016).

A *Bacillus thuringiensis*, uma bactéria entomopatogênica gram-positiva que reside no solo, desempenhando um papel importante na produção de proteínas durante sua fase de esporulação. Estas proteínas se agregam na periferia dos esporos, culminando na formação de cristais em um dos pólos da célula. Tais cristais, também conhecidos como Proteínas Cristalinas Inseticidas (ICPs) ou delta-endotoxinas, consistem em uma ou várias proteínas Cry (Lima, 2013).

No contexto brasileiro, a aprovação para o cultivo comercial de plantas Bt ocorreu mais tardiamente, especificamente em 2005. Nesse ano, a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) deu seu aval para o cultivo comercial das plantas Bt, começando pelo algodão que expressa a proteína Cry1Ac. Posteriormente, outras tecnologias Bt foram aprovadas para as culturas de algodão, milho e soja no Brasil. Essa evolução destaca a crescente aceitação e implementação dessas tecnologias inovadoras no cenário agrícola do país (Bernardi *et al.*, 2016).

Quando ingeridas pelo inseto suscetível, às proteínas Cry contidas nos cristais são solubilizadas no pH alcalino do intestino da larva, liberando pró-toxinas, ao serem ativadas por serino-proteases (enzimas), formam toxinas ativas que se ligam aos receptores nas microvilosidades intestinais, inserindo-se na membrana e causando poros, levando à morte do inseto. O espectro de ação das δ -endotoxinas é restrito à ordem de insetos, como a Lepidoptera. As proteínas dos cristais são protoxinas solubilizadas e transformadas em polipeptídios no aparelho digestivo dos insetos. Esses polipeptídios se associam aos receptores nas microvilosidades, causando lise osmótica pela formação de poros. A solubilização das proteínas, dependente do pH alcalino, explica a menor efetividade em espécies com pH neutro ou pouco ácido (Lima, 2013).

Desde o início do sequenciamento das toxinas Bt em 1981, foram identificados 993 genes, dos quais 801 pertencem à família Cry, 152 à Vip e 40 à Cyt. As proteínas Cry, notáveis pela sua importância agrônômica, são as mais reconhecidas. No Brasil, genes Bt foram incorporados em plantas aprovadas para cultivo, incluindo Cry1Ab,

Cry1A105, Cry1F, Cry2Ab2, Cry3Bb1, Cry34Ab1, Cry35Ab1 e VIP3Aa20 em milho; Cry1F, Cry1Ac, Cry1Ab e Cry2Ab2 em algodão; Cry1Ac, Cry1A105, Cry2Ab2 e Cry1F em soja; e Cry1Ac e Cry1Ab em cana-de-açúcar. É importante observar que uma única cultivar pode expressar múltiplas tecnologias (Sousa Carneiro, 2021).

Bernardi *et al.* (2016) destaca que a soja *Bt* demonstra eficácia no controle de diversas pragas, incluindo, lagarta-militar (*Spodoptera frugiperda*) e lagarta falsa-medideira (*Rachiplusia nu*). Contudo, é crucial destacar que tecnologias *Bt* distintas apresentam desempenhos variados no controle de determinadas pragas. Portanto, a eficiência de controle não é uniforme entre todas as tecnologias *Bt* comercialmente disponíveis.

O Comitê de Ação a Resistência a Inseticidas (IRAC Internacional e IRAC-BR) destaca a importância das boas práticas agrícolas para otimizar as estratégias de Manejo de Resistência a Inseticidas (MRI) em áreas cultivadas com plantas *Bt*. O tratamento de sementes (TS) é uma medida eficaz no controle inicial de pragas, minimizando a necessidade de pulverização foliar, sendo essencial para o estabelecimento do stand da lavoura, prevenindo danos às sementes, raízes e parte aérea das plantas recém-emergidas (Bernardi *et al.*, 2016).

2.4 Clorantraniliprole.

Quadro 1 – Dados do Inseticida clorantraniliprole.

Nome comercial:	Dermacor®
Nome comum:	Clorantraniliprole
Grupo químico:	Antranilamida
Formulação:	FS – Suspensão Concentrada p/ Trat. Sementes
Concentração:	625 g de i.a./L
Classe toxicológica:	Não – Não Classificado – Produto Não Classificado
Classificação Ambiental:	Categoria 2 – Produto Muito Perigoso ao Meio Ambiente
Classe:	Inseticida
Número do Registro MAPA:	9515

Fonte: Dermacor®, 2022.

Para as recomendações de uso, a aplicação eficiente do Dermacor® requer a adoção de práticas específicas visando otimizar o controle de pragas e mitigar o risco de resistência, sendo aconselhável a rotação de produtos com mecanismos de ação

distintos do Grupo 28 (IRAC) é aconselhável, estabelecendo uma estratégia efetiva para o manejo de pragas. É importante selecionar criteriosamente produtos eficazes para a praga-alvo nesse processo (Dermacor®, 2022).

O "intervalo de aplicação" referente à atividade residual de uma aplicação única ou sequencial, não deve ultrapassar a duração de uma geração da praga ou aproximadamente 30 dias. Observar essa limitação é essencial para assegurar um controle consistente e sustentável ao longo do ciclo da cultura. O uso consciente de Dermacor® ou de produtos similares do mesmo grupo químico deve respeitar o intervalo de aplicação de cerca de 30 dias. Caso seja necessário combinar Dermacor® com outro inseticida contendo clorantraniliprole, é necessário garantir que o período residual total não exceda o tempo correspondente a uma geração da praga-alvo. Restrições específicas do Dermacor® incluem seguir as orientações da bula quanto ao número máximo de aplicações permitidas. Além disso, o período total de exposição a inseticidas do Grupo 28 não deve ultrapassar 50% do ciclo da cultura ou 50% do número total de aplicações recomendadas na bula (Dermacor®, 2022).

O Clorantraniliprole, ingrediente ativo do Dermacor®, pertence ao grupo 28 (Diamidas Antranílicas), atuando nos moduladores dos receptores de Rianodina do Inseto (IRAC, 2023). Os inseticidas do grupo das diamidas atuam como agonistas seletivos dos receptores de rianodina nas células musculares dos insetos, estimulando a liberação e o esgotamento de cálcio das reservas internas no retículo sarcoplasmático, causando regulação deficiente da função muscular e levando à interrupção da alimentação, resultando na morte do inseto. As diamidas apresentam elevada eficácia para uma gama de lepidópteros, incluindo *S. frugiperda* e *R. nu*, além da vantagem de apresentarem baixa toxicidade a mamíferos e seletividade a inimigos naturais (Führ, 2023).

2.5 Tratamento de Sementes (TS)

Atualmente, o método mais eficaz para o controle de pragas iniciais é o uso de controle químico, aplicado no plantio ou no início do ataque, especialmente para proteger plantas recém-emergidas, visto que medidas químicas direcionadas exclusivamente para pragas subterrâneas devem ser preventivas, pois a aplicação curativa, mesmo imediatamente após o aparecimento da praga, não é eficiente, no qual, os melhores resultados são obtidos com inseticidas sistêmicos misturados à

semente, proporcionando diferenças de produtividade acima de 50% em comparação com áreas não tratadas (Cruz, [S.D]).

A aplicação de medidas químicas de controle, especialmente durante o plantio e, principalmente, com inseticidas sistêmicos, oferece vantagens significativas em relação ao sistema convencional. Contudo, é importante considerar a legislação que restringe a mistura do inseticida à semente, dependendo da faixa de toxicidade, e a aplicação prática varia conforme a quantidade de sementes.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do Ensaio

O experimento foi realizado em casa de vegetação, localizada no CâmpusII da Faculdade de Engenharia – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Ilha Solteira/SP.

3.2 Delineamento Experimental

O experimento foi semeado 12 de fevereiro de 2022. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com oito tratamentos e quatro repetições, perfazendo 32 parcelas. Cada parcela foi constituída de sete plantas de soja, cultivadas em vasos tipo floreiras (figura 2) com volume equivalente a 15 litros. Os vasos foram preenchidos com solo e compostagem, na proporção 3:1, e adubados homogeneamente, na proporção de 400 Kg/ha da fórmula NPK 08-28-16.

Figura 2 – Parcelas experimentais (Vaso plástico com volume de 15 litros). Ilha Solteira, SP. 2022.



Fonte: Laboratório de Entomologia II (FEIS/Unesp), 2022.

3.3 Infestação de Lagartas nas plantas de Soja

Para as infestações de lagartas da espécie *Spodoptera frugiperda*, foram utilizadas lagartas de segundo instar provenientes do estoque mantido em dieta artificial, adquiridas do Laboratório de Criação da empresa Pragas.com®, localizada em Piracicaba, SP.

As infestações foram conduzidas no estágio fenológico V2 da cultura, sete dias após a emergência das plantas (26/02/2022), durante a fase de pleno desenvolvimento foliar. A infestação artificial foi realizada transferindo cinco lagartas por planta, utilizando um pincel fino. Cada parcela constou de quatro plantas infestadas. Após a infestação, as plantas foram cercadas com arenas (tubo de PVC cortado) e cobertas com tecido voil para evitar a fuga das lagartas. (figura 4)

Uma hora após as infestações, as plantas foram inspecionadas para verificar a adaptação e estabelecimento das lagartas. As avaliações foram realizadas após a infestação, registrando o número de lagartas vivas nos tratamentos e a desfolha provocada por elas aos 21 dias após a infestação.

Figura 3 – Parcelas infestadas cercadas com arenas e cobertas com tecido voil.
Ilha Solteira, SP. 2022.



Parcelas infestadas cercadas com arenas e cobertas com tecido voil.
Fonte: Laboratório de Entomologia II (FEIS/Unesp), 2022.

3.4 Tratamentos e Doses

Quadro 2 – Tratamentos, cultivares e doses aplicados via tratamento de sementes (TS) na soja para avaliação da eficiência sobre lagartas de *Spodoptera frugiperda*. Ilha Solteira, SP. 2022.

Tratamentos	Cultivares	Proteína Bt	Tratamento de sementes	Dose / 100 kg de sementes	
				i.a.	p.c.
1	96Y90	Não Bt	Dermacor®	62,5 g	100 ml
2	998R30 CE3	Cry 1F + Cry 1Ac	Dermacor®	62,5 g	100 ml
3	97R50 IPRO	Cry 1Ac	Dermacor®	62,5 g	100 ml
4	ST700 I2X	Cry 1A105 + Cry 2Ab2 + Cry 1Ac	Dermacor®	62,5 g	100 ml
5	96Y90	Não Bt	--	--	--
6	998R30 CE3	Cry 1F + Cry1Ac	--	--	--
7	97R50 IPRO	Cry 1Ac	--	--	--
8	ST700 I2X	Cry1A105 + Cry 2Ab2 + Cry 1Ac	--	--	--

* i.a.: ingrediente ativo

** p.c.: produto comercial

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

3.5 Metodologia de Aplicação do tratamento de sementes

As sementes foram tratadas utilizando-se sacos plásticos.

3.6 Avaliações da Pesquisa

As amostragens foram realizadas no período de 22/02 a 12/03/2022, sendo 3, 7, 10, 14 e 21 dias após a infestação.

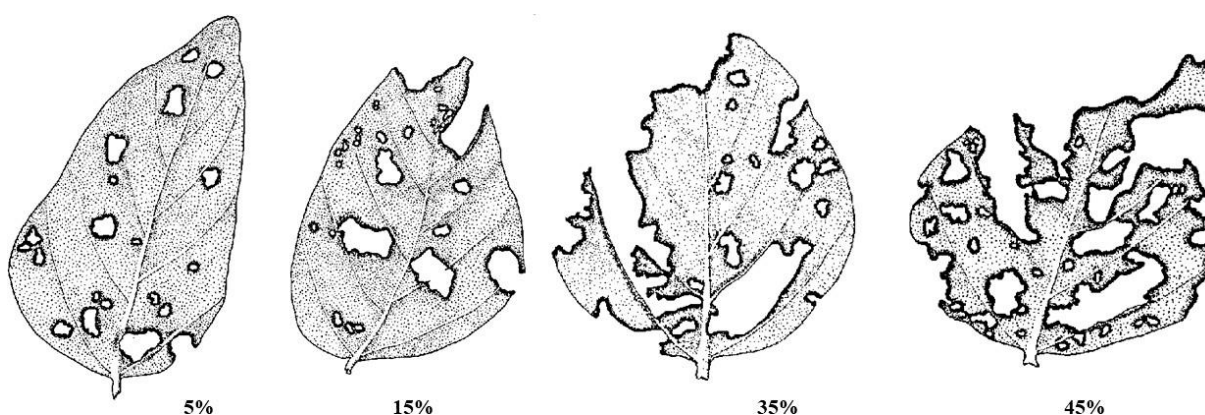
Os parâmetros avaliados foram:

- Contagem do número de lagartas vivas das espécies *Spodoptera*, separando-as em lagartas grandes (maiores que 1,5 cm) e pequenas, (menores que 1,5 cm) por parcela;

- b) Desfolha provocada por lagartas: avaliação visual de toda área foliar da parcela, atribuindo-se porcentagem de área foliar consumida, conforme escala paramétrica proposta por Panizzi *et al.* (1977).

Segundo Panizzi *et al.* (1977) o desfolhamento refere-se à área de folhas danificadas por insetos, na qual, a determinação prática do desfolhamento é realizada coletando-se folíolos ao acaso em várias plantas. Para estimar a área foliar danificada em cada folíolo, calcula-se a média aritmética para obter uma aproximação do nível de desfolha.

Figura 4 – Porcentagem de diferentes níveis de desfolhamento proposta por Panizzi *et al.* (1977).



Fonte: Panizzi *et al.* (1977).

Quadro 3 – Datas de avaliação e estágio de desenvolvimento da cultura da soja no ensaio visando o controle de lagartas. Ilha Solteira, SP. 2022.

Data	Dias após Infestação	Avaliação	Estádio Fenológico*
22/02/2022	3 DAI	Contagem do número de lagartas vivas	V2
26/02/2022	7 DAI	Contagem do número de lagartas vivas	V3
01/03/2022	10 DAI	Contagem do número de lagartas vivas	V4
05/03/2022	14 DAI	Contagem do número de lagartas vivas	V5
12/03/2022	21 DAI	Desfolha provocada por lagartas	Vn

*Estádio fenológico: Escala de Fehr e Caviness (1977), adaptada por Neumaier (2000).

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

3.5 Análise Estatística

Os dados originais foram transformados em raiz de $(X + 0,5)$ para redução da heterocedasticidade.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANAVA) através do teste F, comparando-se as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software de análise estatística e planejamento de experimentos SISVAR (Ferreira, 2019).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tratamento 5, (cultivar 96Y90), por ser uma cultivar que não expressa nenhuma proteína *Bt* e não ter associação com o clorantraniliprole aplicado via tratamento de semente, o mesmo foi utilizado como controle (testemunha) para o cálculo da eficiência.

Os dados de eficiência (%) dos tratamentos foram calculados por meio da fórmula de Abbott $\%E = (Nc - Nt)/(Nc) \times 100$, onde, %E é a porcentagem de eficiência dos tratamentos com inseticida em função do tratamento testemunha; e Nc = Número de lagartas vivas observada no tratamento testemunha e Nt = Número de lagartas vivas observadas no tratamento com o inseticida (Abbott, 1925).

4.1 Lagarta-militar, *Spodoptera frugiperda*

A Tabela 1 apresenta os resultados da atividade do inseticida Dermacor®, em combinação com as tecnologias *Bt*'s, quando aplicado por meio do tratamento de sementes para controlar a lagarta-militar, *Spodoptera frugiperda*. Os dados fornecem informações sobre o número de lagartas vivas observadas em cada tratamento, seguindo o intervalo de avaliações após a infestação.

Tabela 1 – Atividade do inseticida Dermacor® associado às tecnologias *Bt*'s, aplicado via tratamento de sementes, no controle da lagarta-militar, *Spodoptera frugiperda*, na cultura da soja cultivada em casa de vegetação. Número de lagartas por tratamento e porcentagem de eficiência (%E) aos 3, 7, 10 e 14 dias após a infestação (DAI). Ilha Solteira, SP. 2022.

Tratamentos Cultivares		Proteína <i>Bt</i>	Tratamento de Sementes	3 DAI	7 DAI	10 DAI	14 DAI
				Total	%E	Total	%E
1	96Y90	Não <i>Bt</i>	Dermacor®	2 b	88	0 b	100
2	998R30 CE3	Cry 1F + Cry 1Ac	Dermacor®	1 b	94	1 b	90
3	97R50 IPRO	Cry 1Ac	Dermacor®	4 b	76	0 b	100
4	ST700 I2X	Cry 1A105 + Cry 2Ab2 + Cry 1Ac	Dermacor®	4 b	76	0 b	100
5	96Y90	Não <i>Bt</i>	--	17 a	--	10 ab	--
6	998R30 CE3	Cry 1F + Cry1Ac	--	9 ab	47	5 ab	50
7	97R50 IPRO	Cry 1Ac	--	23 a	0	13 a	0
8	ST700 I2X	Cry1A105 + Cry 2Ab2 + Cry 1Ac	--	9 ab	47	3 ab	70
C.V. (%)				25,07	35,6	24,86	28,27

C.V. (%): Coeficiente de Variação.

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

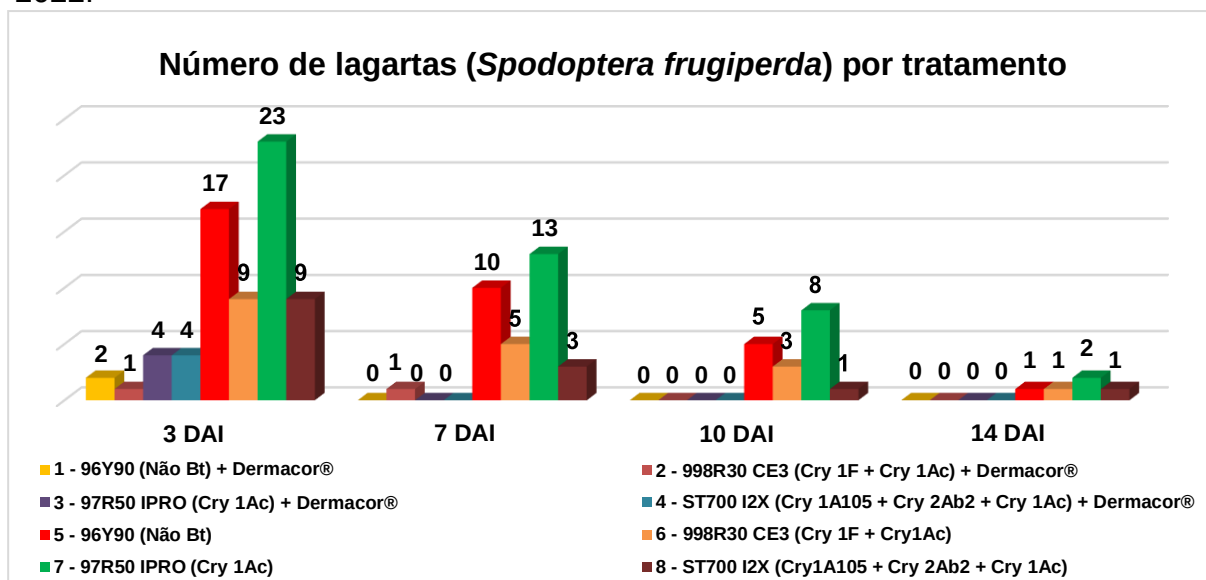
Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Os resultados obtidos nesta análise evidenciam que a eficácia no controle da *Spodoptera frugiperda* é notavelmente superior quando todas as cultivares possuem a tecnologia *Bt* e são combinadas com o inseticida Dermacor®, aplicado via tratamento de semente. Nos tratamentos nos quais não há associação com o inseticida Dermacor®, somente a cultivar 97R50 IPRO não apresenta controle efetivo sobre as lagartas de *Spodoptera frugiperda*.

O fato da associação da tecnologia *Bt* com o inseticida Dermacor® ter proporcionado o melhor controle se deve a alta eficiência do seu ingrediente ativo, Clorantraniliprole, em controlar lepidópteros-pragas, agindo no sistema muscular do inseto causando cessação repentina da alimentação, letargia, paralisia e morte (Triboni *et al.*, 2019).

Esses resultados corroboram com os obtidos no trabalho realizado por Triboni *et al.* (2019), onde avaliaram diferentes produtos aplicados via tratamento de sementes em soja a fim de proporcionar o controle da *Spodoptera frugiperda*.

Figura 5 – Atividade do inseticida Dermacor® associado às tecnologias *Bt*'s, aplicado via tratamento de sementes, no controle da lagarta-militar, *Spodoptera frugiperda*, na cultura da soja cultivada em casa de vegetação. Número de lagartas por tratamento aos 3, 7, 10 e 14 dias após a infestação (DAI). Ilha Solteira, SP. 2022.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Tabela 2 – Atividade do inseticida Dermacor® associado às tecnologias Bt's, aplicado via tratamento de sementes, no controle da lagarta-militar, *Spodoptera frugiperda*, na cultura da soja cultivada em casa de vegetação. Porcentagem média de desfolha provocada pela lagarta-militar por tratamento aos 21 dias após a infestação (DAI). Ilha Solteira, SP. 2022.

Tratamentos Cultivares		Proteína Bt	Tratamento de Sementes	Repetições				Média
				A	B	C	D	
1	96Y90	Não Bt	Dermacor®	2,3	20	0	1,9	6 abc
2	998R30 CE3	Cry 1F + Cry 1Ac	Dermacor®	10	1,8	5,4	0	4,3 abc
3	97R50 IPRO	Cry 1Ac	Dermacor®	29	14,5	5,6	3,9	13,3 abc
4	ST700 I2X	Cry 1A105 + Cry 2Ab2 + Cry 1Ac	Dermacor®	1,8	0	12	0	3,4 c
5	96Y90	Não Bt	--	10	20,8	20	21,1	18 ab
6	998R30 CE3	Cry 1F + Cry1Ac	--	6,4	2,3	4,7	0	3,4 bc
7	97R50 IPRO	Cry 1Ac	--	17	23,5	21,5	16,1	19,5 a
8	ST700 I2X	Cry1A105 + Cry 2Ab2 + Cry 1Ac	--	4	1,9	9,6	5,7	5,3 abc
C.V. (%)								40,27

C.V.(%): Coeficiente de Variação.

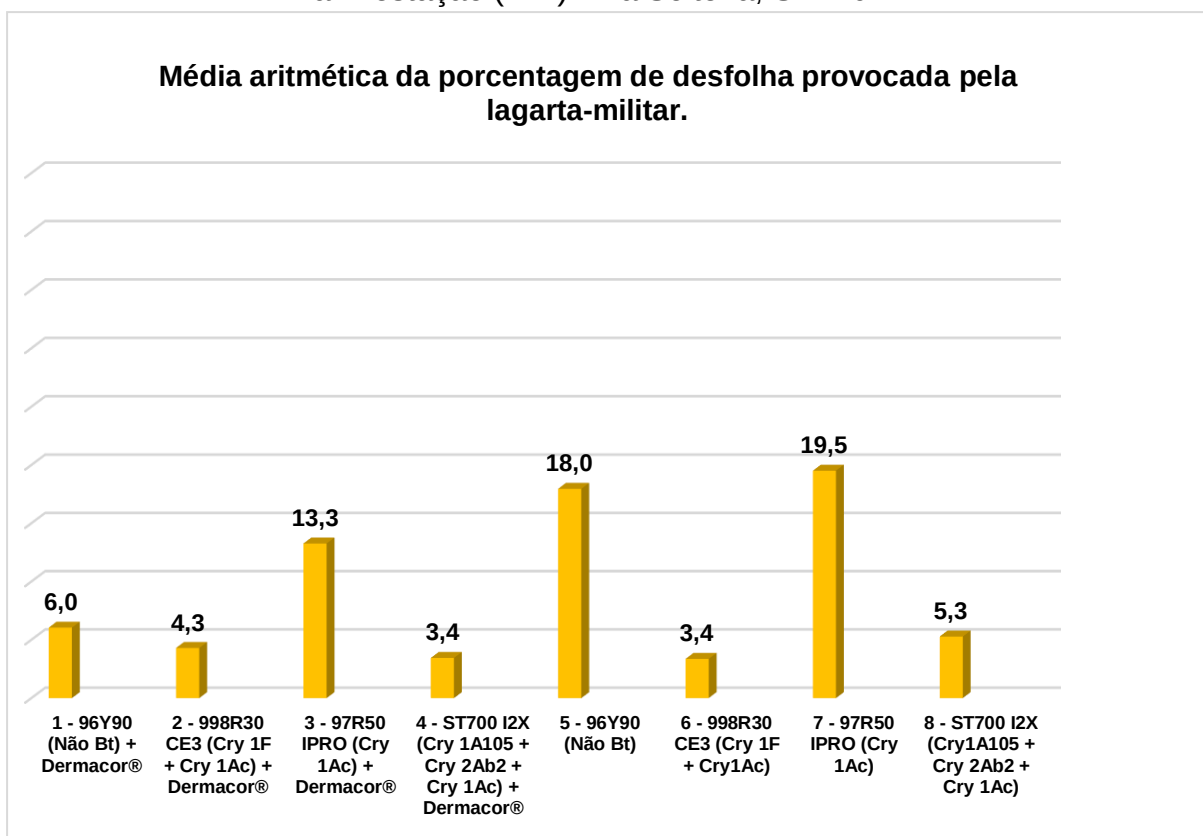
*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Pelos resultados apresentados na Tabela 2 constata-se que a menor desfolha causada pela *Spodoptera frugiperda* até 21 dias após a infestação ocorreu na cultivar ST700 I2X, que possui a tecnologia Intacta 2 Xtend com associação ao inseticida Dermacor®, e na cultivar 998R30 CE3, sem associação com inseticida. Já o tratamento 5, 96Y90 (não Bt) sem associação com inseticida, obteve uma média de desfolha de 18%. (figura 8)

Na figura 7 constata-se a porcentagem média de desfolha provocada pela lagarta-militar, analisada aos 21 dias após a infestação (DAI).

Figura 6 – Atividade do inseticida Dermacor® associado às tecnologias *Bt*'s, aplicado via tratamento de sementes, no controle da lagarta-militar, *Spodoptera frugiperda*, na cultura da soja cultivada em casa de vegetação. Porcentagem média de desfolha provocada pela lagarta-militar por tratamento aos 21 dias após a infestação (DAI). Ilha Solteira, SP. 2022.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Figura 7 – Desfolha provocada pela lagarta-militar, nos tratamentos 4, 5 e 6. Ilha Solteira, SP. 2022.



A) Tratamento 4 (ST700 I2X + Dermacor®); B) Tratamento 5 (96Y90 não Bt); e C) Tratamento 6 (998R30 CE3 + Dermacor®).

Fonte: Elaborado pelo próprio auto

5 CONCLUSÃO

A associação de cultivares que expressam proteínas *Bt* com o inseticida clorantraniliprole proporcionou controle eficiente de lagartas da espécie *Spodoptera frugiperda* até 21 dias após a emergência da soja.

As cultivares 998R30 CE3 e ST700 I2X, com ou sem a associação ao inseticida clorantraniliprole, apresentaram as maiores eficiências na proteção de plantas contra o ataque de lagartas da espécie *Spodoptera frugiperda* na cultura da soja.

REFERÊNCIAS

ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of on insecticide. **Journal Economic Entomology**, Lanham, v.18, n.2, p.265-267, 1925.

ÁVILA, C. J. **Ocorrência da lagarta *Rachiplusia* nu em soja Bt em Mato Grosso do Sul**. Nota Técnica: Embrapa. Dourados, MS. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1151776/ocorrencia-da-lagarta-rachiplusia-nu-em-soja-bt-em-mato-grosso-do-sul>. Acesso em: 25 Nov. 2023.

BERNARDI, O. et al. **Manejo da resistência de insetos a plantas Bt**. 1 ed. PROMIP. Engenheiro Coelho, SP. 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/315523688_Manejo_de_Insetos_a_Plantas_Bt. Acesso em: 16 Ago. 2023.

BERNARDI, O. OTOMO, C. **Manejo da resistência a inseticidas e plantas Bt**. IRAC-BR - Comitê de Ação à Resistência a Inseticidas. 2018. Disponível em: https://www.irac-br.org/_files/ugd/2bed6c_029627fdae5a499ca06c3eb4cb2fba0a.pdf. Acesso em: 16 Jul. 2023.

BONAPARTE, N. **A vitória não pertence aos mais fortes, mas sim aos que a perseguem por mais tempo**. [S.l.].

BORGES, S. Z. **Resistência de lagarta à soja Bt preocupa produtores de MS**. Manejo Integrado de Pragas. Embrapa. [S. l.]. 2023c. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/78478807/resistencia-de-lagarta-a-soja-bt-preocupa-produtores-de-ms>. Acesso em: 15 Jul. 2023.

CRUZ, I. Tratamento das sementes com inseticidas visando o controle de pragas iniciais. **Embrapa**. [S.D.]. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/57369/1/Circ-19-Tratamento-sementes.pdf>. Acesso em: 20 Nov. 2023.

Dermacor®: **Clorantraniliprole**. [Bula]. - Barueri/SP: Corteva Agriscience do Brasil Ltda. Registro MAPA: 09515.2022. Disponível em: https://www.corteva.com.br/content/dam/dpagco/corteva/la/br/pt/files/Doc_Bula_Dermacor_Corteva_La_Br_v1.pdf. Acesso em: 16 Ago. 2023.

EMBRAPA SOJA. **Soja em números (safra 2022/23)**. 2023a. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em: 25 Nov. 2023.

EMBRAPA SOJA. **História da soja**. 2023b Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/historia> . Acesso em: 15 Jul. 2023.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019. ISSN 1983-0823. Disponível em:

<http://www.biometria.ufla.br/index.php/BBJ/article/view/450>. Acesso em: 16 Ago. 2023.

FÜHR, F. M. **Caracterização da resistência de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) a chlorantraniliprole e avaliação de mistura com *Bacillus thuringiensis* (Eubacteriales: Bacillaceae) como estratégia de manejo da resistência**. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP, Piracicaba, SP. 2023. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11146/tde-17052023-154854/en.php>. Acesso em: 15 Jul. 2023.

IRAC. **Insecticide Resistance Action Committee**, IRAC. Disponível em: <https://irac-online.org>. Acesso em: 16 Ago. 2023.

LIMA, G. M. de S. Proteínas bioinseticidas produzidas por *Bacillus thuringiensis*. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, [S. l.], v. 7, p. 119–137, 2013. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/apca/article/view/126>. Acesso em: 16 Ago. 2023.

MOSCARDI, F. et al. **Capítulo 4: Artrópodes que atacam as folhas da soja**. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/262601804_Artropodes_que_atacam_as_folhas_da_soja. Acesso em: 16 Jul. 2023.

NEUMAIER, N. Estádios de desenvolvimento da cultura de soja. **Embrapa**. [S.l.] 2000. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/456809/1/ID-12906.pdf>. Acesso em: 20 Set. 2023.

PAPA, G. et. al. Manejo de lagartas em soja e milho com ênfase em *Helicoverpa* spp. **Nucleus**, [S.L.], v. 3, n. 3, p. 103-116, 7 jun. 2013. Fundação Educacional de Ituverava. <http://dx.doi.org/10.3738/nucleus.v0i0.913>.

PANIZZU, A. R. et al. **Boletim técnico: Insetos da Soja no Brasil**. Embrapa. Londrina, PR. 1977. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/445546/1/CNPSO_BOL.TEC.177.pdf. Acesso em: 16 Jul. 2023.

SOUSA CARNEIRO, F. **Flutuação populacional de artrópodes em cultivos de soja Bt e não-Bt**. (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade Federal de São Carlos Centro de Ciências da Natureza Curso de Graduação em Engenharia Agrônoma. BURI, SP. 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/14958>. Acesso em: 15 Jul. 2023.

TRIBONI, Y. B. et al. Efeito do tratamento de sementes com inseticidas no controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura da soja. **Agricultural Entomology / Scientific Article**. Instituto Biológico. v.86, 1-6. 2019. Disponível

em:<https://www.scielo.br/j/aib/a/xZMQsYSxqfNm69g3y347qmz/?format=pdf&lang=en>
. Acesso em: 25 Nov. 2023.

