UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Botucatu

FCA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
UNESP | BOTUCATU

ALISSON RICARDO SCHMOLLER

TOXICIDADE, DEPOSIÇÃO E COBERTURA EM PULVERIZAÇÃO E EFICIÊNCIA DA MISTURA ISOCICLOSERAM E LAMBDA-CIALOTRINA NO CONTROLE DE *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) NA CULTURA DA SOJA

Botucatu

2025

ALISSON RICARDO SCHMOLLER

TOXICIDADE, DEPOSIÇÃO E COBERTURA EM PULVERIZAÇÃO E EFICIÊNCIA DA MISTURA ISOCICLOSERAM E LAMBDA-CIALOTRINA NO CONTROLE DE *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) NA CULTURA DA SOJA

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Proteção de Plantas).

Orientador: Carlos Gilberto Raetano

Botucatu

2025

S356t

Schmoller, Alisson Ricardo

Toxicidade, deposição e cobertura em pulverização e eficiência da mistura isocicloseram e lambda-cialotrina no controle de Euschistus heros (Hemiptera: Pentatomidae) na cultura da soja / Alisson Ricardo Schmoller. -- Botucatu, 2025

68 p. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu

Orientador: Carlos Gilberto Raetano

1. percevejo-marrom-da-soja. 2. curva dose-resposta. 3. tecnologia de aplicação. 4. isoxazolinas. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Dados fornecidos pelo autor(a).

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Botucatu

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título:

TOXICIDADE, DEPOSIÇÃO E COBERTURA EM PULVERIZAÇÃO E EFICIÊNCIA DA MISTURA ISOCICLOSERAM E LAMBDA-CIALOTRINA NO CONTROLE DE Euschistus heros (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) NA CULTURA DA SOJA

AUTOR: ALISSON RICARDO SCHMOLLER

ORIENTADOR: CARLOS GILBERTO RAETANO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Agronomia (Proteção de Plantas), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. CARLOS GILBERTO RAETANO (Participaçao Presencial)
Proteção Vegetal / Faculdade de Ciências Agronômicas - Unesp Botucatu

Pesquisador Dr. ALISSON AUGUSTO BARBIERI MOTA (Participaçao Presencial)
. / AgroEfetiva Serviços SS Ltda.

Prof. Dr. EDUARDO NEVES COSTA (Participaçao Presencial)
Proteção Vegetal / Faculdade de Ciências Agronômicas - Unesp Botucatu

Botucatu, 01 de agosto de 2025.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e pela sabedoria.

Aos meus amados pais, Alberto e Juceley, pelo amor, educação, incentivo e por todos os puxões de orelha quando foram necessários.

Aos meus irmãos Eduardo e Gabriela, por todo o companheirismo e ajuda quando necessários.

À minha namorada Gabrieli, por todo o incentivo, conselhos e amor.

Ao Professor Doutor Carlos Gilberto Raetano, por todo o conhecimento transmitido, paciência, conselhos e amor pelo ensino.

A todos os colegas de pós-graduação e graduação do Laboratório de Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários (PROTEC) que auxiliaram na condução de todos os ensaios de laboratório e campo.

Ao Grupo de Pesquisa em Manejo Integrado de Pragas na Agricultura (AGRIMIP) pela disponibilidade de insetos para condução dos ensaios de campo.

A todos os funcionários e colaboradores da Seção de Pós-graduação e do Departamento de Proteção Vegetal, por toda orientação e paciência.

A todos os funcionários da Fazenda Lageado que sempre estiveram disponíveis para auxiliar na condução dos ensaios a campo.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agronômicas – Campus de Botucatu.

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê”.

(Arthur Schopenhauser)

RESUMO

O percevejo-marrom-da-soja (*Euschistus heros*) é um dos principais insetos-praga na cultura da soja, causando danos significativos aos grãos e sementes. Sua principal forma de controle está associada a utilização de inseticidas no momento correto de aplicação. O presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência, deposição e cobertura da mistura inseticida isocicloseram e lamba-cialotrina (Verdavis®) no controle de *E. heros* na cultura da soja, submetido a duas taxas de aplicação e três disposições das pontas de jato plano angulado J3D-100025 na barra de pulverização. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas (PROTEC) e em campo na área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE), ambos pertencentes à Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP, Botucatu-SP. Foram realizadas análises de toxicidade dos inseticidas (tópico e por contato) e ensaios a campo durante as safras 2023/24 e 2024/25, onde também se avaliou a influência da deposição e cobertura no controle desse inseto-praga. Safra 2023/24: 2 x 3 + 1 (duas taxas de aplicação – 75 e 150 L ha^{-1} – combinadas com três disposições de pontas – frente, trás e alternadas – mais controle), em oito repetições. Safra 2024/25: 2 x 2 + 1 (duas taxas de aplicação – 75 e 150 L ha^{-1} – combinadas com duas disposições de pontas – frente e alternadas – mais controle), em quatro repetições. Em ambas as safras, avaliou-se a cobertura da pulverização por meio de papéis hidrossensíveis posicionados em duas alturas, com duas repetições por altura em cada parcela. Os resultados demonstraram que o isocicloseram apresentou maior toxicidade ao percevejo-marrom que a mistura de isocicloseram + lambda-cialotrina, com menores valores de CL_{50} e DL_{50}. Maior cobertura foi obtida com 150 L ha^{-1} na parte superior da planta e não resultou em maior mortalidade de insetos adultos. Os testes na safra 2023/24 indicaram que a taxa de aplicação de 150 L ha^{-1} proporcionou melhor deposição da calda. Já os testes conduzidos na safra 2024/25 evidenciaram que a combinação de pontas de pulverização J3D-100025 para frente e taxa de 75 L ha^{-1} proporcionou maior deposição e resultou em maior controle das ninfas de *E. heros*. O uso do inseticida Verdavis® mostrou-se eficiente no controle de populações de *E. heros.*

Palavras-chave: percevejo-marrom-da-soja; curva dose-resposta; tecnologia de aplicação; isoxazolinas.

ABSTRACT

The Neotropical brown stink bug (*Euschistus heros*) is one of the main insect pests in soybean cultivation, causing significant damage to grains and seeds. Its main form of control is associated with the use of insecticides at the correct time of application. The objective of this study was to evaluate the efficiency, deposition, and coverage of the insecticide mixture isocycloseran and lambda-cyhalothrin (Verdavis®) in controlling *E. heros* in soybean crops, subjected to two application rates and three spray tip arrangements using J3D-100025 angled spray jet. The experiments were conducted in the Pesticide Application Technology Laboratory and at the field in the Teaching, Research, and Extension Farm, both belonging to the School of Agricultural Sciences, Botucatu, SP. The toxicity analysis (topical and contact) and field trials were conducted during the 2023/24 and 2024/25 crop seasons, where the influence of spray deposition and coverage on the control of this insect pest was also evaluated. In 2023/24 crop season: 2 x 3 + 1 (two application rates – 75 and 150 L ha^{-1} – combined with three spray tip arrangements – front, rear, and alternating – plus control), in eight replicates. In 2024/25 crop season: 2 x 2 + 1 (two application rates – 75 and 150 L ha^{-1} – combined with two spray tip arrangements – front and alternating – plus control), in four replicates. The spray coverage was evaluated using water-sensitive paper placed at two heights, with two replicates per height in each plot. The results showed that isocycloseran was more toxic to Neotropical brown stink bugs than the mixture of isocycloseran + lambda-cyhalothrin, where it had lower LC_{50} and LD_{50} values. The greater spray coverage obtained by the rates of 150 L ha^{-1} in the upper part of the plant did not result in higher mortality of adult insects. Tests in the 2023/24 crop season indicated that the application rate of 150 L ha^{-1} provided better deposition of the spray. Tests in the 2024/25 crop season showed that the combination of forward-facing J3D-100025 tips and an application rate of 75 L ha^{-1} provided greater deposition and resulted in greater control of *E. heros* nymphs. The use of the insecticide Verdavis® proved to be effective in *E. heros* control

Keywords: brown stink bug; dose-response curve; application technology; isoxazoline.

SUMÁRIO

1	**INTRODUÇÃO**	**15**
2	**REVISÃO DE LITERATURA**	**17**
2.1	**Importância da cultura da soja no Brasil**	**17**
2.2	**Desafios fitossanitários**	**19**
2.2.1	**Biologia e comportamento do percevejo-marrom (*Euschistus heros*)**	**20**
2.2.2	**Ciclo e vida e hábitos alimentares**	**21**
2.2.3	**Impactos na cultura da soja**	**22**
2.2.4	**Período crítico de ataques e danos econômicos**	**22**
2.3	**Controle químico de percevejos**	**24**
2.3.1	**Histórico de uso de lambda-cialotrina**	**25**
2.3.2	**Características do isocicloseram**	**26**
2.3.3	**Associação de isocicloseram + lambda-cialotrina**	**27**
2.4	**Curva dose-resposta**	**27**
2.5	**Tecnologia de aplicação**	**28**
2.5.1	**Pontas de jato angulado**	**29**
3	**MATERIAL E MÉTODOS**	**31**
3.1	**Experimentos em laboratório**	**31**
3.1.1	**Análise estatística**	**32**
3.2	**Experimento em campo**	**33**
3.2.1	**Avaliação da eficiência de controle de isocicloseram no controle de *Euschistus heros***	**33**
3.2.2	**Avaliações de depósito e cobertura da pulverização**	**35**
3.2.3	**Análise estatística**	**36**
4	**RESULTADOS**	**38**
4.1	**Curva dose-resposta e toxicidade dos inseticidas**	**38**
4.2	**Qualidade da aplicação e eficiência no controle de adultos e ninfas de *Euschistus heros***	**40**
5	**DISCUSSÃO**	**51**
6	**CONCLUSÕES**	**58**
	REFERÊNCIAS	**59**
	APÊNDICE A	**67**

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] ocupa posição de destaque no cenário agrícola brasileiro, sendo uma das principais commodities exportadas pelo país e fundamental para a economia nacional. No entanto, o alto desempenho produtivo dessa oleaginosa tem sido comprometido por diversos fatores bióticos, entre os quais se destaca a ocorrência de insetos-praga, como o percevejo-marrom (*Euschistus heros* Fabricius, 1798), considerado uma das principais ameaças à cultura em distintas regiões produtoras do Brasil.

O percevejo-marrom é um inseto sugador que, ao se alimentar diretamente dos grãos em formação, provoca danos severos, como o abortamento de vagens, redução do peso e da qualidade dos grãos, além de prejuízos expressivos no rendimento da lavoura. Esses danos tornam-se ainda mais relevantes nos estágios finais do desenvolvimento da soja, período no qual o ataque da praga pode comprometer significativamente o potencial produtivo da planta.

Historicamente, o controle químico tem sido a principal estratégia empregada no manejo de *E. heros*, dada sua eficácia imediata e relativa praticidade operacional. No entanto, o uso contínuo, frequente e muitas vezes inadequado de inseticidas favoreceu a seleção de populações resistentes, representando um dos principais entraves ao controle efetivo da praga. Essa realidade impõe a necessidade de reformulação das práticas de manejo, incluindo a rotação de ingredientes ativos, a integração com outras táticas de controle e o desenvolvimento de formulações mais eficazes.

Nesse contexto, surge a combinação de moléculas com diferentes mecanismos de ação. Uma combinação recente que consiste na associação do inseticida isocicloseram, pertencente à classe das isoxazolinas, com lambda-cialotrina, um piretroide de uso consolidado no controle de percevejos. Essa combinação, disponibilizada comercialmente sob a formulação do produto Verdavis®, visa ampliar o espectro de ação e aumentar o tempo de persistência no controle de *E. heros*. Estudos preliminares indicam que essa associação proporciona controle mais eficaz, com impacto significativo na redução das populações da praga e maior eficiência em campo.

Além da escolha adequada do produto fitossanitário, a eficiência do controle químico está fortemente relacionada à tecnologia de aplicação adotada. Parâmetros como a taxa de aplicação e pontas de pulverização estão diretamente relacionadas ao sucesso ou fracasso de uma aplicação.

Uma das técnicas desenvolvidas pela indústria de pontas de pulverização para otimizar a deposição e cobertura dos alvos biológicos são as pontas com jatos planos inclinados, estas por sua vez podem ser posicionadas na barra de aplicação de forma alternadas ou todas para um mesmo sentido. Um exemplo destas pontas de aplicação são as pontas desenvolvidas pela Hypro®, com ângulo de inclinação do jato de 37,5º denominadas pontas 3D.

Portanto, torna-se fundamental a realização de estudos que integrem a avaliação de novas formulações inseticidas com diferentes tecnologias de aplicação, de modo a otimizar a performance dos tratamentos fitossanitários. Sendo assim, o objetivo do presente trabalho é avaliar a toxicidade, deposição e cobertura da mistura isocicloseram + lambda-cialotrina no controle de percevejo-marrom na cultura da soja

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância da cultura da soja no brasil

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] constitui-se como a principal cultura agrícola do Brasil, exercendo papel estratégico no agronegócio nacional. Sua relevância decorre não apenas da expressiva participação econômica, mas também da sua ampla adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas brasileiras, o que favorece seu cultivo em diversas regiões do país (CONAB, 2023).

Trata-se de uma oleaginosa com múltiplas finalidades, sendo amplamente utilizada na alimentação humana e animal, bem como na produção industrial de óleo vegetal e na geração de biocombustíveis. Essa versatilidade, aliada à crescente demanda interna e externa, confere à soja papel central nas cadeias agroindustriais brasileiras (CONAB, 2023).

O Brasil figura como líder mundial na produção e exportação de soja, resultado direto do avanço tecnológico no campo, da adoção de boas práticas agrícolas, do melhoramento genético de cultivares e da eficiência nos sistemas de manejo. Na safra 2023/2024, a produção nacional foi estimada em aproximadamente 155 milhões de toneladas, destacando-se os estados de Mato Grosso, Paraná, Goiás e Rio Grande do Sul como os principais polos produtivos (CONAB, 2023).

Tal desempenho evidencia o fortalecimento da cultura, não apenas pelo aumento da produtividade média por hectare, mas também pela significativa expansão da área cultivada, inclusive em novas fronteiras agrícolas (CONAB, 2023).

A importância da soja ultrapassa os limites econômicos, alcançando dimensões sociais de grande impacto. A cadeia produtiva da oleaginosa mobiliza um conjunto diversificado de atividades, desde a produção de insumos, máquinas e equipamentos agrícolas, passando pelo cultivo, transporte e armazenagem, até a industrialização e exportação (De Mello; Brum, 2020).

Essa complexidade gera um volume expressivo de empregos diretos no setor primário, além de inúmeros postos indiretos nos segmentos logísticos e industriais. Ademais, a soja é uma das culturas que mais contribuem para o superávit da balança comercial brasileira, representando cerca de 15% das exportações do agronegócio nacional (Coêlho; Ximenes, 2020). Seu protagonismo na geração de divisas externas

é evidenciado pelo desempenho do complexo soja (grãos, farelo e óleo) que, em 2023, foi responsável por mais de 60 bilhões de dólares em receitas para o país.

Do ponto de vista social, a cultura da soja é responsável por impulsionar a economia de centenas de municípios brasileiros, em especial nas regiões Centro-Oeste, Sul e Nordeste. O dinamismo dessa cadeia produtiva contribui para o desenvolvimento regional, reduzindo desigualdades e fomentando a modernização da atividade agrícola. Conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Coêlho; Ximenes, 2020), o setor de grãos, com destaque para a soja, é um dos pilares da economia rural brasileira, com grande influência sobre a geração de renda e emprego em áreas agrícolas.

Nas últimas décadas, a área cultivada com soja no Brasil apresentou crescimento acelerado. Estima-se que a área plantada, que em 2000 era de aproximadamente 13 milhões de hectares, tenha alcançado quase 45 milhões de hectares em 2024 (CONAB, 2023). Esse avanço territorial tem sido impulsionado por fatores como a valorização da *commodity* no mercado internacional, os ganhos tecnológicos nas práticas de manejo e a capacidade de adaptação da cultura às diferentes condições ambientais.

Um exemplo dessa expansão é a ocupação de áreas do Cerrado, especialmente na região conhecida como Matopiba (acrônimo formado pelas iniciais dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia) que passou a ser incorporada ao mapa da produção nacional (MAPA, 2023).

Todavia, a intensificação e expansão da cultura da soja têm trazido consigo novos desafios. A pressão exercida sobre os sistemas de produção tem resultado no aumento da incidência de pragas e doenças, exigindo estratégias cada vez mais eficazes e sustentáveis de manejo. Dentre os principais entraves fitossanitários, destaca-se o percevejo-marrom (*E. heros*), praga de crescente importância econômica (De Carvalho Ribeiro, 2016).

Este inseto afeta diretamente a produtividade e a qualidade dos grãos, demandando esforços contínuos em pesquisa, inovação e uso racional de defensivos agrícolas. Nesse contexto, torna-se imprescindível a adoção de práticas integradas, que conciliem tecnologia, monitoramento e responsabilidade ambiental, de forma a garantir a competitividade da produção brasileira de soja a longo prazo (De Carvalho Ribeiro, 2016).

2.2 Desafios fitossanitários

A contínua expansão da área plantada com soja no Brasil, associada à intensificação dos sistemas de produção, especialmente a sucessão soja-milho ou soja-algodão, tem aumentado significativamente a pressão de seleção sobre o ecossistema agrícola. Essa intensificação favorece o surgimento e a proliferação de pragas e doenças, exigindo um manejo fitossanitário mais eficiente, tecnicamente embasado e sustentável (Godoy; Bueno; Gazziero, 2015).

Entre os principais entraves observados nos últimos ciclos agrícolas, destaca-se o percevejo-marrom (*E. heros*), considerado atualmente uma das pragas mais prejudiciais à cultura da soja, tanto pelo seu impacto direto na produtividade quanto pelo seu elevado potencial de adaptação (Roggia *et al*., 2011).

O percevejo-marrom se tornou dominante em várias regiões produtoras, apresentando alta mobilidade, comportamento alimentar agressivo e ciclo biológico que favorece sua multiplicação em ambientes de cultivo intensivo. Essa situação é agravada pela prática recorrente do controle químico com princípios ativos similares, o que tem contribuído para a seleção de populações de percevejos resistentes (Côrrea-Ferreira, 2012). A resistência múltipla a diferentes classes de inseticidas vem sendo documentada em diversas áreas, reduzindo significativamente a eficácia dos tratamentos convencionais (Côrrea-Ferreira, 2012).

Diante desse cenário, torna-se imprescindível adotar abordagens integradas de controle, conforme os princípios do Manejo Integrado de Pragas (MIP). O MIP preconiza a combinação de diferentes táticas, como o uso racional de defensivos, rotação de mecanismos de ação, controle biológico e monitoramento populacional, com o objetivo de manter os níveis populacionais da praga abaixo do nível de dano econômico e reduzir o risco de resistência (Roggia *et al*., 2011).

Além das estratégias tradicionais de controle, a inovação tecnológica tem desempenhado papel fundamental no enfrentamento desses desafios. O desenvolvimento de novas moléculas inseticidas, com diferentes modos de ação e maior seletividade, é uma das alternativas promissoras. Um exemplo recente é a utilização de moléculas da classe das isoxazolinas, que têm demonstrado alta eficácia contra percevejos com menor impacto ambiental (SYNGENTA, 2023a).

Outro ponto crucial é a evolução nas tecnologias de aplicação, que incluem ajustes no tamanho de gotas, taxa de aplicação, uso de adjuvantes e pulverizadores

de alta precisão, visando maior deposição do produto e menor deriva, o que contribui diretamente para a eficácia do controle químico (Cunha; Peres, 2010).

Portanto, os desafios fitossanitários impostos pela intensificação da cultura da soja demandam respostas técnico-científicas contínuas. A articulação entre pesquisa, inovação e transferência de tecnologia ao produtor é fundamental para assegurar não apenas o controle eficiente das pragas, mas também a sustentabilidade agronômica, econômica e ambiental da produção de soja no Brasil (Nepomuceno *et al*., 2023).

2.2.1 biologia e comportamento do percevejo-marrom (*Euschistus heros*)

Esta espécie apresenta um ciclo de vida composto pelas fases de ovo, cinco ínstares ninfais e o estágio adulto, sendo que a duração de cada fase é altamente influenciada pelas condições ambientais, como temperatura, umidade e disponibilidade de alimentos (Gazzoni *et al*., 1988; Zucchi; Silveira Neto; Nakano, 1993; Corrêa-Ferreira; Panizzi, 1999; Gallo *et al*., 2002).

Durante o estágio adulto, o *E. heros* manifesta um comportamento alimentar perfurador-sugador, alimentando-se preferencialmente de vagens e grãos em formação. Essa alimentação provoca desde o abortamento das vagens até a redução do peso e da qualidade dos grãos colhidos, o que compromete o rendimento da lavoura (Panizzi; Slansky Junior, 1985). Além disso, os adultos apresentam alta mobilidade e comportamento migratório, o que favorece sua rápida disseminação entre áreas cultivadas e dificulta o controle regionalizado da praga (Gazzoni *et al*., 1988).

A espécie também demonstra notável plasticidade ecológica, adaptando-se a diferentes sistemas de cultivo e práticas de manejo. Essa característica tem sido apontada como um dos fatores responsáveis pelo aumento de sua importância econômica, especialmente em áreas com sucessão de culturas e elevado uso de agroquímicos (Hoffmann-Campo *et al*., 2000; Corrêa-Ferreira; Panizzi, 1999).

A presença de hospedeiros alternativos em áreas vizinhas, como plantas daninhas e espécies cultivadas, pode ainda atuar como reservatório para populações de *E. heros* durante o período de entressafra, favorecendo o início precoce das infestações na safra seguinte (Hoffmann-Campo *et al*., 2000; Corrêa-Ferreira; Panizzi, 1999).

Do ponto de vista comportamental, estudos recentes indicam que a densidade populacional, a presença de inimigos naturais, o tipo de cultivar e as condições microclimáticas influenciam significativamente a atividade alimentar e a dispersão dos percevejos (Souza, 2016).

A compreensão aprofundada da biologia e do comportamento de *E. heros* é, portanto, essencial para o delineamento de programas de manejo que vão além do controle químico convencional, integrando ações como o monitoramento populacional, o controle biológico, a rotação de ingredientes ativos e o uso de cultivares tolerantes. O enfoque multidisciplinar do MIP visa, assim, reduzir a pressão seletiva, minimizar o risco de resistência e promover a sustentabilidade agronômica da cultura da soja (Souza, 2016).

2.2.2 Ciclo, vida e hábitos alimentares

Durante a fase ninfal, os indivíduos apresentam comportamento gregário e alimentam-se de diversas partes das plantas hospedeiras, especialmente estruturas reprodutivas, como vagens e flores. A cada mudança de ínstar, ocorrem alterações morfológicas e fisiológicas até o inseto atingir a maturidade sexual (Corrêa-Ferreira; Panizzi, 1999).

Já no estágio adulto, os percevejos demonstram alta mobilidade e adotam hábitos alimentares baseados na perfuração dos tecidos vegetais e sucção do conteúdo celular, especialmente em estruturas como as vagens em enchimento e os grãos em formação. Esse tipo de dano compromete diretamente o enchimento dos grãos, causa abortamento das vagens e acarreta perdas significativas de peso e qualidade na colheita (Silva *et al*., 2012).

Além disso, os hábitos alimentares *de E. heros* conferem à espécie a capacidade de explorar uma ampla gama de hospedeiros alternativos, permitindo sua sobrevivência em períodos de entressafra. Essa característica biológica amplia sua distribuição e torna o manejo mais complexo, exigindo monitoramento constante e integração de diferentes táticas de controle. A sua preferência alimentar por estruturas reprodutivas, aliada à capacidade de se dispersar ativamente, reforça sua importância como praga-alvo prioritária nos programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP) na cultura da soja (Hoffmann-Campo *et al*., 2000; Corrêa-Ferreira; Panizzi, 1999).

2.2.3 Impactos na cultura da soja

A presença de *Euschistus heros* em áreas de cultivo de soja tem se consolidado como um dos principais entraves para a manutenção da produtividade e da qualidade dos grãos. A praga causa danos diretos à planta ao se alimentar dos tecidos das vagens e dos grãos ainda em formação, o que pode resultar em abortamento de vagens, grãos chochos ou malformados e significativa redução do peso final dos grãos. Tais efeitos impactam negativamente o rendimento da cultura, tanto em termos quantitativos quanto qualitativos (Silva *et al*., 2012).

Além dos danos visíveis às estruturas reprodutivas da soja, o ataque de *E. heros* também compromete a viabilidade comercial do produto. Grãos danificados tendem a apresentar menor valor no mercado, especialmente nos padrões exigidos para exportação. A perfuração dos tecidos vegetais ainda pode facilitar a entrada de patógenos secundários, comprometendo a integridade dos lotes armazenados e aumentando as perdas pós-colheita (Silva *et al*., 2012).

Do ponto de vista econômico, os prejuízos causados por essa praga não se limitam à redução da produção. O aumento da pressão de infestação eleva a frequência e o custo das intervenções fitossanitárias, exigindo a adoção de inseticidas mais específicos, o uso de tecnologias de aplicação mais precisas e o monitoramento constante das lavouras. Isso torna a gestão do percevejo-marrom mais onerosa para os produtores e eleva o custo de produção (Sosá-Gómes *et al*., 2020).

Diante desse cenário, torna-se essencial a adoção de estratégias integradas de controle, que incluam o monitoramento populacional, o uso racional de inseticidas, a preservação de inimigos naturais e o planejamento de janelas de plantio. Tais práticas são fundamentais para minimizar os impactos agronômicos e econômicos dessa praga, mantendo a sustentabilidade da produção de soja no (Sosá-Gómes *et al*., 2020).

2.2.4 Período crítico de ataques e danos econômicos

O percevejo-marrom apresenta maior impacto econômico sobre a cultura da soja nos estágios reprodutivos da planta, particularmente entre os estágios R3 (início da formação das vagens) e R5 (início do enchimento dos grãos). Esse intervalo fenológico é reconhecido como o período de maior suscetibilidade da cultura aos

danos provocados pela alimentação do inseto, uma vez que as estruturas reprodutivas são o principal alvo do ataque (Panizzi; Silva, 2009).

Durante essas fases, a alimentação dos adultos de *E. heros* por meio de perfuração e sucção dos tecidos causa injúrias mecânicas que podem resultar em aborto de vagens, má formação e murcha dos grãos, além de contribuir para o aumento da incidência de patógenos secundários, o que compromete ainda mais a qualidade final da colheita. Estudos demonstram que perdas superiores a 30% na produtividade podem ocorrer em situações de alta infestação durante esse período crítico (Silva *et al*., 2012).

Dessa forma, a identificação precisa dos estágios de risco é essencial para o direcionamento das ações de monitoramento e controle. O acompanhamento populacional deve ser intensificado nesse período, com uso de amostragens sistemáticas para tomada de decisão baseada em níveis de dano econômico. A aplicação de inseticidas deve ser realizada com base em critérios técnicos, respeitando a dose indicada, o momento adequado e a tecnologia de aplicação mais eficiente, com o objetivo de garantir a supressão da praga sem comprometer o equilíbrio ecológico (Barbosa, 1992).

A adoção de medidas integradas de manejo, aliadas ao conhecimento detalhado do ciclo biológico da praga e da fenologia da soja, é fundamental para reduzir o risco de perdas significativas e garantir a sustentabilidade da produção (ODUM, 1988).

O monitoramento regular das lavouras é fundamental para determinar o momento adequado para a aplicação de medidas de controle. Recomenda-se o controle químico quando a população atingir dois percevejos por metro de fileira na produção de grãos e um percevejo por metro na produção de sementes (Corrêa-Ferreira; Panizzi, 1999).

Além disso, o controle biológico, utilizando parasitoides de ovos como *Telenomus podisi*, tem se mostrado eficaz na redução das populações de percevejos, contribuindo para manter as pragas abaixo do nível de dano econômico. Práticas culturais, como a rotação de culturas e o vazio sanitário, também são importantes para reduzir as populações de percevejos e minimizar os impactos econômicos na cultura da soja (Hoffmann-Campo *et al*., 2000).

2.3 Controle químico de percevejos

De acordo com Sosa-Gómes *et al*. (2009), o controle químico, embora amplamente utilizado, deve ser manejado com cautela dentro do escopo do Manejo Integrado de Pragas (MIP), a fim de evitar a seleção de populações resistentes e minimizar os impactos ambientais.

Segundo Marques *et al*. (2019), os principais grupos químicos empregados no controle de percevejos incluem os organofosforados, piretroides, neonicotinoides e diamidas, além de misturas prontas e produtos com ação fisiológica ou comportamental.

Dentre os ingredientes ativos mais comuns, destacam-se alguns, o lambda-cialotrina (piretroide) que atua como modulador dos canais de sódio no sistema nervoso dos insetos, causando hiperexcitação e morte. É amplamente utilizado, mas apresenta eficácia reduzida em populações com histórico de resistência (Marques *et al*., 2019).

O acefato (organofosforado) é inibidor da acetilcolinesterase, tem ação sistêmica e contato. É efetivo contra adultos e ninfas, mas possui maior toxicidade a inimigos naturais (Salgado, 2013).

De acordo com Sosa-Gómes e Omoto (2012), thiametoxam e imidacloprido (neonicotinoides) atuam como agonistas dos receptores nicotínicos da acetilcolina. Embora eficazes, têm restrições de uso devido à persistência no ambiente e possíveis impactos sobre polinizadores. O clorantraniliprole (diamida) atua sobre os receptores de rianodina, causando paralisia muscular. Seu uso isolado no controle de percevejos ainda é limitado, mas pode ser útil em misturas (Sattle; Cordova; Cheek, 2008).

As misturas comerciais, como thiametoxam mais lambda-cialotrina e imidacloprido mais beta-ciflutrina são amplamente adotadas por ampliarem o espectro de ação e retardar o surgimento de resistência. A seleção do inseticida deve considerar o estádio de desenvolvimento da cultura, a densidade populacional da praga e o histórico de uso da área. A rotação de princípios ativos com diferentes modos de ação, conforme classificação do Insecticide Resistance Action Committee (IRAC), é recomendada para minimizar a pressão seletiva (IRAC, 2023).

Além disso, as pulverizações devem ser realizadas com base em monitoramento e níveis de ação. No caso da soja, o nível de ação geralmente adotado é de 2 percevejos por pano de batida, o que justifica a intervenção com inseticidas (Corrêa-

Ferreira; Panizzi, 1999). Segundo Sosa-Gómes e Silva (2010), o uso excessivo e fora do momento correto favorece a resistência e compromete a eficácia a longo prazo.

2.3.1 Histórico de uso de lambda-cialotrina

A lambda-cialotrina foi registrada no Brasil no início da década de 1990, como parte de uma classe de inseticidas sintéticos desenvolvidos para imitar a ação dos piretros, compostos naturais extraídos das flores do crisântemo (IBAMA, 2019). Esses produtos foram projetados para oferecer alta eficácia no controle de insetos, com menor toxicidade para mamíferos e um perfil mais favorável ao uso em áreas agrícolas (JMPR, 2018).

Desde o seu lançamento, a lambda-cialotrina se consolidou como uma das opções preferidas para o controle de diversas pragas nas culturas de soja, milho, algodão e outras culturas, devido ao seu amplo espectro de ação, sendo eficaz contra uma grande variedade de insetos sugadores e mastigadores. Seu modo de ação envolve a interação com os canais de sódio no sistema nervoso dos insetos, o que resulta em hiperexcitação e morte rápida da praga (Chen *et al*., 2024).

O uso de lambda-cialotrina expandiu-se rapidamente ao longo dos anos, principalmente devido à sua eficácia contra pragas que eram difíceis de controlar com outros inseticidas. Sua ação de contato e ingestão, aliada à facilidade de aplicação, fez com que se tornasse um ingrediente ativo presente em várias formulações comerciais, tanto isolado quanto em combinações com outros inseticidas (El Sherif *et al*., 2022).

Entretanto, o uso contínuo de lambda-cialotrina, como ocorre com outros piretroides tem gerado preocupações em relação à seleção de populações resistentes. Estudos realizados em diversas regiões agrícolas brasileiras e em outros países indicam que a resistência à lambda-cialotrina tem sido observada em populações de percevejos, especialmente em áreas onde o uso desse produto é intensivo e sem rotação com outros grupos químicos (Pitta *et al*., 2014). A resistência a esse inseticida ocorre devido à alteração nos canais de sódio, alvo de ação do piretroide, ou devido à aceleração da degradação do composto dentro do organismo da praga (Pitta *et al*., 2014).

Além disso, a lambda-cialotrina tem sido objeto de estudos sobre seus efeitos ambientais, especialmente em relação à toxicidade para organismos aquáticos e à

sua persistência no solo e na água. Seu uso em áreas próximas a corpos d'água exige cuidados especiais devido ao risco de contaminação de ecossistemas aquáticos (Wandscheer *et al*., 2017).

Conforme Georghiou (1983) o histórico de uso da lambda-cialotrina reflete tanto o sucesso de sua aplicação no controle de pragas agrícolas quanto os desafios associados à resistência e ao manejo sustentável das populações de pragas. O controle efetivo requer um manejo cuidadoso e uma abordagem integrada, que considere não apenas a eficácia, mas também os impactos ecológicos e a resistência a longo prazo.

2.3.2 Características do isocicloseram

Pertencente ao grupo das Isoxazolinas, o inseticida isocicloseram foi lançado no Brasil em 2023 pela Syngenta (SYNGENTA, 2023). O isocicloseram, um inseticida e acaricida isoxazolínico, atua bloqueando os canais de cloro mediados pelo ácido gama-aminobutírico (GABA) no sistema nervoso central de insetos e ácaros. Esse bloqueio interrompe a transmissão de sinais nervosos, levando à paralisia e morte do agente nocivo. Ele age em um sítio distinto dos fiproles e organoclorados, sendo classificado no Grupo 30 pelo Comitê de Ação de Resistência à Inseticidas – IRAC (IRAC, 2023).

Esse inseticida atua como um modulador alostérico dos canais de cloro ativados por GABA no sistema nervoso central de insetos. Ele se liga a um sítio distinto do receptor Rdl GABA, diferente dos fiproles e organoclorados, e também compete com inseticidas metadiamidas, como a broflanilida (David *et al*., 2005). O isocicloseram, ao competir com as metadiamidas pelo mesmo sítio de ligação no receptor GABA, é afetado por mutações como a G335M, que altera a atividade de ambos os compostos. Por outro lado, a mutação A301S, que confere resistência aos ciclodienos, não afeta a eficácia do isocicloseram (Blythe *et al*., 2022).

Esse ingrediente ativo representa uma alternativa promissora para o controle de pragas agrícolas, com um mecanismo de ação único. Sua adoção no controle de pragas pode contribuir significativamente para práticas agrícolas mais sustentáveis, especialmente se combinada com outras estratégias de manejo (IRAC, 2023).

2.3.3 Associação de isocicloseram + lambda-cialotrina

A associação de isocicloseram e lambda-cialotrina em formulações comerciais como Verdavis® representa uma estratégia eficaz no controle de pragas agrícolas, combinando dois ingredientes ativos com mecanismos de ação distintos. O uso conjunto de ambas as moléculas permite uma abordagem integrada, ampliando o espectro de controle, retardando o desenvolvimento de resistência e preservando a eficiência do manejo de pragas (REVISTA CULTIVAR, 2025).

2.4 Curva dose-resposta

A curva dose-resposta representa um instrumento essencial na avaliação da atividade biológica de substâncias químicas, sendo amplamente empregada na toxicologia e na agricultura para determinar a relação entre a dose de um princípio ativo e a resposta observada em organismos-alvo (Farinde, 2023).

Essa relação permite a definição de parâmetros críticos, como a concentração letal média (CL_{50}) e a concentração letal para 90% da população (CL_{90}), os quais são fundamentais para estimar a eficácia e a margem de segurança de defensivos agrícolas (LEILA *et al*., 2009).

Por outro lado, a dose letal (DL_{50} e DL_{90}) é utilizado para descrever a quantidade necessária de uma substancia para provocar a morte de um inseto ou de uma proporção definida (50 e 90%), a dose é expressa em função do peso corporal dos insetos expostos, sendo apresentado em miligrama de produto comercial ou ingrediente ativo pela massa do inseto (OECD, 2001).

A interpretação da curva dose-resposta constitui um instrumento técnico-científico de grande relevância para a avaliação dos efeitos biológicos de uma substância ativa. A morfologia da curva, associada aos parâmetros de concentração letal ou eficaz, como a CL_{50} e a CL_{90}, fornece subsídios fundamentais para a análise da potência, da eficácia e da toxicidade do agente testado. Tais informações são essenciais tanto para o desenvolvimento de produtos fitossanitários quanto para o estabelecimento de diretrizes de uso seguro e eficiente nas práticas agrícolas (Minho; Gaspar; Domingues, 2016).

O deslocamento da curva dose-resposta para a esquerda representa maior potência do composto avaliado, uma vez que doses mais baixas são suficientes para

provocar efeitos biológicos significativos. Nesse sentido, valores reduzidos de CL_{50} indicam maior eficácia de um inseticida ou fitossanitário, sendo considerados desejáveis no controle de organismos-alvo (Farinde, 2023).

A diferença entre os valores de CL_{50} e CL_{90}, por sua vez, fornece indicativos importantes sobre a variabilidade da resposta entre indivíduos da população testada. Quando essa diferença é elevada, pode sugerir uma distribuição desigual de suscetibilidade, o que, na prática agrícola, implica na presença de indivíduos menos sensíveis e maior risco de seleção para resistência (Rais; Sato; Silva, 2013; Santana; Yano; Sosa-Gómes, 2011).

2.5 Tecnologia de aplicação

A tecnologia de aplicação consiste em um conjunto de conhecimentos científicos com o intuito de promover o melhor desempenho dos produtos fitossanitários e proporcionar um controle eficiente, econômico e de qualidade, sobre tudo minimizando os riscos de contaminação ambiental (Matuo, 1990).

A aplicação de produtos fitossanitários tem uma relação multidisciplinar, envolvendo conhecimentos nas áreas de engenharia, biologia e química. Os fatores de engenharia têm uma relação próxima com pontas de pulverização e sua capacidade de transformar um volume líquido em gotas de diferentes tamanhos e se somando a fatores como velocidade de deslocamento consegue-se estabelecer uma taxa de aplicação (Izabralde, 2024). O tamanho das gotas e a taxa de aplicação tem relação com a cobertura e deposição da pulverização na superfície foliar. Gotas com menor tamanho tendem a apresentar maior cobertura da área foliar e maior facilidade de atingir partes internas do dossel de plantas com elevados índices de área foliar. Já gotas de maior tamanho apresentam menores índices de deriva e maior vida útil no ambiente (Vargas; Gleber, 2005).

Fatores ambientais interferem diretamente na qualidade da aplicação e em seus resultados, dias com temperaturas elevadas, umidade relativa baixa e vento com velocidades superiores a 10 km h^{-1} não são indicados para realizar a pulverização (Cunha, 2008). Segundo Vargas e Gleber (2005), a temperatura interfere significativamente no período de vida útil de uma gota no ambiente e a cada 10 °C que a temperatura aumenta, a vida útil de uma gota é reduzida pela metade.

A escolha das pontas de pulverização é um fator primordial para realizar uma aplicação com qualidade. Para Johnson e Swetnam (1996), a escolha correta da ponta de pulverização é fator determinante na uniformidade de cobertura e deposição de agrotóxicos. O tamanho das gotas interfere diretamente na cobertura da área foliar e na deriva das gotas. Gotas com tamanho abaixo de 50 µm evaporam rapidamente e muitas vezes não atingem o alvo desejado, já para gotas com tamanho superior a 500 µm apresenta baixa probabilidade de deriva (Zhu *et al*., 1994). Porém, a seleção de uma ponta de pulverização, além da cobertura que proporciona é necessário conhecer o modo de ação do produto, condições operacionais (vazão e pressão de trabalho) e tamanho de gotas adequados ao alvo que necessita ser atingido (Juliatti; Nascimento; Rezende, 2010).

2.5.1 Pontas de jato angulado

Dentre os avanços mais relevantes na tecnologia de aplicação de inseticidas, destaca-se o uso das pontas de pulverização com jato angulado, também chamadas de pontas de jato angulado. Alguns modelos, como aquelas denominadas de 3D, os jatos são projetados para direcionar o fluxo da calda fitossanitária para frente e para trás em relação ao avanço do pulverizador conforme a recomendação da fabricante (PENTAIR, 2018), o que favorece a penetração do produto no dossel vegetal, especialmente em culturas de arquitetura fechada, como a soja em fase reprodutiva.

Segundo a fabricante Pentair (2018), as pontas de jato ângulo 3D apresentam um jato com ângulo de aspersão de 100º e uma inclinação em relação ao plano vertical de 37.5º. Seguindo as recomendações desta mesma fabricante as pontas de jato angulado devem ser posicionadas de forma alternada em toda a barra de aplicação, conferido assim um jato em duas direções, conferindo um ângulo de 75º entre os dois jatos de aplicação, esta característica é quem confere o nome 3D.

Essa configuração proporciona uma cobertura mais uniforme dos diferentes estratos da planta, inclusive nas regiões médias e inferiores, onde muitos insetos-praga costumam se abrigar. Estudos demonstram que as pontas anguladas possibilitam maior deposição da calda quando comparada a outras pontas de pulverização, favorecendo o controle de pragas (Negrisoli *et al*., 2019). A orientação do jato também contribui para reduzir zonas de sombra formadas pelas folhas superiores, ampliando a eficácia do tratamento mesmo em folhagens densas.

Além do benefício agronômico, as pontas anguladas representam uma alternativa eficiente do ponto de vista operacional e ambiental. Quando corretamente calibradas quanto ao ângulo, pressão e taxa de aplicação, elas podem reduzir a quantidade de produto necessário sem comprometer a cobertura (Cunha; Teixeira; Vieira, 2005). A distribuição mais uniforme e a menor sobreposição de gotas também colaboram para reduzir perdas por escorrimento e deriva.

A eficiência dessas pontas, no entanto, está diretamente ligada à calibração adequada do pulverizador. Parâmetros como altura da barra, velocidade de deslocamento e condições ambientais devem ser criteriosamente monitorados para que se obtenha o desempenho ideal. Segundo Vargas e Gleber (2005), a eficácia da aplicação depende da interação entre o tipo de ponta e o contexto operacional, sendo fundamental ajustar esses elementos às condições reais de campo.

A pesquisa conduzida por Negrisoli *et al*. (2019) reforça essa perspectiva, ao evidenciar que, em aplicações controladas, as pontas anguladas proporcionaram melhor cobertura no terço inferior das plantas em comparação aos bicos convencionais.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Experimentos em laboratório

Dois experimentos foram conduzidos em laboratório para determinar a concentração letal (CL_{50}) e dose letal (DL_{50}) da mistura inseticida isocicloseram e lambda-cialotrina à população de *Euschistus heros*. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Tecnologia de Aplicação (PROTEC), Departamento de Proteção Vegetal, da Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP, Campus de Botucatu-SP.

Os ensaios foram constituídos pelos seguintes tratamentos: 8 doses de isocicloseram + lambda-cialotrina (Verdavis®), 6 doses de isocicloseram (Sponta®) e 4 doses de lambda-cialotrina (Karate Zeon® 250 CS), mais um tratamento testemunha. Os produtos e respectivas doses estão descritos na Tabela 1. Para a condução dos ensaios, insetos adultos (24 horas após a emergência) foram provenientes de criação estoque do AGRIMIP, Departamento de Proteção Vegetal, alimentados em vagens de feijão. A alimentação dos percevejos foi interrompida 24 horas, antecedendo a realização dos testes.

Para a realização dos ensaios, as soluções foram preparadas a partir das formulações comerciais dos ingredientes ativos. Utilizou-se a combinação de isocicloseram + lambda-cialotrina (100 + 150 g L^{-1}), aplicada na dose de 150 mL de p.c. ha^{-1}, o isocicloseram isolado (400 g L^{-1}), na dose de 50 mL de p.c. ha^{-1}, e a lambda-cialotrina isolada (250 g L^{-1}), na dose de 100 mL de p.c. ha^{-1}. Em todos os tratamentos, a taxa de aplicação foi padronizada em 100 L ha^{-1}, conforme a Tabela 1. Para cada concentração da curva foram conduzidas 6 repetições com 5 percevejos em cada repetição.

Para avaliação da DL_{50} o ensaio foi conduzido em placas de Petri, sem privação de alimento (vagens de feijão lavadas em hipoclorito a 1,0% e secas), com papel filtro umedecido (1,0 mL de água destilada) ao fundo. As soluções correspondentes aos tratamentos (Tabela 1) foram aplicadas com micropipetas no volume de 2,0 µL. A solução foi aplicada no pronoto do inseto como descrito pela metodologia IRAC-029 (IRAC-BR, 2020b), com avaliação da mortalidade em dois momentos, 24 e 72 horas após a aplicação dos inseticidas.

Tabela 1 – Tratamentos e doses dos produtos empregados para estimativa da CL_{50} e DL_{50} no controle de *Euschistus heros*, Botucatu – SP, 2023.

Tratamento	Formulação	Concentração (µL p.c/ml[a])	Dose (mg p.c/g p.i[b])
isocicloseram	SC*	3.125 6.25 20 25 37.5 50	0.001 0.01 0.05 0.1 0.5 -
lambda-cialotrina[d]	CS**	-	1 2.5 5 10
isocicloseram + lambda-cialotrina	ZC***	2.343 4.687 18.75 37.5 75 90 150 200	0.01 0.1 0.25 0.5 1 2.5 - -

[a] µL de produto comercial/ml de solvente (água). [b] mg de produto comercial/ grama de peso do inseto. *Suspensão Concentrada. **Suspensão de Cápsulas. ***Associação de SC e CS.

Para avaliação da CL_{50} frascos ou arenas de vidro de 250 mL foram impregnadas com 2,0 mL das respectivas soluções inseticidas e com auxílio de ventiladores deixadas secar naturalmente. Cinco percevejos foram transferidos para cada frasco ou arena, em 6 repetições para cada tratamento. Na entrada do frasco foi colocado *voil* mantido preso com elástico para evitar a fuga dos insetos.

As avaliações foram realizadas com 1, 6, 12, 24, 48 e 72 horas após a exposição dos insetos ao ambiente tratado, anotando-se o número de insetos mortos e os sintomas observados nos insetos ainda vivos/ moribundos.

3.1.1 Análise estatística

Os dados de mortalidade obtidos nos bioensaios foram submetidos à análise Probit, conforme metodologia descrita por Finney (1971). Essa técnica é utilizada para avaliar a relação entre a dose ou concentração de um produto e a resposta binária

dos organismos testados (morto/vivo). A análise baseia-se na transformação da proporção de resposta em valores da função probabilidade normal acumulada, possibilitando o ajuste de uma regressão linear (Bliss, 1935).

Por meio desse procedimento, foram estimados os valores de concentração e dose letal (CL_{50}, CL_{90}, DL_{50} e DL_{90}) bem como os respectivos intervalos de confiança a 95%. Também foram avaliados os coeficientes angulares das curvas dose–resposta, os quais fornecem informações sobre a homogeneidade da população (Busvine, 1971).

3.2 Experimento em campo

3.2.1 Avaliação da eficiência de controle de isocicloseram no controle de *Euschistus heros*

O experimento para avaliar a eficiência do isocicloseram no controle de *E. heros* foi conduzido a campo, na área experimental da Faculdade de Ciências Agronômicas - UNESP, Campus de Botucatu, SP, durante as safras agrícolas 2023/2024 e 2024/2025, utilizando as cultivares de soja Brasmax 64IX66RSF I2X e Neo590I2X, ambas com tecnologia INTACTA 2 XTEND respectivamente nas safras 2023/2024 e 2024/2025, resistentes ao ataque de lagartas. A semeadura foi realizada com espaçamento entre linhas de plantio de 0,45 m e densidade de 13 sementes m^{-1}.

O experimento foi conduzido no delineamento em blocos ao acaso, com 4 repetições para cada tratamento e parcelas de 6 x 15 metros. Na safra 2023/2024 (Tabela 2) o experimento foi constituído por 7 tratamentos, sendo, duas taxas de aplicação, três disposições das pontas de pulverização (frente, trás e alternadas) e um tratamento testemunha. Na safra 2024/2025 (Tabela 3), o experimento foi constituído por 5 tratamentos, sendo, duas taxas de aplicação, duas disposições das pontas de pulverização (frente e alternadas) e um tratamento testemunha. Para o experimento foi utilizada a mistura inseticida (isocicloseram 100 g L^{-1} + lambda-cialotrina 150 g L^{-1}), com dose de 250 mL ha^{-1}, sem a adição de adjuvante à calda. Para a safra 2024/25 foram desconsiderados os tratamentos com as pontas de pulverização posicionadas para trás na barra por incrementar a deriva.

As pulverizações em ambas as safras foram realizadas utilizando o equipamento da marca Jacto®, modelo Condor 800 AM 14, equipado com 14,5 metros de barra, montado no Hidráulico do trator marca New Holland® modelo TL85. Para ambos os tratamentos foram utilizados as pontas de pulverização J3D – 100025 (Jacto) a 0,5 m do alvo e espaçamento de 0,5 m entre bicos. Para os tratamentos com taxa de aplicação de 75 L ha^{-1} utilizou-se a pressão de 138 kPa (20 PSI) e deslocamento do equipamento à 15 km h^{-1}, já para os tratamentos com taxa de aplicação de 150 L ha^{-1} utilizou-se a pressão de 207 kPa (30 PSI) e deslocamento do equipamento à 9 km h^{-1}.

Avaliações semanais de monitoramento de pragas foram realizadas e ao atingir o nível de dois percevejos por pano-de-batida foram realizadas as aplicações. Posteriormente, as avaliações de controle do complexo de percevejos foram realizadas com 1 dia após aplicação (DAP), 3 DAP e 7 DAP.

Quando a soja atingiu o nível de maturação desejado foi realizada a colheita manualmente de 2,0 metros quadrados por parcela, desconsiderando as bordaduras. A produção foi quantificada e a produtividade estimada em quilos por hectare.

Tabela 2 – Tratamentos estabelecidos no controle de *Euschistus heros* com diferentes tecnologias de aplicação na cultura da soja. Botucatu, SP. Safra agrícola, 2023/2024.

Tratamento	Taxa de aplicação (L ha^{-1})	Disposição das pontas
1	Testemunha	Testemunha
2	75	Todas para frente
3	75	Todas para trás
4	75	Alternadas
5	150	Todas para frente
6	150	Todas para trás
7	150	Alternadas

Tabela 3 – Tratamentos estabelecidos no controle de *Euschistus heros* com diferentes tecnologias de aplicação na cultura da soja. Botucatu, SP. Safra agrícola, 2024/2025.

Tratamento	Taxa de aplicação (L ha^{-1})	Disposição das pontas
1	Testemunha	Testemunha
2	75	Todas para frente
3	75	Alternadas
4	150	Todas para frente
5	150	Alternadas

3.2.2 Avaliações de depósito e cobertura da pulverização

Para cada tratamento foram realizadas avaliações de depósito e cobertura da pulverização. Para avaliar o depósito da pulverização utilizou-se como marcador o corante Azul Brilhante (Duas Rodas Industrial LTDA) na dose de 6,0 g L^{-1} para os tratamentos com taxa de aplicação de 75 L ha^{-1} e 3,0 g L^{-1} para tratamentos com taxa de aplicação de 150 L ha^{-1}. O marcador Azul brilhante é um corante alimentício e não toxico, apresenta facilidade para ser extraído das folhas e vagens. As coletas do material vegetal foram realizadas no mesmo dia da aplicação, após a secagem da calda de pulverização (Palladini; Raetano; Velini, 2005). Cinco folíolos do terço superior e em igual número dos terços médio e inferior, 5 vagens do terço superior e, também em igual número dos terços médio e inferior das plantas foram coletados aleatoriamente dentro de cada parcela. Os folíolos foram armazenados em sacos plásticos devidamente etiquetados.

Para a quantificação do depósito fez-se a extração do corante marcador com o auxílio de 30 mL de água destilada adicionada ao saco plástico que continha os folíolos coletados. Em seguida, procedeu-se a agitação por 30 segundos e posteriormente a solução obtida foi submetida à análise espectrofotométrica com auxílio do espectrofotômetro Shimadzu UV-VIS 1601 PC. O volume da deposição da calda no alvo foi obtido através da equação 1 (E1):

$$Ci * Vi = Cf * Vf \quad \text{(E1)}$$

Onde:

- Ci = concentração do corante na calda (mg L^{-1});
- Vi = volume capturado pelo alvo (mL);
- Cf = concentração do corante detectada no espectrofotômetro em absorbância (mg L^{-1});
- Vf = volume de diluição da amostra (mL).

Após a extração do corante azul brilhante os folíolos foram submetidos à secagem natural e posteriormente realizada a mensuração da área foliar por meio do medidor de área foliar de bancada LICOR®, modelo LI-3100 - Area Meter. Esse dado foi correlacionado com a quantidade de depósito de produto aplicado (µL cm^{-2}), as vagens submetidas à extração do corante Azul Brilhante foram submetidas à secagem em estufa até obtenção de massa seca e posteriormente realizada a mensuração da massa com o auxílio de balança de precisão.

A avaliação da cobertura de área foliar pelo produto foi realizada em duas alturas nas plantas de soja. Para realizar essa mensuração foi utilizado papel hidrossensível distribuídos ao longo das parcelas em duas alturas (superior e inferior). Dois papéis hidrossensíveis foram posicionados para cada altura avaliada. Para obter a porcentagem de cobertura, a imagem do cartão hidrossensível foi digitalizada seguida pela análise dos parâmetros qualitativos da pulverização utilizando o software DropScope® App versão 2.11.8 (Spray X).

3.2.3 Análise estatística

A análise estatística foi conduzida por meio do software RStudio (versão 4.5.0), utilizando-se dados provenientes de um experimento em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com estrutura fatorial 2 × 3 × 3 (Safra 2023/2024), composto por duas taxas de aplicação (75 e 150 L ha^{-1}), três posições dos bicos de aplicação (Frente, Trás e Alternadas) e três regiões da planta (Inferior, Média e Superior), totalizando 18 combinações de tratamento e 2 x 2 x 3 (Safra 2024/2025), composto por duas taxas de aplicação (75 e 150 L ha^{-1}), duas posições dos bicos de aplicação

(Frente e Alternadas) e três regiões da planta (Inferior, Média e Superior), totalizando 12 combinações de tratamento. Cada combinação foi repetida quatro vezes.

As análises estatísticas denominadas “Analises I” referem-se ao experimento conduzido durante a safra agrícola 2023/2024, já as análises denominadas “Analises II” referem-se ao experimento conduzido durante a safra agrícola 2024/2025.

Para a análise das variáveis de resposta — incluindo deposição em folhas e vagens, área coberta, densidade de gotas, amplitude relativa, diâmetro mediano volumétrico (DMV) e presença de insetos — foram utilizados modelos lineares mistos generalizados (GLMM), implementados por meio da função glmer do pacote lme4. No modelo estatístico adotado, os fatores Taxa de aplicação, Posição e Região, bem como suas interações, foram considerados como efeitos fixos, enquanto o fator Repetição foi incluído como efeito aleatório para controlar a variabilidade entre repetições.

A significância dos efeitos foi avaliada por meio de análise de variância do tipo II, utilizando-se a função Anova do pacote car. As predições dos modelos foram extraídas e os intervalos de confiança ao nível de 95% foram obtidos por reamostragem bootstrap paramétrica com 10 interações, utilizando a função bootMer. As médias ajustadas e seus respectivos limites de confiança foram posteriormente agregadas conforme os fatores experimentais, permitindo a construção de tabelas e gráficos para interpretação dos efeitos principais e interações.

A escolha do modelo linear misto se justifica pela presença de fatores fixos (Taxa de aplicação, Posição e Região) e do fator aleatório Repetição, o qual representa uma fonte de variação experimental não controlável diretamente, mas que deve ser modelada para evitar a superestimação dos efeitos fixos. Além disso, o modelo permite considerar a dependência entre observações coletadas sob as mesmas condições de repetição, tornando as estimativas mais precisas e confiáveis. Outra vantagem é sua robustez em relação a desequilíbrios nos dados, além da possibilidade de obtenção de médias ajustadas (BLUPs), que refletem melhor contribuição de cada tratamento, considerando a variabilidade do experimento. Assim, os modelos mistos são particularmente indicados para experimentos com estrutura hierárquica e múltiplos fatores, como é o caso do presente estudo.

4 RESULTADOS

4.1 Curva dose-resposta e toxicidade dos inseticidas

A Tabela 4 apresenta as curvas de mortalidade corrigida (MC%), de acordo com Abbott (1925), de adultos de *Euschistus heros* expostos a diferentes concentrações dos inseticidas isocicloseram (Sponta®), lambda-cialotrina (Karate Zeon®) e à mistura isocicloseram + lambda-cialotrina (Verdavis®), por contato tarsal e aplicação tópica.

Tabela 4 – Concentrações e doses utilizadas para estimativas das curvas de mortalidade de adultos de *Euschistus heros* expostos por contato tarsal e aplicação tópica aos inseticidas isocicloseram (Sponta®), lambda-cialotrina (Karate Zeon®) e isocicloseram + lambda-cialotrina. Botucatu, 2024.

Tratamento	Formulação	Concentração (µL p.c./mL[a])	MC[c] (%)	Dose (mg p.c/g p.i[b])	MC[c] (%)
isocicloseram	SC*	3.125	20.58	0.001	33.33
		6.25	26.47	0.01	50.00
		20	70.58	0.05	77.77
		25	76.47	0.1	80.55
		37.5	82.35	0.5	94.44
		50	91.17	-	-
lambda-cialotrina[d]	CS**	-	-	1.0	52.77
				2.5	63.88
				5	77.77
				10	86.11
isocicloseram + Lambda-cialotrina	ZC***	2.343	6.06	7u 0.01	30.55
		4.687	12.12	0.10	69.44
		18.75	33.33	0.25	77.77
		37.5	39.39	0.5	88.88
		75	63.63	1.0	91.66
		90	72.72	2.5	94.44
		150	90.90	-	-
		200	93.93	-	-

[a] µL de produto comercial/ml de solvente (água). [b] mg de produto comercial/g de peso do inseto. [c] Mortalidade corrigida de acordo com a fórmula de Abbott (1925). [d] Em decorrência da baixa mortalidade apresentada pelos insetos expostos ao inseticida lambda-cialotrina, não foi possível estimar a curva de concentração-resposta para esse tratamento. *Suspensão Concentrada. **Suspensão de Cápsulas. ***Mistura de CS e SC.

O inseticida isocicloseram (Sponta®) apresentou aumento progressivo da mortalidade do percevejo-marrom com o incremento da concentração, atingindo até 91,17% de MC com 50 µL mL^{-1}. De maneira semelhante, a aplicação tópica mostrou-se ainda mais eficaz, com 94,44% de MC em 0,5 mg g^{-1}. Lambda-cialotrina (Karate Zeon®), por outro lado, mostrou baixa eficácia por contato tarsal, inviabilizando a estimativa de curvas concentração-resposta. A formulação isocicloseram + lambda-cialotrina (Verdavis®) apresentou comportamento intermediário, com mortalidade superior a 90% nas maiores concentrações em teste (150 e 200 µL mL^{-1} por contato e 2,5 mg g^{-1} por aplicação tópica).

Os parâmetros de toxicidade aguda ao percevejo-marrom por contato tarsal revelam que o isocicloseram isolado foi mais tóxico do que a mistura com lambda-cialotrina (Tabela 5).

Tabela 5 -Toxicidade aguda por contato tarsal dos inseticidas isocicloseram (Sponta®) e isocicloseram + lambda-cialotrina (Verdavis®) sobre adultos de *Euschistus heros*, após 48 e 72 horas de exposição, respectivamente.

Tratamento	*N*[a]	CL_{50} (IC 95%) (µL ml^{-1})	CL_{90} (IC 95%) (µL ml^{-1})	β[b]	$\chi 2$	*P*
isocicloseram	216	10.64 (8.00-13.51)	52.40 (37.71-85.93)	1.85±0.23	1.57	0.81
isocicloseram + lambda-cialotrina	288	34.31 (26.16-44.25)	232.38 (159.79-392.40)	1.54±0.16	6.66	0.35
lambda-cialotrina[c]	-	-	-	-	-	-

[a] Número de insetos testados. [b] Inclinação da curva ± erro padrão. [c] Em decorrência da baixa mortalidade apresentada pelos insetos expostos ao inseticida lambda-cialotrina, não foi possível estimar a curva de concentração-resposta para esse tratamento.

O CL_{50} estimado para o isocicloseram foi de 10,64 µL mL^{-1} (IC95%: 8,00–13,51), enquanto a mistura desse inseticida com lambda-cialotrina apresentou CL_{50} de 34,31 µL mL^{-1} (IC95%: 26,16–44,25). A inclinação da curva (β) foi maior para o isocicloseram (1,85), indicando maior homogeneidade na resposta dos insetos. Novamente, não foi possível estimar a toxicidade do tratamento com lambda-cialotrina isolada devido à sua baixa eficácia.

Referente à toxicidade por aplicação tópica (Tabela 6), o isocicloseram apresentou o menor DL_{50} (0,005 mg g^{-1}), sendo mais tóxico do que a mistura

Verdavis® (DL_{50} = 0,03 mg g^{-1}) e significativamente mais tóxicos que lambda-cialotrina (DL_{50} = 0,93 mg g^{-1}).

Tabela 6 – Toxicidade aguda por aplicação tópica dos inseticidas isocicloseram + lambda-cialotrina (Verdavis®), isocicloseram (Sponta®) e lambda-cialotrina (Karate Zeon®) sobre adultos de *Euschistus heros*, após 24 e 48 horas de exposição, respectivamente.

Tratamento	*N*[a]	DL_{50} (IC 95%) (mg g^{-1})	DL_{90} (IC 95%) (mg g^{-1})	*β*[b]	χ2	*P*
isocicloseram + lambda-cialotrina[c]	216	0.03 (0.01-0.05)	0.76 (0.42-1.86)	0.93±0.13	0.40	0.98
isocicloseram[d]	180	0.005 (0.002-0.010)	0.31 (0.12-1.45)	0.73±0.12	1.45	0.69
lambda-cialotrina[d]	144	0.93 (0.15-1.70)	16.62 (7.77-232.72)	1.02±0.31	0.20	0.90

[a] Número de insetos testados. [b] Inclinação da curva ± erro padrão. [c] Após 24 horas de exposição. [d] Após 48 horas de exposição.

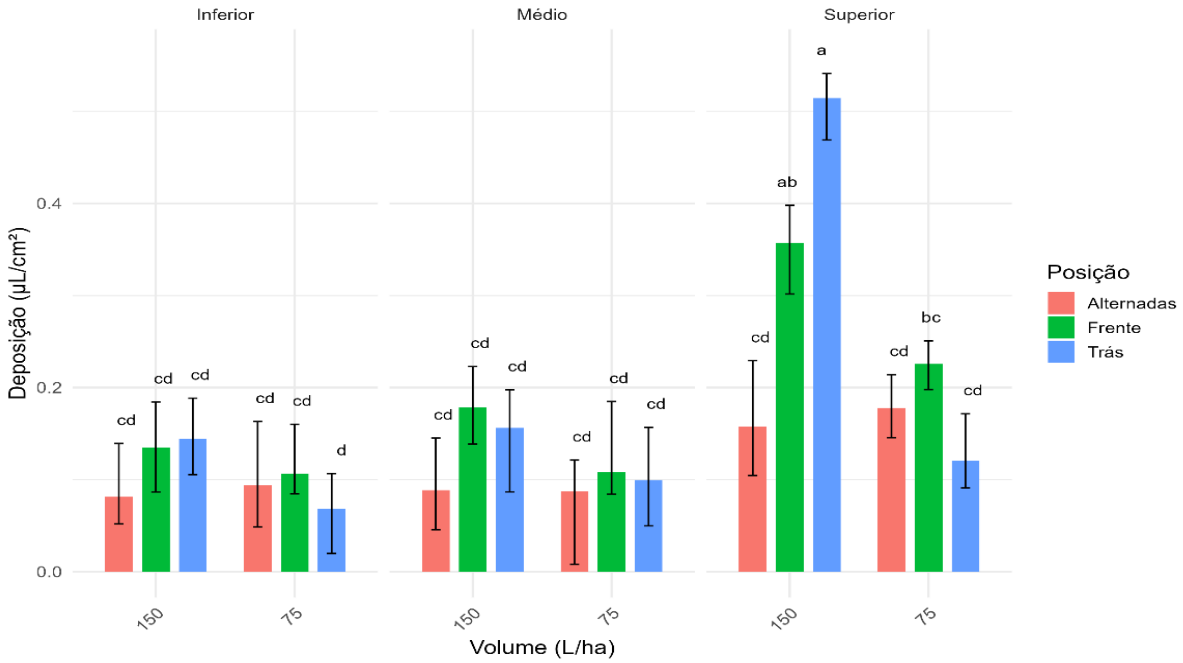
A DL_{90} também seguiu a mesma tendência, evidenciando que o isocicloseram possui alta eficácia mesmo em baixas doses. A mistura isocicloseram + lambda-cialotrina teve desempenho intermediário, sugerindo possível sinergismo parcial, enquanto a lambda-cialotrina foi claramente a menos eficiente dos tratamentos avaliados.

4.2 Qualidade da aplicação e eficiência no controle de adultos e ninfas de *Euschistus heros*

Os resultados obtidos para o terço superior das plantas evidenciam diferenças significativas entre os tratamentos avaliados (Figura 1).

O terço superior das plantas registrou os maiores níveis de deposição, com destaque para o tratamento com 150 L ha^{-1} aplicado com as pontas de pulverização posicionadas para trás na barra, que alcançou aproximadamente 0,5 µL cm^{-2} e se diferenciou estatisticamente dos demais. Para o mesmo estrato da planta, a aplicação de 150 L ha^{-1} com as pontas posicionadas para frente na barra também apresentou um valor expressivo, embora um pouco menor (Figura 1).

Figura 1 – Depósito de calda (µL cm^{-2}) em folhas nas diferentes partes da planta de soja (inferior, médio e superior) em função das taxas de aplicação (75 e 150 L ha^{-1}) e das posições de pulverização (alternadas, frente e trás) para a análise I (safra agrícola 2023/2024). Botucatu, SP.

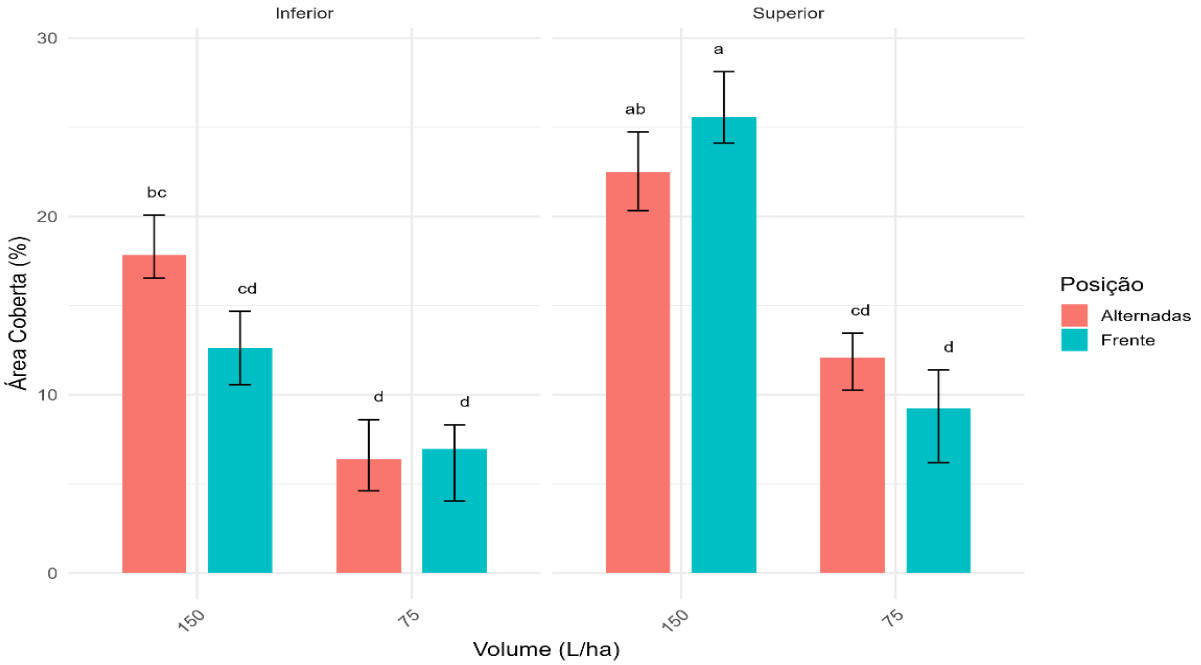


Letras minúsculas iguais nas barras não diferem estatisticamente à 5% de probabilidade.

Nos terços médio e inferior das plantas, os valores de depósito foram baixos (inferiores a 0,25 µL cm^{-2}), sem diferenças estatísticas expressivas entre os tratamentos avaliados. De modo geral, a taxa de aplicação de 150 L ha^{-1}, aplicado tanto com as pontas 3D posicionadas para trás ou para frente na barra, proporcionou melhor depósito nas folhas, principalmente no terço superior, enquanto a menor taxa de aplicação e outras posições das pontas de pulverização apresentaram desempenho inferior.

Em relação à cobertura de pulverização, as maiores porcentagens de área coberta foram obtidas na parte superior da planta, com destaque para o tratamento de 150 L ha^{-1} aplicado com as pontas voltadas para frente (na direção do deslocamento do conjunto trator-pulverizador), que atingiu cerca de 27%, diferenciando-se estatisticamente dos demais (Figura 2).

Figura 2 – Percentual de área coberta (%) nas regiões inferior e superior da planta, considerando as taxas de aplicação (75 e 150 L ha^{-1}) e as posições de pulverização (alternadas e para frente) para a análise II (safra 2024/2025). Botucatu, SP.



Letras diferentes indicam diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos (p ≤ 0,05).

A aplicação de 150 L ha^{-1} com pontas de pulverização alternadas na barra também apresentou valor elevado na parte superior do dossel (≈25%), embora não diferenciou do valor de cobertura obtido com as pontas 3D posicionadas para frente. Na parte inferior do dossel, os melhores resultados foram observados com o tratamento de 150 L ha^{-1} e pontas alternadas (≈18%), seguido por 150 L ha^{-1} e pontas para frente (≈14%), ambos superiores aos tratamentos com 75 L ha^{-1}, que apresentaram os menores percentuais de cobertura, variando entre aproximadamente 8 e 10%.

De forma geral, a utilização de maior taxa de aplicação (150 L ha^{-1}), associada à aplicação na parte superior das plantas, favoreceu significativamente a cobertura das vagens, enquanto a menor taxa de aplicação resultou em menor percentual de área coberta, independentemente da posição das pontas de pulverização na barra.

A avaliação da interação entre taxas de aplicação e posição da ponta no pulverizador é fundamental para compreender como esses fatores influenciam a distribuição da calda sobre as folhas, especialmente em cultivos com estrutura vegetal

complexa. A correta combinação desses elementos pode maximizar a eficiência da aplicação, promovendo maior cobertura e deposição dos produtos fitossanitários.

A Tabela 7 apresenta os resultados obtidos para a deposição em folhas, considerando as diferentes posições de amostragem na planta e as taxas utilizadas, permitindo a análise detalhada da dinâmica da pulverização sob essas condições.

A significância da interação entre a taxa de aplicação e a posição de amostragem na planta foi confirmada pelo teste de qui-quadrado ($\chi^2 = 34,86$; $p = 2,691 \times 10^{-8}$), evidenciando que ambos os fatores exercem influência direta na eficiência da deposição da calda. A análise estatística permitiu verificar o efeito combinado desses fatores sobre a deposição, fornecendo informações relevantes para o aprimoramento das práticas de aplicação. A interação entre taxa de aplicação e estrato da planta revelou diferenças estatisticamente significativas na deposição de calda sobre as folhas.

Tabela 7 – Interação taxa de aplicação x região da planta na deposição em folhas de soja. Análise I (safra 2023/2024). Botucatu, SP.

Taxa de aplicação (L ha^{-1})	Região	Deposição em Folhas – Valores médios (IC95%)
75	Inferior	0,0076 (0,0012-0,0167) C
150	Inferior	0,0100 (0,0034-0,0185) C
75	Médio	0,0104 (0,0018-0,0198) BC
150	Médio	0,0205 (0,0121-0,0285) BC
75	Superior	0,0251(0,0201-0,0316) B
150	Superior	0,0611(0,0525-0,0690) A

$\chi = 34,8616$ $p = 2,691x10^{-8}$

A maior deposição foi registrada no terço superior da planta com a taxa de aplicação de 150 L ha^{-1}, apresentando média de 0,0611 µg cm^{-2} e intervalo de confiança de 95% entre 0,0525 e 0,0690, sendo estatisticamente superior a todas as demais combinações entre os fatores de análise. Em contrapartida, a menor

deposição ocorreu no terço inferior da planta com a taxa de 75 L ha^{-1}, com média de 0,0076 µg cm^{-2} e intervalo de confiança (IC95%) entre 0,0012 e 0,0167.

A compreensão dessa interação é essencial para otimizar as estratégias de manejo, buscando maior cobertura e melhor controle fitossanitário nas diferentes regiões da planta, em especial nos terços médio e inferior (Tabela 7).

A análise da interação entre os fatores de aplicação é uma etapa essencial para compreender como a taxa de aplicação e a posição das folhas na planta influenciam a deposição da pulverização. Em cultivos com arquitetura densa, como a soja, a eficiência da pulverização pode ser afetada por pequenas variações nesses parâmetros, refletindo diretamente na cobertura foliar e na eficácia do controle fitossanitário. Nesse contexto, a Tabela 8 apresenta os resultados referentes à interação entre taxa de aplicação e posição das pontas de pulverização, possibilitando a avaliação detalhada dos efeitos combinados desses fatores sobre a deposição nas folhas.

Tabela 8 – Interação taxa de aplicação x posição das pontas de pulverização na barra sobre a deposição em folhas de soja na análise I (safra 2023/2024). Botucatu, SP.

Taxa de aplicação (L ha^{-1})	Posição	Deposição em Folhas Média (IC95%)
150	Trás	0,0394 (0,0308–0,0457) A
150	Frente	0,0314 (0,0234–0,0393) A
150	Alternadas	0,0208 (0,0138–0,0312) A
75	Alternadas	0,0154 (0,0067–0,0235) A
75	Frente	0,0146 (0,0104–0,0234) A
75	Atrás	0,0130 (0,0059–0,0213) A

$\chi = 12,4711$ $p = 0,001959$

A interação entre taxa de aplicação e posição das pontas na barra sobre os níveis de depósito nas folhas mostrou que, embora os valores médios variem entre as posições (frente, atrás e alternadas), todas as combinações não diferiram entre si. Os valores médios de deposição variaram de 0,0130 a 0,0394 µg cm^{-2}. Entretanto, o teste

de qui-quadrado revelou significância ($\chi^2 = 12,47$; $p = 0,0019$), o que sugere uma possível interação marginal entre os fatores analisados ou a influência de outras variáveis não controladas que possam ter interferido nos resultados.

Os dados da interação da taxa de aplicação em relação à área coberta (%) são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 – Efeito da taxa de aplicação sobre a área coberta (%). Análise I (safra 2023/2024). Botucatu, SP.

Taxa de aplicação (L ha^{-1})	Área coberta média (IC95%)
75	8,2418 (6,5628–10,5541) B
150	19,7913 (17,7034–21,6895) A

$\chi = 208,1073$ $p = 2,2x10^{-16}$

A avaliação da cobertura foliar em diferentes regiões da planta é fundamental para entender a eficácia da pulverização, especialmente em culturas com arquitetura densa. A distribuição da calda pode variar significativamente entre as partes superior, média e inferior da planta, influenciada por fatores como a taxa de aplicação e as condições operacionais.

Observa-se que a área coberta média com a taxa de aplicação de 150 L ha^{-1} foi de 19,79% (IC95%: 17,70–21,69), valor significativamente superior ao obtido com a taxa de aplicação de 75 L ha^{-1}, cuja média foi de 8,24% (IC95%: 6,56–10,55).

O valor do teste qui-quadrado ($\chi^2 = 208,1073$; $p = 2,2\times10^{-16}$) confirma que a diferença é altamente significativa, indicando que o aumento da taxa de aplicação proporcionou maior cobertura da superfície foliar.

Neste contexto, a análise da região da planta sobre a cobertura da pulverização fornece informações importantes sobre o desempenho da aplicação nos estratos da planta, permitindo ajustes para maximizar a eficiência do controle fitossanitário, como descrito na Tabela 10.

Tabela 10 – Efeito da região da planta sobre a área coberta (%). Análise I. (safra 2023/2024). Botucatu, SP.

Região	Área coberta média (IC95%)
Inferior	11,8444 (10,1404–14,3454) A
Superior	15,9429 (13,8888–17,6612) A

χ = 26,1680 p = 3,13x10^{-7}

A análise por região da planta também revelou que a cobertura foi maior na região superior da planta (15,94%) em relação à inferior (11,84%), com p < 0,0001. Isso sugere que o aumento na taxa de aplicação contribui significativamente para a cobertura das superfícies foliares, especialmente nas partes mais altas da planta.

A avaliação da eficiência dos tratamentos no controle de insetos adultos é fundamental para verificar o impacto das diferentes estratégias de aplicação sobre a população dos organismos-alvo. Fatores como a taxa de aplicação e a posição das pontas no pulverizador podem influenciar diretamente a mortalidade dos insetos, refletindo na eficiência do manejo fitossanitário. Assim, a análise realizada três dias após a aplicação dos tratamentos permitiu identificar diferenças significativas na quantidade de insetos adultos sobreviventes, contribuindo para a compreensão do desempenho das diferentes combinações em teste, conforme descrito na Tabela 11.

Tabela 11 – Efeito dos tratamentos sobre o número de insetos adultos, aos 3 DAA. Análise I (safra 2023/2024). Botucatu, SP.

Tratamento	Inseto adulto 3DAA Média (IC95%)
150 L_Atrás	2 (1,6482–2,3954) A
150 L_Frente	1,75 (1,1047–2,3510) A
150 L_Alternadas	1,125 (0,8245–1,7544) A
75 L_Alternadas	0,75 (0,3598–1,0298) AB
Testemunha	0,625 (0,3427–1,1351) AB
75 L_Frente	0,75 (0,2819–1,2871) AB
75 L_Atrás	0,5 (0,1803–0,7838) B

χ = 24,263 p = 0,0004671.

Houve diferença significativa na quantidade de insetos adultos aos 3 DAA dos tratamentos (χ = 24,263; p = 0,0004671). As maiores quantidades de insetos vivos foram observadas nos tratamentos com taxa de aplicação de 150 L ha^{-1}, independentemente da posição das pontas de pulverização na barra, evidenciando menor desempenho no controle do percevejo-marrom com esses tratamentos. Isso indica que a maior taxa de aplicação não foi eficiente na redução da população de adultos (Tabela 11). Por outro lado, menor quantidade de adultos foi registrada no tratamento com 75 L ha^{-1} aplicado com as pontas posicionadas para trás (0,5), indicando maior eficiência desse tratamento. Os tratamentos com 75 L ha^{-1} aplicados com pontas posicionadas para frente e de forma alternadas na barra apresentaram quantidades intermediárias, sem diferença estatística entre si. Esses resultados evidenciam que, para o controle de adultos, a taxa de aplicação menor foi mais eficiente quando aplicado com pontas posicionadas para trás na barra.

A velocidade maior de deslocamento (15 km h^{-1}) na pulverização com a menor taxa de aplicação (75 L ha^{-1}) e a diferença no hábito de crescimento entre as cultivares de soja (BRASMAX com hábito de crescimento indeterminado e NEO com hábito de crescimento determinado), provavelmente influenciaram o controle de percevejos na cultura da soja.

A análise do efeito da taxa de aplicação sobre a deposição de calda nas folhas é fundamental para determinar a dosagem ideal que assegure eficiência e uniformidade na distribuição da pulverização. Variar a taxa de aplicação pode impactar diretamente a quantidade de produto depositada, influenciando a cobertura e, consequentemente, o sucesso do controle fitossanitário. Nesse contexto, a segunda análise dos dados avaliou a influência da taxa de aplicação sobre a deposição nas folhas, permitindo uma comparação detalhada entre as taxas utilizadas no experimento, como demonstra a Tabela 12.

Tabela 12 – Efeito das taxas de aplicação sobre a deposição em folhas de soja. Análise II (safra 2024/2025). Botucatu, SP.

Taxas de aplicação (L ha^{-1})	Deposição média nas folhas (IC95%)
75	0,02358711 (0,0172–0,0285) A
150	0,03310203 (0,0281–0,0399) A

χ = 14,8918 p = 0,0001139.

Na avaliação da deposição de calda nas folhas (Análise II), pode-se constatar que não houve diferença significativa em função da taxa de aplicação.

A interação taxa de aplicação e posição das pontas de pulverização na barra desempenha papel crucial na eficiência da deposição de calda, especialmente em regiões específicas da planta, como nas vagens, alvo do percevejo-marrom. Entender como esses fatores combinados influenciam a cobertura é essencial para otimizar o manejo fitossanitário, garantindo maior eficácia e redução de desperdícios. A Análise II explorou essa interação, evidenciando diferenças importantes na deposição nas vagens conforme diferentes combinações de taxa e posição das pontas de pulverização na barra utilizadas no experimento, como demonstra a Tabela 13.

Tabela 13 – Interação taxa de aplicação e posição das pontas de pulverização na barra sobre a deposição em vagens de soja. Análise II (safra 2024/2025). Botucatu, SP.

Taxa de aplicação (L ha^{-1})	Posição	Deposição de Vagens Média (IC95%)
75	Frente	0,9615 (0,8011–1,0494) A
150	Alternadas	0,9316 (0,8304–1,0774) A
150	Frente	0,9044 (0,8150–1,0201) AB
75	Alternadas	0,7243 (0,6426–0,8271) B

χ = 7,8925 p = 0,004964

Houve interação significativa entre taxa de aplicação e posição de pontas de pulverização sobre a deposição nas vagens, conforme Análise II (χ = 7,8925; p = 0,004964). Os maiores valores foram registrados na taxa de aplicação de 75 L ha^{-1}

com a posição das pontas para frente (0,9615 µL cm^{-2}) e no tratamento com 150 L ha^{-1} e pontas alternadas na barra (0,9316 µL cm^{-2}). Por outro lado, o menor valor foi observado no tratamento 75 L ha^{-1} com pontas alternadas (0,7243 µL cm^{-2}; IC95% = 0,6426–0,8271), indicando menor eficiência de cobertura nesse cenário.

Os resultados referentes ao número de ninfas vivas do percevejo-marrom após os tratamentos possibilitam uma análise detalhada da influência dos diferentes métodos de aplicação sobre esse estágio específico da praga, conforme descritos na Tabela 14.

O tratamento com 75 L ha^{-1} com pontas posicionadas na parte da frente da planta apresentou o maior número de ninfas vivas (1,75), diferindo estatisticamente dos demais tratamentos, o que indica menor eficiência desse tratamento no controle das ninfas do percevejo-marrom.

Tabela 14 – Efeito dos tratamentos sobre o controle de *Euschistus heros* no estágio de ninfa, aos 3 DAA. Análise II (safra 2024/2025). Botucatu, SP.

Tratamento	Nº médio de ninfas de percevejos aos 3 DAA (IC95%)
75 L_Frente	1,75 (1,3700–2,1822) A
150 L_Alternadas	0,25 (-0,2736–0,8968) B
150 L_Frente	0,25 (-0,1627–0,7482) B
Testemunha	0,25 (-0,1601–0,7569) B
75 L_Alternadas	0 (-0,6033–0,7867) B

χ = 13,334 p = 0,009754

Ainda que os efeitos significativos tenham sido priorizados nas análises detalhadas, é importante destacar que diversas variáveis não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos.

Os resultados dos testes de significância do tipo II (Wald χ^2) aplicados às variáveis que não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos ($p > 0,05$), bem como àquelas que demonstraram tendência à significância ($0,05 < p \leq 0,10$) são mostrados no Apêndice A.

Destaca-se que variáveis como a posição na coleta do solo (microl_solo) e algumas avaliações específicas realizadas na segunda aplicação, como aos 3 DAA o controle de adultos e o controle com 1 DAA para ninfas apresentaram valores de p próximos ao limiar de significância, sugerindo que os tratamentos avaliados podem exercer influência sutil sobre a dinâmica populacional do percevejo-marrom ou sobre as condições microbiológicas do solo. Esses resultados, ainda que não conclusivos do ponto de vista estatístico, são relevantes para orientar futuras investigações e ajustes metodológicos, especialmente no que se refere ao aumento do poder amostral e à sensibilidade das análises, contribuindo para o aprimoramento das estratégias de manejo no controle de *E. heros*.

5 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nas curvas dose-resposta demonstraram que o isocicloseram, aplicado isoladamente, apresentou elevada toxicidade contra adultos de *E. heros*, tanto por contato tarsal quanto por aplicação tópica. Esse comportamento confirma o potencial inseticida desse ingrediente ativo, classificado como modulador do receptor GABA, cuja eficácia já foi destacada por Shao-Hung *et al*. (2024). Os valores baixos de CL_{50} e DL_{50} observados para o isocicloseram reflete sua capacidade de causar mortalidade significativa mesmo em baixas concentrações, o que pode representar uma vantagem do ponto de vista do manejo integrado e da seletividade ambiental (LUO *et al*., 2022).

A mistura isocicloseram mais lambda-cialotrina (Verdavis®) apresentou desempenho intermediário, com toxicidade menor que a do isocicloseram isolado, mas superior à da lambda-cialotrina. Essa tendência é coerente com observações de Cremonez *et al*., (2022), que discutem a possibilidade de sinergismo parcial entre ativos com modos de ação distintos, desde que compatíveis em formulações comerciais.

Esse fenômeno também foi evidenciado por Boff *et al*., (2022), que constataram incremento na eficácia da lambda-cialotrina e bifentrina quando associadas a sinergistas como piperonil butóxido (PBO) e Maleato de dietila (DEM), sugerindo que a baixa suscetibilidade está relacionada a presença de enzimas detoxificadoras e não necessariamente a alterações no sítio-alvo. Portanto, a baixa eficácia observada para lambda-cialotrina neste estudo pode ser atribuída a fatores similares, o que reforça a relevância de novos compostos como o isocicloseram para estratégias de manejo de resistência.

Por outro lado, a lambda-cialotrina isolada apresentou baixa eficiência em ambas as formas de exposição, com destaque para os valores elevados de DL_{50} e DL_{90}, sugerindo uma possível redução da suscetibilidade da população de *E. heros* a esse inseticida. IRAC-BR (2020a) relata que a resistência de percevejos aos piretroides tem sido crescente em diversas regiões produtoras, especialmente em áreas com histórico prolongado de uso desse grupo químico. O elevado intervalo de confiança observado, sobretudo para DL_{90}, reforça a variabilidade da resposta populacional e evidencia a necessidade de estratégias mais robustas de rotação de ativos e monitoramento da resistência.

Em contrapartida, os resultados com lambda-cialotrina isolada mostraram baixa toxicidade por contato tarsal, o que impossibilitou inclusive a estimativa da curva dose-resposta para esse modo de exposição. Esse resultado está em consonância com a literatura recente que aponta uma redução significativa na suscetibilidade de *E. heros* aos piretroides, como a lambda-cialotrina, em virtude de mecanismos metabólicos de detoxificação e resistência cruzada. Tibola *et al*. (2021) relataram variações de até 40 vezes nos índices de resistência à lambda-cialotrina em diferentes populações de *E. heros* avaliadas entre 2018 e 2020 no Brasil, ressaltando a necessidade urgente de monitoramento e rotação de princípios ativos.

Outro aspecto importante refere-se à inclinação das curvas (β), que foi maior no tratamento com isocicloseram, indicando homogeneidade na resposta dos insetos ao aumento da dose. Farinde (2023) argumenta que curvas com inclinações acentuadas refletem maior previsibilidade biológica, o que é desejável em programas de controle químico. Já as curvas mais planas, como aquelas da mistura e do produto lambda-cialotrina, denotam variabilidade na mortalidade, o que pode dificultar o estabelecimento de doses economicamente viáveis e ambientalmente seguras.

De modo geral, os dados reforçam que o isocicloseram apresenta toxicidade aguda superior frente a *E. heros*, tanto isolado quanto em mistura, configurando-se como uma ferramenta promissora no contexto do manejo integrado de percevejos. Contudo, é imprescindível que seu uso seja alinhado às diretrizes do IRAC (2023), visando à sustentabilidade e à prevenção da seleção de biótipos resistentes.

A análise dos resultados de deposição e cobertura nas diferentes regiões da planta revelou padrões consistentes com a literatura especializada em tecnologia de aplicação em culturas com arquitetura complexa, como a soja. A região superior das plantas demonstrou os maiores níveis de deposição e cobertura, especialmente nos tratamentos com taxa de aplicação de 150 L ha^{-1}, o que reforça a importância do ajuste de taxa de aplicação para maximizar a eficiência nas camadas superiores do dossel. Segundo Antuniassi *et al*. (2004), o aumento da taxa de aplicação é uma estratégia eficaz para melhorar a interceptação da calda nas partes mais altas do dossel, especialmente em estágios mais avançados da cultura.

O tratamento com 150 L ha^{-1} aplicado com as pontas posicionadas para trás apresentou maior deposição na região superior da planta, com valores próximos de 0,5 µL cm^{-2}, diferindo estatisticamente dos demais. Esse resultado pode ser atribuído

ao maior volume de calda disponível, associado ao efeito do direcionamento do jato, que favorece a deposição da calda nas folhas superiores.

Essa tendência é semelhante ao observado por Peres *et al*. (2020), que relataram aumento da deposição com taxas de aplicação superiores a 100 L ha^{-1}, principalmente nas partes mais expostas da planta. Resultados semelhantes também foram reportados por Chechetto *et al*., (2022), que destacaram que taxas de aplicação mais elevadas contribuem para uma melhor distribuição vertical da calda, desde que associados a uma boa calibração do pulverizador.

Por outro lado, nas regiões média e inferior das plantas, os níveis de deposição foram consideravelmente mais baixos, com valores inferiores a 0,25 µL cm^{-2} e sem diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos. Esse comportamento indica a dificuldade de penetração da calda nas camadas internas do dossel, um desafio já destacado por Cunha; Marques; Alves (2016), que atribuíram essa limitação tanto à interceptação das gotas pelas folhas superiores quanto ao padrão de distribuição das gotas geradas pelas pontas de pulverização.

Além disso, Garcia; Procópio; Balbinot Junior (2017) enfatizam que a densidade foliar e o fechamento do dossel são fatores limitantes para a movimentação da calda até as regiões inferiores da planta, mesmo quando taxas de aplicação maiores são utilizadas. Em nossa pesquisa, a cultivar BRASMAX apresenta hábito de crescimento indeterminado e maior massa foliar, fatores que podem ter contribuído para obtenção de maiores depósitos no terço superior da planta de soja.

Quanto à cobertura, as maiores porcentagens de área coberta também foram observadas na parte superior da planta, com destaque para o tratamento com 150 L ha^{-1} aplicado com pontas posicionadas para frente na barra de aplicação, que atingiu cerca de 27%. A aplicação com taxa elevada favorece a formação de maior número de gotas, aumentando a probabilidade de contato com a superfície alvo, como evidenciado por Cunha; Marques; Alves (2016).

A posição das pontas para frente pode ter favorecido a interceptação direta das gotas pela parte superior das plantas, elevando os índices de cobertura nessa região. O direcionamento do jato de aplicação é fundamental para melhorar a eficiência de cobertura, principalmente em aplicações para o controle de pragas com hábito de alimentação nas partes superior da planta. Negrisoli *et al*. (2019) estudaram a performance de jatos angulados em comparação à ponta de jato plano e não houve diferença no controle de ferrugem Asiática da soja.

Na região inferior da planta, o melhor desempenho foi observado com o tratamento de 150 L ha^{-1} com as pontas de aplicação dispostas alternadas na barra, que atingiu aproximadamente 18% de cobertura, seguido pela aplicação com pontas posicionadas para frente, com cerca de 14%. Embora os valores sejam inferiores àqueles da parte superior, esses resultados indicam que a combinação de maior taxa de aplicação e diferentes ângulos de aplicação (alternada) pode contribuir para melhorar a cobertura nas camadas inferiores, ainda que os ganhos sejam limitados. Cunha; Reis; Santos (2006) destacam que o aumento da taxa de aplicação acarreta em uma distribuição mais homogênea da pulverização nos dosséis inferiores.

Zhou *et al*. (2024) ressaltam que a manipulação da posição da barra de pulverização é uma estratégia viável para aumentar a uniformidade de cobertura ao longo do perfil vertical da planta. Complementando essa visão, Dokumacı e Özarslan (2023) destacam que a utilização de configurações de pulverização com angulação alternada pode melhorar a penetração da calda, favorecendo o controle de pragas localizadas nas regiões internas do dossel.

Os tratamentos com menor taxa de aplicação (75 L ha^{-1}), independentemente da posição das pontas na barra, apresentaram os piores resultados tanto em deposição quanto em cobertura, com percentuais variando entre 8% e 10% na região inferior. Esse desempenho inferior é condizente com os achados de Cunha; Reis; Santos (2006), que demonstraram que taxas de aplicação reduzidas tendem a limitar a formação de gotas suficientes para garantir cobertura adequada, principalmente em condições de maior densidade foliar.

Além disso, Constantin; Sales; Maciel (2012) observaram que aplicações com taxas de aplicação abaixo de 100 L ha^{-1}, mesmo com o uso de pontas de pulverização com maior vazão, apresentaram desempenho inferior na cobertura de folhas localizadas nas partes médias e inferiores da soja.

De maneira geral, os resultados evidenciam que o aumento da taxa de aplicação (150 L ha^{-1}) é um fator determinante para melhorar a deposição e a cobertura nas diferentes regiões da planta, especialmente na superior, onde ocorre a maior interceptação das gotas.

Além disso, a escolha da posição das pontas na barra de aplicação exerce influência relevante, onde pontas posicionadas para frente e alternadas na barra demonstraram melhor desempenho nas diferentes regiões do dossel, quando comparadas àquelas posicionadas para trás com menores taxas. Essa interação entre

taxa de aplicação e posição das pontas reforça a necessidade de um planejamento criterioso das estratégias fitossanitárias.

Esses achados corroboram a importância de adotar um manejo técnico adequado, considerando não apenas a taxa de aplicação, mas também a posição das pontas de pulverização na barra, a escolha correta das pontas de pulverização, as condições meteorológicas no momento da aplicação e a arquitetura da planta.

A adoção de tais práticas pode resultar em maior eficiência de controle, melhor distribuição de produtos químicos e redução de perdas por deriva ou escorrimento, contribuindo para a sustentabilidade e eficácia do manejo integrado de pragas e doenças, como ressaltam Nascimento *et al*. (2022), ao enfatizar a necessidade de racionalizar os processos de aplicação para preservar o potencial produtivo da cultura.

A avaliação da densidade de gotas nas diferentes regiões da planta evidenciou que a taxa de aplicação, a posição das pontas na barra do pulverizador e a região da planta avaliada exerceram influência significativa sobre a qualidade da pulverização, como demonstrado na Figura 3.

De forma geral, os resultados deste estudo reforçam que o aumento da taxa de aplicação para 150 L ha^{-1}, associado ao posicionamento estratégico dos jatos de pulverização na barra (frontal ou alternado) proporcionam melhores densidades de gotas, porém com maior variação no tamanho delas, tanto para a região superior quanto inferior da planta. Guo *et al*. (2024) também destacam a relevância de considerar esses fatores de aplicação para garantir a eficácia do manejo químico, sobretudo em fases fenológicas avançadas da soja, quando o fechamento do dossel é mais acentuado.

Portanto, a interação entre taxa de aplicação e posição das pontas na barra, configura-se como um fator-chave para o sucesso das pulverizações, devendo ser considerada no planejamento de estratégias de controle fitossanitário. Segundo Wang *et al*. (2023), práticas que envolvam o ajuste da taxa de aplicação, da posição das pontas na barra e do tipo de ponta podem contribuir significativamente para a sustentabilidade da produção agrícola, reduzindo o uso excessivo de defensivos e minimizando impactos ambientais.

Segundo Degrande *et al*. (2000), a manutenção da uniformidade da pulverização entre as regiões da planta, mesmo com variações no número absoluto de gotas, é fundamental para garantir a eficácia do controle, especialmente em aplicações voltadas ao manejo de pragas como *Euschistus heros*.

Outro aspecto relevante observado nos resultados foi a interação entre a taxa de aplicação e a posição das pontas de pulverização na barra. A maior taxa de aplicação com pontas posicionadas para trás na barra proporcionaram maiores depósitos nas folhas. Isso pode estar relacionado com a dinâmica das gotas dentro do dossel, entretanto essa posição das pontas na barra favorece a ocorrência da deriva nas pulverizações. Segundo Holtz *et al*. (2014), o arranjo das plantas pode alterar significativamente a penetração da calda, sendo recomendado ajustar a posição das pontas de pulverização conforme a arquitetura da cultura.

De maneira geral, os resultados deste estudo reforçam a importância de um manejo criterioso dos parâmetros operacionais da pulverização, incluindo taxa de aplicação, espectro de gotas e posicionamento das pontas na barra de aplicação. Essas práticas são essenciais para garantir maior densidade de gotas, cobertura uniforme e deposição eficiente na planta, como salientado por Prado *et al*. (2010).

A avaliação da eficiência dos tratamentos no controle dos insetos adultos é fundamental para verificar o impacto das diferentes estratégias de aplicação sobre a população desses organismos-alvo.

Na análise realizada aos 3 DAA, observou-se diferença significativa na quantidade de insetos adultos sobreviventes ($\chi^2 = 24{,}263$; $p = 0{,}0004671$). Os tratamentos com maior taxa de aplicação (150 L ha^{-1}), aplicados com as pontas nas posições frente, atrás e alternadas foram menos eficientes no controle dos insetos adultos. Isso, possivelmente se deve a maior cobertura foliar na parte superior, dificultando a penetração das gotas nas camadas internas (NEGRISOLI *et al*., 2019).

Por outro lado, o menor número de adultos foi encontrado no tratamento com 75 L ha^{-1} com as pontas posicionadas para trás, indicando melhor eficiência de controle. De acordo com Lisboa *et al*. (2024), taxas de aplicação menores, quando bem calibradas, podem promover maior concentração de ingrediente ativo nas gotas e melhor adesão em alvos específicos, como os locais de abrigo de percevejos.

Antuniassi; Boller (2019), ainda destacam que a escolha da ponta de pulverização, aliada à calibração do equipamento, pode potencializar os efeitos positivos do ajuste de taxa de aplicação, garantindo melhor deposição e distribuição da calda.

O controle do percevejo-marrom *E. heros*, uma das principais pragas da cultura da soja no Brasil, depende não apenas da eficácia dos inseticidas aplicados, mas também de fatores como o momento da aplicação, a forma de deposição e as

interações com o ambiente (Godoy *et al*., 2017). Nos horários do dia com temperaturas mais amenas os percevejos ficam mais expostos à pulverização, na parte superior do dossel, já nos horários com temperaturas maiores ficam predominantemente nas partes inferiores do dossel. Assim, dependendo do horário das aplicações o desempenho de produtos e tecnologias de aplicação pode também apresentar variações.

Nesse sentido, os resultados obtidos corroboram com as constatações de Betinelli *et al*. (2023), que destacam a importância da avaliação contínua da eficiência dos inseticidas, principalmente frente à crescente variabilidade fenotípica de *E. heros* em campo.

Além disso, estudos recentes têm evidenciado que valores de probabilidade (*p*) situados entre 0,05 e 0,10 não devem ser descartados, mas sim interpretados com cautela como indicadores de possíveis efeitos biológicos, especialmente em ensaios com alta variabilidade ambiental (EFSA SCIENTIFIC COMMITTEE, 2011). Essa abordagem tem sido cada vez mais adotada em pesquisas aplicadas à fitossanidade, considerando as limitações amostrais inerentes aos experimentos de campo.

A ausência de significância em variáveis relacionadas à produtividade (kg ha^{-1} e sc ha^{-1}) também foi observada em outros estudos que testaram formulações inseticidas no final do ciclo da soja, sugerindo que o impacto direto do percevejo-marrom sobre o rendimento pode ser minimizado quando há controle adequado nos estádios reprodutivos iniciais. No entanto, a tendência de resposta em algumas variáveis biológicas destaca a necessidade de avaliações mais específicas quanto à seletividade dos produtos, ao tempo de ação e à cobertura foliar efetiva.

De modo geral, os dados obtidos reforçam a importância de abordagens integradas e baseadas em evidências para o manejo do percevejo-marrom. O Manejo Integrado de Pragas (MIP), quando aliado a tecnologias de aplicação e à rotação de ingredientes ativos com diferentes modos de ação, continua sendo a estratégia mais sustentável para o controle dessa praga (IRAC-BR, 2023). Assim, a integração de produtos inovadores como o isocicloseram deve, portanto, contribuir para o manejo integrado desse inseto-praga com um novo mecanismo de ação.

6 CONCLUSÕES

De acordo com as condições experimentais nas respectivas safras agrícolas pode-se concluir:

- Isocicloseram apresentou alta toxicidade para o controle de *E. heros.*
- O valor da CL_{50} para o isocicloseram foi de 10,64 µL mL^{-1}, enquanto para a mistura desse inseticida com lambda-cialotrina a CL_{50} foi 34,31 µL mL^{-1} para adultos de *Euschistus heros* por exposição tarsal em ambiente tratado;
- Quanto à toxicidade por aplicação tópica, o isocicloseram apresentou o menor valor de DL_{50} (0,005 mg g^{-1}), sendo mais tóxico ao percevejo-marrom quando comparado à mistura com lambda-cialotrina ($DL_{50} = 0{,}03$ mg g^{-1});
- O maior volume de aplicação (150 L ha^{-1}) proporcionou maior deposição e cobertura da pulverização na parte superior do dossel da soja, porém o maior volume de calda não se traduziu em maior mortalidade de insetos adultos, indicando que outros fatores, como a distribuição e penetração da calda, bem como o comportamento dos insetos, também influenciam diretamente o sucesso do manejo;
- Aplicações com as pontas de pulverização posicionadas para frente ou alternadas na barra promoveram melhor cobertura nas partes média e inferior da planta, porém com maior variação no tamanho das gotas;
- O estudo reforça a necessidade de um manejo integrado que contemple não apenas o volume de calda, mas também a orientação dos jatos na barra de pulverização (a favor ou contrário ao movimento do conjunto trator-pulverizador ou alternados na barra) e as especificidades da arquitetura da planta, visando maximizar a eficiência dos tratamentos fitossanitários.

REFERÊNCIAS

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v. 18, n. 1, p. 265-267, 1925.

ANTUNIASSI, U. R. *et al*. Controle de ferrugem da soja através de aplicações aéreas e terrestres. *In*: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 3, 2004, Botucatu. **Anais** [...]. Botucatu: UNESP, 2004. p. 48-51.

ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. Tecnologia de aplicação pra fungicidas. In: ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. **Tecnologia de Aplicação para Culturas Anuais**. 2 ed. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2019. P. 283-302

BARBOSA, J. C. A amostragem sequencial. In: Fernandes O. A; Correia A. C. B; DE BORTOLI, S. A. (Eds**.) Manejo integrado de pragas e nematoides**. Funep: Jaboticabal, 1992. p. 205-211.

BETINELLI, P. A. *et al*. Sinergismo na combinação de acefato, bifentrina e acetamiprido no controle do percevejo marrom (*Euschistus heros*). **Brazilian Journal of Science**, v. 2, n. 3, p. 67-74, 2023.

BLISS, C. I. The method of probits**. Science**, v. 79, n. 2037, p. 38–39, 1935.

BLYTHE, J. *et al*. The mode of action of isocycloseran: a novel isoxazoline insecticide. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 187, p. 105217, 2022.

BOFF, J. S. *et al*. The effect of synergistic compounds on the susceptibility of *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) and *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) to pyrethroids. **Environmental Entomolog**y, v. 51, n. 2, p. 421-429, 2022.

BRASIL. **Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA)**. *Perfil ambiental: Lambda-cialotrina (CAS 91465-08-6).* Brasília, 2019. Disponível em: https://www.gov.br/ibama/pt-br/phocadownload/agrotoxicos/perfis-ambientais/2019/2019-08-16-Ibama-Perfil-Ambiental-Lambda-cialotrina.pdf. Acesso em: 21 ago. 2025.

BUSVINE, J. R. A critical review of the techniques for testing insecticides*.* London: **Commonwealth Agricultural Bureaux**, 1971.

CHECHETTO, A. M. *et al*. Cobertura das folhas de soja utilizando pontas de pulverização com diferentes formatos dos jatos*. **Energia na Agricultura**, [S. l.], v. 37, n. 2, p. 12–21, 2022.

CHEN, M. *et al*. The effects of Cl− channel inhibitors and pyrethroid insecticides on calcium-activated chloride channels in neurons of *Helicoverpa armigera*.

Comparative Biochemistry and Physiology Part C: **Toxicology & Pharmacology**, v. 285, p. 109999, 2024.

COÊLHO, J. D.; XIMENES, L. F. Complexo soja**. Caderno Setorial ETENE**, v. 1331, n. 5, p. 1-8, 2020.

CONAB, Companhia Nacional do Abastecimento. Boletim grãos: maio, 2023. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, v. 10, n. 8, p. 1–104, 2023.

CONSTANTIN, J.; SALES, J. G. C.; MACIEL, C. D. DE G. Característica da deposição e distribuição da calda de pulverização na cultura da soja em estádio fenológico V6. **Engenharia Agrícola**, v. 32, n. 3, p. 530–541, maio 2012.

CORRÊA-FERREIRA B.S; PANIZZI A.R. **Percevejos da soja e seu manejo**. Circular Técnica, 24. Londrina: Embrapa Soja, 1999, 45p.

CÔRREA-FERREIRA, B. S. Ocorrência, danos e estratégias de manejo de percevejos na cultura da soja. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA**, 2012, Curitiba. *SEB-40 anos de avanços da Ciência Entomológica Brasileira: anais.* Curitiba: SEB, 2012. Descrição: Resumo em anais de congresso. Disponível em: http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/939662. Acesso em: 20 ago. 2025.

CREMONEZ, P. S. G. *et al*. Effect of sublethal concentrations of insecticides associated with NaCl and KCl on feeding behavior and mortality of *Euschistus heros* and Diceraeus melacanthus (Hemiptera: Pentatomidae). Semina: **Ciências Agrárias**, v. 43, n. 5, p. 2045-2058, 2022.

CUNHA, J. P. A. R. DA.; PERES, T. C. M. Influência de pontas de pulverização e adjuvante no controle químico da ferrugem asiática da soja. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 32, n. 4, p. 597–602, out. 2010.

CUNHA, J. P. A. R. DA.; TEIXEIRA, M. M.; VIEIRA, R. F. Avaliação de pontas de pulverização hidráulicas na aplicação de fungicida em feijoeiro. **Ciência Rural**, v. 35, n. 5, p. 1069–1074, set. 2005.

CUNHA, J. P. A. R. DA; MARQUES, R. S.; ALVES, G. S. Deposição da calda na cultura da soja em função de diferentes pressões de trabalho e pontas de pulverização. **Revista Ceres**, v. 63, n. 6, p. 761–768, nov. 2016.

CUNHA, J. P. A. R. Simulação da deriva de agrotóxicos em diferentes condições de pulverização. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 5, p. 1616-1621, 2008.

CUNHA, J. P. A. R.; REIS, E. F.; SANTOS R. O. Controle químico da ferrugem asiática da soja em função de ponta de pulverização e de volume de calda. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 5, p. 1360-1366, 2006.

DAVID, B. S. *et al*. Insect GABA receptors: splicing, editing, and targeting by antiparasitics and insecticides. **Molecular Pharmacology**, v. 68, n. 4, p. 942-951, 2005.

DE CARVALHO RIBEIRO, F. *et al*. Manejo com inseticidas visando o controle de percevejo marrom na soja intacta. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 3, n. 2, p. 48-53, 2016.

DEGRANDE, P. E. *et al*. Controle químico do percevejo *Euschistus heros* (fabr.1794) (Heteroptera: Pentatomidae) na cultura da soja em aplicação aérea. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.6 n. 2, p. 144-148, 2000.

DE MELLO, E. S.; BRUM, A. L. A cadeia produtiva da soja e alguns reflexos no desenvolvimento regional do Rio Grande Do Sul / The soybean productive chain and some reflections in the regional development of Rio Grande Do Sul. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 6, n. 10, p. 74734–74750, 2020.

DOKUMACI, K. Y; ÖZARSLAN, C. Comparison of some spraying characteristics by testing different spray nozzle positions on artificial cotton plants when defoliant application. **Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology**, v. 11, n. 4, p. 785-790, 2023.

EFSA SCIENTIFIC COMMITTEE. Statistical significance and biological relevance. **EFSA Journal**, v. 9, n. 9, p. 2372, 2011.

EL SHERIF, D. F. *et al*. The binary mixtures of lambda-cyhalothrin, chlorfenapyr, and abamectin, against the house fly larvae, *Musca domestica* L. **Molecules***,* v. 27, n. 10, art. 3084, 2022.

FARINDE, A. *Relações dose-resposta*. In: **Manual MSD – Versão para Profissionais de Saúde**. [S. l.]: Manual MSD, 2023.

FINNEY, D. J. *Probit analysis*. 3. ed. Cambridge: **Cambridge University Press**, 1971.

GALLO, D. *et al*. **Entomologia agrícola**. Piracicaba, FEALQ, 2002. 920p.

GARCIA, R. A; PROCÓPIO, S. O.; BALBINOT JUNIOR, A. A. Produção de soja em diferentes arranjos espaciais de plantas no Paraná e em Mato Grosso do Sul. Dourados: **Embrapa Agropecuária Oeste**, 2017. 42 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 140). Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1082959/1/DOC2017140.pdf. Acesso em: 22 ago. 2025.

GAZZONI, D.L. *et al*. **Manejo das pragas da soja**, Londrina: Embrapa Soja, 44p. (Circular Técnica 5). 1988.

GEORGHIOU, G. P. Principles of insecticide resistance management. **Phytoprotection,** v. 75: p. 51-59, 1983.

GODOY, C. *et al*. Boas práticas para o enfrentamento da ferrugem-asiática da soja. Embrapa – **Circular Técnica**, v. 92, p. 1-6, 2017.

GODOY, C.; BUENO, A. de F.; GAZZIERO, D. Brazilian soybean pest management and threats to its sustainability. **Outlooks on Pest Management**, v. 26, jun. 2015.

GUO, Z. *et al*. Study on deposition characteristics of the electrostatic sprayer for pesticide application in greenhouse tomato crops. **Agriculture**, v. 14, n. 11, p. 1981, 2024.

HOFFMANN-CAMPO, C. B. *et al*. **Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado.** Circular Técnica (EMBRAPA), n. 30, 2000, 70p.

HOLTZ, V. *et al*. Deposição de calda de pulverização e produtividade da soja cultivada em diferentes arranjos espaciais. **Ciência Rural**, v. 44, n. 8, p. 1371–1376, 2014.

INSECTICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE – IRAC. *IRAC* ***Mode of Action Classification Scheme*****.** v. 10.5 (Poster Edition), 2023. Disponível em: https://irac-online.org/documents/moa-classification/. Acesso em: 6 abr. 2025.

IRAC-BR – INSECTICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE BRASIL. *Suscetibilidade de Euschistus heros e Dichelops furcatus a inseticidas utilizados no Brasil*. Publicação no site IRAC-BR, 9 dez. 2020. Disponível em: https://www.irac-br.org/single-post/suscetibilidade-de-euschistus-heros-e-dichelops-furcatus-a-inseticidas-utilizados-no-brasil. Acesso em: 22 ago. 2025.

IRAC-BR. ***Metodologia N° 029 – Bioensaio de aplicação tópica para percevejos (Hemiptera: Pentatomidae)***. Versão 1.0. IRAC-BR, 2020a. Disponível em: https://www.irac-br.org/_files/ugd/6c1e70_2541f8ecdd704808b6ab88101b44a75d.pdf . Acesso em: 21 ago. 2025.

IZABRALDE, V. S. *et al*. Influência do desgaste de pontas de pulverização na aplicação de defensivos agrícolas. **Revista Ambientale**, [S. l.], v. 16, n. 2, p. 11–21, 2024.

JOHNSON, M. P.; SWETNAM, L. D. **Sprayer nozzles**: selection and calibration. Lexington: University of Kentucky, 6 p. 1996.

JOINT FAO/WHO MEETING ON PESTICIDE RESIDUES (JMPR). ***Lambda-cyhalothrin (addendum).*** **In:** ***Pesticide residues in food – 2018****: Toxicological evaluations.* Rome/Geneva: FAO/WHO, 2018. Disponível em: https://apps.who.int/pesticide-residues-jmpr-database/Document/267?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 21 ago. 2025.

JULIATTI, F. C.; NASCIMENTO, C.; REZENDE, A. A. Avaliação de diferentes pontas e volumes de pulverização na aplicação de fungicida na cultura do milho. **Summa Phytopathologica**, v. 36, n. 3, p. 216–221, jul. 2010.

LEILA A. G., B. *et al*. Determinação da CL90 e TL90 do isolado IBCB66 de *Beauveria bassiana* (Ascomycetes: Clavicipitaceae) para o controle de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae**). Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 18, p. 34–39, dez. 2009.

LISBOA, C. F. *et al*. Quality of phytosanitary application in *Ricinus communis* L. cultivation. **Journal of Sustainable Development**, v. 17, n. 6, p. 127-127, 2024.

LUO, J. *et al*. Determination of the residue behavior of isocycloseram in *Brassica oleracea* and soil using the QuEChERS method coupled with HPLC. **Food Chemistry**, v. 367, p. 130734, 2022.

MARQUES, R. P. *et al.* Managing stink bugs on soybean fields: Insights on Chemical Management*.* **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 6, p. 225-237, 2019.

MATUO, T. **Técnicas de Aplicação de Defensivos Agrícolas**. Jaboticabal: FUNEP, 1990. 139p.

MINHO, A. P.; GASPAR, E. B.; DOMINGUES, R. **Guia prático para determinação de curva dose-resposta e concentração letal em bioensaios com extratos vegetais**. Bagé, RS: Embrapa Pecuária Sul, 2016. 43 p. (Comunicado Técnico, 93). Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1074446/1/ComunicadoTecnicon93.pdf. Acesso em: 22 ago. 2025.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. E**studo aponta incremento de 37 % na produção de grãos no Matopiba em dez anos**. Ministério da Agricultura e Pecuária*.* 2023 Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/estudo-aponta-incremento-de-37-na-producao-de-graos-no-matopiba-em-dez-anos. Acesso em: 20 ago. 2025.

NASCIMENTO,guo R. S. M. *et al*. Coverage of corn plants using different hydraulic nozzles and application volume rates. **Journal of Plant Protection Research**, p. 198-206-198-206, 2022.

NEGRISOLI, M. M. *et al*. Performance of new flat fan nozzle design in spray deposition, penetration and control of soybean rust. **Eur J Plant Pathol**, v. 155, p. 755–767, 2019.

NEPOMUCENO, A. *et al.* Brasil é referência no desenvolvimento de tecnologias sustentáveis para produção de soja. ***SRP – Pensou Soja, Pensou Mais Soja***, 2023. Disponível em: https://srp.com.br/artigo/brasil-e-referencia-no-desenvolvimento-de-tecnologias-sustentaveis-para-producao-de-soja. Acesso em: 20 ago. 2025.

ODUM, E. P**. Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara/Koogan, 1988. 434 p.

OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development. **Guidelines for the testing of chemicals**. Paris: OECD, 2001.

PALLADINI, L. A.; RAETANO, C. G.; VELINI, E. D. Choice of tracers for the evaluation of spray deposits. Scientia Agricola, v. 62, n. 5, p. 440–445, 2005.

PANIZZI, A. R.; SILVA, F. A. C. Insetos sugadores de sementes (Heteroptera). In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Eds.). **Bioecologia e nutrição de insetos – Base para o manejo integrado de pragas**. Brasília: Embrapa, 2009. p. 465-522.

PANIZZI, A.R, SLANSKY JR, F. Review of phytophagous pentatomids (Hemiptera: Pentatomidae) associated with soybean in the Americas. Florida Entomologist, v. 68, n. 1, p. 184-214. 1985.

PENTAIR. Bico **Hypro® 3D. bico inclinado e versátil para melhorar a cobertura na pulverização**. Pentair Formulário 514 (17/04), p. 1-4, 2018.

PERES, A. J. A. *et al*. Pulverização em taxa variada na cultura do algodão. **Energia na Agricultura**, v. 35, p. 18-28, 2020.

PITTA, R. M. *et al*. Suscetibilidade de *Euschistus heros* (Fabr. 1794) (Heteroptera: Pentatomidae) a inseticidas em Mato Grosso. **Scientific Electronic Archives**, v. 7, n. 3, p. 1-6, 2014.

PRADO, E. P. *et al*. Tecnologias de aplicação de produtos fitossanitários no controle de percevejos pragas na cultura da soja. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, n. 2, p. 265–274, 2010.

RAIS, D. S.; SATO, M. E.; SILVA, M. Z. DA. Detecção e monitoramento da resistência do tripes *Frankliniella occidentalis* ao inseticida espinosade. **Bragantia,** v. 72, n. 1, p. 35–40, jan. 2013.

REVISTA CULTIVAR. **Isocicloseram***.* Cultivar – Fitossanidade, 2025. Disponível em: https://revistacultivar.com.br/fitossanidade/isocicloseram. Acesso em: 21 ago. 2025.

ROGGIA, S. *et al*. Efeito de inseticidas reguladores de crescimento sobre a sobrevivência, desempenho reprodutivo e atividade alimentar do percevejo marrom da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 32, 2011, São Pedro. **Resumos.** Londrina: Embrapa Soja, 2011. Resumo 44.

SALGADO, V. **BASF insecticide mode of action technical training manual**. [S.l.]: BASF, 2013.

SANTANA, G. K. S.; YANO, S. A. C.; SOSA-GÓMEZ, D. R. **Suscetibilidade de *Anticarsia gemmatalis* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) ao Metomil**. Londrina:

Embrapa Soja, 2011. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/928417/1/67s346.pdf. Acesso em: 22 ago. 2025.

SATTELLE, D. B.; CORDOVA, D.; CHEEK, T. R. Insect ryanodine receptors: molecular targets for novel pest control chemicals**. Invertebrate Neuroscienc**e, v. 8, p. 1-12, 2008.

SHAO-HUNG L. *et al*. Toxicity of isocycloseram, an isoxazoline insecticide, against laboratory and field-collected German cockroaches (Blattodea: Ectobiidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 117, n. 3, p. 1086–1094, 2024.

SILVA, F. A. C. *et al*. Feeding activity, salivary amylase activity, and superficial damage to soybean seed by adult *Edessa meditabunda* (F.) and *Euschistus heros* (f.) (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, v. 41, n. 5, p. 386–390, 2012.

SOSÁ-GÓMEZ, D. R. *et al***.** Prevalence, damage, management and insecticide resistance of stink bug populations (Hemiptera: Pentatomidae) in commodity crops. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 22, n. 2, p. 99–118, 2020.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; OMOTO, C. Resistência a inseticidas e outros agentes de controle em artrópodes associados à cultura da soja. In C. B. HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. (Eds.), Soja: **Manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga** (pp. 673-723). Londrina, Embrapa Soja, 2012.

SOSA-GÓMEZ, D.R. *et al*. Insecticide susceptibility of *Euschistus heros* (Heteroptera: Pentatomidae) in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v. 102, n. 3, p.1209-1216, 2009.

SOSA-GÓMEZ, D.R.; SILVA, J.J. Neotropical brown stink bug (*Euschistus heros*) resistance to methamidophos in Paraná, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 7, p. 767-769, 2010.

SOUZA, L. A. de. ***Dinâmica populacional, distribuição espacial e plano de amostragem sequencial de Euschistus heros (Fabricius, 1794) (Heteroptera: Pentatomidae) em cultivares de soja*****. 2016**. Tese (Doutorado em Agronomia – Entomologia Agrícola) — Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal, 2016.

SYNGENTA. **Syngenta confirma o registro de PLINAZOLIN® technology, molécula que irá transformar o manejo de pragas no Brasil**. 2023a. Disponivel em: https://www.syngenta.com.br/syngenta-confirma-o-registro-de-plinazolinr-technology-molecula-que-ira-transformar-o-manejo-de. Acesso em: 07 jul. 2025.

SYNGENTA. **Syngenta lança molécula inédita para controle de pragas: PLINAZOLIN® technology***.* Syngenta. 2023. Disponível em:

https://portal.syngenta.com.br/videos/syngenta-lanca-molecula-inedita-para-controle-de-pragas-plinazolin-technology. Acesso em: 20 ago. 2025.

TIBOLA, C. M. *et al*. Monitoring resistance of *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) to insecticides by using encapsulated artificial diet bioassay**. Insects**, v. 12, n. 7, p. 599, 2021.

VARGAS, L.; GLEBER, L. **Tecnologia de Aplicação de Defensivos**. EMBRAPA Uva e Vinho, 2005. Disponivel em: https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Ameixa/AmeixaEuropeia/tecnologia.htm#:~:text=A%20aplica%C3%A7%C3%A3o%20na%20presen%C3%A7a%20de,provocando%20danos%20em%20lavouras%20vizinhas. Acesso em 11 jul. 2023.

WANDSCHEER, A. C. D. *et al*. Impact of fungicide and insecticide use on non-target aquatic organisms in rice paddy fields. **Ciência Rural**, v. 47, n. 1, p. 7p. 2017.

WANG, S. *et al*. Evaluationof compact air-induction flat fan nozzles for herbicide applications: Spray drift and biological efficacy. **Frontiers in Plant Science**, v. 14, p. 1018626, 2023.

ZHOU, H. *et al*. Spraying performance and deposition characteristics of an improved air-assisted nozzle with induction charging. **Frontiers in Plant Science**, v. 15, p. 1309088, 2024.

ZHU, H, *et al*. Simulation of drift of discrete sizes of water droplets from field sprayers. **Transactions of the ASAE, Saint Joseph**, v. 37, n. 5, p. 1401-1407, 1994.

ZUCCHI, R. A.; SILVEIRA NETO, S. NAKANO, O. **Guia de identificação de pragas agrícolas**. Piracicaba: FEALQ, 139p. 1993.

APÊNDICE A

Resultados dos testes de significância (Type II Wald χ^2) para variáveis sem diferenças estatísticas entre tratamentos ou com tendência à significância ($p > 0,05$). Valores de p entre 0,05 e 0,10 foram classificados como tendência à significância.

Variável resposta	Fator	χ^2	gl	p-valor	Interpretação
MicroL_solo	Posição	4,63	2	0,099	Tendência à significância
MicroL_solo	Taxa	1,47	1	0,226	Não significativo
MicroL_solo	Posição × Taxa	1,25	2	0,536	Não significativo
kg_por_ha (1ª análise)	Tratamento	4,25	6	0,643	Não significativo
sc_por_ha (1ª análise)	Tratamento	4,25	6	0,643	Não significativo
Pre_spray_adulto (1ª)	Tratamento	5,94	6	0,430	Não significativo
1DAA adulto (1ª)	Tratamento	5,94	6	0,430	Não significativo
8DAA adulto (1ª)	Tratamento	2,26	6	0,894	Não significativo
10DAA adulto (1ª)	Tratamento	5,36	6	0,498	Não significativo
Pre_spray_ninfa (1ª)	Tratamento	5,60	6	0,470	Não significativo
1DAA ninfa (1ª)	Tratamento	3,71	6	0,716	Não significativo
3DAA ninfa (1ª)	Tratamento	7,04	6	0,317	Não significativo
8DAA ninfa (1ª)	Tratamento	7,83	6	0,251	Não significativo

10DAA ninfa (1ª)	Tratamento	1,20	6	0,977	Não significativo
Pre_spray _adulto (2ª)	Tratamento	9,26	4	0,055	Tendência à significância
1DAA adulto (2ª)	Tratamento	5,91	4	0,206	Não significativo
3DAA adulto (2ª)	Tratamento	9,29	4	0,054	Tendência à significância
7DAA adulto (2ª)	Tratamento	0,78	4	0,941	Não significativo
Pre_spray _ninfa (2ª)	Tratamento	4,78	4	0,311	Não significativo
1DAA ninfa (2ª)	Tratamento	8,00	4	0,092	Tendência à significância
7DAA ninfa (2ª)	Tratamento	0,75	4	0,945	Não significativo
kg_por_ha (2ª análise)	Tratamento	1,26	4	0,868	Não significativo
sc_por_ha (2ª análise)	Tratamento	1,26	4	0,868	Não significativo