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

FCA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
UNESP | BOTUCATU

ADILSON MASSAMI NAKAGHI

BIOATIVIDADE, DINÂMICA E RESIDUAL DE NEONICOTINÓIDES E LAMBDA CIALOTRINA NA ALIMENTAÇÃO DE *Euschistus heros* (FABRICIUS) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) EM SOJA

Botucatu

2022

ADILSON MASSAMI NAKAGHI

BIOATIVIDADE, DINÂMICA E RESIDUAL DE NEONICOTINÓIDES E LAMBDA CIALOTRINA NA ALIMENTAÇÃO DE *Euschistus heros* (FABRICIUS) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) EM SOJA

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

Orientador: Prof. Dr. Edson Luiz Lopes Baldin

Coorientador: Prof. Dr. Caio Antonio Carbonari

Botucatu

2022

N163b

Nakaghi, Adilson Massami

Bioatividade, dinâmica e residual de neonicotinóides e Lambda cialotrina na alimentação de Euschistus heros (Fabricius) (Hemiptera:Pentatomidae) em soja / Adilson Massami Nakaghi. -- Botucatu, 2022

89 p. : il.,tabs., fotos

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

Orientadora: Edson Luiz Lopes Baldin

Coorientadora: Caio Antonio Carbonari

1. Percevejo marrom. 2. Controle químico. 3. Comportamento alimentar. 4. Translocação. 5. Piretróide. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Botucatu

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: BIOATIVIDADE, DINÂMICA E RESIDUAL DE NEONICOTINOIDES E LAMBDA CIALOTRINA NA ALIMENTAÇÃO DE *Euschistus heros* (FABRICIUS) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) EM SOJA

AUTOR: ADILSON MASSAMI NAKAGHI
ORIENTADOR: EDSON LUIZ LOPES BALDIN
COORIENTADOR: CAIO ANTONIO CARBONARI

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

Prof. Dr. CAIO ANTONIO CARBONARI (Participaçao Presencial)
Protecao Vegetal / FCABotucatu Unesp

Prof. Dr. CARLOS GILBERTO RAETANO (Participaçao Presencial)
Protecao Vegetal / Faculdade de Ciencias Agronomicas de Botucatu UNESP

Pesquisador Dr. JOSÉ PAULO FRANCO BENTIVENHA (Participaçao Presencial)
Centro de Pesquisa / Ihara Indústrias Químicas S/A

Botucatu, 30 de setembro de 2022

Aos meus amados pais, irmãos, esposa e filhos

Emico, Roberto, Missao, Marcelo, Andrea,
Amanda, Melina e Diego

dedico

AGRADECIMENTOS

Aos meus amados pais, Roberto Nakaghi e Tereza Emico Yamauti Nakaghi, pelo apoio e por me guiarem em todos os momentos da minha vida.

Aos meus irmãos, Roberto Missao Nakaghi e Marcelo Sadaki Nakaghi, companheirismo, apoio e amizade desde sempre.

À minha esposa Andrea Cristina Higa Nakaghi, pelo amor, companheirismo e por todo o apoio em todos os momentos.

Aos meus filhos Amanda Higa Nakaghi, Melina Higa Nakaghi e Diego Higa Nakaghi pelo carinho e por serem minha fonte de energia.

Ao Prof. Dr. Edson Luiz Lopes Baldin (*in memorian*), pela grande amizade construída ao longo dos anos, orientação, incentivo, ensinamentos e exemplo de profissional, pessoa e pai de família.

Ao Prof. Dr. Caio Antonio Carbonari, pela orientação, auxílio e ensinamentos.

Aos meus amigos de empresa e da vida, representados pelo Jaime Vasco Sanson, Matheus Bernardes, José Paulo Bentivenha e Ives Massanori Murata pela parceria, amizade e por todo o auxílio para a condução dos experimentos e da dissertação.

A todos os membros do Larespi, por todo o auxílio e colaboração, parceria, amizade e bons momentos, representados pelos amigos Vinicius Canassa (Sem), Rodrigo Faria (Pepa), Alisson Santana, Vinicius Takaku (Celeal), Guilherme Silveira (Delivery), Isabela, Thaís e Muriel.

À Mitsui e à Ihara por acreditarem e apoiarem o projeto.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Proteção de Plantas da Faculdade de Ciências Agronômicas (Unesp-Botucatu) por me acolher e dar a oportunidade de aprendizado e convivência com professores, alunos e funcionários.

A todos que me ajudaram de alguma forma nessa caminhada.

RESUMO

A cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é a principal commoditie agrícola brasileira. Dentre as inúmeras pragas que podem provocar danos econômicos, o complexo de percevejos se destacam pelo enorme potencial de ocasionar prejuízos. Ao se alimentarem dos grãos, afetam diretamente o rendimento e a qualidade da cultura da soja. Entre as principais espécies está o percevejo-marrom, *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) que possui ampla dispersão e é a espécie mais abundante no Brasil. Dentre os métodos utilizados para o manejo de percevejos na soja, o controle químico ainda é a forma mais eficaz e mais rápida para minimizar os danos à cultura. Ainda que o controle químico seja o mais eficaz no manejo de *E. heros*, a dinâmica desses produtos nas plantas e pragas ainda é pouco conhecida para várias moléculas. Neste estudo a proposta foi calcular a CL_{10} e CL_{25} de alguns inseticidas e entender os possíveis efeitos letais e subletais sobre a alimentação do *E. heros.* A partir do tempo total de alimentação em 180 minutos, o tempo por punctura dos percevejos foi reduzido em quase 2 vezes pela CL_{10} da Lambda cialotrina e em até três vezes para as CL_{10} e CL_{25} do produto Dinotefuran, superando todos os tratamentos. Quando observada a mortalidade aos 3 dias após a aplicação, destacou-se as CL_{10} e CL_{25} Dinotefuran e Tiametoxan apresentando 75,8 e 72,5% de controle, respectivamente. Também foi avaliada a translocação e o período residual de alguns inseticidas na planta de soja, utilizando o próprio *E. heros* como alvo biológico para as análises de mortalidade. Identificou-se provável movimentação dos inseticidas Dinotefuran + Lambda cialotrina e Tiametoxan + Lambda cialotrina tanto pelo xilema quanto pelo floema pois ambos mostraram controle tanto no estrato inferior como no superior das plantas de soja. Nas análises de cromatografia líquida juntamente com o espectrômetro de massas foi verificado nas folhas que não houve translocação para os estratos da planta onde não foram aplicados os tratamentos, sugerindo novos estudos de translocação em vagens pois é a principal fonte de alimentação dos percevejos. Bons resultados também foram apresentados pelos produtos Dinotefuran + Lambda cialotrina e Tiametoxan + Lambda cialotrina no ensaio de avaliação residual, juntando-se a eles o produto Sulfoxaflor que apresentou efeito de choque. No ensaio de danos aos grãos concluiu-se que todos os tratamentos utilizados foram superiores à testemunha, sendo viável a utilização deles no manejo de percevejo-marrom na cultura da soja.

Palavras-chave: Percevejo marrom; controle químico; comportamento alimentar; translocação; piretróide.

ABSTRACT

The soybean crop [*Glycine max* (L.) Merrill] is the main Brazilian agricultural commodity. Among the numerous pests that can cause economic damage, the stink bug complex stands out for its enormous potential to cause damage. Feeding on the grains, directly affect the yield and quality of the soybean crop. Among the main species is the neotropical brown stink bug, *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae), which has a wide dispersion and is the most abundant species in Brazil. Among the methods used to manage stink bugs in soybeans, chemical control is still the most effective and fastest way to minimize damage to the crop. Although chemical control is the most effective way to manage *E. heros*, the dynamics of these products in plants and pests are still poorly known for several molecules. In this study, the proposal was to calculate the LC_{10} and LC_{25} of some insecticides and understand the possible lethal and sublethal effects on *E. heros* feeding. From the total feeding time of 180 minutes, the time per puncture of the bugs was reduced by almost 2 times for the LC_{10} of Lambda-cyhalothrin and by up to three times for the LC_{10} and LC_{25} of the Dinotefuran product, surpassing all treatments. When mortality was observed 3 days after application, LC_{10} and LC_{25} Dinotefuran and Thiamethoxan stood out, presenting 75.8 and 72.5% of control, respectively. The translocation and the residual period of some insecticides in the soybean plant were also evaluated, using *E. heros* itself as a biological target for mortality analyses. A probable movement of the insecticides Dinotefuran + Lambda-cyhalothrin and Thiamethoxan + Lambda-cyhalothrin was identified both through the xylem and the phloem since both showed control in the lower and upper stratum of soybean plants. In the analysis of liquid chromatography together with the mass spectrometer, it was verified in the leaves that there was no translocation to the strata of the plant where the treatments were not applied, suggesting new studies of translocation in pods as it is the main source of food for the bugs. Good results were also presented by the products Dinotefuran + Lambda-cyhalothrin and Thiamethoxan + Lambda-cyhalothrin in the residual evaluation test, adding to them the product Sulfoxaflor, which presented a shock effect. In the grain damage test, it was concluded that all treatments used were superior to the control, making it feasible to use them in the management of neotropical brown stink bugs in soybean crops.

Keywords: Neotropical brown stink bug; chemical control; eating behavior; translocation; pyrethroid.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Capítulo 1 – Efeito subletal de neonicotinóides e Lambda cialotrina sobre o comportamento alimentar de *Euschistus heros* (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

Figura 1 - Vista geral do ensaio para estimativa de CL_{10} e CL_{25} de Dinotefuran, Tiametoxan e Lambda cialotrina sobre adultos de *Euschistus heros* em feijão vagem. Botucatu-SP, 2021.....30

Figura 2 - Aplicação tópica (2 µL) sobre o pronoto de adulto de *Euschistus heros*. Detalhe da gotícula depositada sobre *E. heros*. Botucatu-SP, 2021.....31

Figura 3 - Avaliação de mortalidade de adultos de *Euschistus heros* após a aplicação dos tratamentos. Testemunha (T1R2); Dinotefuran 54 g i.a.ha-1 (T6R3), Tiametoxan 3,75 g i.a.ha-1 (T9R6) e Lambda cialotrina 67,5 g i.a.ha-1 (T21R4). Botucatu-SP, 2021.....31

Figura 4 - Marcação para identificação dos percevejos durante as avaliações de alimentação. Botucatu-SP, 2021.....33

Capítulo 2 – Dinâmica de inseticidas em plantas de soja: absorção, translocação, efeito residual e danos em grãos de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae)

Figura 1 - Foto da esquerda, aplicação no estrato superior da planta de soja do Ensaio 1 com aerógrafo e com o estrato inferior protegido com saco plástico. Na foto da direita, detalhe da qualidade da aplicação com gotas homogêneas no papel sensível. Sorocaba-SP.....52

Figura 2 - Foto da esquerda, "*voil*" colocado no Ensaio 1, após a aplicação do estrato superior para soltura dos percevejos no estrato inferior. Foto da direita, detalhe do *Euschistus heros* caminhando pela planta de soja no estrato não aplicado. Sorocaba-SP.....53

Figura 3 - Processo de colheita de folhas e vagens das plantas com aplicação de inseticidas e sem infestação de percevejos, para as avaliações de translocação e residual. Sorocaba-SP.....54

Figura 4 - Amostras de folhas e vagens tríplice lavadas; e água utilizada na lavagem, embaladas para congelamento e armazenamento. Sorocaba-SP..... 55

Figura 5 - Fotos do Ensaio 2, com detalhe do "*voil*" cobrindo toda a planta de soja para soltura dos percevejos. Sorocaba-SP..... 56

Figura 6 – Cromatógrafo líquido (Proeminence UFLC) acoplado ao espectrômetro de massa (Triple Quad 3200), LC- MS/MS. Botucatu-SP.....57

Figura 7 – Plantas do Ensaio 3, após avaliação da mortalidade aos 10 dias após a infestação em R5, retirou-se o "*voil"* para aguardar o ponto de maturação em R8. Botucatu-SP.....58

Figura 8 – Classificação de sementes de soja em função dos danos ocasionados por percevejos. A - Sementes sem danos visíveis; B - Sementes com puncturas mas, sem deformação; C - Sementes com punctura e com deformação; D – Sementes totalmente deformadas. BELORTE et al, 2003.....59

Figura 9 - Foto da direita T1R2 (Testemunha) e foto da esquerda T3R3 (Dinotefuran + Lambda cialotrina). Ambos representando os tipos de danos dos percevejos, segundo BELORTE et al 2003. Botucatu-SP.....59

Figura 10 - Relação entre as propriedades pKa e log Kow como indicativo da capacidade de translocação de moléculas em plantas. Adaptado de BROMILOW et al. (1990). Adaptado de OLIVEIRA, R.S. et al. (Eds.) Biologia e Manejo de Plantas Daninhas. P.236-2011. 78

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1 – Efeito subletal de neonicotinóides e Lambda cialotrina sobre o comportamento alimentar de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae)

Tabela 1 – Tratamentos e respectivas doses dos produtos empregados para estimar a CL_{10} e CL_{25} sobre *Euschistus heros* em feijão vagem. Botucatu-SP, 2021.....29

Tabela 2 - Tratamentos e respectivas doses dos produtos empregados para avaliar o comportamento alimentar e mortalidade de *Euschistus heros* em vagem de soja (R5). Botucatu-SP, 2021.....32

Tabela 3 - Número médio (± EP) de *Euschistus heros* vivos e eficiência de controle (%) obtidos com Dinotefuran aos 3 dias após a aplicação (DAA). Botucatu-SP, 2021.....34

Tabela 4 - Número médio (± EP) de *Euschistus heros* vivos e eficiência de controle (%) obtidos com Tiametoxan aos 3 dias após a aplicação. Botucatu-SP, 2021.....34

Tabela 5 - Número médio (± EP) de *Euschistus heros* vivos e eficiência de controle (%) obtidos com Lambda cialotrina aos 3 dias após a aplicação. Botucatu-SP.....35

Tabela 6 - Estimativas de CL_{10} e CL_{25} (g i.a.ha^{-1}) e intervalo de confiança para os inseticidas Dinotefuran, Tiametoxan e Lambda cialotrina sobre adultos de *Euschistus heros.* Botucatu-SP.....36

Tabela 7 - Número médio (± EP) de adultos de *Euschistus heros* alimentando-se de vagens de soja (R5) em diferentes períodos de observação, após a aplicação dos inseticidas. Botucatu-SP.....38

Tabela 8 - Médias (± EP) de número de insetos vivos, número de puncturas, tempo total de alimentação e tempo de alimentação por punctura de adultos de Euschistus heros em vagens de soja (R5) até 180 minutos após a aplicação. Botucatu-SP, 2021.....40

Tabela 9 - Percentual de controle de adultos de *Euschistus heros* de 180 minutos até 3 DAA (dias após a aplicação). Botucatu-SP, 2021.....40

Capítulo 2 – Dinâmica de inseticidas em plantas de soja: absorção, translocação, efeito residual e danos em grãos sobre *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae)

Tabela 1 - Propriedades dos inseticidas (Adaptada de PPDB, 2022) 48

Tabela 2 - Tratamentos e respectivas doses dos produtos empregados para observar a translocação, residual e danos nos grãos em plantas de soja e bioeficiência sobre *Euschistus heros*.....51

Tabela 3 - Número médio (± EP) de adultos vivos de *Euschistus heros* no estrato inferior da planta com avaliações diárias durante o período de 7 dias após a aplicação (DAA).....62

Tabela 4 - Número médio (± EP) de adultos vivos de *Euschistus heros* no estrato superior da planta com avaliações diárias durante o período de 7 dias após a aplicação (DAA).....62

Tabela 5 - Ingredientes ativos verificados na cromatografia líquida e no espectrômetro de massas das análises de folhas e da água proveniente da lavagem das folhas da planta de soja.....64

Tabela 6 - Quantidade de ingredientes ativos contidos na água proveniente da lavagem de folhas da planta de soja (teor externo) do estrato inferior e superior que receberam aplicação, coletadas três dias após a aplicação. Unidade nanograma por grama de tecido.....64

Tabela 7 - Quantidade de ingredientes ativos, contidos na superfície e internamente nas folhas da planta de soja lavadas, dos estratos inferiores e superiores, aplicados e não aplicados. Coletadas três dias após a aplicação. Unidade nanograma por grama de tecido 65

Tabela 8 - Número médio (± EP) de adultos vivos de Euschistus heros após 48 horas de exposição na planta, após infestações aos 1, 3, 7, 14 e 21 dias após a aplicação (DAA) 67

Tabela 9 - Quantidade de ativos contidos na água proveniente da lavagem de folhas da planta de soja. Coletadas no dia de cada infestação. Unidade nanograma por grama de tecido 68

Tabela 10 - Quantidade de ativos contidos superficialmente e internamente nas folhas da planta de soja após lavagem. Coletadas no dia de cada infestação. Unidade nanograma por grama de tecido.....68

Tabela 11 - Número médio (± EP) de sementes classificadas em função dos danos (A, B, C e D) e insetos vivos de Euschistus heros exposto por um período de 10 dias na planta de soja após a infestação de 0 dias após a aplicação (0 DAA).....71

Tabela 12 - Número médio (± EP) de sementes classificadas em função dos danos

(A, B, C e D) e insetos vivos de Euschistus heros exposto por um período de 10 dias na planta de soja após a infestação de 3 dias após a aplicação (3 DAA).....72

Tabela 13 - Número médio (± EP) de sementes classificadas em função dos danos (A, B, C e D) e insetos vivos de Euschistus heros exposto por um período de 10 dias na planta de soja após a infestação de 7 dias após a aplicação (7 DAA).....73

Tabela 14 - Número médio (± EP) de sementes classificadas em função dos danos (A, B, C e D) e insetos vivos de Euschistus heros exposto por um período de 10 dias na planta de soja após a infestação de 14 dias após a aplicação (14 DAA).. 74

Tabela 15 - Número médio de sacos de sementes de soja calculados sobre o percentual de sementes sem danos visíveis (A) e com danos (B+C+D) provocados por Euschistus heros expostos por um período de 10 dias na planta de soja após as infestações de 0, 3, 7 e 14 dias após a aplicação (DAA).....76

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL **21**

CAPÍTULO 1 - EFEITO SUBLETAL DE NEONICOTINÓIDES E LAMBDA CIALOTRINA SOBRE O COMPORTAMENTO DE *Euschistus heros* (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) **25**

1.1 INTRODUÇÃO 27

1.2 MATERIAL E MÉTODOS 28

1.3 RESULTADOS 33

1.4 DISCUSSÃO 41

REFERÊNCIAS 43

CAPÍTULO 2 - DINÂMICA DE INSETICIDAS EM PLANTAS DE SOJA: ABSORÇÃO, TRANSLOCAÇÃO, EFEITO RESIDUAL E DANOS EM GRÃOS SOBRE *Euschistus heros* (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) **45**

2.1 INTRODUÇÃO 47

2.2 MATERIAL E MÉTODOS 49

2.3 RESULTADOS 60

2.4 DISCUSSÃO 77

REFERÊNCIAS 82

CONSIDERAÇÕES FINAIS **85**

REFERÊNCIAS **87**

INTRODUÇÃO GERAL

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] pertencente à Família Fabaceae é uma cultura agrícola milenar e originária do continente asiático, mais especificamente na região da China Antiga (HYMOWITZ, 1970). Teve sua introdução no Brasil em 1882 pelo estado da Bahia e seu crescimento se deu a partir de 1960 e em menos de 20 anos se tornou a principal cultura na agricultura brasileira (DALL'AGNOL et al., 2007). Hoje é considerada a oleaginosa mais cultivada e importante no mundo, é utilizada na agroindústria devido seus subprodutos como o óleo vegetal, rações para alimentação animal e biocombustível como alternativa (COSTA NETO; ROSSI, 2000; SILVA et al., 2011; BLACK, 2016). A soja é um dos principais produtos de exportação com alta competitividade, impulsionando a economia brasileira e se destacando no cenário mundial (DALL'AGNOL et al., 2007).

Segundo o 11° levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), na safra de soja 2021/2022, as regiões do Sul do país sofreram forte influência do fenômeno La Niña que resultou em drástica redução das precipitações e consequentemente grande redução das produtividades (CONAB, 2022). Em complemento, no 10° levantamento das perspectivas para a agropecuária da CONAB (2022), na safra 2021/2022 foram plantados 40,9 milhões de hectares, 4,5% superior à safra anterior, porém a produção foi de 124 milhões de toneladas (10,2% inferior à safra anterior), queda de produtividade devido déficit hídrico.

Desde a germinação até a fase de maturação da soja, as plantas podem ser atacadas por diversas pragas que podem ser classificadas como primárias ou secundárias de acordo com os tipos de danos, ocorrência e abrangência, (ÁVILA; GRIGOLI, 2014). Entre as principais pragas estão os besouros (Coleoptera) e as lagartas (Lepidoptera) que atacam folhas e vagens; e os percevejos sugadores de grãos (Hemiptera), (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000). O destaque vai para os percevejos pois causa prejuízo direto no grão, e entre eles, destacam-se: o percevejo-marrom (*Euschistus heros*) (Fabricius, 1798), o percevejo-pequeno-da-soja (*Piezodorus guildinii*) (Westwood, 1837) e o percevejo-verde (*Nezara viridula*) (Linnaeus, 1758) (SOSA-GÓMES et al., 2014). PANIZZI et al. (2012) complementa com outras espécies de percevejos, cuja população pode ser alterada por mudanças climáticas, são o percevejo-barriga-verde (*Diceraeus furcatus*)

(Fabricius, 1775) e (*Diceraeus melacanthus*) (Dallas, 1851), o percevejo-da-soja (*Edessa meditabunda*) (Fabricius, 1794), *Chinavia* spp. e *Thyanta perditor* (Fabricius, 1794) (PANIZZI; SLANSKY JUNIOR, 1985).

Dentre todo o complexo de percevejos, o percevejo-marrom, *Euschistus heros* é a espécie de maior ocorrência na agricultura brasileira, preferencialmente em regiões de temperaturas mais elevadas e tem a soja como seu principal hospedeiro (CORRÊA-FERREIRA; PANIZZI, 1999).

A coloração dos adultos de *E. heros* é marrom-escura e apresentam o pronoto com dois prolongamentos laterais em forma de espinho, que com a influência da temperatura podem ser mais escuros e mais longos no verão, do que quando comparados na época do inverno (GALLO et al., 2002). Os ovos são de coloração amarelada, ovipositados em massa de 5 a 8 ovos. As ninfas possuem cinco ínstares e causam danos às sementes de soja do 3º ao 5º instar. Os adultos apresentam longevidade média de 116 dias (COSTA et al.,1998; CORRÊA-FERREIRA et al., 2013; PANIZZI et al., 2012).

Durante o ciclo da soja, em média, a espécie apresenta três gerações e após a colheita, os insetos migram e ficam se alimentando em hospedeiros alternativos como leguminosas, solanáceas e brássicas; onde completam a quarta geração antes de irem para o solo e entrar em diapausa. Neste período, de aproximadamente sete meses, os percevejos sobrevivem apenas das suas reservas armazenadas (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000; PANIZZI et al., 2012).

O percevejo-marrom inicia seu ataque à cultura da soja no final do estádio V6 e início do V7, ou após o início do período reprodutivo, quando surgem as vagens (R5) (BORGES et al.,2011). O percevejo-marrom pode apresentar altas densidades populacionais no início da fase vegetativa da soja, e que se não controladas, podem gerar significativas infestações ao final do ciclo da cultura (CORRÊA-FERREIRA et al.,2010).

O percevejo-marrom provoca danos tanto por adultos como pelas ninfas, pois se alimentam das vagens e grãos de soja (SOSA-GOMEZ; MOSCARDI, 1995). Os prejuízos estão diretamente ligados a sucção da seiva dos ramos, hastes e das vagens, que interferem diretamente em perdas na produtividade. Indiretamente, os percevejos injetam toxinas que provocam a retenção foliar (soja louca), retardando a maturação da planta e influenciando negativamente na produtividade, e o maior prejuízo é observado quando o ataque ocorre na fase

reprodutiva, na qual são formadas as vagens, resultando em má formação de grãos (grãos chochos) (BORGES et al., 2011). Em áreas que a produção é destinada a sementes, ocorre comprometimento da qualidade fisiológica (VIVAN, 2013). Outros danos relacionados ao ataque de percevejos são a transmissão de patógenos às sementes, a alteração no teor de óleo e dificuldade na colheita mecânica (PANIZZI; SLANSKY JÚNIOR, 1985; CORSO; GAZZONI, 1998).

Os danos causados pelo percevejo-marrom não são tão perceptíveis durante o desenvolvimento da cultura, porém no rendimento dos grãos se mostra de forma drástica (BELORTE et al., 2013). Desta forma, para definir a estratégia mais adequada de controle do percevejo-marrom, é necessário realizar o monitoramento na cultura (STÜMER, 2012). Hoje utilizam-se dois tipos de monitoramento de percevejos na cultura da soja, o mais comum é com o pano de batida que considera dois percevejos por metro linear como nível de controle para áreas de produção de grãos e um percevejo por metro linear para áreas destinadas para a produção de sementes (BUENO et al., 2013). Outro tipo de monitoramento menos comum é a utilização de armadilhas com feromônio sexual, que são bem eficientes nos estádios reprodutivos (R1 a R5) da soja (BORGES et al., 2011).

Atrelado ao monitoramento vêm as táticas de manejo indicadas para o controle de percevejo-marrom na cultura da soja, onde o mais comum é o método químico (BELO et al., 2012). Analisando o histórico de uso de produtos químicos, o uso contínuo de endosulfan e organofosforados para o controle de percevejo-marrom resultou, a partir da década de 90, os primeiros casos de resistência de populações a estes produtos (SOSA-GOMEZ et al., 2001). Para reduzir a pressão de seleção, as indústrias químicas têm buscado inovar com novas moléculas de inseticidas pertencentes a diferentes mecanismos de ação. Várias misturas à base de neonicotinóide e piretróide foram desenvolvidas para o manejo de percevejos. Como exemplo, cita-se a mistura composta por Tiametoxam + Lambda cialotrina com excelentes resultados para o controle do percevejo-marrom (DE CARVALHO RIBEIRO, 2016). Mais recentemente, surgiu a molécula do Dinotefuran (neonicotinóide) em mistura com um piretróide (Lambda cialotrina), o Dinotefuran é considerado um neonicotinoide diferenciado dos outros dentro do mesmo grupo por apresentar em sua estrutura o tetrahifrofurano (WAKITA, 2003).

Segundo o AGROFIT, que é um Sistema que contém um banco de dados de Agrotóxicos Fitossanitários e afins registrados no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), atualmente são registrados 80 produtos comerciais para este alvo na soja, compreendendo 21 ingredientes ativos e/ou composições de ingredientes ativos diferentes, pertencentes à sete grupos químicos: organofosforado, neonicotinoide, piretroide, fenilpirazol, metilcarbamato de oxima, metilcarbamato de benzofuranila e sulfoxaminas (MAPA, 2022).

Para se manejar a resistência de percevejos, entre eles *E. heros*, e desta forma obter melhor eficácia no controle e dar maior longevidade aos produtos, são recomendadas algumas medidas como utilização de inseticidas com mecanismos de ação diferentes para controlar lagartas no início do ciclo da soja e para o controle de percevejos recomenda-se respeitar o nível de ação através do monitoramento frequente, realizando aplicações localizadas; e muito importante realizar a rotação de inseticidas com diferentes mecanismos de ação (SOSA-GÓMEZ e OMOTO, 2012).

A melhor forma de se atingir um bom controle do percevejo-marrom é utilizar todas as ferramentas possíveis, desde o monitoramento sistemático da cultura, aplicações no momento correto, adoção de melhoria genética da planta, novas moléculas de inseticidas e, principalmente, de informações e conhecimento sobre estes inseticidas que possam auxiliar no manejo do complexo de percevejos da soja (SISMEIRO et al., 2013).

Neste sentido, o presente estudo tem como objetivo avaliar a bioatividade e dinâmica na planta do inseticida Dinotefuran (nova geração de neonicotinoides) sobre o *E. heros* em soja.

CAPÍTULO 1

EFEITO SUBLETAL DE NEONICOTINÓIDES E LAMBDA CIALOTRINA SOBRE O COMPORTAMENTO DE *Euschistus heros* (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

Resumo

O presente estudo teve como objetivo conhecer melhor algumas moléculas do mercado com ação inseticida sobre o percevejo marrom, avaliando possíveis efeitos subletais (deterrência alimentar) dos produtos comerciais Dinotefuran, Tiametoxan e Lambda cialotrina sobre *Euschistus heros* em soja sob condições de laboratório. Sabe-se que cada ativo e suas diferentes formulações podem agir de forma diferente na mesma espécie de inseto, diante destas variações e possíveis diferenças entre os ativos. O primeiro ensaio teve como objetivo avaliar os efeitos letais e estimar os valores de CL_{10} (concentração letal a 10%) e CL_{25} (concentração letal a 25%). As CL_{10} e CL_{25} estimadas para Dinotefuran foram de 1,31 e 5,41 g i.a. ha^{-1} de i.a. (ingrediente ativo); e as de Tiametoxan foram de 0,37 e 2,74 g i.a. ha^{-1} e as de Lambda cialotrina foram de 10,74 e 76,58 g i.a. ha^{-1}, respectivamente. No segundo ensaio avaliou-se a CL_{10} e CL_{25} sobre o comportamento alimentar do inseto. Verificou-se aos 180 minutos em vagens de soja que o tempo de alimentação total e por punctura dos percevejos foram reduzidos em até duas vezes com a CL_{10} do Dinotefuran e Lambda cialotrina e até três vezes com a CL_{25} dos mesmos produtos em relação à testemunha. Quanto à mortalidade de adultos de *E. heros*, a CL_{10} e a CL_{25} foram avaliadas individualmente até 180 minutos e diariamente até 3 dias após a aplicação, onde aos 180 minutos destacou-se a CL_{25} do Dinotefuran que apresentou o maior percentual (33,3%) de mortalidade e aos 3 dias após a aplicação o destaque foi para as CL_{25} de Dinotefuran e Tiametoxan que apresentaram controle de 75,8% e 72,5%, respectivamente. Ensaios mais prolongados (> 3 horas) podem evidenciar melhor a fagodeterrência provocada pelos produtos, estimulando estudos complementares.

Palavras-chave: Percevejo marrom; *Glycine max* (L.) Merrill; comportamento alimentar; translocação.

Abstract

The present study aimed to better understand some molecules on the market with insecticidal action on the neotropical brown stink bug, evaluating possible sublethal effects (phagodeterrence) of the commercial products Dinotefuran, Thiamethoxan, and Lambda-cyhalothrin on *Euschistus heros* in soybean under laboratory conditions. It is known that each product and its different formulations can act differently on the same species of insect, given these variations and possible differences between the actives. The first test aimed to estimate the lethal effects and estimate the values of LC_{10} (lethal concentration at 10%) and LC_{25} (lethal concentration at 25%). The estimated LC_{10} and LC_{25} for Dinotefuran were 1.31 and 5.41 g a.i. ha^{-1} (a.i.- commercial product); and Thiamethoxan were 0,37 and 2,74 g a.i. ha^{-1} and Lambda-cyhalothrin were 10,74 and 76,58 g a.i. ha^{-1}, respectively. In the second test, the LC_{10} and LC_{25} on the insect's feeding behavior were evaluated. It was verified at 180 minutes in soybean pods that the total feeding time and per puncture of the bugs were reduced by up to two times with the LC_{10} of Dinotefuran and Lambda-cyhalothrin and up to three times with the LC_{25} of the same products to the control. As for the mortality of *E. heros* adults, the LC_{10} and LC_{25} were evaluated individually up to 180 minutes and daily up to 3 days after application, where at 180 minutes the LC_{25} of Dinotefuran stood out, which presented the highest percentage (33,3 %) of mortality and at 3 days after application, the highlight was the LC_{25} of Dinotefuran and Thiamethoxan, which showed control of 75,8% and 72,5%, respectively. Longer tests (> 3 hours) may better demonstrate the phagodeterrence caused by the products, stimulating further studies.

Keywords: Neotropical brown stink bug; *Glycine max* (L.) Merrill; phagodeterrence; translocation.

1.1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja é afetada por um complexo de percevejos sugadores, com destaque para a espécie *Euschistus heros* (Fabricius, 1974) (Hemiptera: Pentatomidae) (PANIZZI et al., 2012). Nativo de regiões quentes, o percevejo marrom adaptou-se facilmente às condições climáticas brasileiras e ao cenário agrícola, onde predomina o sistema de plantio direto sobre os restos vegetais de outras culturas antecedentes, que favorecem o estabelecimento e maior desenvolvimento das populações deste inseto (PANIZZI et al., 2012). O *E. heros* possui vários hospedeiros e não se restringem apenas à soja. Seus danos podem ser vistos em brássicas, solanáceas e outras leguminosas (MEDEIROS; MEGIER, 2009).

Os danos diretos em soja são provenientes do ataque de adultos e ninfas, os quais succionam os grãos deixando-os chochos, quebradiços e/ou inviáveis (DEPIERI; PANIZZI, 2011). Já os danos indiretos estão relacionados com o favorecimento da entrada de patógenos nas sementes e com a injeção de toxinas, que pode ocasionar distúrbios fisiológicos na planta (soja louca) (GALLO et al., 2002). Os danos diretos e indiretos são responsáveis por perdas que podem ultrapassar 30% quando o ataque dos percevejos ocorre em plantas de soja em estágios fenológicos R3 e R4 (início de formação até vagem completamente desenvolvida). Quando a alimentação ocorre em plantas nos estágios R4 e R5 (início do enchimento de grãos à grãos cheios), o ataque pode comprometer o poder germinativo das sementes em mais de 50% (FERH; CAVINESS, 1977; VIVAN, 2013).

O manejo do *E. heros* em soja é muito importante para se obter a melhor eficácia dos produtos químicos utilizados e otimizar outros tipos de controle, como é o caso do inimigo natural *Telenomus podisi.* Os estudos sobre a ação de inseticidas sobre os inimigos naturais estão avançando, trabalhos analisando os efeitos subletais de determinados inseticidas sobre o *T. podisi*, mostrando que a CL_{50} variou de 1,20 a 533,75 ng i.a. cm-² e neste estudo forneceram informações importantes para selecionar inseticidas que controlam eficazmente o percevejo marrom e de menor toxicidade para o *T. podisi* (Pazini et al., 2019).

Considerando-se as elevadas perdas de grãos e sementes devido ao ataque do percevejo *E. heros*, bem como as dificuldades relacionadas ao manejo

de suas populações, torna-se necessário avaliar a bioatividade de novos produtos sobre esta praga. Portanto, este estudo teve como objetivo avaliar a mortalidade e possíveis efeitos subletais (deterrência alimentar) de produtos químicos como o Dinotefuran, Tiametoxan e Lambda cialotrina sobre *E. heros* em soja.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram realizados nos Laboratórios de Resistência de Plantas a Insetos e Plantas Inseticidas (LARESPI), localizados no Departamento de Proteção Vegetal (22° 50' 40" S 48° 26' 05" O) pertencente à FCA/UNESP, Campus Botucatu, SP, em 2021.

1.2.1 População de *Euschistus heros*

A população de *E. heros* utilizada foi adquirida através de uma empresa fornecedora de insetos (Pragas.com). Foram adquiridos insetos no início da fase adulta (24 hs logo após a emergência) para realização dos ensaios em laboratório e casa de vegetação. O inseto foi transportado de sua criação localizada na cidade de Piracicaba-SP, acondicionado em caixa térmica com resfriamento e feijão vagem (sem tratamento) para alimentação. Chegando ao local de uso, era ambientado antes de ser utilizado nos ensaios e foi retirada a alimentação, na qual o inseto ficou em jejum por 24 horas antes do início do ensaio.

1.2.2 Ensaios realizados

Dois ensaios foram conduzidos para analisar os efeitos letais e subletais dos produtos comerciais Dinotefuran (Dinno), Tiametoxan (Actara 250 WG) e Lambda cialotrina (Karate Zeon). O ensaio 1 foi realizado com o objetivo de estimar os valores de CL_{10} (concentração letal a 10%) e CL_{25} (concentração letal a 25%) na cultura do feijão vagem. Em seguida, foi realizado um estudo para estimar os efeitos subletais dos produtos Dinotefuran, Tiametoxan e Lambda cialotrina sobre o comportamento alimentar do inseto na cultura da soja.

O ensaio 1 foi composto de 21 tratamentos e seis repetições para estimar a CL_{10} e CL_{25} sobre *Euschistus heros*; compostos por um tratamento testemunha, seis doses do produto Dinotefuran, sete doses do produto Tiametoxan e sete doses do produto Lambda cialotrina, discriminados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1. Tratamentos e respectivas doses dos produtos empregados para estimar a CL_{10} e CL_{25} sobre *Euschistus heros* em feijão vagem. Botucatu-SP, 2021

Tratamentos	Ingrediente ativo	Formulação	Concentração ($g.L^{-1}$ ou $g.KG^{-1}$)	Dose (g i.a. ha^{-1})
Testemunha	---	---	---	---
Dinno	Dinotefuran	SG[1]	200	5,4
				9,6
				16,8
				30,0
				54,0
				96,0
Actara 250WG	Tiametoxan	WG[2]	250	2,1
				3,8
				6,8
				12,0
				21,0
				37,5
				67,5
Karate Zeon 250CS	Lambda cialotrina	CS[3]	250	2,1
				3,8
				6,8
				12,0
				21,0
				37,5
				67,5

Volume de calda recomendado para campo: 150 $L.ha^{-1}$. [1]Granulado solúvel; [2]Grânulos dispersíveis em água; [3]Suspensão de encapsulado

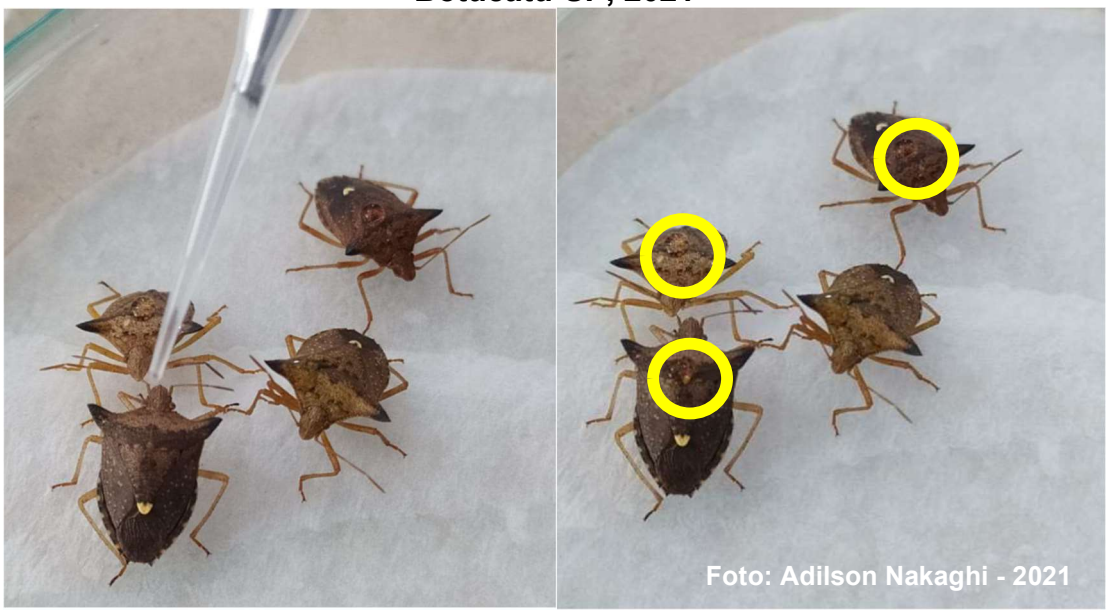
O ensaio 1 foi conduzido em placas de Petri (Ø= 9 cm), revestidas na base com papel filtro umedecido com água destilada, conforme ilustrado na Figura 1 abaixo.

Figura 1. Vista geral do ensaio para estimativa de CL_{10} e CL_{25} de Dinotefuran, Tiametoxan eLambda cialotrina sobre adultos de *Euschistus heros* em feijão vagem. Botucatu-SP, 2021

Para início dos testes, cinco adultos de *E. heros*, sob jejum de 24 h, foram transferidos para as placas e, com auxílio de uma micropipeta (2 µL), os

tratamentos foram aplicados sobre o pronoto de cada inseto, conforme metodologia IRAC-029 (Figura 2) (IRAC, 2021).

Figura 2. Aplicação tópica (2 µL) sobre o pronoto de adulto de *Euschistus heros* (esquerda).Detalhe da gotícula depositada sobre *E. heros* (direita). Botucatu-SP, 2021



Após a aplicação nos percevejos, as vagens de feijão que foram anteriormente lavadas em solução de hipoclorito (1,0%) para se evitar qualquer tipo de contaminação, foram secas, fracionadas em porções de 4 cm e fornecidas aos insetos para alimentação. Cada placa de Petri contendo cinco insetos correspondeu a uma repetição, efetuando-se seis por tratamento (126 placas) em delineamento inteiramente casualizado.

Avaliou-se o número de insetos vivos em cada placa de Petri após três dias da aplicação (3 DAA) e estimou-se a CL_{10} e CL_{25} (g ha-1) dos produtos Dinotefuran, Tiametoxan e Lambda cialotrina sobre *E. heros* em feijão-vagem, detalhes dos resultados de alguns tratamentos podem ser vistos na Figura 3.

Figura 3. Avaliação de mortalidade de adultos de *Euschistus heros* após a aplicação dos tratamentos. Testemunha (T1R2); Dinotefuran 54 g i.a. ha^{-1} (T6R3), Tiametoxan 3,75 g i.a. ha^{-1} (T9R6) e Lambda cialotrina 67,5 g i.a. ha^{-1} (T21R4). Botucatu-SP, 2021

O ensaio 2 foi realizado com sete tratamentos e seis repetições, onde foram utilizados um tratamento testemunha e respectivamente as CL_{10} e CL_{25} dos produtos Dinotefuran, Tiametoxan e Lambda cialotrina, calculadas anteriormente no Ensaio 1, todos os tratamentos utilizados estão representados na Tabela 2 que está disposta a seguir.

Tabela 2. Tratamentos e respectivas doses dos produtos empregados para avaliar o comportamento alimentar e mortalidade de *Euschistus heros* em vagem de soja (R5). Botucatu-SP, 2021

Tratamentos	Ingrediente ativo	Dose (g i.a.ha^{-1})
Testemunha	---	---
CL_{10} Dinno	Dinotefuran	1,31
CL_{25} Dinno	Dinotefuran	5,41
CL_{10} Engeo Pleno	Tiametoxan	0,37
CL_{25} Engeo Pleno	Tiametoxan	2,74
CL_{10} Karate Zeon	Lambda cialotrina	10,65
CL_{25} Karate Zeon	Lambda cialotrina	76,58

Volume de calda recomendado para campo: 150 L/ha

O ensaio 2 foi conduzido sob as mesmas condições descritas no Ensaio 1. A diferença é que neste ensaio foram utilizadas vagens de soja ao invés de vagens de feijão (simulando a alimentação do percevejo na cultura alvo), em estágio R5 (cultivar 'NA89 5909RG') que foram anteriormente lavadas em solução de hipoclorito (1,0%), secas e fornecidas aos insetos para alimentação. Visando identificar o comportamento alimentar de cada percevejo, cada inseto foi devidamente marcado com corantes Luminous Powder de coloração amarela, azul, um ponto rosa e dois pontos rosa (BioQuip Products, Rancho Dominguez, California, USA). Cada placa de Petri contendo cinco insetos correspondeu a uma repetição, efetuando-se seis repetições por tratamento (42 placas) em delineamento inteiramente casualizado (Figura 4).

Figura 4. Marcação para identificação dos percevejos durante as avaliações de alimentação. Botucatu-SP, 2021

Os parâmetros avaliados foram: número de insetos alimentando-se de vagens de soja, número total de puncturas; tempo total de alimentação; tempo de alimentação/punctura aos 10, 30, 45, 60, 120 e 180 minutos após a aplicação. A eficácia dos produtos foi determinada conforme descrito no Ensaio 1.

A eficácia dos produtos foi determinada por meio da fórmula de Abbott (ABBOTT, 1925), conforme descrição a seguir:

$$\% E = (1- (I/C)) \times 100$$

Em que: % E = Eficácia de controle; C = número de *E. heros* vivos no controle; I = número de *E. heros* vivos no tratamento avaliado.

1.2.3 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram analisados por meio de teste F e as médias comparadas pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Para as análises foram utilizados os softwares Speed Stat (CARVALHO et al, 2020) e ARM. As curvas de concentração mortalidade dos tratamentos foram submetidas à análise Probit. Curvas com probabilidade ($P > 0,05$) de aceitação de hipótese foram obtidas usando o teste χ°. Com base nessas curvas, foram obtidas as concentrações letais (CL_{10} e CL_{25}) e seus respectivos limites de confiança no nível de probabilidade de 95%, usando o software SAS (HATCHER, 2003).

1.3 RESULTADOS

Ensaio 1 – Estimativa da CL_{10} e CL_{25}

Aos 3 DAA no tratamento com o produto Dinotefuran, verificou-se que, com exceção da menor dose (5,4 g i.a. ha^{-1}), todas as demais doses diferiram da testemunha (5,00 insetos), destacando-se a maior dose com 96,0 g i.a. ha^{-1} (1,33 insetos) que proporcionou a maior eficiência de controle, com 73,33% (Tabela 3).

Para o Tiametoxan, verificou-se que as três maiores doses (21, 37,5 e 67,5 g i.a.ha^{-1}) diferiram da testemunha (5,00 insetos), com médias de 2,67; 2,50 e 1,67 insetos vivos, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 3. Número médio (± EP) de *Euschistus heros* vivos e eficiência de controle (%) obtidos com Dinotefuran aos 3 dias após a aplicação (DAA). Botucatu-SP, 2021

Tratamentos (g i.a. ha^{-1})	Nº de *Euschistus heros* vivos[1] [2]	Eficiência[3] (%)
	3 DAA	
Testemunha	5,00 ± 0,00 a	0,00
Dinotefuran (5,4)	3,83 ± 0,15 ab	23,33
Dinotefuran (9,6)	3,33 ± 0,10 bc	33,33
Dinotefuran (16,8)	2,50 ± 0,27 bc	50,00
Dinotefuran (30,0)	2,67 ± 0,21 bc	46,67
Dinotefuran (54,0)	1,83 ± 0,37 bc	63,33
Dinotefuran (96,0)	1,33 ± 0,21 c	73,33
P	< 0,0001	-

[1]Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P ≥ 0,05).[2]Dadostransformados em Box-Cox (x+1); λ = 2. [3]Para o cálculo da eficiência foi empregado a fórmula de ABBOTT, 1925

Tabela 4. Número médio (± EP) de *Euschistus heros* vivos e eficiência de controle (%) obtidos com Tiametoxan aos 3 dias após a aplicação. Botucatu-SP, 2021

Tratamentos (g i.a. ha^{-1})	Nº de *Euschistus heros* vivos[1] [2]	Eficiência[3] (%)
	3 DAA	
Testemunha	5,00 ± 0,00 a	0,00
Tiametoxan (2,1)	3,83 ± 0,20 ab	23,33
Tiametoxan (3,8)	3,67 ± 0,24 ab	26,67
Tiametoxan (6,8)	3,00 ± 0,40 ab	40,00
Tiametoxan (12,0)	3,17 ± 0,15 ab	36,67
Tiametoxan (21,0)	2,67 ± 0,16 b	46,67
Tiametoxan (37,5)	2,50 ± 0,27 b	50,00
Tiametoxan (67,5)	1,67 ± 0,24 b	66,67
P	< 0,0001	-

[1]Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P ≥ 0,05). [2]Dados transformados em Box-Cox (x+1); λ = 2. [3]Para o cálculo da eficiência foi empregado a fórmula de ABBOTT, 1925

Tanto para o tratamento com Dinotefuran quanto para o tratamento com Tiametoxan, apesar de terem se diferenciado da testemunha, não apresentaram controle maior que 73,33% de eficácia. Ainda na mesma modalidade de ensaio, na Lambda cialotrina (Tabela 5) verificou-se que apenas a maior dose (67,5 g i.a..ha^{-1}) diferiu da testemunha (5,00 insetos), com média de 4,0 insetos vivos, com eficácia de apenas 20,0%.

Tabela 5. Número médio (± EP) de *Euschistus heros* vivos e eficiência de controle (%) obtidos com Lambda cialotrina aos 3 dias após a aplicação. Botucatu-SP, 2021

Tratamentos (g i.a.ha^{-1})	Nº de *Euschistus heros* vivos[1] [2]	Eficiência[3] (%)
	3 DAA	
Testemunha	5,00 ± 0,00 a	0,00
Lambda cialotrina (2,1)	4,83 ± 0,15 ab	3,33
Lambda cialotrina (3,8)	4,83 ± 0,15 ab	3,33
Lambda cialotrina (6,8)	4,83 ± 0,15 ab	3,33
Lambda cialotrina (12,0)	4,83 ± 0,15 ab	3,33
Lambda cialotrina (21,0)	4,50 ± 0,31 ab	10,00
Lambda cialotrina (37,5)	4,17 ± 0,15 ab	16,67
Lambda cialotrina (67,5)	4,00 ± 0,24 a	20,00
P	< 0,0001	-

[1]Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P ≥ 0,05). [2]Dados transformados em Box-Cox (x+1); λ = 2. [3]Para o cálculo da eficiência foi empregado a fórmula de ABBOTT, 1925

Quando comparada a eficiência de controle de Dinotefuran, Tiametoxan e Lambda cialotrina sob as mesmas doses, verifica-se que Dinotefuran e Tiametoxan apresentam eficiências de controle semelhantes, enquanto a Lambda cialotrina apresentou eficácia inferior. Os tratamentos apresentaram atividade inseticida progressiva a partir de incremento da dose sobre adultos de *E. heros* via aplicação tópica. O tratamento Tiametoxan foi mais tóxico que Dinotefuran e Lambda cialotrina, apresentando os menores valores para CL_{10} (0,37 g i.a.ha^{-1}) e CL_{25} (10,96 g i.a.ha^{-1}), respectivamente (Tabela 6).

Tabela 6. Estimativas de CL_{10} e CL_{25} (g.i.a. ha^{-1}) e intervalo de confiança para os inseticidas Dinotefuran, Tiametoxan e Lambda cialotrina sobre adultos de *Euschistus heros*. Botucatu-SP, 2021

Tratamentos	N[1]	CL_{10}(95% IC)[2]	CL_{25}(95% IC)[2]	Inclinação (± EP)	X^2[3]	*P*
Dinotefuran	330	1,31 (0,52 – 17,42)	5,41 (6,84 – 48,91)	0,9870 ± 0,2321	1,2566	0,8687
Tiametoxan	330	0,37 (0,03 – 5,34)	2,74 (1,82 – 22,37)	0,6974 ± 0,1818	11,2910	0,9359
Lambda cialotrina	330	10,65 (0,33-109,07)	76,58 (118,01-474370)	0,7086 ± 0,3074	0,1386	0,9868

[1]N=número total de percevejos; [2]IC=intervalo de confiança; [3]Teste de qui quadrado

Ensaio 2 – Efeito subletal no comportamento alimentar do inseto

Em relação ao número de percevejos alimentando-se em diferentes períodos, foram constatadas diferenças significativas em todas as avaliações (Tabela 7), com exceção da primeira avaliação (10 minutos), entre as doses de Dinotefuran, Tiametoxan e Lambda cialotrina utilizadas e a testemunha. Na primeira avaliação (10 minutos), a CL_{10} e a CL_{25} de nenhum dos produtos diferiram estatisticamente da testemunha. Esse fato pode estar relacionado ao jejum prévio a que os percevejos foram submetidos, estimulando a alimentação logo nos primeiros minutos de avaliação. Isso pode também estar associado às baixas doses dos tratamentos e o período necessário para causar efeito no comportamento dos insetos. Aos 30 minutos apenas a CL_{25} do Lambda cialotrina se diferenciou da testemunha (2,83 insetos) apresentando um menor número de insetos se alimentando (1,0 inseto). Na avaliação de 45 minutos a testemunha apresentou um número baixo de insetos se alimento (0,33) que foi acompanhado pela CL_{10} e CL_{25} do Lambda cialotrina que não diferiu estatisticamente, enquanto, as CL_{10} e CL_{25} tanto de Dinotefuran quanto do Tiametoxan diferiram da testemunha apresentando mais insetos se alimentando (2,50 a 3,83). Já na avaliação de 60 minutos a CL_{25} do Dinotefuran e a CL_{25} do Lambda cialotrina apresentaram diferença estatística da testemunha com um menor número de insetos (1,17 e 0,83 respectivamente) enquanto na testemunha havia 2,5 insetos se alimentando. Na avaliação de 120 minutos a CL_{10} e CL_{25} do Dinotefuran e a CL_{25} da Lambda cialotrina, diferiram da testemunha, novamente apresentando menores números de insetos se alimentando. E, finalmente, na avaliação de 180 minutos, todos os tratamentos diferiram da testemunha, onde apresentaram menor número de insetos (0,00 a 1,17) em relação a 3,67 insetos da testemunha. Por fim, analisando a média do número de insetos em todas as avaliações, verificou-se que apenas a CL_{25} do tratamento com Lambda cialotrina diferiu da testemunha apresentando um menor número de insetos se alimentando sobre as vagens (0,94) em relação a testemunha (2,39).

Tabela 7. Número médio (± EP) de adultos de *Euschistus heros* alimentando-se de vagens de soja (R5) em diferentes períodos de observação, após a aplicação dos inseticidas. Botucatu-SP, 2021

Tratamentos	g i.a. ha^{-1}	N° médio de *Euschistus heros* se alimentando[1] [2]						
		10 min	30 min	45 min	60 min	120 min	180 min	Média
Testemunha	---	1,83 ± 0,28 a	2,83 ± 0,28 abc	0,33 ± 0,20 c	2,50 ± 0,21 ab	3,17 ± 0,15 a	3,67 ± 0,31 a	2,39 ± 0,45 a
CL_{10} Dinotefuran	1,31	2,17 ± 0,15 a	2,67 ± 0,20 abc	3,17 ± 0,15 a	2,83 ± 0,15 ab	0,33 ± 0,20 b	0,17 ± 0,15 c	1,89 ± 0,50 ab
CL_{25} Dinotefuran	5,41	1,83 ± 0,28 a	3,17 ± 0,15 ab	2,50 ± 0,21 ab	1,17 ± 0,28 c	0,33 ± 0,20 b	0,00 ± 0,00 c	1,50 ± 0,47 ab
CL_{10} Tiametoxan	0,37	2,17 ± 0,15 a	2,50 ± 0,21 bc	2,67 ± 0,20 a	3,33 ± 0,20 a	3,33 ± 0,20 a	1,17 ± 0,28 bc	2,53 ± 0,31 a
CL_{25} Tiametoxan	2,74	2,67 ± 0,20 a	3,33 ± 0,20 a	3,83 ± 0,28 a	3,83 ± 0,28 a	2,33 ± 0,20 a	0,33 ± 0,20 c	2,72 ± 0,50 a
CL_{10} Lambda cialotrina	10,65	2,67 ± 0,20 a	2,17 ± 0,15 c	1,17 ± 0,28 bc	1,50 ± 0,21 bc	1,83 ± 0,15 a	0,83 ± 0,28 bc	1,75 ± 0,29 ab
CL_{25} Lambda cialotrina	76,58	2,17 ± 0,28 a	1,00 ± 0,34 d	1,00 ± 0,34 c	0,83 ± 0,28 c	0,50 ± 0,21 b	0,17 ± 0,15 c	0,94 ± 0,26 b
P		0,102	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,008

[1]Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P ≥ 0,05). [2]Dados transformados em RT-2 (rank).

Nas avaliações quanto ao número de puncturas, tempo total de alimentação, tempo de alimentação/punctura e número de insetos vivos até 180 minutos, foram verificadas algumas diferenças significativas entre as doses empregadas (Tabela 8). Na avaliação do número de puncturas não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos, mas analisando numericamente os dados obtidos verificou-se que a CL_{25} do Dinotefuran reduziu em quase duas vezes o número de puncturas realizadas pelo inseto em relação à testemunha. Já na avaliação do tempo total de alimentação por inseto, verificou-se que houve diferenças estatísticas entre a testemunha e os tratamentos, com exceção da CL_{10} e CL_{25} do Tiametoxan que foram iguais ao tratamento testemunha; entre os tratamentos é possível verificar que a CL_{10} e CL_{25} dos produtos Dinotefuran e Lambda cialotrina também foram similares entre si e superiores estatisticamente aos tratamentos testemunha e com Tiametoxan. Por fim, as CL_{10} e CL_{25} de Dinotefuran e Lambda cialotrina reduziram o tempo de alimentação em 2~3 vezes com relação à testemunha. Estes resultados se repetem na avaliação da alimentação por puncutra e nesta, a redução do tempo pode ser de 2,05 até 4,5 vezes por punctura.

Em paralelo foi avaliada a mortalidade de *Euschistus heros* (Tabela 8 e Tabela 9) dos 180 minutos até 3 dias após a aplicação, onde aos 180 minutos após a aplicação, somente o tratamento com a CL_{25} do produto Dinotefuran se diferenciou da testemunha apresentando 3,33 insetos vivos frente a 5,0 insetos vivos da testemunha, que representou 33,3% de controle. A partir da avaliação de 1 DAA além da CL_{10} e CL_{25} de Dinotefuran, as CL_{10} e CL_{25} do Tiametoxan também se diferenciaram da testemunha com 23,3 e 30% de controle respectivamente, resultado que permaneceu na avaliação também em 2 DAA, sempre com a CL_{25} do Dinotefuran se diferenciando das demais com 53,3 e 54% de controle, respectivamente, sendo que até esta avaliação o produto Lambda cialotrina não obteve controle. Já na avaliação de 3 DAA, Dinotefuran e Tiametoxan se diferenciaram da testemunha, a CL_{10} de Dinotefuran apresentou 40% de controle, a CL_{10} do Tiametoxan apresentou 38,3%, a CL_{25} de Dinotefuran apresentou 75,8% de controle ; a CL_{25} do Tiametoxan apresentou 72,5% de controle; a CL_{10} da Lambda cialotrina não apresentou controle e sua CL_{25} apresentou 6,7% de controle, ambas não diferindo da testemunha.

Tabela 8. Médias (± EP) de número de insetos vivos, número de puncturas, tempo total de alimentação e tempo de alimentação por punctura de adultos de *Euschistus heros* em vagens de soja (R5) até 180 minutos após a aplicação. Botucatu-SP, 2021

Tratamentos	g i.a. ha^{-1}	N° insetos vivos[1] [2]	N° de puncturas[1] [2]	Tempo Total (min)[1] [2]	Alimentação por punctura (min)[1] [2]
Testemunha	---	5,00 ± 0,00 a	7,33 ± 1,65 a	112,03 ± 45,70 a	87,07 ± 13,01 a
CL_{10} Dinotefuran	1,31	4,67 ± 0,20 a	5,00 ± 0,34 a	49,33 ± 20,96 bc	42,33 ± 3,21 bc
CL_{25} Dinotefuran	5,41	3,33 ± 0,20 b	3,67 ± 0,57 a	38,63 ± 31,13 c	37,40 ± 5,92 bc
CL_{10} Tiametoxan	0,37	4,50 ± 0,21 a	5,83 ± 0,50 a	99,07 ± 47,03 a	86,70 ± 11,56 a
CL_{25} Tiametoxan	2,74	4,33 ± 0,20 a	5,33 ± 0,57 a	88,23 ± 65,75 ab	79,87 ± 11,28 ab
CL_{10} Lambda cialotrina	10,65	5,00 ± 0,00 a	8,33 ± 1,60 a	49,03 ± 56,79 bc	25,30 ± 6,27 c
CL_{25} Lambda cialotrina	76,58	5,00 ± 0,00 a	5,83 ± 1,30 a	30,93 ± 43,90 c	19,03 ± 4,35 c
P		<0,001	0,148	<0,001	<0,001

[1]Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P ≥ 0,05). [2]Dados transformados em RT- (rank).

Tabela 9. Percentual de controle de adultos de *Euschistus heros* de 180 minutos até 3 DAA (dias após a aplicação). Botucatu-SP, 2021

Tratamentos	g i.a. ha^{-1}	Controle (%)			
		180 min	1 DAA	2 DAA	3 DAA
Testemunha	---	0,0[1] b	0,0 c	0,0 c	0,0 c
CL_{10} Dinotefuran	1,31	6,7 b	16,7 b	20,0 bc	40,0 b
CL_{25} Dinotefuran	5,41	33,3 a	53,3 a	54,0 a	75,8 a
CL_{10} Tiametoxan	0,37	10,0 b	23,3 b	29,0 ab	38,3 b
CL_{25} Tiametoxan	2,74	13,3 b	30,00 b	40,0 ab	72,5 a
CL_{10} Lambda cialotrina	10,65	0,0 b	0,0 c	0,0 c	0,0 c
CL_{25} Lambda cialotrina	76,58	0,0 b	0,0 c	0,0 c	6,7 c
CV		93,62	48,71	62,51	51,48

[1]Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P ≥ 0,05).

4 DISCUSSÃO

Analisando os dados de eficiência obtidos pelos produtos, verificou-se que os três inseticidas apresentaram atividade progressiva, respondendo gradativamente ao incremento de dose sobre o *E. heros* via aplicação tópica. A melhor eficiência de controle de Dinotefuran foi obtida na dose de 96 g i.a.ha^{-1} (73,33%), a do Tiametoxan foi com a dose de 67,5 g i.a. ha^{-1} (66,67%) e do Lambda cialotrina foi com a dose de 67,5 g i.a.ha^{-1} (20,00%). Neste ensaio, além de definidas a CL_{10} e CL_{25} dos produtos avaliados, verifica-se que o Tiametoxan se apresentou mais tóxico que o Dinotefuran e este mais tóxico que o Lambda cialotrina. Embora seja grande a diferença de eficiência entre os produtos neonicotinoides (Dinotefuran e Tiametoxan), não deve-se desprezar os diferentes modos de ação dos produtos, os possíveis efeitos subletais e as possíveis sinergias entre os produtos quando utilizados em misturas sobre o alvo *Euschistus heros.*

Em relação ao ensaio para verificação dos efeitos subletais dos produtos Dinotefuran, Tiametoxan e Lambda cialotrina, calculadas no Ensaio 1, esperava-se observar possíveis diferenças na alimentação com observações aos 10, 30, 45, 60, 120 e 180 minutos. De forma geral, o Lambda cialotrina apresentou os menores números de insetos se alimentando em todas as avaliações e isso pode ter ocorrido pelo efeito de paralisia normalmente apresentado pelo grupo de inseticidas piretróides, e seu modo de ação é por contato. (TOMLIN, 2009). Por outros estudos, mostram que a molécula de Lambda cialotrina age com rapidez levando o inseto ao “Knock down”, que é a rápida ação de choque que leva à paralisia e morte (WHO, 2005; SANTOS et al., 2008).

O inseticida Tiametoxan, descoberto em 1985 e comercializado a partir de 1998, é o provável precursor da clotiadina (MAIENFISCH et al., 2001; NAUEN et al., 2003). Já o Dinotefuran foi descoberto em 1998 e continua em desenvolvimento pela Mitsui Chemicals (KODAKA et al, 1998). O Dinotefuran possui uma porção (±) tetrahidro-3-furilmetil em vez de um anel heterocíclico aromático halogenado (WAKITA, 2003). Seu modo de ação é de contato e ingestão, e com período residual alto (TOMLIN, 2009).

Nas doses utilizadas, verificou-se uma toxicidade maior para Engeo Pleno, intermediária para Dinno e menor para Karate Zeon, sendo refletida na CL10 e CL25 dos mesmos.

A avaliação dos efeitos subletais dos inseticidas nos insetos é de grande importância para os programas de manejo integrado de pragas. Doses que não causam a morte do inseto, podem interferir negativamente nas características biológicas, reduzir as populações nas gerações seguintes, e diminuir o potencial de prejuízos dos cultivos (DE FRANÇA et al., 2017). Diferentes doses de dinotefuran foram testadas para observar os efeitos subletais ao pulgão do trigo *Rhopalosiphum padi*, onde notou-se que para a geração F0 a longevidade, fecundidade e pré-ovoposição foram muito reduzidas, o mesmo não aconteceu para geração F1, embora reduziu a taxa reprodutiva (DENG et al., 2019). Este estudo demonstrou que além do alto potencial inseticida dos dois produtos (Dinotefuran e Tiametoxan), o Dinotefuran indicou um maior efeito de repelência e/ou deterrência à alimentação, reduzindo em média 50% o tempo de alimentação de adultos de *E. heros*, isto no campo pode ser um grande diferencial do produto dinotefuran pois o produto pode não chegar na quantidade necessária para matar o alvo (percevejo marrom) e com o resultados desse ensaio podemos indicar que apesar de não morrerem, dependendo da dose recebida pelo inseto, pode fazer com que se alimente menos e cause menos perdas para cultura da soja. De maneira geral, existe ainda um limitado conhecimento sobre o comportamento alimentar do complexo de percevejos da soja. Pesquisas relacionadas à repelência, fagodeterrência/ovideterrência devem ser objeto de futuras investigações, visando oferecer novas perspectivas de uso de produtos já existentes no mercado, bem como possíveis associações.

REFERÊNCIAS

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

CARVALHO, A. M. X. et al. SPEED Stat: A free, intuitive, and minimalist spreadsheet program for statistical analyses of experiments. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 20, n. 3, p. e327420312, 2020.

DE FRANÇA, S. M. et al. The sublethal effects of insecticides in insects. **Biological control of pest and vector insects**, p. 23-39, 2017.

DENG, D. et al. Assessment of the effects of lethal and sublethal exposure to dinotefuran on the wheat aphid *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus). **Ecotoxicology**, v. 28, n. 7, p. 825-833, 2019.

DEPIERI, R. A.; PANIZZI, A. R. Duration of feeding and superficial and in-depth damage to soybean seed by selected species of stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae). **Neotropical entomology**, v. 40, p. 197-203, 2011.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977.

GALLO, D. et al. **Entomologia agrícola**. Piracicaba, Ed. Agronômica: Ceres. 920p. 2002.

HATCHER, L. **Step-by-step basic statistics using SAS: exercises**. 2003.
IRAC - Insecticide Resistance Action Committee. Irac susceptibility test method 029. Disponível em: https://irac-online.org/methods/. Acesso em: 03 maio 2021.

KODAKA, K. et al. **MTI-446: a novel systemic insect control compound**, pp. 616 Ð632. In Proceedings of the Brighton Crop Protect Conference -Pests and Diseases. BCPC, Farham, Surrey, United Kingdom, 1998.

MAIENFISCH, P. et al. The discovery of thiamethoxam: a second-generation neonicotinoid. **Pest Management Science: formerly Pesticide Science**, v. 57, n. 2, p. 165-176, 2001.

MAIENFISCH, P. et al. Chemistry and biology of thiamethoxam: a second generation neonicotinoid. **Pest Management Science**, v. 57, n. 10, p. 906-913, 2001.

MEDEIROS, L.; MEGIER, G. A. Ocorrência e desempenho de *Euschistus heros* (F.)(Heteroptera: Pentatomidae) em plantas hospedeiras alternativas no Rio Grande do Sul. **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 4, p. 459-463, 2009.

NAUEN, R. et al. Thiamethoxam is a neonicotinoid precursor converted to clothianidin in insects and plants. **Pesticide biochemistry and physiology**, v. 76, n. 2, p. 55-69, 2003.

PANIZZI, A. R.; BUENO, A. de F.; SILVA, FAC da. Insetos que atacam vagens e grãos. **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga. Brasília: Embrapa**, p. 335-420, 2012.

PAZINI, J. de B. et al. Differential impacts of pesticides on *Euschistus heros* (Hem.: Pentatomidae) and its parasitoid *Telenomus podisi* (Hym.: Platygastridae). **Scientific reports**, v. 9, n. 1, p. 1-10, 2019.

SANTOS, M. dos; AREAS, M. A.; REYES, F. G. R.. Piretróides–uma visão geral. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 18, n. 3, p. 339-349, 2008.

SÃO PAULO. FIESP - Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. **4° Levantamento USDA da safra 2022/2023**. Disponível em: https://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-soja/attachment/file-20220815165645-boletimsojaagosto2022/ Acesso em: ago. 2022.

TOMLIN, Clive DS et al. **The pesticide manual: a world compendium**. British Crop Production Council, 2009.

VIVAN, L. M. **Pragas da soja**. **Página Rural**. Artigo em Hyperlink. Disponível em: http://www.paginarural.com.br/artigo/2394/pragas-da-soja. (2013) Acesso em: 03 ago. 2022.

WAKITA, Takeo et al. The discovery of dinotefuran: a novel neonicotinoid. **Pest Management Science: formerly Pesticide Science**, v. 59, n. 9, p. 1016-1022, 2003.

WORLD HEALTH ORGANIZATION et al. **Safety of pyrethroids for public health use**. World Health Organization, 2005.

CAPÍTULO 2

DINÂMICA DE INSETICIDAS EM PLANTAS DE SOJA: ABSORÇÃO, TRANSLOCAÇÃO, EFEITO RESIDUAL E DANOS EM GRÃOS SOBRE *Euschistus heros* (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

Resumo

O percevejo-marrom, *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae), é uma das pragas de maior ocorrência nas lavouras de soja do Brasil. Os prejuízos relacionados a esse inseto sugador são decorrentes de danos diretos e indiretos que levam à grandes perdas na produtividade. As populações de percevejo mantêm-se durante o ano explorando diferentes espécies de plantas, possibilitando a permanência das populações no campo e a migração de indivíduos para a cultura da soja, fazendo com que todas as práticas de controle do percevejo-marrom e dentre delas, o controle químico. O entendimento da dinâmica do funcionamento dos produtos químicos sobre o inseto pode auxiliar no direcionamento de ações de manejo dos produtos mais adequadas para controlar as populações do *E. heros* no campo. Desta forma, o objetivo principal deste trabalho foi avaliar a translocação e residual de Dinotefuran, Tiametoxan, Sulfoxafor, Ethiprole e Lambda cialotrina na mortalidade dos insetos, seja com efeito de choque ou com efeito residual. Também foram analisados os efeitos de danos nos grãos pelos percevejos no período reprodutivo da cultura e como cada produto contribuiu para minimizar as perdas de produtividade. Nos resultados de absorção e translocação identificou-se uma movimentação de Dinotefuran + Lambda cialotrina e Tiametoxan + Lambda cialotrina tanto pelo xilema quanto pelo floema pois ambos mostraram controle no estrato inferior quando aplicado no estrato superior e vice-versa, controle este que não foi observado para os produtos Sulfoxaflor e nem Etiprole. Nas análises de cromatografia líquida juntamente com o espectrômetro de massas foi verificado que não houve translocação para folhas nos estratos da planta onde não foram aplicados os tratamentos. No ensaio de residual, além do destaque para Dinotefuran + Lambda cialotrina e Tiametoxan + Lambda cialotrina, vale destacar a eficácia apresentada pelo Sulfoxaflor, principalmente com rápido efeito de choque. E finalmente, no ensaio de danos nos grãos e mortalidade, não houve diferenças significativas de mortalidade devido ao

longo período (dez dias) que o inseto ficou exposto na planta. Em relação aos danos nos grãos, constatou-se que os tratamentos foram superiores à testemunha, sendo viável a utilização dos inseticidas. Em complemento, verificou-se que na avaliação de 14 dias após a aplicação, todos os produtos apresentaram menor eficácia, sendo necessária uma reaplicação para o controle de percevejo-marrom.

Palavras-chave: percevejo-marrom, translocação, residual, danos nos grãos.

Abstract

The neotropical brown stink bug, *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae), is one of the most common pests in soybean crops in Brazil. The damages related to this sucking insect are due to direct and indirect damages that lead to great losses in productivity. The stink bug populations are maintained throughout the year by exploiting different species of plants, allowing the permanence of populations in the field and the migration of individuals to the soybean crop, making all the control practices of the neotropical brown stink bug and among them, the chemical control. Understanding the dynamics of how chemical products work on the insect can help guide the most appropriate product management actions to control *E. heros* populations in the field. Thus, the main objective of this work was to evaluate the translocation and residual of Dinotefuran, Thiamethoxan, Sulfoxafor, Ethiprole, and Lambda-cyhalothrin and insect mortality, either with shock effect or with residual effect. Also analyzed were the effects of grain damage by stink bugs in the reproductive period of the crop and how each product contributed to minimizing productivity losses. In the absorption and translocation results, a movement of Dinotefuran + Lambda-cyhalothrin and Thiamethoxan + Lambda-cyhalothrin was identified both through the xylem and the phloem, since both showed control in the lower stratum when applied in the upper stratum and vice versa, a control that was not observed for Sulfoxaflor and Etiprole products. In the liquid chromatography analysis with the mass spectrometer, it was verified that there was no translocation to leaves in the plant strata where the treatments were not applied. In the residual test, in addition to highlighting Dinotefuran + Lambda-cyhalothrin and Thiamethoxan + Lambda-cyhalothrin, it is worth highlighting the efficacy shown by Sulfoxaflor, mainly with a rapid shock

effect. And finally, in the grain damage and mortality test, there were no significant differences in mortality due to the long period (ten days) that the insect was exposed to the plant. Regarding the damage in the grains, it was verified that the treatments were superior to the control, being viable with the use of the insecticides. In addition, it was found that in the evaluation 14 days after application, all products were less effective, requiring a reapplication to control neotropical brown stink bugs

Keywords: Neotropical brown stink bug; translocation; residual; grains damage.

2.1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é o principal produto da agricultura brasileira, o que faz do Brasil um dos países mais importantes no comércio agrícola mundial, (HIRAKURI, 2014). Devido ao clima tropical e a fácil adaptação da cultura no Brasil, a soja tem uma ampla janela de plantio e isto faz com que durante todo o seu ciclo esteja sujeita ao ataque de diversas pragas, sendo considerado o principal fator responsável pela redução da produção agrícola, causando grandes prejuízos econômicos aos produtores. Entre as principais pragas, destaca-se o percevejo-marrom (*Euschistus heros*) (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) que se alimenta de vagens e grãos. O pervejo-marrom é a espécie de maior ocorrência no Brasil, com preferência por clima quente (CORRÊA-FERREIRA; PANIZZI, 1999).

O principal prejuízo causado pelo percevejo é o dano direto, no qual o inseto suga o grão da soja em desenvolvimento podendo provocar a queda precoce de vagens, além de efeitos indesejáveis como enrugamento e deformação dos grãos. Alguns efeitos indiretos são a retenção foliar (prejudica a colheita), transmissão de patógenos às sementes e alteração no teor de óleo (PANIZZI; SLANSKY JÚNIOR, 1985; CORSO e GAZZONI, 1998).

O controle químico através do uso de inseticidas sintéticos é a forma mais utilizada pelos produtores para se controlar o percevejo-marrom (BUENO et al.,2013). Nunca esquecendo que, para a tomada de decisões mais assertivas de como iremos controlar a praga, é muito importante se estimar o nível populacional da praga, através dos levantamentos de campo, em consonância com o Manejo Integrado de Pragas (MIP). Outro fator muito importante para o obter a melhor

eficácia dos produtos químicos utilizados é conhecer a relação entre a aplicação utilizada, o alvo a ser atingido e a forma de ação do produto utilizado (ANTUNIASSI,2004)

A capacidade de translocação de um ingrediente ativo após ser absorvido pela planta e distribuído para outros tecidos, indicará sua sistemicidade e afetará diretamente sua eficiência para o controle pragas, isto resulta em menor custo ao produtor e um manejo mais sustentável, pois se utiliza um menor número de aplicações, além de minimizar sua exposição aos insetos benéficos e aos seres humanos (WU et al.,2019). Inseticidas com o movimento sistêmico e sua translocação sendo via xilema e floema não são comuns, mas sabe-se que grupo químicos como os neonicotinoides podem promover translocação sistêmica via xilema e floema (TORRES; RIGITANO, 2012).

Algumas características físico-químicas de inseticidas utilizados no manejo do percevejo-marrom são descritas na Tabela 1.

Tabela 1: Propriedades dos inseticidas (Adaptada de PPDB, 2022)

Parâmetros	Dinotefuran	Tiametoxan	Sulfoxaflor	Etiprole
Solubilidade - em água a 20 °C (mg l^{-1})	39830	4100	568	Insolúvel
Log P=Log Kow (Octanol-coeficiente de separação da água)	-0,549	-0,13	0,802	1,99
Pka a 25°C	12,6	Não dissocia	Não dissocia	N.I.
Solo - adsorção e mobilidade	Móvel	Móvel	Móvel	N.I.
KoC	26	56.2	40.8	N.I.
Peso molecular	202,21	291,71	277,27	397,2

Verifica-se poucos estudos elucidando as vias de translocação de ingredientes ativos nas plantas, isto pode gerar práticas de manejo inadequadas. Em consequência, pode-se acelerar o processo de seleção de resistência de insetos a determinados ativos. No caso de percevejos, o limite de moléculas registradas intensifica mais os problemas relacionados a esse fato (SOSA-GOMES; OMOTO, (2012).

A sistemicidade de um inseticida é explicada como sendo a translocação da concentração letal aos insetos, também chamada de sistemicidade, de um ingrediente ativo aplicado diretamente em um tecido da planta para outros tecidos que não tenham recebido o produto de forma direta (ANTUNIASSI, 2005).

Nos estádios R4 e R5.3, mistura de tiametoxan (neonicotinóide) + lambda cialotrina (piretroide), a mortalidade apresentada ocorreu pela exposição direta do

inseto ao inseticida e não apresentou efeito sistêmico basipetal (do estrato superior para o estrato inferior das plantas), apresentando somente efeito sistêmico acropetal (do estrato inferior para o estrato superior das plantas) (Huth, 2012).

Foi verificada somente translocação acropetal somente até o estádio R5.2 em trabalho com tiametoxam em plantas de soja (KUSS, 2015). Mesmo resultado encontrado por (BASSO et al, 2016), destacando que a translocação mais pronunciada foi no estádio R2 até R5.2.

Não são muito comuns os trabalhos de absorção e translocação de inseticidas em lavouras de soja e complementando o estudo aliamos estudos de residual e danos em grãos para suportar ainda mais o desenvolvimento do presente trabalho.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Três ensaios foram conduzidos para atingir o objetivo de análises da dinâmica dos inseticidas na planta de soja quanto à absorção, translocação e residual.

2.2.1 Variedade de soja

Utilizou-se neste estudo o genótipo de soja NA89 5909 RG que possui ciclo precoce com hábito de crescimento indeterminado e pertence ao grupo de maturação 6,9. A fonte da semente foi a Nidera Sementes localizada em Sorriso – MT, Brasil.

2.2.2 População de *Euschistus heros*

A população de *E. heros* utilizada foi adquirida da empresa Pragas.com, especializada em fornecimento de organismos-alvo para fins de pesquisa agrícola. Foram adquiridos insetos no início da fase adulta (logo após a emergência) para realização dos ensaios em laboratório e casa de vegetação. O inseto era transportado de sua criação localizada na cidade de Piracicaba-SP, acondicionado em caixa térmica com resfriamento e feijão vagem para alimentação, chegando ao local de uso, era ambientado antes de ser utilizado nos ensaios.

2.2.3 Ensaios realizados

Ensaio 1 – Análise de absorção e translocação de inseticidas em plantas de soja e bioeficiência sobre *Euschistus heros*

Este ensaio foi realizado em casa de vegetação e em laboratório, no Centro de Pesquisa IHARA (23° 72' 25" S; 47° 38' 52,78" O) pertencente à Iharabrás S.A. Indústrias Químicas (IHARA), localizada no município de Sorocaba, SP, Brasil, em março de 2022.

As plantas de soja foram cultivadas em vasos plásticos de polietileno (5 L) contendo terra, areia, esterco e substrato, na proporção de 1:1:1:1. Os vasos foram acondicionados em casa de vegetação e receberam os tratos culturais normalmente recomendados (irrigação, limpeza, entre outros). Fez-se um desbaste nos vasos, mantendo-se apenas uma planta por vaso. Quando as plantas atingiram o estádio fenológico R5, foram pulverizadas duas doses (42 + 24 e 50,4 + 28,8 g i.a.ha^{-1}) do inseticida Zeus® (Dinotefuran + Lambda cialotrina), uma dose (35,3 + 26,5 g i.a.ha^{-1}) de Engeo Pleno® (Tiametoxan + Lambda cialotrina), uma dose (30 + 45 g i.a.ha^{-1}) de Sulfoxaflor® (Sulfoxaflor + Lambda cialotrina), uma dose (150 g i.a.ha^{-1}) de Curbix® (Etiprole) e a testemunha (água) (Tabela 2).

Tabela 2. Tratamentos e respectivas doses dos produtos empregados para observar a translocação, residual e danos nos grãos em plantas de soja e bioeficiência sobre *Euschistus heros.* Sorocaba-SP, 2021

Tratamentos	Ingrediente ativo	Formulação	Concentração ($g.L^{-1}$ ou $g.KG^{-1}$)	Dose (mL ou g p.c. ha^{-1})	Dose (g $i.a.ha^{-1}$)
Testemunha	---	---	---	---	---
Zeus	dinotefuran + lambdacialotrina	EW	84 + 48	500	42 + 24
Zeus	dinotefuran + lambdacialotrina	EW	84 + 48	600	50,4 + 28,8
Engeo Pleno	thiamethoxan + lambdacialotrina	ZC	141 + 106	250	35,3 + 26,5
Expedition	sulfoxaflor	SC	100 + 150	300	30 + 45
Curbix	etiprole	SE	200	750	150

Volume de calda recomendado para campo: 150 $L.ha^{-1}$. [1]Granulado solúvel; [2]Grânulos dispersíveis em água; [3]Suspensão de encapsulado

As aplicações foram feitas com o auxílio de aerógrafo profissional Modelo BD134K, acoplado a um compressor de ar ajustado para fornecer uma pressão de trabalho de 1 bar e um volume de calda de 150 litros por hectare (150 $L.ha^{-1}$). Essas pulverizações foram direcionadas para um dos estratos da planta (superior ou inferior) e os estratos não alvo das aplicações foram envolvidos com plástico apropriado e fechado, a fim de evitar sua exposição aos tratamentos (Figura 1).

Após quinze minutos da aplicação (0 DAA – 0 dias após a aplicação), as plantas foram infestadas com adultos do percevejo-marrom. As infestações foram feitas nas duas posições distintas, onde cada planta que correspondia à uma repetição recebeu 10 percevejos por estrato. Os insetos (72 h de idade) foram confinados ao estrato de cada planta com o auxílio de gaiolas confeccionadas em "*voil*" (Figura 2) e a mortalidade foi avaliada diariamente durante sete dias após a infestação.

Figura 1. Foto da esquerda, aplicação no estrato superior da planta de soja do Ensaio1 com aerógrafo e com o estrato inferior protegido com saco plástico. Na foto da direita, detalhe da qualidade da aplicação com gotas homogêneas no papel sensível.Sorocaba-SP

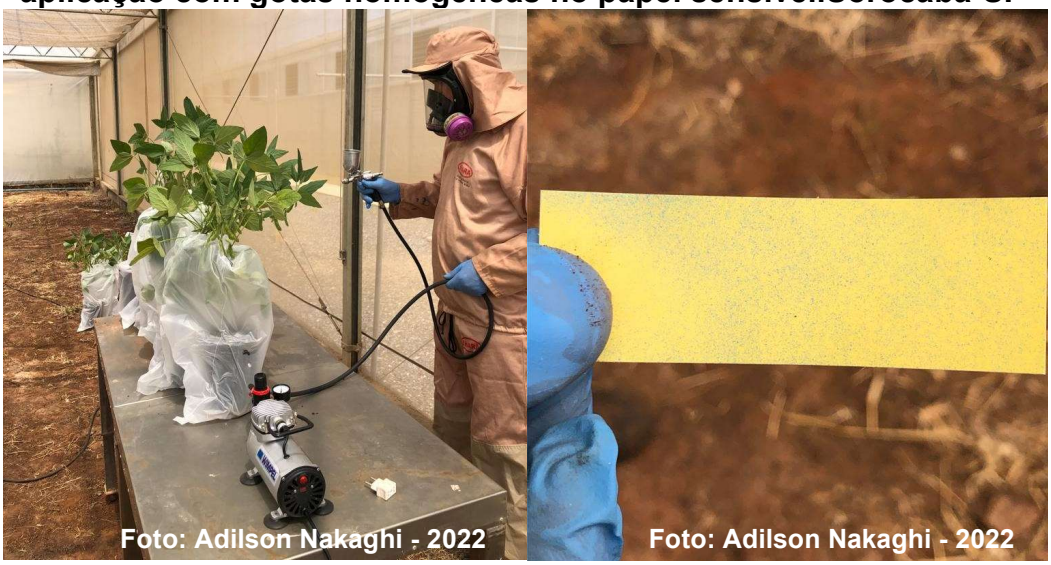


Figura 2. Foto da esquerda, "*voil*" colocado no Ensaio 1, após a aplicação do estrato superior para soltura dos percevejos no estrato inferior. Foto da direita, detalhe do *Euschistus heros* caminhando pela planta de soja no estrato não aplicado. Sorocaba-SP

O experimento foi conduzido em arranjo fatorial 6 x 2, sendo constituído por cinco inseticidas + controle (testemunha) e duas posições (contendo folhas e vagens) nas plantas, totalizando 12 tratamentos. Cada estrato da planta contendo 10 insetos confinados foi considerado uma repetição (total de quatro por tratamento, totalizando 48 parcelas) em delineamento inteiramente casualizado.

Paralelamente ao ensaio com o alvo *E. heros*, foram mantidas 10 plantas não infestadas dos tratamentos Dinotefuran + Lambda cialotrina (42 + 24 g i.a.ha^{-1}) e Tiametoxan + Lambda cialotrina (30 + 45 g i.a.ha^{-1}) para análise da dinâmica dos inseticidas nas plantas de soja. As amostras (5 vasos/tratamento/estrato) foram coletadas aos 3 DAA no período da manhã (N=20). Para tanto, folhas e vagens localizadas nas mesmas posições daquelas infestadas foram coletadas (Figura 3), pesadas e tríplice lavadas com uma quantidade igual de água destilada. O volume de 50 mL dessa água foi reservado, bem como as folhas. Esses materiais foram colocados em embalagens plásticas (Figura 4) e armazenadas em freezer até serem analisadas por cromatografia líquida e espectrometria de massas para a quantificação dos diferentes ingredientes ativos no NUPAM/FCA-UNESP de Botucatu. Cada vaso foi considerado uma repetição (total de cinco por tratamento) em delineamento inteiramente casualizado.

Figura 3. Processo de colheita de folhas e vagens das plantas com aplicação deinseticidas e sem infestação de percevejos, para as avaliações de translocação e residual. Sorocaba-SP

Figura 4. Amostras de folhas e vagens tríplice lavadas; e água utilizada na lavagem, embaladas para congelamento e armazenamento. Sorocaba-SP

Ensaio 2 – Análise de residual dos inseticidas em plantas de soja e bioeficiência sobre *Euschistus heros*

O ensaio foi realizado em casa de vegetação e em laboratório, no Centro de Pesquisa IHARA (23° 72' 25" S; 47° 38' 52,78" O) pertencente à Iharabrás S.A. Indústrias Químicas (IHARA), localizada no município de Sorocaba, SP, Brasil, em março de 2022.

O ensaio foi conduzido em vasos e os inseticidas foram os mesmos conforme descritos anteriormente na Tabela 1. No entanto, as pulverizações foram realizadas sobre toda a planta e não divididas em estrato como no ensaio anterior. As plantas foram infestadas com 10 adultos de *E. heros* aos 1, 3, 7, 14 e 21 dias após a aplicação (DAA) e protegidas por um "*voil*" (Figura 5), a fim de verificar a eficiência dos produtos ao longo do período. A mortalidade dos insetos foi avaliada contando o número de insetos mortos, tomando o devido cuidado com os insetos moribundos, durante um período de 48 horas após à exposição na planta. Cada planta contendo 10 insetos confinados foi considerada uma repetição (total de quatro por tratamento, por período de exposição), como foi utilizado o mesmo vaso de cada tratamento para até três infestações que totalizou 48 vasos, seguindo um delineamento inteiramente casualizado.

Figura 5. Fotos do Ensaio 2, com detalhe do "*voil*" cobrindo toda a planta de soja para soltura dos Percevejos. Sorocaba-SP

Conforme descrito no Ensaio 1, também foram mantidas cinco plantas não infestadas dos tratamentos Dinotefuran + Lambda cialotrina (42 + 24 g i.a..ha^{-1}) e Tiametoxan + Lambda cialotrina (35,3 + 26,5 g i.a.ha^{-1}) para cada período de infestação (totalizando 50 vasos), visando às análises de dinâmica dos inseticidas. Para tanto, folhas e vagens das plantas, bem como a água (tríplice lavagem) foram coletadas, preparadas e analisadas por cromatografia líquida e espectrometria de massas para a quantificação dos diferentes ingredientes ativos no NUPAM/FCA-UNESP de Botucatu. Cada vaso foi considerado uma repetição (total de cinco por tratamento/período) em delineamento inteiramente casualizado.

Análise da dinâmica dos inseticidas

Para os ensaios 1 e 2 foram realizadas quantificações do Dinotefuran, Tiametoxan e Lambda cialotrina, visando estabelecer correlações com os dados de bioatividade a serem obtidos nos ensaios acima descritos. Para a realização das análises foi utilizado um sistema composto por um cromatógrafo líquido de alta eficiência e um espectrômetro de massas triplo quadrupolo (LC-MS/MS) (Figura 6), composto por um Cromatógrafo Líquido de Alta Eficiência (HPLC), Shimadzu, modelo Proeminence UFLC, que combina análise ultra-rápida e excelente performance de separação, com alta confiabilidade de resultados; equipado com duas bombas LC-20AD, auto-injetor SIL-20AC, degazeificador DGU-20A5, sistema controlador CBM-20A (permite a operação automatizada) e forno CTO-20AC (para controle da temperatura da coluna). Acoplado ao HPLC

está o espectrômetro de massas 3200 Q TRAP, híbrido triplo quadrupolo, onde Q1 e Q3 são utilizados como filtros de massa e Q2 é uma célula de colisão onde as moléculas intactas e fragmentos de Q1 são quebrados em fragmentos de massas menores.

Figura 6. Cromatógrafo líquido (Proeminence UFLC) acoplado ao espectrômetro de massaTriple Quad 3200), LC-MS/MS. Botucatu-SP

Ensaio 3 – Análise de danos nos grãos e produtividade

Esse ensaio foi realizado na casa de vegetação do Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos e Plantas Inseticidas (LARESPI) do Departamento de Proteção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrárias (UNESP), em Botucatu - SP, Brasil, em março de 2022.

Para a realização desse ensaio foram conduzidos 96 vasos com plantas de soja até atingir o estádio R5. Em seguida foi realizada aplicação dos tratamentos na planta toda, com os produtos descritos na Tabela 1. Na sequência, cada planta foi infestada com 10 adultos de *E. heros* aos 0, 3, 7 e 14 DAA. Os insetos foram mantidos nas plantas por 10 dias após cada infestação, se alimentando das vagens, a fim de verificar a influência dos tratamentos nos percevejos e nos danos dos grãos após a colheita. Cada planta contendo 10 insetos confinados foi considerada uma repetição (total de quatro por tratamento, por cada período de

exposição), seguindo um delineamento inteiramente casualizado. A mortalidade dos insetos foi avaliada após o período de 10 dias que o inseto ficou exposto na planta.

Após a avaliação de mortalidade, os percevejos foram retirados e as plantas mantidas em casa de vegetação (Figura 7) até chegar ao ponto de colheita. Com a maturação das plantas, os grãos foram colhidos e os danos analisados. As sementes de cada parcela foram pesadas, contadas e classificadas segundo a metodologia de Belorte et al (2003): A - sementes sem danos visíveis de danos; B – sementes com puncturas e sem deformação; C – sementes com puncturas e com deformação; D – sementes totalmente deformadas. (Figura 7 e Figura 8). Na Figura 9 segue o exemplo de como foi feita a classificação e contagem dos danos nas sementes de soja.

Figura 7. Plantas do Ensaio 3, após avaliação da mortalidade aos 10 dias após ainfestação em R5, retirou-se o "*voil*" para aguardar o ponto de maturação em R9.Botucatu-SP

Figura 8. Classificação de sementes de soja em função dos danos ocasionados por percevejos. A - Sementes sem danos visíveis; B Sementes com puncturas mas, sem deformação; C – Sementes com punctura e com deformação; D – Sementes totalmente deformadas. BELORTE et al,2003

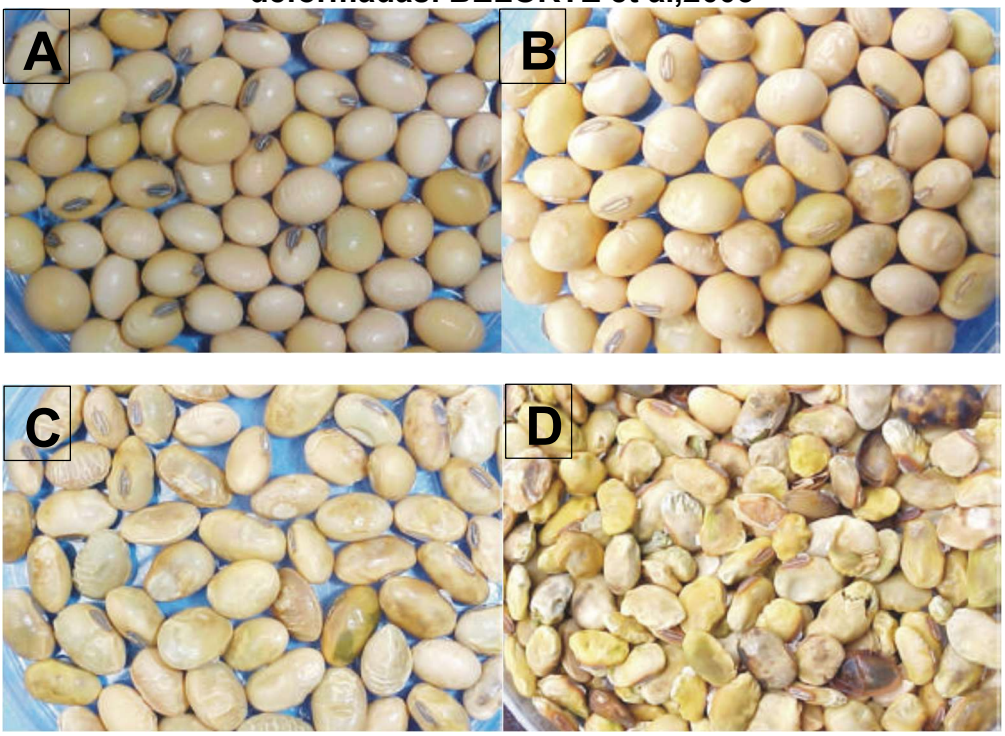
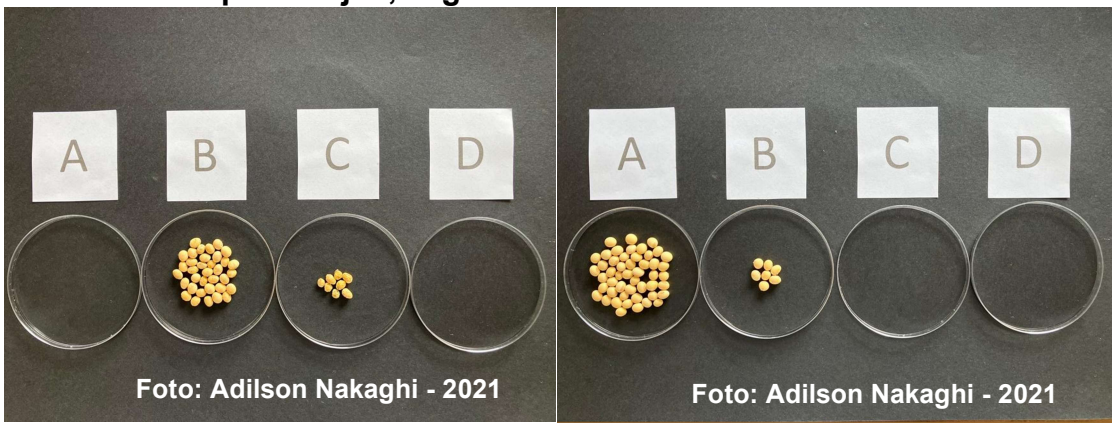


Figura 9. Foto da direita T1R2 (Testemunha) e foto da esquerda T3R3 (Dinotefuran + Lambda cialotrina). Ambos representando os tipos de danos dos percevejos, segundo BELORTE et al 2003. Botucatu-SP



2.2.4 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram analisados por meio de teste F e as médias comparadas pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Para as análises foram utilizados os softwares Speed Stat (CARVALHO et al., 2020) e ARM.

2.3 RESULTADOS

Ensaio 1 - Análise de absorção e translocação de inseticidas em plantas de soja e bioeficiência sobre *Euschistus heros*

Em relação ao número médio de percevejos vivos no estrato inferior (Tabela 3), verificou-se que aos 2 dias após a aplicação (2 DAA), o produto Dinotefuran + Lambda cialotrina na dose de (42 + 24) g i.a.ha^{-1}, diferiu da testemunha, de Tiametoxan + Lambda cialotrina e Sulfoxaflor. Neste período, Dinotefuran + Lambda cialotrina apresentou média de 8 adultos vivos de *E. heros* enquanto a testemunha apresentou 10 adultos vivos. Aos 3 DAA o produto Dinotefuran + Lambda cialotrina nas doses de (42 + 24) g i.a. ha^{-1} e (50,4 + 28,8) g i.a.ha^{-1} apresentaram médias menores de insetos vivos (8 e 7 adultos respectivamente) em relação ao Sulfoxaflor. Aos 4 DAA os tratamentos com Dinotefuran + Lambda cialotrina apresentaram 6 e 5 adultos vivos, respectivamente, valores inferiores aos demais tratamentos.

Aos 5 DAA, a menor dose de Dinotefuran + Lambda cialotrina apresentou resultado similar ao produto Tiametoxan + Lambda cialotrina, se diferenciando da testemunha e dos demais padrões. A maior dose de Dinotefuran + Lambda cialotrina foi estatisticamente superior a todos os tratamentos, apresentando média de apenas 3 insetos vivos, que se repetiu nas avaliações de 6 e 7 DAA, se diferenciando juntamente com a menor dose e o Tiametoxan + Lambda cialotrina na dose de (35,3 + 26,5) g i.a.ha^{-1}.

Quanto aos insetos confinados no estrato superior das plantas (Tabela 4), contatou-se novamente diferenças estatísticas a partir de 3 DAA, onde o tratamento com Dinotefuran + Lambda cialotrina na maior dose de (50,4 + 28,8) g i.a.ha^{-1}, se diferenciou da testemunha e dos demais tratamentos, apresentando média de 7 insetos vivos enquanto os demais tratamentos apresentaram de 8,8 a 10 insetos vivos.

Aos 4 DAA, o produto Dinotefuran + Lambda cialotrina na menor e na maior dose continuou superior estatisticamente aos demais tratamentos juntamente com o produto Tiametoxan + Lambda cialotrina. Aos 5 DAA, os tratamentos da maior dose do Dinotefuran + Lambda cialotrina e o Tiametoxan + Lambda cialotrina se diferenciaram da testemunha, mas não entre os outros padrões. Na avaliação de 6 DAA o produto Tiametoxan + Lambda cialotrina se diferenciou da testemunha e

do tratamento de Etiprole, apresentando 6 insetos vivos; mas não se diferenciou dos demais tratamentos que apresentaram 7 insetos vivos. Finalmente, na avaliação de 7 DAA o produto Tiametoxan + Lambda cialotrina continuou diferenciando da testemunha juntamente com Etiprole, apresentando 5 insetos vivos, porém não diferiram estatisticamente do produto Dinotefuran + Lambda cialotrina nas duas doses testadas que apresentaram 6 *Euschistus heros* vivos. Somente na avaliação de 7 DAA o produto Etiprole se diferenciou da testemunha e o produto Sulfoxaflor não se diferenciou da testemunha em nenhuma das avaliações.

Tabela 3. Número médio (± EP) de adultos vivos de *Euschistus heros* no estrato inferior da planta com avaliações diárias durante o período de 7 dias após a aplicação (DAA). Sorocaba-SP, 2021

Tratamentos	g i.a.ha^{-1}	N° médio de *Euschistus heros* vivos - estrato inferior						
		1DAA	2DAA	3DAA	4DAA	5DAA	6DAA	7DAA
Testemunha	---	10,00 ± 0,00 a	10,00 ± 0,00 a	8,75 ± 0,20 ab	8,25 ± 0,20 a	8,00 ± 0,33 a	7,75 ± 0,20 a	7,75 ± 0,20 a
Dinotefuran + Lambdacialotrina	42 + 24	9,00 ± 0,33 a	8,00 ± 0,33 b	8,00 ± 0,33 bc	6,00 ± 0,00 b	6,00 ± 0,00 b	6,00 ± 0,00 ab	4,00 ± 0,33 b
Dinotefuran + Lambdacialotrina	50,4 + 28,8	10,00 ± 0,00 a	9,00 ± 0,33 ab	7,00 ± 0,33 c	5,00 ± 0,33 b	3,00 ± 0,33 c	3,00 ± 0,33 c	3,00 ± 0,33 b
Thiamethoxan + Lambdacialotrina	35,3 + 26,5	10,00 ± 0,00 a	10,00 ± 0,00 a	9,00 ± 0,33 ab	8,00 ± 0,33 a	6,00 ± 0,00 b	5,00 ± 0,47 bc	5,00 ± 0,47 b
Sulfoxaflor	30 + 45	10,00 ± 0,00 a	10,00 ± 0,00 a	10,00 ± 0,00 a	9,00 ± 0,47 a	9,00 ± 0,47 a	8,00 ± 0,58 a	8,00 ± 0,58 a
Etiprole	150	9,00 ± 0,33 a	9,00 ± 0,33 ab	9,00 ± 0,33 ab	8,00 ± 0,33 a	8,00 ± 0,33 a	8,00 ± 0,33 a	8,00 ± 0,33 a
P		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

¹Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P ≥ 0,05). ²Dados transformados em RT-2 (rank).

Tabela 4. Número médio (± EP) de adultos vivos de *Euschistus heros* no estrato superior da planta com avaliações diárias durante o período de 7 dias após a aplicação (DAA). Sorocaba-SP, 2021

Tratamentos	g i.a. ha^{-1}	N° médio de *Euschistus heros* vivos - estrato superior						
		1DAA	2DAA	3DAA	4DAA	5DAA	6DAA	7DAA
Testemunha	---	10,00 ± 0,00 a	9,00 ± 0,47 a	9,00 ± 0,47 a	9,00 ± 0,47 ab	8,80 ± 0,39 a	8,80 ± 0,39 a	8,00 ± 0,33 ab
Dinotefuran + Lambdacialotrina	42 + 24	10,00 ± 0,00 a	10,00 ± 0,00 a	9,00 ± 0,33 a	8,00 ± 0,33 bc	8,00 ± 0,33 a	7,00 ± 0,33 ab	6,00 ± 0,33 bc
Dinotefuran + Lambdacialotrina	50,4 + 28,8	10,00 ± 0,00 a	9,00 ± 0,33 a	7,00 ± 0,33 b	7,00 ± 0,33 c	7,00 ± 0,33 a	7,00 ± 0,33 ab	6,00 ± 0,33 bc
Thiamethoxan + Lambdacialotrina	35,3 + 26,5	10,00 ± 0,00 a	9,00 ± 0,47 a	9,00 ± 0,47 a	7,00 ± 0,33 c	7,00 ± 0,33 a	6,00 ± 0,33 b	5,00 ± 0,47 c
Sulfoxaflor	30 + 45	10,00 ± 0,00 a	10,00 ± 0,00 a	10,00 ± 0,00 a	10,00 ± 0,00 a	8,80 ± 0,39 a	8,80 ± 0,39 a	8,80 ± 0,39 a
Etiprole	150	10,00 ± 0,00 a	9,00 ± 0,33 a	8,80 ± 0,20 a	8,80 ± 0,20 ab	8,80 ± 0,20 a	8,50 ± 0,24 a	8,00 ± 0,00 ab
P		0	0,11	<0,001	<0,001	0,009	<0,001	<0,001

¹Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P ≥ 0,05). ²Dados transformados em RT-2 (rank).

Nas análises paralelas das folhas e da água proveniente da lavagem das folhas das plantas de soja (Tabela 5), foi utilizada cromatografia líquida e espectrômetro de massa, para detectar os ingredientes ativos Dinotefuran e Lambda cialotrina provenientes do produto Zeus e os ativos Tiametoxan e Lambda cialotrina provenientes do produto Engeo Pleno. Portanto as concentrações e doses destes ativos utilizadas para controle do percevejo marrom são diferentes entre si. Nos resultados das análises, foi encontrado mais Dinotefuran e Thiametoxan na análise da água do estrato inferior e a Lambdacialotina não foi encontrada na água conforme verificado na Tabela 6. Já internamente e na superfície das folhas do estrato aplicado, a quantidade de dinotefuran e de Lambdacialotrina foram maiores no estrato inferior, enquanto o Thiametoxan foi uma quantidade maior no estrato superior (Tabela 7). Também observou-se que a quantidade de Dinotefuran e Lambda cialotrina provenientes do produto Zeus foram encontradas em maior quantidade (nanogramas), proporcionalmente à dose recomendada utilizada. Também foi verificado que não foi encontrado nenhuma quantidade de ativos dos produtos testados nas partes não aplicadas, nem no estrato inferior e nem no estrato superior.

Tabela 5. Ingredientes ativos verificados na cromatografia líquida e no espectrômetro de massas das análises de folhas e da água proveniente da lavagem das folhas da planta de soja

Tratamentos	Ingrediente ativo	Concentração ($g.L^{-1}$ ou $g.KG^{-1}$)	Dose (mL ou g $p.c.ha^{-1}$)	Dose (g $i.a.ha^{-1}$)
Dinotefuran - Zeus	Dinotefuran	84	500	42
Tiametoxan - Engeo Pleno	Tiametoxan	141	250	35,3
Lambda cialotrina - Zeus	Lambda cialotrina	48	500	24
Lambda cialotrina - Engeo Pleno	Lambda cialotrina	106	250	26,5

Tabela 6. Quantidade de ingredientes ativos contidos na água proveniente da lavagem de folhas da planta de soja (teor externo) do estrato inferior e superior que receberam aplicação, coletadas três dias após a aplicação. Unidade nanograma por grama de tecido. Botucatu, 2022

Tratamentos	Dose ($g.i.a.ha^{-1}$)	Quantidade (ng) - Externo (água/folha)	
		Estrato Inferior	Estrato Superior
Dinotefuran - Zeus	42	27,49 ± 1,48	9,98 ± 1,27
Tiametoxan - Engeo Pleno	35,3	22,80 ± 7,91	15,58 ± 3,95

***O Lambda cialotrina não foi detectado nas análises da água após a lavagem das folhas**

Tabela 7. Quantidade de ingredientes ativos, contidos na superfície e internamente nas folhas da planta de soja lavadas, dos estratos inferiores e superiores, aplicados e não aplicados. Coletadas três dias após a aplicação. Unidade nanograma por grama de tecido. Botucatu, 2022

Tratamentos	Dose (g i.a.ha^{-1})	Quantidade (ng) – Interno e superfície (folha)			
		ESTRATO APLICADO		ESTRATO NÃO APLICADO	
		Estrato Inferior	Estrato Superior	Estrato Inferior	Estrato Superior
Dinotefuran - Zeus	42	26,27 ± 6,25	7,02 ± 1,02	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
Tiametoxan - Engeo Pleno	35,3	1,77 ± 0,79	3,14 ± 1,90	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
Lambda cialotrina - Zeus	24	14638 ± 6184	3651,4 ± 397,5	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
Lambda cialotrina - Engeo Pleno	26,5	4953 ± 3217	2762,1 ± 933,3	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0

Ensaio 2 - Análise residual dos inseticidas em plantas de soja e bioeficiência sobre *Euschistus heros*

Neste ensaio analisou-se o residual dos mesmos produtos e respectivas doses utilizadas anteriormente no ensaio 1 (Tabela 1). Com a metodologia utilizada foi possível avaliar o período residual que o produto permaneceu na planta de soja e por qual período poderia afetar a sobrevivência dos adultos de *Euschistus heros* 48 horas após as plantas terem sido infestadas em vários momentos (1, 3, 7, 14 e 21 dias) após a aplicação (Tabela 8).

Na avaliação de 1 DAA foi verificado uma leve superioridade do tratamento com o produto Sulfoxaflor que apresentou apenas 4 insetos vivos diferindo estatisticamente da testemunha, mas não totalmente dos demais tratamentos. Já na infestação realizada aos 3 DAA, quem se mostrou superior aos demais tratamentos foram as duas doses do produto Dinotefuran + Lambda cialotrina juntamente com o Sulfoxaflor, diferindo da testemunha (7,75).

Nas avaliações de 7 e 14 DAA, as diferenças de mortalidade entre os tratamentos e a testemunha (8,5) reduziram, foi verificado um menor número (6,5) de *E. heros* vivos no tratamento da maior dose de Dinotefuran + Lambda cialotrina aos 7 DAA em relação ao Etiprole, e o tratamento de Sulfoxaflor aos 14 DAA, diferindo da testemunha. Já na avaliação da infestação de 21 DAA não foi verificada nenhuma diferença entre os tratamentos utilizados e a testemunha, ficando com um número de 8,5 a 9 insetos vivos 48 horas após a infestação

Paralelamente, nas análises de cromatografia líquida e no espectrômetro de massas, tanto na água proveniente da lavagem das folhas como nas folhas (interna e externamente), Na Tabela 9 e Tabela 10, verificou-se uma redução gradativa dos ativos Dinotefuran e Thiametoxan ao longo das infestações e encontrou-se praticamente as mesmas proporções de Dinotefuran nas amostras de água e folhas, Thiametoxan um percentual bem menor nas folhas e Lambdacialotrina só foi encontrada nas folhas, mais proveniente do produto Zeus do que do produto Engeo Pleno.

Tabela 8. Número médio (± EP) de adultos vivos de *Euschistus heros* após 48 horas de exposição na planta, após infestações aos 1, 3, 7, 14 e 21 dias após a aplicação (DAA). Sorocaba-SP, 2022

Tratamentos	g i.a.ha^{-1}	N° médio de *Euschistus heros* vivos									
		1DAA		3DAA		7DAA		14DAA		21DAA	
Testemunha	---	7,50 ± 0,24	a	7,75 ± 0,20	a	8,50 ± 0,24	ab	8,50 ± 0,24	a	9,00 ± 0,33	a
Dinotefuran + Lambdacialotrina	42 + 24	6,25 ± 0,20	ab	3,00 ± 0,33	d	8,25 ± 0,39	ab	7,25 ± 0,39	ab	9,00 ± 0,00	a
Dinotefuran + Lambdacialotrina	50,4 + 28,8	5,75 ± 0,77	ab	4,50 ± 0,24	cd	6,50 ± 0,53	b	7,40 ± 0,24	ab	8,50 ± 0,24	a
Thiamethoxan + Lambdacialotrina	35,3 + 26,5	5,90 ± 0,62	ab	5,80 ± 0,24	bc	7,50 ± 0,24	ab	7,40 ± 0,47	ab	8,50 ± 0,24	a
Sulfoxaflor	30 + 45	4,00 ± 0,58	b	4,25 ± 0,51	cd	8,00 ± 0,33	ab	6,25 ± 0,20	b	8,75 ± 0,20	a
Etiprole	150	5,50 ± 0,24	ab	6,50 ± 0,24	ab	8,70 ± 0,24	a	7,70 ± 0,24	ab	8,75 ± 0,61	a
P		0,017		<0,001		0,05		0,019		0,769	

[1]Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P ≥ 0,05). [2]Dados transformados em RT-2 (rank).

Tabela 9. Quantidade de ativos contidos na água proveniente da lavagem de folhas da planta de soja. Coletadas no dia de cada infestação. Unidade nanograma por grama de tecido. Botucatu, 2022

Tratamentos	Dose (g i.a.ha^{-1})	Quantidade (ng) - Externo (água)				
		1 DAA	3 DAA	7 DAA	14 DAA	21 DAA
Dinotefuran - Zeus	42	48,8 ± 12,31	19,7 ± 2,01	20,27 ± 5,52	7,54 ± 1,16	6,97 ± 1,46
Tiametoxan - Engeo Pleno	35,3	17,2 ± 2,63	12,17 ± 4,58	4,54 ± 1,25	2,61 ± 0,70	1,54 ± 0,32

*O Lambda cialotrina não foi detectado nas análises da água após a lavagem das folhas

Tabela 10. Quantidade de ativos contidos superficialmente e internamente nas folhas da planta de soja após lavagem. Coletadas no dia de cada infestação. Unidade nanograma por grama de tecido. Botucatu, 2022

Tratamentos	Dose (g i.a.ha^{-1})	Quantidade (ng) - Interno e superfície(folha)				
		1 DAA	3 DAA	7 DAA	14 DAA	21 DAA
Dinotefuran - Zeus	42	52,58 ± 15,95	49,52 ± 29,17	26,71 ± 11,28	4,98 ± 1,85	0,56 ± 0,31
Tiametoxan - Engeo Pleno	35,3	0,31 ± 0,07	0,53 ± 1,18	0,31 ± 0,11	0,19 ± 0,16	0,0 ± 0,0
Lambda cialotrina - Zeus	24	3801,2 ± 1196,1	3959,54 ± 1649,1	3822,6 ± 1667,6	2948,8 ± 1386,6	59,9 ± 66,98
Lambda cialotrina - Engeo Pleno	26,5	422,48 ± 144,28	600,11 ± 174,60	446,13 ± 147,64	418,8 ± 279,14	0,0 ± 0,0

Ensaio 3 - Análise de danos nos grãos e produtividade

Para o fechamento dos estudos dos produtos testados (Tabela 1) sobre os adultos de *E. heros*, avaliou-se neste ensaio se os produtos poderiam reduzir os danos nos grãos de soja e consequentemente reduzir as perdas quantitativas e qualitativas na colheita.

Para a infestação realizada no mesmo dia da aplicação (0 DAA) (Tabela 11), verificou-se que após 10 dias, dos 10 insetos usados na infestação das plantas, havia apenas 1,8 insetos vivos na testemunha absoluta e praticamente todos os tratamentos estavam com todos os insetos mortos dentro do "*voil"*. Após a planta atingir sua maturação fisiológica, realizou-se a colheita (R9) e as sementes colhidas foram classificadas. Todos os produtos foram superiores à testemunha absoluta no percentual de sementes sem sintomas visíveis, mas não diferenciaram entre si e atingiram percentuais de 74,71 a 98,91% de sementes sem sintomas visíveis, enquanto a testemunha apresentou apenas 37,36%. Quanto aos danos tipo B, que são grãos com puncturas de *E. heros,* mas sem deformação, verificou-se que todos os tratamentos se diferenciaram da testemunha com maior destaque para o tratamento com Dinotefuran + Lambda cialotrina na maior dose (50,4 + 28,8) g i.a.ha $^{-1}$) e para o Tiametoxan + Lambda cialotrina na dose de (35,3 + 26,5) g i.a.ha^{-1}, que apresentaram os menores números de sementes com danos tipo B.

Para a infestação realizada três dias após a aplicação (Tabela 12), o índice de mortalidade após 10 dias da exposição dos insetos às plantas resultou em menor número de insetos vivos nos tratamentos a base de inseticidas (1 a 1,5 insetos), diferindo da testemunha (3,3 insetos), se diferenciando estatisticamente, mas não diferenciando entre si. Quando foram avaliadas as sementes sem sintomas visíveis, foi verificado que todos os tratamentos se diferenciaram da testemunha que apresentou apenas 5,03% de sementes sem sintomas visíveis, o produto Etiprole apresentou um percentual de sementes sem sintomas visíveis de 72,07%, estatisticamente inferior aos demais tratamentos do ensaio, onde destacou-se com maiores percentuais o produto Dinotefuran + Lambda cialotrina nas doses de 42 + 24 g i.a.ha^{-1} com 96,51% e na dose de 50,4 + 28,8 g i.a.ha^{-1} com percentual de 98,31% de sementes sem sintomas visíveis. Analisando os danos B e C, verificou-se que em relação à testemunha, o produto Etiprole

também apresentou posição intermediária entre a testemunha absoluta e os demais tratamentos, se diferenciando estatisticamente.

Nas avaliações das infestações realizadas aos 7 dias (Tabela 13) e 14 dias (Tabela 14) após a aplicação foi verificado que aos 10 dias após a infestação das plantas, o número de *E. heros* vivos foram baixos e não se diferenciaram estatisticamente entre os tratamentos utilizados e a testemunha absoluta. Analisando os grãos de soja após a colheita, observou-se que aos 7 DAA o percentual de sementes sem sintomas visíveis, não diferenciaram estatisticamente entre si, mas se mostrou muito superior, variando de 76,76 a 91,24%, enquanto a testemunha apresentou um percentual de apenas 3,38% de sementes sem sintomas visíveis. Apesar dos tratamentos não terem diferenciado estatisticamente, os resultados mostraram que, percentualmente, os tratamentos com Dinotefuran + Lambda cialotrina e Sulfoxaflor foram, no mínimo, 20% superiores aos demais tratamentos em relação ao número de sementes sadias. Nesta avaliação pode-se verificar que quanto aos danos tipo B, todos os tratamentos não diferenciaram entre si, mas foram muito superiores à testemunha. Nos danos tipo C (sementes com puncturas e com deformação) verificou-se uma superioridade estatística do produto Dinotefuran + Lambda cialotrina nas duas doses testadas em relação à testemunha e uma leve tendência numérica de menor número de danos em relação aos tratamentos.

Por fim, a avaliação de 10 dias após infestação de 14 DAA, apresentou redução no percentual de sementes sem sintomas visíveis. Houve aumento do percentual de danos em relação à última infestação (7 DAA), onde os tratamentos com Dinotefuran + Lambda cialotrina nas duas doses, o Tiametoxan + Lambda cialotrina e o Sulfoxaflor não diferiram entre si apresentando de 62,80 a 77,13% de sementes sem sintomas visíveis, porém diferiram dos 42,86% apresentado pelo produto Etiprole, mostrando a perda de residual, totalizando sementes com mais danos do que sementes sem sintomas visíveis.

Tabela 11. Número médio (± EP) de sementes classificadas em função dos danos (A, B, C e D) e insetos vivos de Eu*schistus heros* exposto por um período de 10 dias na planta de soja após a infestação de 0 dias após a aplicação (0 DAA). Botucatu-SP, 2022

Tratamentos	g i.a.ha^{-1}	INFESTAÇÃO 0 DAA													
		A		B		C		D		% SEM DANOS VISÍVEIS (A)		%DANOS (B+C+D)		INSETOS VIVOS	
Testemunha	---	17,00 ± 4,73	b	24,00 ± 4,45	a	2,75 ± 0,61	a	1,75 ± 0,17	a	37,36	b	62,64	a	1,8	a
Dinotefuran + Lambdacialotrina	42 + 24	33,50 ± 2,42	ab	2,25 ± 1,35	bc	1,00 ± 0,58	a	0,00 ± 0,00	a	91,16	a	8,84	b	0,0	b
Dinotefuran + Lambdacialotrina	50,4 + 28,8	33,75 ± 1,95	ab	0,25 ± 0,20	c	1,00 ± 0,82	a	0,00 ± 0,00	a	96,43	a	3,57	b	0,0	b
Thiamethoxan + Lambdacialotrina	35,3 + 26,5	41,50 ± 4,73	a	0,50 ± 0,41	c	0,00 ± 0,00	a	0,00 ± 0,00	a	98,81	a	1,19	b	0,0	b
Sulfoxaflor	30 + 45	43,75 ± 4,14	a	2,50 ± 0,53	bc	2,00 ± 0,58	a	0,50 ± 0,24	a	89,74	a	10,26	b	0,3	ab
Etiprole	150	31,75 ± 3,73	ab	10,00 ± 2,58	ab	0,75 ± 0,61	a	0,00 ± 0,00	a	74,71	a	25,29	ab	0,0	b
P		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001		CV 17,8		CV 40,8		CV 221,4	

[1]Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P ≥ 0,05). [2]Dados transformados em RT-2 (rank).

Tabela 12. Número médio (± EP) de sementes classificadas em função dos danos (A, B, C e D) e insetos vivos de *Euschistus heros* exposto por um período de 10 dias na planta de soja após a infestação de 3 dias após a aplicação (3 DAA). Botucatu-SP, 2022

Tratamentos	g i.a.ha^{-1}	INFESTAÇÃO 3DAA						
		A	B	C	D	% SEM DANOS VISÍVEIS (A)	%DANOS (B+C+D)	INSETOS VIVOS
Testemunha	---	2,50 ± 1,08 c	42,50 ± 3,50 a	4,75 ± 1,43 a	0,00 ± 0,00 a	5,03 c	94,97 a	3,3 a
Dinotefuran + Lambdacialotrina	42 + 24	41,50 ± 3,08 ab	1,50 ± 0,24 c	0,00 ± 0,00 b	0,00 ± 0,00 a	96,51 a	3,49 c	1,3 b
Dinotefuran + Lambdacialotrina	50,4 + 28,8	43,75 ± 5,70 ab	0,75 ± 0,39 c	0,00 ± 0,00 b	0,00 ± 0,00 a	98,31 a	1,69 c	1,0 b
Thiamethoxan + Lambdacialotrina	35,3 + 26,5	26,00 ± 2,19 b	2,25 ± 0,20 c	0,00 ± 0,00 b	0,00 ± 0,00 a	92,04 a	7,96 c	1,5 b
Sulfoxaflor	30 + 45	47,50 ± 5,09 a	2,25 ± 0,39 c	0,25 ± 0,20 b	0,00 ± 0,00 a	95,00 a	5,00 c	1,3 b
Etiprole	150	32,25 ± 2,91 ab	11,00 ± 2,54 b	1,50 ± 0,53 ab	0,00 ± 0,00 a	72,07 b	27,93 b	1,5 b
P		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	CV 6,89	CV 25,18	CV 45,29

[1]Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P ≥ 0,05). [2]Dados transformados em RT-2 (rank)

Tabela 13. Número médio (± EP) de sementes classificadas em função dos danos (A, B, C e D) e insetos vivos de *Euschistus heros* exposto por um período de 10 dias na planta de soja após a infestação de 7 dias após a aplicação (7 DAA). Botucatu-SP, 2022

Tratamentos	g i.a.ha^{-1}	INFESTAÇÃO 7DAA						
		A	B	C	D	% SEM DANOS VISÍVEIS (A)	%DANOS (B+C+D)	INSETOS VIVOS
Testemunha	---	1,25 ± 0,77 b	28,00 ± 2,79 a	7,75 ± 2,27 a	0,00 ± 0,00 a	3,38 b	96,62 a	2,3 a
Dinotefuran + Lambdacialotrina	42 + 24	44,25 ± 4,91 a	4,25 ± 1,78 b	0,00 ± 0,00 b	0,00 ± 0,00 a	91,24 a	8,76 b	2,8 a
Dinotefuran + Lambdacialotrina	50,4 + 28,8	45,33 ± 1,93 a	6,00 ± 0,41 b	0,00 ± 0,00 b	0,00 ± 0,00 a	88,31 a	11,69 b	1,5 a
Thiamethoxan + Lambdacialotrina	35,3 + 26,5	34,50 ± 5,87 a	5,00 ± 0,67 b	1,50 ± 0,71 ab	0,00 ± 0,00 a	84,15 a	15,85 b	2,3 a
Sulfoxaflor	30 + 45	51,33 ± 5,14 a	4,33 ± 2,01 b	0,67 ± 0,47 ab	0,33 ± 0,24 a	90,59 a	9,41 b	1,3 a
Etiprole	150	35,50 ± 5,25 a	9,50 ± 3,06 b	1,25 ± 0,61 ab	0,00 ± 0,00 a	76,76 a	23,24 b	1,0 a
P		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	CV 15,55	CV 24,84	CV 59,2

[1]Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P ≥ 0,05). [2]Dados transformados em RT-2 (rank)

Tabela 14. Número médio (± EP) de sementes classificadas em função dos danos (A, B, C e D) e insetos vivos de *Euschistus heros* exposto por um período de 10 dias na planta de soja após a infestação de 14 dias após a aplicação (14 DAA). Botucatu-SP, 2022

Tratamentos	g i.a.ha^{-1}	INFESTAÇÃO 14DAA						
		A	B	C	D	% SEM DANOS VISÍVEIS (A)	%DANOS (B+C+D)	INSETOS VIVOS
Testemunha	---	0,00 ± 0,00 b	4,00 ± 1,29 a	23,50 ± 7,09 a	27,75 ± 9,67 a	0,00 c	100,00 a	0,1 a
Dinotefuran + Lambdacialotrina	42 + 24	27,00 ± 3,42 ab	9,50 ± 3,10 a	6,00 ± 2,03 a	0,00 ± 0,00 b	63,53 ab	36,47 bc	1,0 a
Dinotefuran + Lambdacialotrina	50,4 + 28,8	32,50 ± 6,61 a	9,00 ± 2,24 a	8,50 ± 1,90 a	1,75 ± 0,84 b	62,80 ab	37,20 bc	0,6 a
Thiamethoxan + Lambdacialotrina	35,3 + 26,5	43,00 ± 7,22 a	5,75 ± 2,32 a	5,00 ± 1,53 a	2,00 ± 1,37 b	77,13 a	22,87 c	0,8 a
Sulfoxaflor	30 + 45	41,25 ± 8,61 a	8,75 ± 2,01 a	6,75 ± 1,78 a	3,25 ± 1,02 b	68,75 ab	31,25 bc	0,1 a
Etiprole	150	20,25 ± 2,41 ab	10,25 ± 1,07 a	12,00 ± 3,00 a	4,75 ± 0,70 b	42,86 b	57,14 b	1,3 a
P		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	CV 22,92	CV 27,00	CV 4,10

[1]Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P ≥ 0,05). [2]Dados transformados em RT-2 (rank)

Simulando uma produtividade média de 60 sacas (3.600 kg) por hectare de soja e trabalhando com os percentuais de danos e percentuais sem danos visíveis, estimou-se na Tabela 15 a quantidade de sacos de soja sem sintomas visíveis e com danos (B+C+D), conforme Belorte et al. (2003). Didaticamente, verificou-se que as perdas podem ser ocasionadas no campo se houver erro na escolha do produto e atraso na entrada das aplicações para controle do percevejo-marrom. Os tratamentos que apresentaram maiores percentuais de sementes com danos (B+C+D), também apresentaram as maiores perdas em sacos de soja .

Tabela 15. Número médio de sacos de sementes de soja calculados sobre o percentual de sementes sem danos visíveis (A) e com danos (B+C+D) provocados por *Euschistus heros* expostos por um período de 10 dias na planta de soja após as infestações de 0, 3, 7 e 14 dias após a aplicação (DAA). Botucatu-SP, 2021

Tratamentos	g i.a.ha^{-1}	SIMULAÇÃO DE PERDAS - PRODUTIVIDADE MÉDIA 60 SACOS/HÁ							
		0DAA		3DAA		7DAA		14DAA	
		% SEM DANOS VISÍVEIS (A)	%DANOS (B+C+D)	% SEM DANOS VISÍVEIS (A)	%DANOS (B+C+D)	% SEM DANOS VISÍVEIS (A)	%DANOS (B+C+D)	% SEM DANOS VISÍVEIS (A)	%DANOS (B+C+D)
Testemunha	---	22,4	37,6	3,0	57,0	2,0	58,0	-	60,0
Dinotefuran + Lambdacialotrina	42 + 24	54,7	5,3	57,9	2,1	54,7	5,3	38,1	21,9
Dinotefuran + Lambdacialotrina	50,4 + 28,8	57,9	2,1	59,0	1,0	53,0	7,0	37,7	22,3
Thiamethoxan + Lambdacialotrina	35,3 + 26,5	59,3	0,7	55,2	4,8	50,5	9,5	46,3	13,7
Sulfoxaflor	30 + 45	53,8	6,2	57,0	3,0	54,4	5,6	41,3	18,8
Etiprole	150	44,8	15,2	43,2	16,8	46,1	13,9	25,7	34,3

[1]Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P ≥ 0,05). [2]Dados transformados em RT-2 (rank)

2.4 DISCUSSÃO

Em relação a mortalidade de insetos no ensaio de translocação, foi observado eficácia dos produtos, mesmo na situação em que o inseto não teve contato com o produto. Com isso a mortalidade expressa nos resultados foi uma forma de resposta dos produtos nas plantas, absorvidos e translocados via xilema, floema ou por ambos.

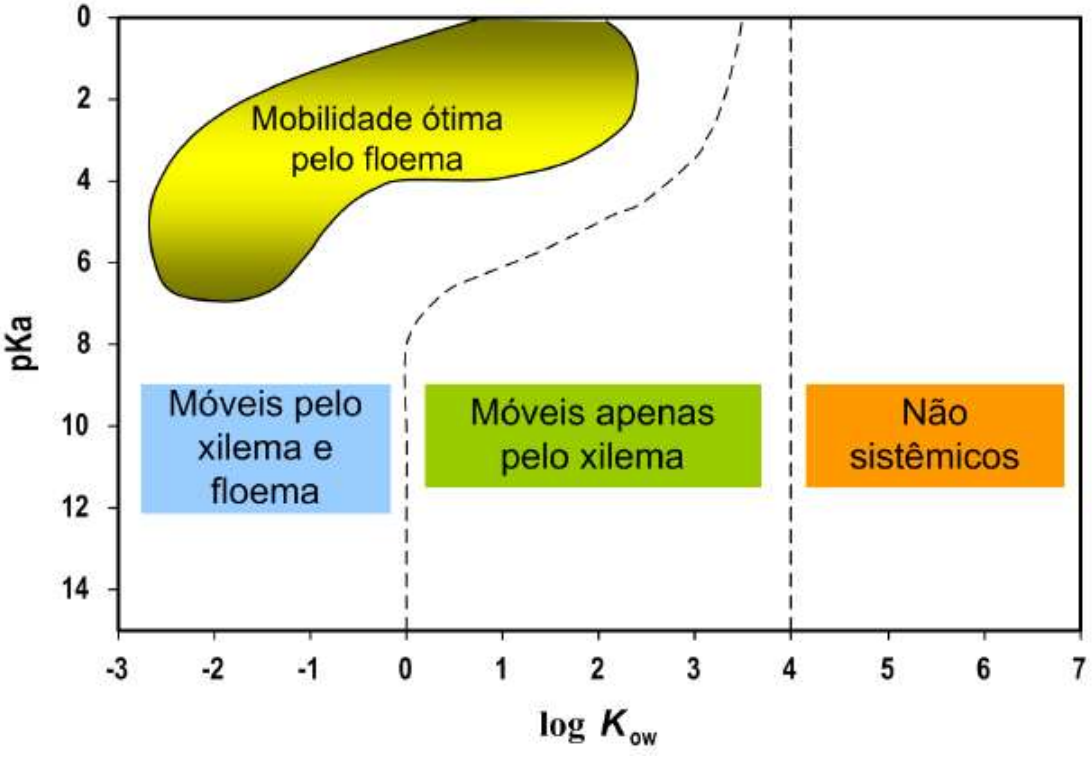
Após a aplicação, os ativos podem ser absorvidos pela planta, e translocar pelo movimento apoplástico pelos espaços intercelulares em distâncias curtas ou pelo xilema (traqueídeos) para longas distâncias; pelo movimento simplástico onde para curtas distâncias são feitas pelos plasmodesmas e longas distâncias pelo floema; e pode translocar via xilema e floema denominados produtos de fluxo bidirecional ou produtos ambimóveis (EDGINTON, 1981).

Para a avaliação da mortalidade de *E. heros* posicionados no estrato superior, verificou-se uma equivalência do produto Tiametoxan + Lambda cialotrina em relação ao produto Dinotefuran + Lambda cialotrina, principalmente na maior dose, onde ambos apresentaram um menor número de insetos vivos em relação aos demais tratamentos. Praticamente o mesmo aconteceu nos insetos posicionados no estrato inferior, porém ambas as doses do produto Dinotefuran + Lambda cialotrina apresentaram resposta mais rápida na mortalidade frente ao produto Tiametoxan + Lambda cialotrina. Os produtos Sulfoxaflor e o produto Etiprole, em nenhuma das avaliações (estrato inferior e superior) se diferenciaram da testemunha, apresentando baixa mortalidade do inseto. Os resultados do ativo sulfoxaflor do subgrupo 4C (IRAC, 2020; SPARKS et al., 2020), indicam que, não apresentou efeito sistêmico suficiente para a planta de soja absorver e translocar seu ativo pela planta, o mesmo ocorrendo para o ativo etiprole que não era esperado por ter modo de ação somente de contato e ingestão (AGROFIT, 2022). Quando verifica-se o porquê um produto transloca ou tem um período residual maior que o outro, precisa-se entender algumas características inerentes à molécula para encontrar explicações e através da Tabela 1 elucida-se melhor alguns resultados obtidos no ensaio. Em complemento, ZHANG et al (2016), aferiram e informaram a insolubilidade do Ethiprole em água, sendo assim classificado como não sistêmico.

Na Figura 10 a seguir, é possível simular e classificar os produtos estudados no ensaio conforme seus dados de pKa e Log Kow, que segundo BROMILOW et al (1990), estas duas variáveis estão diretamente ligadas com o movimento de uma de uma molécula através da membrana plasmática. Como exemplo, verifica-se o produto Dinotefuran + Lambda cialotrina (DNT) localizado em uma faixa da figura como um produto que pode locomover através do xilema e floema.

Do ponto de vista de manejo de pragas, principalmente de insetos sugadores, poder contar com produtos sistêmicos que possam ser pulverizados em qualquer local da planta e este, possuir translocação para qualquer outra parte, traz mais segurança para melhorar a eficácia de controle do percevejo-marrom, já que ele ataca as estruturas de folhas, vagens e grãos de soja. Além da mobilidade dos inseticidas sistêmicos ser benéfica para atingir todas as partes das plantas, vem de encontro com a dispersão do percevejo-marrom na planta de soja, onde os adultos se localizam mais no terço médio das plantas e se movimentam mais que as ninfas que ficam mais ao centro e mais protegidas (SILVA et al., 2008).

Figura 10. Relação entre as propriedades pKa e log Kow como indicativo da capacidade de translocação de moléculas em plantas. Adaptado de BROMILOW et al. (1990). Adaptado de OLIVEIRA, R.S. et al. (Eds.) Biologia e Manejo de Plantas Daninhas. P.236-2011.



Apesar dos resultados obtidos com o alvo biológico *E. heros* neste ensaio, onde observou-se possível translocação acropetal (ascendente) e basipetal (descendente) dos produtos Dinotefuran + Lambda cialotrina e Tiametoxan + Lambda cialotrina, na análise das folhas através da cromatografia líquida juntamente com o espectrômetro de massa, foram identificados os ativos nas partes internas e na superfície dos estratos onde foram aplicados os produtos, porém nenhum deles foram encontrados na parte interna e na superfície das folhas dos estratos onde não foram aplicados os produtos, conforme pode ser visto nas Tabelas 12. Mas como é sabido que os percevejos se alimentam, principalmente dos grãos, desta forma abre-se mais uma frente de estudos para verificação da translocação destes ativos para a vagem da soja.

Quanto ao ensaio de avaliação residual dos produtos utilizados, foi possível verificar quais os produtos provocariam maior mortalidade por contato tarsal e ingestão, já que os insetos foram infestados após a aplicação na planta. Neste sentido, verificou-se que com um dia após a aplicação, destacou-se o produto Sulfoxaflor + Lambda cialotrina. Isto pode estar relacionado à concentração de Lambda cialotrina em sua composição, já que na dose avaliada, possui maior concentração deste ativo em relação aos demais tratamentos. A maior concentração de Lambda cialotrina, que não tem mobilidade na planta, pode conferir uma mortalidade maior e mais rápida frente aos demais tratamentos. Houve também destaque para as duas doses de Dinotefuran + Lambda cialotrina (42 g i.a ha^{-1} + 24 g i.a. ha^{-1} e 50,4 g i.a ha^{-1} + 28,8 g i.a.ha^{-1}) e o Tiametoxan + Lambda cialotrina a partir da avaliação de 3 até 14 DAA, comprovando assim o efeito de absorção e translocação, e suporte no efeito residual contra a praga. Já na avaliação de 21DAA, o efeito residual dos produtos aplicados sobre a planta de soja estava se finalizando e não afetou mais a sobrevivência dos percevejos.

Quando foram analisadas as amostras de folhas tríplice lavadas e da água proveniente desta lavagem, identificou-se uma nítida regressão de ativo na água, na superfície e internamente na folha, tanto do Dinotefuran quanto do Tiametoxan, que pode ser visto nas Tabelas 13 e 14. Este resultado ficou alinhado com a mortalidade obtida neste ensaio de residual, onde é nítida a perda de eficácia quando aumenta o período que se coloca a infestação de *E. heros* nas plantas de soja, chegando não ter nenhum diferencial de controle com a testemunha, onde

os produtos Dinotefuran + Lambda cialotrina e Tiametoxan + Lambda cialotrina não diferem da testemunha na quantidade de insetos vivos.

No ensaio de danos em grãos e mortalidade, não houve diferenças estatísticas, prevaleceu alta mortalidade em todos os tratamentos, inclusive na testemunha. O foco principal foi checar os danos nos grãos provocados pelos percevejos durante o período de dez dias em que estiveram em contato com a planta de soja.

Simulando uma produtividade média de 60 sacos (3.600 kg) por hectare de sementes de soja, trabalhando com os percentuais de danos e percentuais sem danos visíveis. Apesar da alta infestação (10 insetos por planta) utilizada para este ensaio, verificou-se a importância de se realizar o controle de percevejo-marrom com produtos potenciais ao controle, com o entendimento de seu modo de ação e o mais importante que é conhecimento do efeito residual para definir o momento de reentrada para controle do alvo. Verificou-se que, é diretamente proporcional, os percentuais de danos encontrados nas sementes fazem com que haja mais perdas em sacas de soja, resultado este relacionado com o controle do percevejo-marrom que expõe mais ou menos os grãos aos danos.

De forma geral, notou-se que as sementes de soja apresentaram percentual e tipos de danos diferentes conforme a época que foi realizada a infestação (0, 3, 7 e 14 DAA), o resultado mostrou que, mesmo após a fase reprodutiva R5 os tipos de danos podem se agravar de B (sementes com puncturas mas, sem deformação) para C (sementes com puncturas e com deformação) ou D (sementes totalmente deformadas) na testemunha. Além disso, todos os produtos se diferenciaram da testemunha apresentando um percentual superior de sementes sem danos visíveis mas também diferenciaram entre si, onde o produto Etiprole foi inferior apresentando mais danos.

Apesar dos tratamentos não terem diferenciado estatisticamente em todas as avaliações, os resultados mostraram que, percentualmente, os tratamentos com Etiprole foram inferiores aos demais tratamentos em relação ao número de sementes sadias.

Apesar dos bons resultados obtidos nestes ensaios, abriu-se novas oportunidades no sentido de complementar estes estudos. Para as análises de translocação novos resultados sobre análise de vagens de soja devem ser

estudados, bem como complementar com um estudo sobre a qualidade das sementes utilizando um teste de germinação, de preferência o teste de Tetrazólio.

REFERÊNCIAS

AGROFIT. **Banco de informações on-line sobre os produtos agroquímicos e afins registrados no Ministério da Agricultura**. Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 06 jul. 2022.

ANTUNIASSI, U.R. Tecnologia de aplicação de defensivos. Fundação de Apoio a Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso – Fundação MT. **Boletim Técnico de Soja**, n.8; p.165-177., 2004.

BASSO, C. J. et al. Neonicotinoid insecticide systemicity in soybean plants and its effect on brown stink bugs. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 46, n. 1, p. 96-101, 2016.

BELORTE, L. C. et al. Danos causados por percevejos (Hemiptera: Pentatomidae) em cinco cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill, 1917) no município de Araçatuba, SP. **Arquivos do Instituto biológico**, v. 70, n. 2, p. 169-175, 2003.

BUENO, A. F. et al. Economic thresholds in soybean-integrated pest management: old concepts, current adoption, and adequacy. **Neotropical entomology**, v. 42, n. 5, p. 439-447, 2013.

BROMILOW, Richard H.; CHAMBERLAIN, Keith; EVANS, Avis A. Physicochemical aspects of phloem translocation of herbicides. **Weed Science**, v. 38, n. 3, p. 305-314, 1990.

CARVALHO, A. M. X. et al. SPEED Stat: A free, intuitive, and minimalist spreadsheet program for statistical analyses of experiments. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 20, n. 3, p. e327420312, 2020.

CORREA-FERREIRA, B. S.; PANIZZI, A R. **Percevejos da soja e seu manejo**. 1999.

CORSO, I. C.; GAZZONI, D. L.. Sodium chloride: an insecticide enhancer for controlling pentatomids on soybeans. **Área de Informação da Sede-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 1998.

DE OLIVEIRA JR, Rubem Silvério; CONSTANTIN, Jamil; INOUE, Miriam Hiroko. Biologia e manejo de plantas daninhas. **Curitiba, Brasil: Omnipax**, 2011.

EDGINGTON, L. V. Structural requirements of systemic fungicides. **Annual review of phytopathology**, v. 19, n. 1, p. 107-124, 1981.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. 70p. : il.Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937; n. 349, 2014.

HUTH, C. et al. Efeito sistêmico de inseticida (Tiametoxan + Lambda-Cialotrina) em plantas de soja. In: **Congresso Brasileiro de Soja**, 6, 2012. Anais Cuiabá/MT, 2012

IRAC. **Insecticide Resistance Action Committee.** Disponível em: http://www.irac-online.org. Acesso em: 7 set. 2022.

KUSS, C. C. Base para o manejo de pragas de difícil controle em soja: eficiência de inseticidas para *Helicoverpa armigera* e efeito sistêmico de neonicotinóide sobre
Euschistus heros. 2015. 62 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015

LIGUORI, R. et al. Actara. Second generation neonicotinoid based on the new active ingredient thiamethoxam [fruit crops-vegetable crops-ornamental plants]. **Atti delle Giornate Fitopatologiche (Italy)**, 2002.

PANIZZI, A. R.; SLANSKY JR, F. Review of phytophagous pentatomids (Hemiptera: Pentatomidae) associated with soybean in the Americas. **Florida entomologist**, p. 184-214, 1985.

PPDB **Pesticide properties database** 2012. Disponível em: http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/index.htm. Acesso em: 03 de julho de 2022.

SILVA, C. C. et al. *Euschistus heros* mass rearing technique for the multiplication of Telenomus podisi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 43(5): 575-580, 2008.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; OMOTO, C. Resistência a inseticidas e outros agentes de controle em artrópodes associados à cultura da soja. **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**, v. 1, p. 673-723, 2012.

SPARKS, T. C. et al. Insecticides, biologics and nematicides: Updates to IRAC's mode of action classification-a tool for resistance management. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 167, p. 104587, 2020.

TORRES, F. Z. V.; RIGITANO, R. L. de O. Translocação do inseticida tiametoxam no floema de mamoneiras, utilizadas como plantas-modelo. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 22, 2012.

WU, H. et al. Vectorizing agrochemicals: enhancing bioavailability via carrier-mediated transport. **Pest management science**, v. 75, n. 6, p. 1507-1516, 2019.

ZHANG, Q. et al. Enantio separation and determination of the chiral phenylpyrazole insecticide ethiprole in agricultural and environmental samples and its enantioselective degradation in soil. **Science of the Total Environment**, v. 542, p. 845-853, 2016.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da importância dos danos causados pelo *Euschistus heros* na cultura da soja, estudos avaliando a ação dos principais inseticidas do mercado quanto a bioatividade, dinâmica e residual são de grande importância para entender quais as possibilidades de manejo da praga.

Nos estudos de efeitos subletais verificou-se que o inseticida Dinotefuran indicou um maior efeito de repelência e/ou deterrência à alimentação, reduzindo em média 50% o tempo de alimentação de adultos de *E. heros*, resultado bem representativo quando colocado em prática em condições de campo pois pode reduzir em muito os prejuízos ocasionados pela praga na cultura da soja.

Nas análises de cromatografia líquida e espectrômetro de massa, concluiu-se que houve mais penetração de Dinotefuran que Thiametoxan nas folhas das plantas de soja. Também se verificou que houve mais deposição/aderência na superfície das folhas de Lambda cialotrina proveniente mais do produto Zeus que do produto Engeo Pleno.

Os inseticidas Dinotefuran + Lambda cialotrina e Tiametoxan + Lambda cialotrina apresentaram resultados superiores quando foi mensurada a translocação e o residual nas plantas, juntou-se a eles o produto Sulfoxaflor. Quanto aos danos nos grãos, os produtos estudados se mostraram importantes como medida do controle dos danos causados pelo *Euschistus heros,* mesmo sendo produtos consolidados no mercado, apresentaram eficácias semelhantes.

Os resultados obtidos neste estudo contribuem para o entendimento da interação entre alguns inseticidas com a praga *E. heros* e a planta de soja. Entendemos que mais estudos adicionais relacionados a interação entre *E. heros* e inseticidas devem ser conduzidos para compreender melhor qual o melhor posicionamento de cada ativo para o alvo, otimizando desta forma, as principais vias de transferência para cada inseticida analisado, isso auxiliará a busca da melhor eficácia de controle da praga.

REFERÊNCIAS

BELO, M.S. et al. Uso de agrotóxicos na produção de soja do Estado do Mato Grosso: um estudo preliminar de riscos ocupacionais e ambientais. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional,** v.37, p.78-88, 2012.

BORGES, M. et al. Monitoring the Neotropical brown stink bug *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera:Pentatomidae) with pheromone-baited traps in soybean fields. **Journal of Applied Entomology,** v. 135, p. 68-80, 2011.

BUENO, A. F. et al. Economic thresholds in soybean-integrated pest management: old concepts, current adoption, and adequacy. **Neotropical Entomology**, v.42, p.439-447, 2013.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Perspectiva para a Agropecuária**, Agosto, 2021**.** Brasília: Conab, v. 9, 85 p. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 03 de setembro de 2022.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim de Monitoramento Agrícola**, Julho, 2021**.** Brasília: Conab, v. 11, p. 1-18 Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 03 de setembro de 2022.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; et al. **MIP-Soja:** resultados de uma tecnologia eficiente e sustentável no manejo de percevejos no atual sistema produtivo da soja. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 56p. (Documentos, 341).

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; LIMA, D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Ocorrência e dano de percevejos em cultivares de soja de crescimento determinado e indeterminado. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 31, 2010, Brasília, DF. **Resumos**. Londrina: Embrapa Soja, 2010a, p. 78-80.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MACHADO, E. M.; HOFFMANN-CAMPO, C. B. Sobrevivência e desempenho reprodutivo do percevejo marrom *Euschistus heros* (F.) na entressafra da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 31., 2010, Brasília, DF. **Resumos.** Londrina: Embrapa Soja, 2010b, p. 81-83.

CORSO, I. C.; GAZZONI, D. L. Sodium chloride: an insecticide enhancer for controlling pentatomids on soybeans. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 10, p. 1563-1571, 1998.

GALLO, D. et al. **Entomologia agrícola**. Piracicaba, Ed. Agronômica: Ceres. 920p. 2002.

HOFFMANN-CAMPO, C. B. et al. **Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado**. Londrina: Embrapa-CNPSo, 2000. 70 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 30).

MARION, E. **Parâmetros hídricos para estimativa do rendimento de grãos de soja**. 102 p. 2014. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Consulta de pragas**. 2022. Disponível em: < http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 08 de setembro de 2022.

PANIZZI, A. R.; BUENO, A. F.; SILVA, F. A. C. Insetos que atacam vagens e grãos. In: HOFFMAN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (Ed). **Soja:** manejo integrado de insetos e outros artrópodes praga. Brasília, DF. Embrapa, 2012. P. 335-420.

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

PITTA, R. M. et al. Suscetibilidade de *Euschistus heros* (Fabr. 1794) (Heteroptera: Pentatomidae) a inseticidas em Mato Grosso. **Scientific Electronic Archives**, Rondonópolis, v. 11, n. 3, 2018. Disponível em: < https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/185481/1/2018-cpamt-rafael-pitta-sustentabilidade-*Euschistus*-inseticida-mato-grosso.pdf>. Acesso em: 03 de agosto de 2022.

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

ROCHA, B. G. R. et al. Sistema de semeadura cruzada na cultura da soja: avanços e perspectivas. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v.41, n.2, p. 91-100, 2018.

ROCHA, R. S. **Avaliação de variedades e linhagens de soja em condições de baixa latitude.** 59 f. 2009. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Piauí, Piauí, 2009.

SILVA, A. C.; LIMA, E. P. C.; BATISTA, H. R. A importância da soja para o agronegócio brasileiro: uma análise sob o enfoque da produção, emprego e exportação. In: V ENCONTRO DE ECONOMIA CATARINENSE, 2011, Florianópolis, SC. **Anais.** Florianópolis: UNESC, 2011.

SISMEIRO, M.N.S. et al. Manejo de percevejo-marrom *Euschistus heros* em soja Bt resistente a lagartas. In: **Embrapa Soja-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 33., 2013, Londrina. Resumos expandidos... Brasília, DF: Embrapa, 2013. p. 68-71. Editado por Adilson de Oliveira Junior, Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite, César de Castro., 2013.

SOSA-GÓMEZ, D. R., OMOTO, C. Resistência a inseticidas e outros agentes de controle em artrópodes associados à cultura da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, CB., CORRÊA-FERREIRA, BS., MOSCARDI, F. (Org.). **Soja**: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga. Brasília, DF: Embrapa, p. 673-723, 2012.

SOSA-GÓMEZ, D. R. et al. **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja.** Londrina: Embrapa-CNPSo, 2010. 90 p. (Embrapa – CNPSo. Documentos, 269).

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

STÜRMER, G.R. **Capacidade de coleta de três métodos de amostragem e tamanho de amostra para lagartas e percevejos em soja**. 2012. 120 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

VIVAN, L. M. **Pragas da soja**. 2013. Artigo em Hyperlink. Disponível em: http://www.paginarural.com.br/artigo/2394/pragas-da-soja. Acesso em: 03 ago. 2022.