

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

Lucas De Arruda Cavallin

**EFICÁCIA E VIAS DE TRANSFERÊNCIA DE INSETICIDAS NO  
CONTROLE DE *Euschistus heros* (FABRICIUS, 1798) (HEMIPTERA:  
PENTATOMIDAE)**

Santa Maria, RS, Brasil

2020

**Lucas De Arruda Cavallin**

**EFICÁCIA E VIAS DE TRANSFERÊNCIA DE INSETICIDAS NO CONTROLE DE  
*Euschistus heros* (FABRICIUS, 1798) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área de Concentração em Engenharia Agroambiental, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Agrícola**.

Orientador: Prof. Dr. Jerson Carús Guedes

Santa Maria, RS, Brasil  
2020

FOLHA DE FICHA CATALOGRÁFICA /DADOS DE PROPRIEDADE INTELECTUAL

CAVALLIN, LUCAS DE ARRUDA  
EFICÁCIA E VIAS DE TRANSFERÊNCIA DE INSETICIDAS NO  
CONTROLE DE *Euschistus heros* (FABRICIUS, 1798)  
(HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) / LUCAS DE ARRUDA CAVALLIN.-  
2020.  
80 p.; 30 cm

Orientador: Jerson Carús Guedes  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós  
Graduação em Engenharia Agrícola, RS, 2020

1. percevejo-marrom 2. controle químico 3. contaminação  
I. Guedes, Jerson Carús II. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

---

© 2020

Todos os direitos autorais reservados a Lucas de Arruda Cavallin. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser com autorização por escrito do autor.

Endereço: Rua silvino Jacob Zimmermann, n. 624, Bairro Camobi, Santa Maria, RS, 97105-380 - Fone (055) 9 9694-6217; E-mail: *lucas-cavallin@live.com*

---

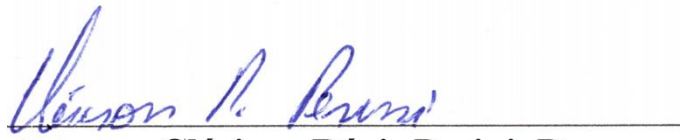
**Lucas De Arruda Cavallin**

**EFICÁCIA E VIAS DE TRANSFERÊNCIA DE INSETICIDAS NO CONTROLE DE  
*Euschistus heros* (FABRICIUS, 1798) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área de Concentração em Engenharia Agroambiental, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Agrícola**.

**Aprovado em 28 de fevereiro de 2020:**

  
**Jerson Vanderlei Carús Guedes, Dr.**  
(Presidente/Orientador)

  
**Clérison Régis Perini, Dr.**  
**Proteplan**

  
**Glauber Renato Stürmer, Dr.**  
**Cooperativa Central Gaúcha Ltda**

Santa Maria, RS

2020

*Dedico este trabalho a minha família!*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço prioritariamente a Deus, por me conceder saúde e paz. Agradeço aos meus pais José Volnei Cavallin e Ana Maria de Arruda Cavallin pelo amor incondicional e pela fé. Por me conduzir pelos caminhos mais iluminados, sempre apoiando minhas decisões. Serei eternamente grato a eles, por ser quem sou. Ao meu irmão Mateus Cavallin pelo companheirismo, carinho e apoio durante a minha caminhada. Agradeço aos meus avós Vitalino Cavallin (*In memoriam*), Alda Villanova Cavallin (*In memoriam*), João Valdemar de Arruda (*In memoriam*) e Anadir Becker de Arruda pelas sábias orientações. Um agradecimento especial a minha companheira Ândreas de Brum, que sempre ao meu lado foi incansável, apoiando minhas decisões e sustentando minha jornada. Agradeço ao meu orientador Professor Jerson Carús Guedes, pela confiança e pela orientação durante a minha caminhada acadêmica, também pelos sábios conselhos, que me permitiu crescer como pessoa e profissional. Agradeço ao meu coorientador, colega e amigo Dr. Clérison Régis Perini por estar disponível e disposto sempre que requerido. Agradeço também pelas orientações e ensinamentos que me fizeram crescer. Um agradecimento especial ao meu grande amigo MSc. Luís Eduardo Curioletti pela amizade, companheirismo, e por me possibilitar uma experiência ímpar trabalhando ao seu lado. Um agradecimento especial aos amigos Thiago Strahl, Lucas Drebes, Tiago Colpo que nunca deixaram faltar um braço forte e boas piadas. Quero agradecer aos grandes amigos Lorenzo Aita, Willian Daltrozo pela colaboração incansável durante a condução dos experimentos dessa dissertação. Agradeço a todos aos meus colegas de LabMIP-UFSM que me auxiliaram diversas vezes em meus experimentos, pela convivência diária e bons momentos que passamos juntos. Agradeço a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por possibilitar a realização deste trabalho. Por fim, gostaria de agradecer ao Dr. Glauber Renato Stürmer, por aceitar ser membro da minha banca e engrandecer o trabalho.

## RESUMO

### EFICÁCIA E VIAS DE TRANSFERÊNCIA DE INSETICIDAS NO CONTROLE DE *Euschistus heros* (FABRICIUS, 1798) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

AUTOR: LUCAS DE ARRUDA CAVALLIN

ORIENTADOR: JERSON CARÚS GUEDES

O percevejo-marrom, *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae), é considerado a principal praga da soja no Brasil. Este trabalho teve como objetivos compreender a eficácia dos inseticidas, como ocorre a contaminação e quais são as vias de transferências dos inseticidas na mortalidade de *E. heros*. O primeiro artigo intitulado “Eficácia de inseticidas no controle de *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae) em soja, em duas regiões edafoclimáticas do Rio Grande do Sul” verificou que a eficácia de controle de ninfas em Santa Maria variou entre 29,6% e 77,3%, e de adultos entre 66,2% e 92,3%. Em Capão do Cipó, o controle de *E. heros* variou entre 45,4% e 77,3%. Os melhores resultados ficaram com Curbix + Evidance (500 mL + 143 g ha<sup>-1</sup>) e Orthene (1000 g ha<sup>-1</sup>) em ambos locais, e em Santa Maria, Expedition (300 mL ha<sup>-1</sup>), Engeo Pleno S (250 mL ha<sup>-1</sup>), Sperto (250 mL ha<sup>-1</sup>) e Galil (400 mL ha<sup>-1</sup>) foram eficazes. O segundo artigo intitulado “Vias de transferência de inseticidas em *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae)”, verificou diferença na suscetibilidade entre as populações de *E. heros* nas distintas vias de transferência. As vias de transferências de inseticidas por contato tópico, contato tarsal e ingestão foram eficazes no controle de *E. heros*, entretanto, é variável com o tipo de inseticida. A mortalidade via sistema respiratório foi extremamente baixa, variando entre 10,0% e 21,7%. A mortalidade de *E. heros* via ingestão foi muito dependente do tratamento, e variou entre 8% e 91,3%. Por outro lado, a mortalidade via contato tópico, contato tarsal e contato tarsal + ingestão foi de até 100%. Portanto, compreender a eficácia e as vias de transferências de inseticidas em *E. heros*, fornece suporte para tomar as melhores decisões no campo, e garantir o controle eficaz de *E. heros* em soja.

**Palavras-chaves:** percevejo-marrom, controle químico e contaminação

## ABSTRACT

### EFFICACY AND INSECTICIDES TRANSFER MODES TO CONTROL *Euschistus heros* (FABRICIUS, 1798) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

AUTHOR: LUCAS DE ARRUDA CAVALLIN  
ADVISOR: JERSON CARÚS GUEDES

The neotropical brown stink bug, *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae), is considered the main soybean pest in Brazil. This study presents two manuscripts that aim to understand the efficacy of insecticides, how insecticides contamination occurs, and which are the most important transfer mode of insecticides for mortality of *E. heros*. The first research entitled "Efficacy of insecticides in the control of *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae) in soybeans, in two edaphoclimatic regions of Rio Grande do Sul" found that the control efficacy of nymphs in Santa Maria ranged between 29,6% and 77.3%, and of adults ranged between 66.2% and 92.3%. In Capão do Cipó locality, the control of *E. heros* varied between 45.4% and 77.3%. The best efficacy was accomplished by Curbix + Evidance (500 mL + 143 g ha<sup>-1</sup>) and Orthene (1000 g ha<sup>-1</sup>) in both locations. In Santa Maria locality, Expedition (300 mL ha<sup>-1</sup>), Engeo Pleno S (250 mL ha<sup>-1</sup>), Sperto (250 mL ha<sup>-1</sup>) and Galil (400 mL ha<sup>-1</sup>) were the most effective. The second manuscript entitled "Insecticide transfer mode in *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae)", found differences in susceptibility among *E. heros* populations, depending on the via of insecticides transferring. Insecticide transferred via topical contact, tarsal contact and via ingestion were effective in the control of *E. heros*, however, it differs with the type of insecticide. Mortality of *E. heros* based on the via of respiratory system was extremely low, varying between 10.0% and 21.7%. The mortality of *E. heros* via ingestion was highly dependent of the treatment and ranged between 8% and 91.3%. However, the mortality via topical contact, tarsal contact and tarsal contact + ingestion was up to 100%. Therefore, understanding the effectiveness and via of insecticide transferring into *E. heros*, provides support to make the best decisions in the field, and to ensure an effective control of *E. heros* in soybeans.

**Keywords:** neotropical brown stink bug, chemical control and contamination



## LISTA DE FIGURAS

### ARTIGO 1

- FIGURA 1. Localização dos experimentos para avaliação da eficácia de inseticidas no controle de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) em soja.....25
- FIGURA 2. Coeficiente de correlação de Pearson das eficácias de controle de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) dos tratamentos entre os locais dos experimentos, Santa Maria e Capão do Cipó.....34

### ARTIGO 2

- FIGURA 3. Ilustrações das metodologias dos experimentos de transferência de inseticidas em *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae). A) Via contato tópico; B) Via contato tarsal; C) Via respiração; D) Via ingestão; e E) Via contato tarsal + ingestão.....53
- FIGURA 4. Tarsos de adultos de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentato.....58
- FIGURA 5. Mortalidade de populações de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) causada via ingestão de inseticidas. Mesmas letras maiúsculas dentro das barras (mortalidade do inseticida em função da população); e mesmas letras minúsculas sobre as barras (mortalidade das populações em função dos inseticidas); e mesmas letras maiúsculas em itálico (mortalidade de *E. heros* em função dos inseticidas) e mesmas letras minúsculas em itálico (mortalidade das populações) não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ( $P > 0,05$ ) .....62
- FIGURA 6. Mortalidade de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) por inseticidas transferidos via ingestão e contato tarsal + ingestão. A) Interação significativa entre Tiametoxam +  $\lambda$ -cialotrina, Tiametoxam e  $\lambda$ -cialotrina; B) Interação significativa entre Imidacloprido + etiprole, Imidacloprido e etiprole; C) Interação não significativa entre Acetamiprido + bifentrina, Acetamiprido e bifentrina; D) Interação não significativa entre Imidacloprido +  $\beta$ -cifultrina, Imidacloprido e  $\beta$ -cifultrina; Mesmas letras maiúsculas dentro das barras (mortalidade do inseticida em função da população) não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ( $P > 0,05$ ). Mesmas letras minúsculas sobre as barras (mortalidade das populações em função dos inseticidas) não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ( $P > 0,05$ ) .....65
- FIGURA 7. Mortalidade de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) por Sulfoxaflor +  $\lambda$ -cialotrina, Imidacloprido + bifentrina e Dinotefuran +  $\lambda$ -cialotrina transferidos via ingestão e contato tarsal + ingestão. Mesmas letras maiúsculas dentro das barras (mortalidade em função da via de transferência) e mesmas letras minúsculas sobre as barras (mortalidade em função dos inseticidas) não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ( $P > 0,05$ ).....66
- FIGURA 8. Mortalidade de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) via respiração de inseticidas. Mesmas letras não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ( $P >$

0,05).....67

## LISTA DE TABELAS

### ARTIGO 1

- TABELA 1. Inseticidas, ingredientes ativos, grupos químicos e doses para o controle de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) em soja.....25
- TABELA 2. Atividades, datas, fenologia e infestação dos experimentos.....27
- TABELA 3. Número médio de ninfas (N3 a N5), adultos e total (ninfas + adultos) de *E. heros* m<sup>2</sup> nas respectivas avaliações e eficácia de controle, em resposta a aplicação dos tratamentos na cultura da soja em Santa Maria/RS.....28
- TABELA 4. Número médio de adultos de *E. heros* m<sup>2</sup> nas respectivas avaliações e eficácia de controle, em resposta a aplicação dos tratamentos na cultura da soja em Capão do Cipó/RS.....32

### ARTIGO 2

- TABELA 5. Ingredientes ativos e doses utilizadas para avaliar as vias de transferência de inseticidas na mortalidade de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) .....49
- TABELA 6. Mortalidade de populações de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae), em função dos modos de transferência de inseticidas via contato tarsal e contato tópico.....58
- TABELA 7. Mortalidade de populações de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae), em função dos modos de transferência de inseticidas via tarsal + ingestão e ingestão.....60

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>11</b>
1.1	REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
1.1.1	<b>Controle de <i>E. heros</i> em soja.....</b>	<b>14</b>
1.1.2	<b>Vias de transferência de inseticidas.....</b>	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>18</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>19</b>
<b>4</b>	<b>ARTIGO 1 .....</b>	<b>20</b>
<b>Eficácia de inseticidas no controle de <i>Euschistus heros</i> (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae) em soja, em duas regiões edafoclimáticas do Rio Grande do Sul</b>		
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>22</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>24</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>27</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>36</b>
<b>5</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>36</b>
<b>5</b>	<b>ARTIGO 2 .....</b>	<b>43</b>
<b>Vias de transferência de inseticidas em <i>Euschistus heros</i> (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae)</b>		
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>45</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>47</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>54</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>67</b>
<b>5</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>68</b>
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>73</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>75</b>
<b>8</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>76</b>

## 1 APRESENTAÇÃO

A soja é a cultura de maior importância para o agronegócio brasileiro, com mais de 35,8 milhões de hectares cultivados e produção de 115,029 milhões de toneladas na safra 2018/19 (CONAB, 2020). Durante seu cultivo, a soja está sujeita ao ataque de insetos-praga, e os percevejos fitófagos são o principal de grupo que ataca a cultura (CORRÊA-FERREIRA; KRZYZANOWSKI; MINAMI, 2009).

Os percevejos da soja se alimentam diretamente dos legumes, atingem os grãos, fazendo com que percam massa, com redução no rendimento e na qualidade fisiológica e sanitária da semente (CORRÊA-FERREIRA; KRZYZANOWSKI; MINAMI, 2009). A população de percevejos aumenta na fase reprodutiva da soja, provocando os maiores danos, desde a formação dos legumes até o final do enchimento de grãos (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000). Em revisão de mais de 50 trabalhos, feitos no Brasil e no exterior, Guedes et al. (2012) estimou que a redução média de rendimento causada por percevejos em soja é de 75kg hectare<sup>-1</sup> para densidade de 1 percevejo m<sup>2</sup>.

O percevejo-marrom, *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae), é a espécie de percevejo mais abundante da soja no Brasil (CORRÊA-FERREIRA; KRZYZANOWSKI; MINAMI, 2009); tem maior tolerância a inseticidas (SOSA-GÓMEZ et al., 2009); são insensíveis à plantas que expressam proteínas inseticidas de *Bacillus thuringiensis* (Bacillales: Bacillaceae) (proteínas *Bt*) (VIKTOROV, 2017) e o seu controle biológico é pouco eficaz, fazendo com que *E. heros* seja considerado o principal inseto-praga da sojicultura brasileira.

O controle de *E. heros* é realizado principalmente por meio de aplicações foliares de inseticidas (BUENO et al., 2013). Para atuarem com eficácia, os inseticidas precisam, entrar em contato com o inseto, atravessar o tegumento e chegar em concentração suficiente no sítio de ação (HADAWAY, 1971). As vias de transferências dos inseticidas para os insetos são: contato com alguma parte do corpo, ingestão e respiração (YU, 2014). Com frequência o controle de *E. heros* falha, levantando a inúmeras hipóteses sobre a origem destas falhas. Essas, podem não estar relacionadas com a baixa suscetibilidade aos inseticidas (SOMAVILLA et al., 2020), e sim com as condições climáticas, aplicações inadequadas de inseticidas e entre outros fatores (GUEDES, 2017), podendo ser relacionado com a forma de contaminação (PAPA; CELOTO; ZANARDI, 2015).

Considerando a importância de *E. heros* para a cultura da soja no Brasil, é importante estudar e entender:

- 1) Avaliar a eficácia, compreender as falhas de controle dos inseticidas e propor a qualificação do manejo e a redução das perdas causadas por esta praga.
- 2) Estudar como ocorre a contaminação dos inseticidas atualmente em uso no Brasil em *E. heros*.
- 3) Avaliar quais são as vias de contaminação de maior contribuição no controle de *E. heros*.

O trabalho é composto por dois artigos científicos, resultantes de vários experimentos. O primeiro artigo, intitulado “**Eficácia de inseticidas no controle de *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae) em soja, em duas regiões edafoclimáticas do Rio Grande do Sul**” objetivou avaliar a eficácia de inseticidas no controle *E. heros* na cultura da soja. O segundo artigo, intitulado “**Vias de transferência de inseticidas em *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae)**”, teve como objetivo avaliar a mortalidade da espécie a inseticidas atualmente em uso no Brasil, transferidos via ingestão, contato tarsal, ingestão + tarsal, contato tópico e via respiração, e avaliar a mortalidade de diferentes populações de *E. heros* em função das vias de transferência de inseticidas.

## 1.1 REFERENCIAL TEÓRICO

A soja, *Glycine max* (L.) Merrill, é a oleaginosa mais produzida e comercializada no mundo e o continente americano é o maior produtor mundial do grão, tendo os Estados Unidos da América, Brasil e Argentina como responsáveis por mais de 80% da sua produção. Nos últimos anos, o Brasil registrou o maior crescimento na produção e na exportação de soja em grão, entre esses três países (LEMOS et al., 2017). Atualmente é o segundo maior produtor e primeiro exportador mundial da oleaginosa, e tem como expectativa para safra 2019/20 uma área cultivada de 36,8 milhões de hectares e a produção de 122,22 milhões de toneladas de grãos (CONAB, 2020).

Dentre os insetos-pragas que atacam a soja, destacam-se os percevejos fitófagos (Hemiptera: Pentatomidae). As espécies *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837), *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758), *Dichelops* spp. e *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) são comuns nos cultivos, sendo *E. heros* a espécie mais abundante na sojicultura brasileira (CORRÊA-FERREIRA; KRZYZANOWSKI; MINAMI, 2009).

O primeiro registro de *E. heros* no Brasil, foi realizado em soja, no Estado de São Paulo, por Williams et al. (1973), sendo raro na década de 70 no Brasil (PANIZZI et al., 1977). Fatores como, ser melhor competidor do que *P. guildinii* nas lavouras de soja (TUELHER et al., 2016), e apresentar maior tolerância a inseticidas do que *P. guildinii* ou *N. viridula* (WILLRICH; LEONARD; COOK, 2003; SNODGRASS et al., 2005), provavelmente contribuiu para dominância de *E. heros* (PANIZZI; LUCINE, 2016).

Além de habitar os cultivos de soja, esse pentatomídeo pode ser encontrado em diversas culturas agrícolas, como por exemplo, girassol (*Helianthus annuus* L.), algodão (*Gossypium hirsutum* L.) e milho (*Zea mays* L.) (MOURÃO et al., 2000; SORIA et al., 2017; CORRÊA-FERREIRA; SOSA-GÓMEZ, 2017), e também hospedeiras alternativas, como plantas daninhas (MOURÃO et al., 2000; DALAZEN et al., 2017).

As posturas de *E. heros*, são realizadas principalmente nas folhas ou nos legumes de soja, em pequenas massas de 5 a 8 ovos, com coloração amarelada e que quando próximo a eclosão das ninfas apresentam coloração rósea (VILLAS-BÔAS; PANIZZI, 1980). A coloração das ninfas pode variar entre marrom e cinza, e após os cinco estádios ninfais, tornam-se adultos. Os adultos de *E. heros* apresentam cor marrom escura, com dois prolongamentos laterais nos ombros em formato de espinhos (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000). A eclosão das ninfas ocorre em média 5,4 dias após a postura, e o tempo de desenvolvimento do ovo à fase adulta

tem duração média de 28,4 dias (CIVIDANES, 1992). Podem viver em média 116 dias, podendo completar até três gerações durante uma safra (PANIZZI; BUENO; SILVA, 2012), e durante o inverno, hibernam sob folhas mortas (PANIZZI; NIVA, 1994).

As ninfas permanecem próximas ao local de postura durante o primeiro e segundo instar, e a partir do terceiro instar começam a dispersão (MCPHERSON; MCPHERSON., 2000), e a distribuição na lavoura é de forma agregada, independentemente da fase de vida (FERNANDES et al., 2019). As ninfas de *E. heros*, a partir do 3º instar começam a causar danos (GRAZIA et al., 1980), e compõem 72% da população de percevejos no período reprodutivo da soja. A movimentação dos adultos nas plantas de soja é maior, comparada às ninfas, sendo observado a maior ocorrência de adultos no terço superior do dossel (SILVA; CORRÊA-FERREIRA; SOSA-GÓMEZ, 2007), e das ninfas concentram-se no terço médio das plantas (CORRÊA-FERREIRA; KRZYZANOWSKI; MINAMI, 2009).

Na soja, *E. heros*, pode ocorrer durante todo o ciclo da cultura, porém ganha destaque na sua fase reprodutiva da cultura, desde a formação dos legumes, até o final do enchimento de grãos, quando a população aumenta, causando os danos mais severos (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000). Durante a alimentação, os pentatomídeos fitófagos injetam saliva contendo enzimas digestivas nas sementes e sugam o conteúdo liquefeito (TODD; HERZOG, 1980). Sua alimentação faz com que os grãos percam massa, com redução no rendimento e na qualidade fisiológica e sanitária das sementes (CORRÊA-FERREIRA; KRZYZANOWSKI; MINAMI, 2009). O ataque de percevejos também pode transmitir doenças (BELORT; RAMIRO; FARIA, 2003), causar retenção foliar, haste verde e retardar a maturação, dificultando a colheita (SOSA-GÓMEZ; MOSCARDI, 1995), e também a redução do teor de óleo nos grãos (DAUGHERTY, 1967).

A duração de alimentação e a profundidade da inserção do estilete nos grãos de *E. heros* é menor, comparado a *P. guildini* e *N. viridula* (DEPIERE, 2010). Apesar de apresentar baixo potencial de dano por indivíduo, quando comparado a outros pentatomídeos de ocorrência na cultura da soja, *E. heros* pode alcançar densidades populacionais no final do ciclo da soja de até 80 percevejos m<sup>-2</sup>, dificultando seu controle (SOSA-GÓMEZ et al., 2019).

### 1.1.1 Controle de *E. heros* em soja

O uso de inseticidas em agroecossistemas tem permitido que agricultores não percam rendimento, na produção de alimentos e outros produtos, por insetos-pragas (MACFADYEN

et al., 2014). Visando a diminuição dos prejuízos causados por *E. heros*, as aplicações foliares com inseticidas, tem sido a medida mais utilizada nas lavouras de soja (BUENO et al., 2013).

As falhas no controle de *E. heros* têm sido frequentes e generalizadas e os sojicultores brasileiros já estão enfrentando sérios problemas com essa praga. Atualmente, o controle de *E. heros* na soja é frequentemente empregado de forma errônea e abusiva, sem considerar o NDE (Nível de Dano Econômico) (SONG; SWINTON, 2009). Na cultura da soja, cada vez mais, os agrotóxicos vem sendo utilizado de forma inadequada, seja na aplicação de inseticidas preventivos, ou aplicados juntos com herbicidas e fungicidas, além das frequentes aplicações de inseticidas de amplo espectro, prioritariamente na fase inicial da cultura, eliminando os inimigos naturais, levando a altas populações de percevejos em agroecossistemas desequilibrados (CORRÊA-FERREIRA; KRZYŻANOWSKI; MINAMI, 2009). Os inseticidas geralmente são pulverizados em misturas de tanque com fungicidas sendo, aplicados em momento adequado para controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & P. Sydow), que pode não ser o melhor momento para o controle de *E. heros*, pois podem não ocorrer simultaneamente (BORTOLOTTO et al., 2015).

Avaliando uma rede de experimentos em campo, na safra 2013/14, nos principais estados produtores de soja do Brasil, o controle médio ninfas grandes variou de 58 a 78%, e de 51 a 76% para adultos de *E. heros* (ROGGIA et al., 2018). Em estudo semelhante na safra 2018/19, com maiores doses e novos produtos, o controle de ninfas grandes ficou entre 66 a 83% de eficiência, e de 63 a 74% para adultos (ROGGIA et al., 2019). De outro lado, recentemente foram relatadas falhas no controle na ordem de 15% em algumas populações de *E. heros* no estado de Goiás, sendo observadas em formulações de imidacloprido e beta-ciflutrina. Nesse mesmo estudo, não foram encontradas falhas de controle para  $\lambda$ -cialotrina, tiametoxam e acefato, sendo que este último obteve mortalidade total das populações estudadas (TUELHER et al., 2018). Esses estudos evidenciam a grande variação de eficácia dos inseticidas em populações de *E. heros*, e também, que existem inseticidas eficientes para esse inseto-praga.

Entretanto, a densidade de populações de *E. heros* aumentou nos últimos anos no Brasil (PANIZZI; LUCINE, 2016), reforçando a suspeita de falhas de controle, nestes recentes surtos da praga. O controle ineficaz das populações de *E. heros* no campo, aparenta estar pouco relacionado com a baixa suscetibilidade aos inseticidas (SOMAVILLA et al., 2020), o que descarta a hipótese de resistência aos mesmos, e levanta algumas questões sobre as possíveis causas das falhas no controle que podem estar relacionadas com às condições ambientais e as



aplicações inadequadas de inseticidas (GUEDES, 2017), aplicações ineficazes ou que não atinge o inseto-alvo (GUEDES; PERINI, 2019).

### 1.1.2 Vias de transferências de inseticidas

Entender os modos de ação e entrada de inseticidas nos insetos são indispensáveis para maximizar a eficiência do uso de inseticidas (SUMITA et al., 2016). A toxicidade de um agrotóxico é determinada com a dose, a natureza química, o estado físico (formulações) e o inseto-alvo (MATSUMURA, 1985). Entretanto, a eficácia dos inseticidas é dependente principalmente da transferência do ingrediente ativo para o inseto, que na maioria das vezes, atravessa a barreira do tegumento e chega ao sítio de ação, na forma inalterada ou no derivado do ativo (HADAWAY, 1971; YU, 2014).

Os inseticidas entram no corpo do inseto penetrando através do tegumento, em seguida entram na hemolinfa, sendo distribuídos ao restante do corpo (EBELING, 1974). Ao longo desse trajeto, vários processos físico-químicos reduzem consideravelmente a quantidade que passa de um estágio para o próximo, até que apenas uma fração muito pequena chegue ao local da ação e seja responsável pela resposta biológica (HADAWAY, 1971). A penetração cuticular é geralmente a principal via de entrada de inseticidas (MATSUMURA, 1985). A via de transferência por ingestão é indispensável para inseticidas biológicos à base de *Bacillus thuringiensis* Berliner (Eubacteriales: Bacillaceae) e Baculovírus (MOSCARDI, 2003). Já o controle pragas de grãos armazenados é feito geralmente com inseticidas fumegantes, que entram nos insetos via respiração (LORINI et al., 2015). Os espiráculos podem ser considerados a principal via de entrada de piretroides em forma de vapor em *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) (SUMITA; KAWADA; MINAKAWA, 2016).

Muitas vezes os insetos ficam em locais na planta com difícil acesso das gotas pulverizadas, como por exemplo na parte abaxial das folhas. Entretanto, a cobertura com a pulverização de inseticidas com a cobertura das estruturas vegetativas é o principal meio para proteger os cultivos agrícolas, controlando o alvo presente ou que pode chegar (HAYES; LIU, 1947). O alvo da aplicação de inseticidas pode ser o inseto ou a planta, o solo ou a semente (GUEDES; PERINI, 2019), no qual os insetos podem se contaminar pelo contato direto do inseticida com o corpo, ou indireto, com o inseto entrando em contato com depósitos de inseticidas em superfícies, caminhando ou se alimentando (YU, 2014). Para inseticidas persistentes não é necessário, ou tem menor importância, que os inseticidas atinjam diretamente

o inseto, podendo ser eficiente por meio de contato com os resíduos inseticidas (HOSKINS, 1962), e quanto maior o período de exposição dos insetos aos produtos, maior a probabilidade de intoxicação do organismo-alvo (MATSUMURA, 1985). Estudo realizado por Papa; Celoto e Zanardi (2015) demonstraram que a mortalidade de *E. heros* é diferente em função das formas de contaminação por inseticidas, alcançando 100% de controle no contato direto e tarsal, e 29% via ingestão.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

2.1.1 Avaliar e determinar a eficácia de inseticidas e as principais vias de transferência em *E. heros*.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2.2.1 Avaliar a eficácia de inseticidas no controle *E. heros* na cultura da soja;

2.2.2 Avaliar a mortalidade de *E. heros* causada por inseticidas transferidos via ingestão, contato tarsal, contato tópico, sistema respiratório e contato tarsal + ingestão;

2.2.3 Avaliar a mortalidade de diferentes populações de *E. heros* em função das vias de transferência de inseticidas.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos de eficácia de controle de *E. heros* em campo, foram realizados em Santa Maria e Capão do Cipó no Rio Grande do Sul. Foram testados os principais inseticidas utilizados no controle desta praga na soja no Brasil. As demais informações sobre o material e métodos dos experimentos estão no **ARTIGO 1**.

Os experimentos para avaliar as vias de transferências de inseticidas em adultos de *E. heros* foram realizados no Laboratório de Manejo Integrado de Pragas (LabMIP) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), prédio 44G do campus sede da UFSM. As demais informações sobre o material e métodos estão no **ARTIGO 2**.

#### 4 ARTIGO 1

Artigo nas normas da Pesquisa Agropecuária Tropical (PAT), e-ISSN 1983-4063, Qualis B1

### **Eficácia de inseticidas no controle de *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae) em soja, em duas regiões edafoclimáticas do Rio Grande do Sul**

#### **RESUMO**

Monitorar a eficácia de inseticidas no controle de *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae) é indispensável para qualificar o seu manejo em soja. O objetivo do trabalho foi avaliar a eficácia de inseticidas no controle de *E. heros* na cultura da soja, em duas regiões edafoclimáticas do Rio Grande do Sul. Foram conduzidos dois experimentos, em duas lavouras comerciais de soja, em Santa Maria e Capão do Cipó, com oito tratamentos inseticidas e uma testemunha, sem aplicação de inseticidas, avaliando a mortalidade de ninfas e adultos. A eficácia de controle de ninfas variou em Santa Maria entre 29,6% e 77,3%, e de adultos entre 66,2% e 92,3%. Em Capão do Cipó, o controle de adultos variou entre 45,4% e 77,3%. Os melhores resultados ficaram com os tratamentos Curbix + Evidance (500 mL + 143 g ha<sup>-1</sup>) e Orthene (1000 g ha<sup>-1</sup>) em ambos locais, e Expedition (300 mL ha<sup>-1</sup>), Engeo Pleno S (250 mL ha<sup>-1</sup>), Sperto (250 mL ha<sup>-1</sup>) e Galil (400 mL ha<sup>-1</sup>) em Santa Maria. A eficácia de Orthene (1000 g ha<sup>-1</sup>) apresentou a maior correlação entre os locais ( $r = 0.560$ ). Dentre os tratamentos, as eficácias foram semelhantes, sendo assim, as atividades que compõem o manejo, tornam-se determinantes para maximizar o controle de *E. heros*. A variação da suscetibilidade indica que as populações e os inseticidas apresentam respostas diversas para as idades dos

insetos e para as regiões, indicando que o manejo pode ser localmente aperfeiçoado, reduzindo as perdas.

**Palavras-chaves:** Soja, percevejo-marrom e controle químico

**Efficacy of insecticides to control *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae) in soybeans, in two edaphoclimatic regions of Rio Grande do Sul**

## **ABSTRACT**

To monitor the efficacy of insecticides to control *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae) is essential to propose the qualification of its management in soybeans. Therefore, the objective of this study was to evaluate the efficacy of insecticides in the mortality of *E. heros* in soybean cultivation, in two edaphoclimatic regions of Rio Grande do Sul. Two field experiments were conducted in soybean, in Santa Maria and Capão do Cipó, with eight insecticides treatments and one untreated control, without application of any insecticides, evaluating the mortality of nymphs and adults. The efficacy of insecticide treatments controlling nymphs in Santa Maria ranged between 29.6% and 77.3%, and for adults it fluctuated between 66.2% and 92.3%. In Capão do Cipó locality, the efficacy ranged between 45.4% and 77.3% for adults. The higher efficacy were accomplished by Curbix + Evidance (500 mL + 143 g ha<sup>-1</sup>) and Orthene (1000 g ha<sup>-1</sup>) treatments in both locations, and Expedition (300 mL ha<sup>-1</sup>), Engeo Pleno S (250 mL ha<sup>-1</sup>), Sperto (250 mL ha<sup>-1</sup>) and Galil (400 mL ha<sup>-1</sup>) were effective in Santa Maria locality. The efficacy of Orthene (1000 g ha<sup>-1</sup>) showed the highest correlation between localities ( $r = 0.560$ ). In conclusion, all insecticide treatments present a similar efficacy and, therefore, the management strategies, become essential to maximize the control of *E. heros*.

**Keywords:** soybean, neotropical brown stink bug and chemical control.

## 1 INTRODUÇÃO

A soja, *Glycine max* (L.) Merrill, é a oleaginosa mais produzida e comercializada no mundo e atualmente o Brasil é o segundo maior produtor e o primeiro exportador mundial desse grão (Lemos et al. 2017). É projetado uma produção de 122,22 milhões de toneladas para a safra 2019/20, no qual o Rio Grande do Sul é o terceiro maior produtor (Conab 2020).

A soja é atacada por muitas espécies de pragas, e dentre estas destacam-se os percevejos fitófagos, tendo como espécie predominante o percevejo-marrom (*Euschistus heros*) (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae) (Corrêa-Ferreira 2009; Panizzi & Lucine 2016). Esse pentatomídeo pode ser encontrado em soja, e entre outras culturas como: algodão (*Gossypium hirsutum* L.), girassol (*Helianthus annuus* L.) e milho (*Zea mays* L.) (SORIA et al. 2017; Mourão et al. 2000; Corrêa-Ferreira & Sosa-Gómez 2017), e também em plantas daninhas (Mourão et al. 2000; Dalazen et al. 2017).

As posturas de *E. heros* são pequenas massas de 5 a 8 ovos com coloração amarelada e quando próximo a eclosão das ninfas apresenta coloração rósea (Villas-Bôas & Panizzi 1980). A coloração das ninfas pode variar entre marrom a cinza, e após os cinco estádios ninfais, tornam-se adultos. Esses apresentam cor marrom escuro, com dois prolongamentos laterais nos ombros em formato de espinhos (Hoffmann-Campo et al., 2000). As ninfas eclodem após 5,4 dias da postura e o período de ovo-adulto, tem duração média de 28,4 dias (Cividanes 1992). Os adultos de *E. heros* vivem em média 116 dias, podendo completar até três gerações durante uma safra (Panizzi et al. 2012), e após a colheita da soja, completa a quarta geração, entra em diapausa e sobrevive a partir das reservas lipídicas (Hoffmann-Campo et al., 2000). Nos campos de soja, *E. heros* vive de forma agregada, independentemente da fase de vida (Fernandes et al. 2019). As populações de *E. heros* podem ser diferentes entre regiões, apresentando características genéticas distintas, isso devido ao baixo fluxo gênico da espécie, que por sua vez

está relacionado ao comportamento do voo do inseto (Sosa-Gómez et al. 2004).

Os danos de *E. heros* em soja iniciam a partir do terceiro instar (Grazia et al. 1980). Durante a alimentação injetam saliva nas sementes, que contém enzimas digestivas, e sugam o conteúdo liquefeito (Todd & Herzog 1980). Sua alimentação faz com que os grãos percam massa, causando redução de rendimento e menor qualidade fisiológica e sanitária das sementes (Corrêa-Ferreira et al. 2009). O ataque de percevejos também pode transmitir doenças (Belort et al. 2003), retardar a maturação, causar retenção foliar e haste verde, dificultando a colheita (Sosa-Gómez & Moscardi 1995). Os maiores danos de *E. heros* ocorrem, principalmente, na fase reprodutiva da soja, desde a formação dos legumes até o final do enchimento de grãos, que coincide com o aumento da população (Hoffmann-Campo et al. 2000; Vivian & Degrande 2011). Em revisão de mais de 50 trabalhos, feitos no Brasil e no exterior, Guedes et al. (2012) estimou a que redução média de rendimento causada por percevejos em soja é de 75kg hectare<sup>-1</sup> para densidade de 1 percevejo m<sup>-2</sup>.

As razões da ampla distribuição em território nacional, da dominância entre os pentatomídeos (Panizzi & Lucine 2016), a maior tolerância a inseticidas (Sosa-Gómez et al. 2009), insensibilidade às plantas que expressam proteínas inseticidas de *Bacillus thuringiensis* (proteínas *Bt*) (Viktorov 2017) e do controle biológico pouco difundido, faz com que *E. heros* seja considerado o principal inseto-praga da soja brasileira.

O controle de *E. heros* na cultura da soja é realizado com aplicações foliares de inseticidas (Bueno et al. 2013), principalmente com inseticidas neurotóxicos, dos grupos químicos dos organofosforados, dos piretroides e dos neonicotinoides, que são os principais grupos registrados no controle de *E. heros* no Brasil (Agrofit 2020) considerando que as pulverizações reduzem os riscos de danos (Macfadyen et al. 2014).

Ribeiro et al. (2016) avaliando a eficácia de inseticidas químicos no controle de *E. heros* em Tocantins, não encontrou eficácia superior a 64% aos 10 dias após a aplicação. No estado



do Mato Grosso, Di Bello et al. (2017), verificaram que a aplicação de inseticidas para o controle de *E. heros*, reduziu a densidade populacional apenas aos 3 dias após a aplicação, havendo reinfestação da praga. A eficácia de controle de *E. heros* é variável nas diferentes regiões do Brasil, sendo que, controle de ninfas grandes variou de 58% a 78%, e de adultos de *E. heros* 51% a 76%, na safra 2013/14 (Roggia et al. 2018). Na safra 2018/19, com doses maiores e novos produtos, o controle médio ninfas grandes variou entre 66% a 83% de eficiência, e o controle de adultos variou de 63% a 74% (Roggia et al. 2019).

Visto a importância do monitoramento da eficácia dos inseticidas, o objetivo do trabalho foi avaliar o percentual de controle dos principais inseticidas recomendados para o manejo de *E. heros* no Brasil, em duas regiões edafoclimáticas do Rio Grande do Sul.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 LOCALIZAÇÃO, CULTIVAR E DENSIDADE DA SOJA**

Os experimentos para controle de *E. heros* foram conduzidos em lavouras comerciais de soja, em duas regiões edafoclimáticas do Rio Grande do Sul: em Santa Maria (latitude -29° 43' 40"S, longitude -53° 33' 30"W e altitude de 85 m) e Capão do Cipó (latitude -28°57'02"S, longitude -54°28'01"W e altitude de 322 m) (MAPA, 2012) (Figura 1). A cultivar de soja DM5958 RSF IPRO foi semeada em Santa Maria no dia 10/12/2018, e em Capão do Cipó em 06/01/2019, com densidade populacional de 300 mil plantas por hectare e as linhas espaçadas 0,5 m.

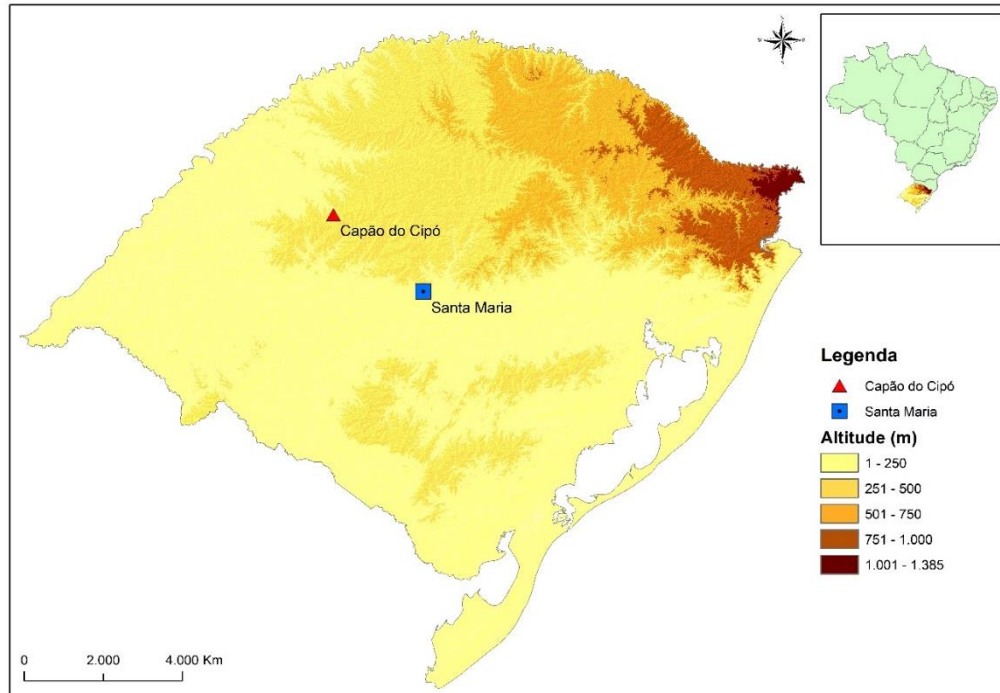


Figura 1. Localização dos experimentos para avaliação da eficácia de inseticidas no controle de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) em soja.

## 2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro blocos e unidades experimentais medindo 6 m x 6 m (12 linhas). Foram avaliados oito tratamentos inseticidas e uma testemunha, sem aplicação de inseticidas. Os inseticidas e as doses utilizadas nesse estudo são comumente usadas pelos produtores para controlar *E. heros* (Tabela 1). As aplicações foram realizadas com infestação natural de *E. heros* em soja, quando a densidade populacional de ninfas (N3 a N5) e adultos atingiu 3 percevejos/m<sup>2</sup>.

Tabela 1. Inseticidas, ingredientes ativos, grupos químicos e doses para o controle de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) em soja.

Tratamentos	Ingrediente ativo	Grupo químico	Dose/ha
-------------	-------------------	---------------	---------

		(Modo de ação <sup>1</sup> )	p.c. <sup>2</sup>	g i.a. <sup>2</sup>
Testemunha	Sem inseticida	-	-	-
Engeo Pleno S <sup>®</sup>	λ-cialotrina + Tiametoxam	Piretroide (3A) + Neonicotinoide (4A)	250	26,5 + 32,2
Connect <sup>®</sup>	β-cifultrina + Imidacloprido	Piretroide (3A) + Neonicotinoide (4A)	1000	12,5 + 100
Galil <sup>®</sup>	Bifentrina + Imidacloprido	Piretroide (3A) + Neonicotinoide (4A)	400	20 + 100
Orthene <sup>®</sup>	Acefato	Organofosforado (1B)	1000	750
Sperto <sup>®</sup>	Bifentrina + Acetamiprido	Piretroide (3A) + Neonicotinoide (4A)	250	62,5 + 62,5
Zeus <sup>®</sup>	λ-cialotrina + Dinotefuran	Piretroide (3A) + Neonicotinoide (4A)	500	24 + 42
Expedition <sup>®</sup>	λ-cialotrina + Sulfoxaflor	Piretroide (3A) + Sulfoxamina (4C)	300	45 + 30
Curbix <sup>®</sup> +	Etiprole +	Fenilpirazol (2B) +	500 +	100 +
Evidance <sup>®</sup>	Imidacloprido	Neonicotinoide (4A)	143	100

<sup>1</sup> Classificação do modo de ação conforme o Comitê de Ação à Resistência a Inseticidas (IRAC). <sup>2</sup>p.c.: produto comercial (mL ou g /ha) e i.a.: ingrediente ativo.

#### 2.4 APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS TRATAMENTOS

Os tratamentos foram aplicados com um pulverizador costal pressurizado a CO<sub>2</sub> com uma barra de 3 m, com pontas espaçadas em 0,5 m (leque simples XR 110.015, Teejet Technologies Co., Glendale Heights, Illinois, EUA), com vazão de 150 L ha<sup>-1</sup> e pressão de trabalho de 21 lbs pol<sup>-2</sup>.

As avaliações da densidade populacional de percevejos foram efetuadas utilizando o método do pano-de-batida-vertical com calha (Guedes et al. 2006; Stürmer 2012) em 4 metros de linha de soja (área de amostragem de 2,0 m<sup>2</sup>). Os percevejos vivos de *E. heros* coletados no pano-de-batida-vertical foram separados em ninfas grandes (N3 a N5) e adultos. As avaliações

foram realizadas 3, 7, 10 e 15 dias após a aplicação (DAA) (Tabela 2). A mortalidade dos insetos foi corrigida pela fórmula de ABBOTT (1925).

Tabela 2. Atividades, datas, fenologia e infestação dos experimentos.

Atividade	Santa Maria			Capão do Cipó		
	Data	F <sup>1</sup>	I <sup>2</sup>	Data	F <sup>1</sup>	I <sup>2</sup>
Contagem prévia/aplicação	01/03/2019	R5.4	3,0	04/04/2019	R5.1	3,0
Avaliação 3DAA	04/03/2019	R5.5	3,8	07/04/2019	R5.1	3,3
Avaliação 7DAA	08/03/2019	R5.5	4,0	11/04/2019	R5.2	3,4
Avaliação 10DAA	11/03/2019	R5.5	2,2	14/04/2019	R5.2	4,6
Avaliação 15DAA	16/03/2019	R6	1,9	19/04/2019	R5.3	5,5

<sup>1</sup>Fenologia da cultura: escala de Fehr e Caviness (1977); <sup>2</sup>Número de *E. heros* m<sup>2</sup> na testemunha.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A discussão dos resultados de controle de *E. heros* foi feita com base nas médias populacionais para os estágios de desenvolvimento da praga, de ninfas (N3 a N5) e de adultos. Na avaliação do efeito de inseticidas no controle de *E. heros*, em duas localidades do Rio Grande do Sul, a eficácia de controle de ninfas em Santa Maria variou entre 29,6% e 77,3%, e de adultos variou entre 66,2% e 92,3%. Em Capão do Cipó, o controle variou e entre 45,4% e 77,3%. Os melhores resultados ficaram com os tratamentos Curbix + Evidance (500 mL + 143 g ha<sup>-1</sup>) e Orthene (1000 g ha<sup>-1</sup>) em ambos locais, e Expedition (300 mL ha<sup>-1</sup>), Engeo Pleno S (250 mL ha<sup>-1</sup>), Sperto (250 mL ha<sup>-1</sup>) e Galil (400 mL ha<sup>-1</sup>) em Santa Maria.

#### 3.1 EXPERIMENTO EM SANTA MARIA

### 3.1.1 Controle de ninfas de *E. heros*

Durante a condução do experimento, o número de ninfas reduziu significativamente apenas para os tratamentos Expedition (300 mL ha<sup>-1</sup>), Curbix + Evidance (500 mL + 143 g ha<sup>-1</sup>) e Sperto (250 g ha<sup>-1</sup>), nas amostragens realizadas aos 7 DAA, com controle de 100%, 82,4% e 76,5%, respectivamente (Tabela 3). Para as demais datas avaliadas, os tratamentos não reduziram a densidade populacional de ninfas de *E. heros*. O tratamento Expedition (300 mL ha<sup>-1</sup>) obteve a maior eficácia de controle entre os tratamentos inseticidas, com 83,3% aos 3DAA. Apesar de não reduzir significativamente o número de ninfas aos 7DAA, Engeo Pleno S (250 ml ha<sup>-1</sup>) e Galil (400 ml ha<sup>-1</sup>) obtiveram 70,6% de controle. Os demais tratamentos inseticidas apresentaram eficácia entre 16,7% e 66,7%. Aos 10DAA, Engeo Pleno S (250 ml ha<sup>-1</sup>) e Curbix + Evidance (500 mL + 143 g ha<sup>-1</sup>) foram eficientes no controle de ninfas, ambos com 85,7% de controle. Orthene (1000 g ha<sup>-1</sup>) controlou 64,3% da população de ninfas de *E. heros* aos 10DAA. Aos 15DAA, Sperto (250 g ha<sup>-1</sup>) auferiu 100% de controle, já Galil (400 ml ha<sup>-1</sup>) e Expedition (300 mL ha<sup>-1</sup>) apresentaram 71,4% de controle. No geral, no controle de ninfas, Expedition (300 mL ha<sup>-1</sup>) e Curbix + Evidance (500 mL + 143 g ha<sup>-1</sup>) foram os mais regulares, e alcançaram 76,2% e 69,4% de eficiência, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3. Número médio de ninfas (N3 a N5), adultos e total (ninfas + adultos) de *E. heros* m<sup>-2</sup> nas respectivas avaliações e eficácia de controle, em resposta a aplicação dos tratamentos na cultura da soja, em Santa Maria/RS.

Tratamentos	Dose <sup>1</sup>	Ninfas (N3 a N5) de <i>E. heros</i>				
		03 DAA <sup>2</sup>	07 DAA	10 DAA	15 DAA	Média <sup>5</sup>

		N <sup>3</sup>	E% <sup>4</sup>	N	E%	N	E%	N	E%	N	E%
Testemunha	-	1,5 a	-	2,1 a	-	0,9 a	-	0,4 a	-	1,2	-
Engeo Pleno S <sup>®</sup>	250	1,0 a	33,3	0,6 a	70,6	0,1 a	85,7	0,4 a	14,3	0,5	51,0
Connect <sup>®</sup>	1000	1,3 a	16,7	0,9 a	58,8	1,1 a	0,0	0,3 a	42,9	0,9	29,6
Galil <sup>®</sup>	400	0,8 a	50,0	0,6 a	70,6	0,6 a	35,7	0,1 a	71,4	0,5	56,9
Orthene <sup>®</sup>	1000	0,6 a	58,3	1,3 a	42,1	0,3 a	64,3	0,4 a	14,3	0,6	44,7
Sperto <sup>®</sup>	250	1,3 a	16,7	0,5 b	76,5	0,7 a	21,4	0,0 a	100	0,6	53,7
Zeus <sup>®</sup>	500	0,5 a	66,7	1,3 a	41,2	0,4 a	50,0	0,6 a	0,0	0,7	39,5
Expedition <sup>®</sup>	300	0,3 a	83,3	0,0 b	100	0,4 a	50,0	0,1 a	71,4	0,2	76,2
Curbix <sup>®</sup> + Evidance <sup>®</sup>	1000	0,5 a	66,7	0,4 b	82,4	0,1 a	85,7	0,3 a	42,9	0,3	69,4

**Adultos de *E. heros***

Tratamentos	Dose	03 DAA		07 DAA		10 DAA		15 DAA		Média	
		N	E%	N	E%	N	E%	N	E%	N	E%
Testemunha	-	2,3 a	-	1,9 a	-	1,3 a	-	1,4 a	-	1,7	-
Engeo Pleno S <sup>®</sup>	250	0,1 c	91,4	0,3 b	86,7	0,1 b	95,2	0,1 c	95,7	0,1	92,3
Connect <sup>®</sup>	1000	0,5 c	75,3	1,3 a	33,3	0,1 b	90,5	0,4 b	73,9	0,6	68,3
Galil <sup>®</sup>	400	0,5 c	75,3	0,1 b	93,3	0,3 b	81,0	0,1 c	91,3	0,3	85,2
Orthene <sup>®</sup>	1000	0,1 c	91,4	0,0 b	100	0,6 a	52,4	0,1 c	91,3	0,2	83,8
Sperto <sup>®</sup>	250	0,8 b	64,5	0,9 a	53,3	0,2 b	85,7	0,2 c	87,0	0,5	72,6
Zeus <sup>®</sup>	500	0,9 b	59,1	0,8 a	60,0	0,3 b	76,2	0,4 b	69,6	0,6	66,2
Expedition <sup>®</sup>	300	0,8 b	64,5	0,1 b	93,3	0,3 b	81,0	0,5 b	65,2	0,4	76,0
Curbix <sup>®</sup> + Evidance <sup>®</sup>	1000	0,4 c	80,6	0,1 b	93,3	0,4 b	71,4	0,1 c	91,3	0,3	84,2

**Ninfas (N3 a N5) + adultos de *E. heros***

Tratamentos	Dose	03 DAA		07 DAA		10 DAA		15 DAA		Média	
		N	E%	N	E%	N	E%	N	E%	N	E%

		N	E%	N	E%	N	E%	N	E%	N	E%
Testemunha	-	3,8 a	-	4,0 a	-	2,2 a	-	1,9 a	-	3,0	-
Engeo Pleno S <sup>®</sup>	250	1,1 b	71,1	0,9 c	77,5	0,2 a	90,9	0,4 c	78,9	0,7	79,6
Connect <sup>®</sup>	1000	1,8 b	52,6	2,1 b	47,5	1,2 a	45,5	0,6 c	68,4	1,4	53,3
Galil <sup>®</sup>	400	1,3 b	65,8	0,8 c	80,0	0,8 a	63,6	0,3 c	84,2	0,8	73,3
Orthene <sup>®</sup>	1000	0,8 b	78,9	1,3 c	67,5	0,9 a	59,1	0,5 c	73,7	0,9	70,0
Sperto <sup>®</sup>	250	2,0 a	47,4	1,4 c	65,0	0,9 a	59,1	0,2 c	89,5	1,1	65,3
Zeus <sup>®</sup>	500	1,4 b	63,2	2,0 b	50,0	0,8 a	63,6	1,1 b	42,1	1,3	54,7
Expedition <sup>®</sup>	300	1,0 b	73,7	0,1 c	97,5	0,7 a	68,2	0,6 c	68,4	0,6	76,1
Curbix <sup>®</sup> + Evidance <sup>®</sup>	1000	0,9 b	76,3	0,5 c	87,5	0,5 a	77,3	0,4 c	78,9	0,6	80,0

<sup>1</sup> Produto comercial (mL ou g há<sup>-1</sup>); <sup>2</sup>Dias após a aplicação; <sup>3</sup> Número de *E. heros* m<sup>2</sup>; <sup>4</sup> Eficiência de controle; <sup>5</sup> Média geral das avaliações

### 3.1.2 Controle de adultos de *E. heros*

A aplicação de inseticidas reduziu a densidade populacional de adultos de *E. heros* para maioria dos tratamentos inseticidas em todas as avaliações. Aos 3DAA, todos os tratamentos inseticida reduziram a população de adultos de *E. heros*, e o Engeo Pleno S (250 ml ha<sup>-1</sup>), o Orthene (1000 g ha<sup>-1</sup>), o Curbix + Evidance (500 mL + 143 g ha<sup>-1</sup>), o Connect (1000 mL ha<sup>-1</sup>) e o Galil (400 ml ha<sup>-1</sup>), alcançaram controles de 91,4%, 91,4%, 80,6%, 75,3% e 75,3% de eficácia, nesta ordem. Os demais inseticidas controlaram entre 59,1 e 64,5% (Tabela 3).

Na avaliação aos 7DAA, os tratamentos Engeo Pleno S (250 ml ha<sup>-1</sup>), Galil (400 ml ha<sup>-1</sup>), Orthene (1000 g ha<sup>-1</sup>), Expedition (300 mL ha<sup>-1</sup>) e Curbix + Evidance (500 mL + 143 g ha<sup>-1</sup>) reduziram o número de adultos de *E. heros*, e alcançaram controle acima de 86,7%, no qual Orthene (1000 g ha<sup>-1</sup>) obteve 100% de eficácia. Aos 10DAA, apenas o Orthene (1000 g ha<sup>-1</sup>) não reduziu significativamente o número de adultos de *E. heros*. Os demais inseticidas

alcançaram acima de 80%, exceto Zeus (300 mL ha<sup>-1</sup>) e Curbix + Evidance (500 mL + 143 g ha<sup>-1</sup>), que alcançaram 76,2% e 71,4%, respectivamente. Nos tratamentos com Sperto (250 g ha<sup>-1</sup>), Galil (400 ml ha<sup>-1</sup>), Orthene (1000 g ha<sup>-1</sup>), Curbix + Evidance (500 mL + 143 g ha<sup>-1</sup>) e Engeo Pleno S (250 ml ha<sup>-1</sup>), foram observadas as melhores médias, com controle entre 87,0% e 95,5%, aos 15DAA (Tabela 3).

Na média geral, todos os tratamentos inseticidas variaram entre 66,2% e 92,3% de eficácia. Os tratamentos inseticidas em destaque foram Engeo Pleno S (250 ml ha<sup>-1</sup>), Galil (400 ml ha<sup>-1</sup>), Orthene (1000 g ha<sup>-1</sup>) e Curbix + Evidance (500 mL + 143 g ha<sup>-1</sup>), com controle acima de 83,0%.

### 3.1.3 Controle de ninfas (N3 a N5) + adultos de *E. heros*

Os tratamentos inseticidas foram eficientes e reduziram a população (ninfas + adultos) de *E. heros*. Aos 3DAA, apenas o inseticida Sperto (250 g ha<sup>-1</sup>) não reduziu a população total de *E. heros*. Aos 7DAA, todos tratamentos inseticidas reduziram de forma significativa a densidade populacional de *E. heros*, e as menores médias foram encontradas nos tratamentos Connect (1000 mL ha<sup>-1</sup>) e Zeus (300 mL ha<sup>-1</sup>) 47,5% e 50,0%, respectivamente (Tabela 3).

Aos 10DAA, nenhum tratamento inseticida reduziu o número total de *E. heros*, entretanto alguns obtiveram controle. O inseticida Engeo Pleno S (250 ml ha<sup>-1</sup>) foi o mais eficiente, com 90,9% de controle. Expedition (300 mL ha<sup>-1</sup>) e Curbix + Evidance (500 mL + 143 g ha<sup>-1</sup>) alcançaram 68,2 e 77,3% de eficiência, respectivamente. Aos 15DAA, todos os tratamentos inseticidas reduziram a população total de *E. heros*. Zeus (300 mL ha<sup>-1</sup>) alcançou a menor média, com 42,1% de controle. Os demais tratamentos inseticidas alcançaram eficiências entre 68,4% e 89,2%.

No geral, apenas três tratamentos inseticidas, Connect (1000 mL ha<sup>-1</sup>), Sperto (250 g ha<sup>-1</sup>) e Engeo Pleno S (250 ml ha<sup>-1</sup>), alcançaram controle acima de 80%.



<sup>1</sup>) e Zeus (300 mL ha<sup>-1</sup>), com 53,3%, 63,3% e 54,7% de eficácia média, respectivamente, não tiveram um bom desempenho no controle de ninfas + adultos de *E. heros*. Os demais tratamentos inseticidas alcançaram entre 70,0% e 80,0% de controle médio. Destaca-se os tratamentos Engeo Pleno S (250 mL ha<sup>-1</sup>) Curbix + Evidance (500 mL + 143 g ha<sup>-1</sup>) que foram os mais regulares e apresentaram um controle entorno de 80% (Tabela 3).

### 3.2 EXPERIMENTO EM CAPÃO DO CIPÓ

Nesse experimento foram encontrados apenas adultos de *E. heros*. Aos 3DAA, todos tratamentos inseticidas reduziram densidade populacional de adultos de *E. heros*. As melhores médias foram observadas nos tratamentos Galil (400 ml ha<sup>-1</sup>), Orthene (1000 g ha<sup>-1</sup>), Sperto (250 g ha<sup>-1</sup>), Expedition (300 mL ha<sup>-1</sup>) e Curbix + Evidance (500 mL + 143 g ha<sup>-1</sup>) (Tabela 4). Os inseticidas Orthene (1000 g ha<sup>-1</sup>) e Curbix + Evidance (500 mL + 143 g ha<sup>-1</sup>) obtiveram as maiores eficiências de controle, com 96,2% e 80,8%, respectivamente.

Tabela 4. Número médio de adultos de *E. heros* m<sup>-2</sup> nas respectivas avaliações e eficácia de controle, em resposta a aplicação dos tratamentos na cultura da soja, em Capão do Cipó/RS.

Tratamentos	Dose <sup>1</sup>	Adultos de <i>E. heros</i>									
		03 DAA <sup>2</sup>		07 DAA		10 DAA		15 DAA		Média <sup>5</sup>	
		N <sup>3</sup>	E <sup>3</sup>	N	E%	N	E%	N	E%	N	E%
Testemunha	-	3,3 a	-	3,4 a	-	4,6 a	-	5,5 a	-	4,2	-
Engeo Pleno S <sup>®</sup>	250	1,9 b	42,5	1,6 b	51,9	2,9 a	37,9	2,8 b	50,0	2,3	45,6
Connect <sup>®</sup>	1000	1,9 b	42,5	1,5 b	55,5	2,5 a	45,9	2,5 b	54,5	2,1	49,6
Galil <sup>®</sup>	400	1,5 c	53,8	2,1 a	37,1	1,8 a	62,1	2,5 b	54,5	2,0	51,9

Orthene <sup>®</sup>	1000	0,1 c	96,2	0,8 b	77,7	1,6 a	64,9	1,6 b	70,5	1,0	77,3
Sperto <sup>®</sup>	250	1,3 c	61,5	1,3 b	62,9	1,5 a	67,5	2,3 b	59,1	1,6	62,8
Zeus <sup>®</sup>	500	2,1 b	34,8	1,0 b	70,3	2,9 a	37,9	3,4 b	38,7	2,3	45,4
Expedition <sup>®</sup>	300	1,3 c	61,5	1,4 b	59,3	2,4 a	48,7	2,8 b	50,0	1,9	54,9
Curbix <sup>®</sup> + Evidance <sup>®</sup>	1000	0,6 c	80,8	0,3 b	92,6	1,4 a	70,3	2,5 b	54,5	1,2	74,6

<sup>1</sup> Produto comercial (mL ou g ha<sup>-1</sup>); <sup>2</sup>Dias após a aplicação; <sup>3</sup>Número de *E. heros* m<sup>2</sup>; <sup>4</sup>Eficiência de controle; <sup>5</sup>Média geral das avaliações

Aos 7DAA, os tratamentos inseticidas, Sperto (250 g ha<sup>-1</sup>), Zeus (300 mL ha<sup>-1</sup>) e Orthene (1000 g ha<sup>-1</sup>) apresentaram controle, com médias entre 62,9% e 77,7% de eficácia. Destaque para o tratamento inseticida Curbix + Evidance (500 mL + 143 g ha<sup>-1</sup>), que alcançou 92,6% de controle. Nessa avaliação, apenas Galil (400 ml ha<sup>-1</sup>) não reduziu número de adultos de *E. heros*.

Aos 10DAA, nenhum tratamento inseticida reduziu o número de *E. heros*. Entretanto, os tratamentos Galil (400 ml ha<sup>-1</sup>), Orthene (1000 g ha<sup>-1</sup>), Sperto (250 g ha<sup>-1</sup>) e Curbix + Evidance (500 mL + 143 g ha<sup>-1</sup>), alcançaram médias entre 62,1% e 70,3%. Aos 15DAA, todos inseticidas reduziram a população de *E. heros*. Os inseticidas Orthene (1000 g ha<sup>-1</sup>) e Sperto (250 g ha<sup>-1</sup>), alcançaram 70,5% e 59,1% de eficácia, respectivamente.

A média geral no controle adultos de *E. heros* foi baixa ( $\leq 77,3\%$ ). O inseticida Sperto (250 g ha<sup>-1</sup>) que alcançou 62,8% de controle geral, apresentou pouca variação ao longo das avaliações. Os tratamentos inseticidas Orthene (1000 g ha<sup>-1</sup>) e Curbix + Evidance (500 mL + 143 g ha<sup>-1</sup>), foram os mais estáveis e eficientes, alcançando 77,3% e 74,6% de controle médio, respectivamente (Tabela 4).

As eficácias de controle dos tratamentos inseticidas foram submetidas ao teste de coeficiente de Person (Figura 2). A correlação foi negativa para 50% dos tratamentos inseticidas, e a maioria dos tratamentos apresentaram uma correlação muito baixa entre os locais ( $\leq 0,1$ ;

Hopkins 2000). Porém, para o tratamento Orthene (1000 g ha<sup>-1</sup>), apresentou uma correlação de  $r = 0,560$ , que pode ser considerada alta ( $> 0,5$  e  $< 0,7$ ; Hopkins 2000), pois apresenta eficácias semelhantes entre os locais.

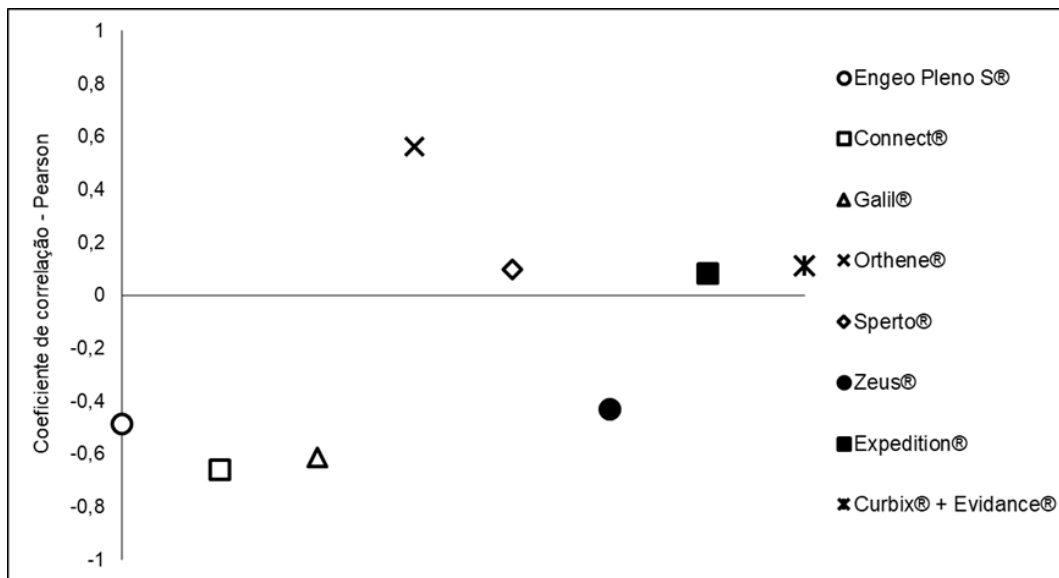


Figura 2. Coeficiente de correlação de Pearson para as eficácias de controle de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) dos tratamentos entre os locais dos experimentos, Santa Maria e Capão do Cipó.

A maioria dos tratamentos estudados são usados há bastante tempo no controle de *E. heros* no Rio Grande do Sul, principalmente, as misturas de piretroides (3A) + neonicotinoides (4A) e Acefato (1B) isolado. Também foram estudados os ingredientes ativos novos, já disponíveis para safra 2019/20 para o controle de *E. heros* em soja, como etiprole, sulfoxaflor e dinotefuran.

O desempenho dos tratamentos inseticidas no controle do *E. heros*, entre Santa Maria e Capão do Cipó foi variável. Isso pode estar associado ao baixo fluxo gênico da espécie, devido ao comportamento do voo do inseto (Sosa-Gomez et al. 2004), gerando populações distintas em diferentes regiões, com diferentes níveis de suscetibilidade a inseticidas.

Todos os tratamentos testados, em algum momento do experimento, reduziram a densidade populacional de *E. heros*. Entretanto, nem todos foram eficazes e consistentes nos locais e ao longo do tempo, proporcionando a reinfestação rápida, e por consequência, as falhas no controle.

A fase jovem de *E. heros* é a mais difícil de controlar com eficiência, devido ao comportamento quanto ao local que habita, a baixa movimentação nos estratos da planta (Puntel 2019) e, também pela dificuldade de penetração de gotas no dossel da soja. Os tratamentos inseticidas Expedition (300 mL ha<sup>-1</sup>) e Curbix + Evidance (500 mL + 143 g ha<sup>-1</sup>) foram os mais eficientes sobre ninfas grandes, e certamente são uma grande ferramenta para o manejo de *E. heros* em soja.

Os adultos de *E. heros* tem maior mobilidade no dossel, ficando mais expostos, e dessa forma as chances de ser atingido pelas gotas de pulverização e/ou entrar em contato com os locais contaminados é maior. Em Santa Maria, os tratamentos inseticidas que melhor controlaram essa fase, com eficiência acima de 80%, foram Engeo Pleno S (250 mL ha<sup>-1</sup>), Galil (400 mL ha<sup>-1</sup>), Orthene (1000 g ha<sup>-1</sup>) e Curbix + Evidance (500 mL + 143 g ha<sup>-1</sup>). Já, em Capão do Cipó, os melhores resultados repetiram-se com os tratamentos Orthene (1000 g ha<sup>-1</sup>) e Curbix + Evidance (500 mL + 143 g ha<sup>-1</sup>). Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Roggia et al. (2018), sendo estes produtos os mais eficazes e estáveis no controle de adultos de *E. heros*. Os tratamentos com acefato, nas doses entre 750 e 970 g de i.a ha<sup>-1</sup>, também foram eficazes no controle adulto de *E. heros* no estudo da safra 2018/19 (Roggia et al. 2019).

Em Santa Maria, Expedition (300 mL ha<sup>-1</sup>), Engeo Pleno S (250 mL ha<sup>-1</sup>) e Curbix + Evidance (500 mL + 143 g ha<sup>-1</sup>) obtiveram o melhor desempenho no controle do total de *E. heros* (ninfas grandes + adultos), demonstrando ser estáveis no controle de ambas as fases. O bom desempenho do Expedition (300 mL ha<sup>-1</sup>), em Santa Maria, pode estar relacionado a alta dose de  $\lambda$ -cialotrina (45 g de i.a ha<sup>-1</sup>), que proporciona um rápido 'knockdown'. E, também, por

conter em sua formulação o sulfoxaflor, grupo químico Sulfoxamina (4C), que é uma molécula nunca usada no controle de *E. heros* no Brasil. O mesmo acontece, em ambos locais, com o tratamento Curbix + Evidance (500 mL + 143 g ha<sup>-1</sup>), que contém em sua formulação etiprole, grupo químico fenilpirazol (2B), também nunca usado no controle de percevejos no Brasil.

Os inseticidas Orthene (1000 g ha<sup>-1</sup>) e Curbix + Evidance (500 mL + 143 g ha<sup>-1</sup>), foram eficientes e apresentaram desempenho semelhante nos dois locais. O tratamento Orthene (1000 g ha<sup>-1</sup>) apresentou a maior correlação entre as eficiências dos locais (Figura 2). Em estudo realizado por Somavilla et al. (2019), acefato (5,0 g de i.a L<sup>-1</sup>) foi o que menos apresentou variação entre regiões, alcançando alta mortalidade de *E. heros*. Os tratamentos inseticidas compostos por piretroides (3A) + neonicotinoides (4A) não apresentaram eficiências semelhantes entre os locais, principalmente os tratamentos que contém  $\lambda$ -cialotrina, alcançando as menores eficácias em Capão do Cipó. Neste mesmo local, Expedition (300 mL ha<sup>-1</sup>), que também contém  $\lambda$ -cialotrina, obteve uma baixa eficiência. A suscetibilidade de *E. heros* a  $\lambda$ -cialotrina, apresenta uma grande variação entre populações de *E. heros* (Somavilla et al. 2020).

#### 4 CONCLUSÕES

Apesar dos tratamentos reduzirem a densidade populacional de *E. heros*, esses, nem sempre foram eficazes e consistentes ao longo do tempo e entre os locais.

O ingrediente ativo Acefato na dose 750 g de i.a ha<sup>-1</sup>, mesmo após muitos anos de uso, segue sendo um inseticida eficiente no controle de *E. heros*. O Etiprole 100 g de i.a ha<sup>-1</sup>, que compõe o tratamento Curbix + Evidance (500 mL + 143 g ha<sup>-1</sup>), chega como uma alternativa eficiente para o controle de *E. heros* em soja. O Expedition (300 mL de i.a ha<sup>-1</sup>), que contém sulfoxaflor em sua formulação, e Engeo Pleno S (250 mL ha<sup>-1</sup>) são eficazes, porém apresentaram desempenho instável entre os locais.

As misturas que continham em sua formulação  $\lambda$ -cialotrina, apresentaram uma grande variação no controle de *E. heros* entre os locais, e seu monitoramento da eficácia deve ser constante.

Os novos inseticidas e os já consolidados no mercado, apresentaram eficácias semelhantes, porém sozinhos, não são decisivos no controle de *E. heros* no campo, e por consequência apresentam falhas no controle. Nesse sentido, estudos adicionais relacionados a interação entre *E. heros* e inseticidas devem ser conduzidos. Sendo assim, compreender como *E. heros* se contamina e quais são as principais vias de transferência para cada inseticida, auxiliará a maximizar a eficácia de controle da praga.

## 5 REFERÊNCIAS

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

AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. 2020  
[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acessado em 09 janeiro 2020

BELORTE, L.C.; RAMIRO, Z.A.; FARIA, A.M. Levantamento de percevejos pentatomídeos em cinco cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill, 1917) na região de Araçatuba, SP. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 70, p. 447-451, 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.

CIVIDANES, F.J. Determinação das exigências térmicas de *Nezara viridula* (L., 1758), *Piezodorus guildinii* (West., 1837) e *Euschistus heros* (Fabr., 1798) (Heteroptera: Pentatomidae) visando ao seu zoneamento ecológico. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP, Piracicaba, 1992.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira: grãos. v. 7 - SAFRA 2019/20 – n. 4 - Quarto levantamento | JANEIRO 2020. Brasília: Conab. 2020.

CORRÊA-FERREIRA, B.S.; KRZYZANOWSKI, F.C.; MINAMI, C.A. Percevejos e a qualidade da semente de soja – Série Sementes. Embrapa Soja, 16 p. 2009.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; SOSA-GÓMEZ, D. R. Percevejos e o sistema de produção soja-milho. Embrapa Soja, 2017.

DALAZEN, G. et al. Faunistic analysis of pest insects and their natural enemies associated with hairy fleabane in soybean crop<sup>1</sup>. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 47, n. 3, p. 336-344, 2017.

DI BELLO, M. M. et al. Avaliação de eficiência de inseticidas para o controle de percevejo marrom (*Euschistus heros*) na cultura da soja em Lucas do Rio Verde – MT. Boletim Técnico Safra 2016/17 e Segunda Safra 2017. Fundação de Pesquisa e Desenvolvimento Teológico Rio Verde. 2017.

DREES, B. M.; RICE, M. E. The vertical beat sheet: a new device for sampling soybean

insects. *Journal of economic entomology*, v. 78, n. 6, p. 1507-1510, 1985.

FERNANDES, M. G. et al. Spatial distribution and sampling plan of the phytophagous stink bug complex in different soybean production systems. *Journal of Applied Entomology*, v. 143, n. 3, p. 236-249, 2019.

GRAZIA, J. et al. Estudo das ninfas de pentatomídeos (Heteroptera) que vivem sobre soja (*Glycine max* (L.) Merrill): I – *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) e *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v. 9, p. 39-51, 1980.

GUEDES, J.C. et al. Revisão necessária. *Revista Cultivar Grandes Culturas*, v. 14, p. 22-24, 2012.

GUEDES, J. C. et al. Capacidade de coleta de dois métodos de amostragem de insetos-praga da soja em diferentes espaçamentos entre linhas. *Ciência Rural*, v. 36, n. 4, p. 1299-1302, 2006.

HOFFMANN-CAMPO, C. B. et al. *Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado*. Londrina: Embrapa Soja, 2000

HOPKINS, W. G. Correlation coefficient: a new view of statistics. Acessado em: <http://www.sportsci.org/resource/stats/correl.html>, 2000.

LEMOS, M. L. F. et al. Agregação de valor na cadeia de soja. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n. 46, p. 167-217, 2017.



MACFADYEN, S. et al. Using semifield studies to examine the effects of pesticides on mobile terrestrial invertebrates. *Annual Review of Entomology*, v. 59, p. 383-404, 2014

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola IN. Nº 1, de 2 de fevereiro de 2012. Instrução Normativa. 2012.

MCPHERSON, J. E.; MCPHERSON, R. M. Sink bugs of economic importance in America North of Mexico. Livro. CRC Press, FL. 272 pp. 2000.

MOURÃO, A. P. M.; PANIZZI, A. R. Diapause and different seasonal morphs of *Euschistus heros* (Fabr.) (Hemiptera: Pentatomidae) in Northern Paraná State. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v. 29, n. 2, p. 205-218, 2000.

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

PANIZZI, A. R.; LUCINI, T. What happened to *Nezara viridula* (L.) in the Americas? Possible reasons to explain populations decline. *Neotropical Entomology*, V. 45, Nº. 6, p. 619-628, 2016.

PUNTEL, L. Comportamentos de *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae) na soja *Glycine max* (L.) Merrill. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) Universidade Federal de Santa Maria, 2019.

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

ROGGIA, S. et al. Eficiência de inseticidas no controle do percevejo-marrom (*Euschistus heros*) em soja, na safra 2018/2019: resultados sumarizados de ensaios cooperativos. Embrapa Soja, 2019.

ROGGIA, S. et al. Eficiência de inseticidas no controle do percevejo-marrom (*Euschistus heros*) em soja, na safra 2013/14: resultados sumarizados de ensaios cooperativos. Embrapa Soja, 2018.

SOMAVILLA, J. C. et al. Susceptibility of *Euschistus heros* and *Dichelops furcatus* (Hemiptera: Pentatomidae) to Selected Insecticides in Brazil. *Journal of Economic Entomology*, v. 113, n. 2, p. 924-931, 2020.

SORIA, M. F. et al. Economic injury level of the neotropical brown stink bug *Euschistus heros* (F.) on cotton plants. *Neotropical Entomology*, v. 46, n. 3, p. 324-335, 2017.

SOSA-GÓMEZ D. R.; MOSCARDI, F. Retenção foliar diferencial em soja provocada por percevejos (Heteroptera: Pentatomidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v. 24, p. 414-404, 1995.

SOSA-GÓMEZ, D. R. et al. Genetic differentiation among Brazilian populations of *Euschistus heros* (Fabricius) (Heteroptera: Pentatomidae) based on RAPD analysis. *Neotropical Entomology*, v. 33, n. 2, p. 179-187, 2004.

SOSA-GÓMEZ, D. R. et al. Insecticide susceptibility of *Euschistus heros* (Heteroptera:

Pentatomidae) in Brazil. *Journal of Economic Entomology*, v. 102, n. 3, p. 1209-1216, 2009.

STÜRMER, G. R. Capacidade de coleta de três métodos de amostragem e tamanho de amostra para lagartas e percevejos em soja. Dissertação de Mestrado (Pós-graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, 2012.

TODD, J. W.; HERZOG, D. C. Sampling phytophagous Pentatomidae on soybean. In: *Sampling methods in soybean entomology*. Springer, p. 438-478. 1980.

VIKTOROV, A. G. Ecological and physiological features of Bt-plants causing outbreaks of secondary pests. *Russian Journal of Plant Physiology*, v. 64, n. 4, p. 457-463, 2017.

VIVIAN, L. M.; DEGRANDE, P. E. Pragas da soja. *Fundação MT Boletim de Pesquisa de Soja*. 11: 239–297 – 2011.

VILLAS-BÔAS, G. L.; PANIZZI, A. R. Biologia de *Euschistus heros* (Fabricius, 1789) em soja (*Glycine max* L. Merrill). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v. 9, p. 105-113, 1980.

## 5 ARTIGO 2

Artigo nas normas da Pesquisa Agropecuária Tropical (PAT), e-ISSN 1983-4063, Qualis B1

### **Vias de transferência de inseticidas em *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae)**

#### **RESUMO**

Compreender as vias de transferências de inseticidas em *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) é crucial para maximizar a eficácia do seu controle. Assim, o objetivo do trabalho foi investigar as vias de transferência de inseticidas na mortalidade de *E. heros* de duas populações (EhLAB e EhCAM). A população EhLAB foi mais suscetível nas distintas vias de transferência. O contato tarsal foi o mais eficiente, com 100% de mortalidade, independente do tratamento e da população. A mortalidade via contato tópico variou entre 16% (Acetamiprido - 0,416 g de i.a L<sup>-1</sup> - EhCAM) e 100% (Acefato - 5,000 g de i.a L<sup>-1</sup>; Tiametoxam - 0,234 g de i.a L<sup>-1</sup>; e Imidacloprido - 0,666 g de i.a L<sup>-1</sup> - EhLAB). A mortalidade via sistema respiratório, avaliada na EhLAB, foi extremamente baixa, variando entre 10,0% (Etiprole - 0,666 g de i.a L<sup>-1</sup>) e 21,7% (Imidacloprido - 0,666 g de i.a L<sup>-1</sup> e Bifentrina - 0,416 g de i.a L<sup>-1</sup>). A mortalidade de *E. heros* via ingestão, variou muito entre os tratamentos, com valores entre 8% ( $\beta$ -cifultrina - 0,082 g de i.a L<sup>-1</sup> - EhCAM) e 91,3% (Etiprole - 0,666 g de i.a L<sup>-1</sup> - EhLAB). A mortalidade via contato tarsal + ingestão variou entre 29,2% ( $\beta$ -cifultrina - 0,082 g de i.a L<sup>-1</sup> - EhCAM) e 100% (Etiprole - 0,666 g de i.a L<sup>-1</sup>; Etiprole + Imidacloprido - 0,666 + 0,666 g de i.a L<sup>-1</sup>; e Acetamiprido + Bifentrina - 0,416 + 0,416 g de i.a L<sup>-1</sup> - EhLAB). As vias de transferências de inseticidas por contato tópico, contato tarsal e ingestão são eficientes no controle de *E. heros*, entretanto é variável com o tipo de inseticida. Portanto, conhecer as vias mais eficientes na

transferência de inseticidas em *E. heros*, permite manejar essa praga de forma mais assertiva, potencializando a eficiência dos inseticidas e conseguindo a máxima eficácia de controle da praga.

**Palavras-chaves:** Percevejo-marrom, contaminação e controle químico

**Insecticides transfer modes in *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae)**

## **ABSTRACT**

Understanding the modes of insecticide transferring in *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) is essential to maximize the control effectiveness. Thus, the objective of our study was to evaluate the insecticide transfer modes in the mortality of *E. heros*, in two populations (EhLAB and EhCAM). The EhLAB population was more susceptible, independently of the insecticide transfer mechanisms. Transferring insecticide via tarsal contact was the most efficient, with 100% mortality, regardless of treatments and populations. Mortality via topical contact ranged between 16% (Acetamipride - 0.416 g of i.a L<sup>-1</sup> - EhCAM) and 100% (Acephate - 5,000 g of i.a L<sup>-1</sup>; Thiamethoxam - 0.234 g of i.a L<sup>-1</sup>; and Imidacloprid - 0.666 g of i.a L<sup>-1</sup> - EhLAB). Mortality of *E. heros* EhLAB via the respiratory system was extremely low, ranging from 10.0% (Ethiprole - 0.666 g of i.a L<sup>-1</sup>) to 21.7% (Imidacloprid - 0.666 g of i.a L<sup>-1</sup> and Bifenthrin - 0.416 g of i.a L<sup>-1</sup>). The mortality of *E. heros* via insecticide ingestion varied widely between treatments, with values ranging from 8% ( $\beta$ -cifultrine - 0.082 g of i.a L<sup>-1</sup> - EhCAM) to 91.3% (Ethiprole - 0.666 g of i.a L<sup>-1</sup> - EhLAB). Tarsal contact + ingestion causes mortality between 29.2% ( $\beta$ -cifultrin - 0.082 of g ia L<sup>-1</sup> - EhCAM) and 100% (Ethiprole - 0.666

g of i.a L<sup>-1</sup>; Ethiprole + Imidacloprid - 0.666 + 0.666 g of i.a L<sup>-1</sup>, and Acetamiprid + Bifenthrin - 0.416 + 0.416 g of i.a L<sup>-1</sup> - EhLAB). The insecticide transfer modes via by topical contact, tarsal contact and ingestion are efficient in controlling *E. heros*, however it differs with the type of insecticide. Therefore, knowing the most efficient form of insect contamination to transfer insecticides in *E. heros*, aid to support the management of this pest in a more assertive way, enhancing the efficiency of insecticides and achieving maximum pest control effectiveness.

**Palavras-chaves:** Neotropical brown stink bug, contamination and chemical control

## INTRODUÇÃO

O percevejo-marrom (*Euschistus heros*) (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae) vem sendo uma espécie-praga abundante nas lavouras de soja do Brasil (Corrêa-Ferreira et al. 2009; Panizzi & Lucine 2016). Sendo *E. heros* considerada uma das principais pragas da soja pelos danos causados à de produção de sementes e de grãos, além da sua maior tolerância aos inseticidas e das falhas de controle. Que foi favorecido pelo cultivo de soja em mais de 35 milhões de hectares de Sul ao Norte do país (Conab 2020) permitindo crescimento das populações da praga que pode alcançar níveis incontroláveis.

Os maiores danos de *E. heros* são causados principalmente na fase reprodutiva da soja, desde a formação dos legumes, até o final do enchimento de grãos, que coincide com o aumento da população (Hoffmann-Campo et al. 2000; Vivan & Degrande 2011). Os danos de *E. heros* em soja iniciam a partir do terceiro instar (Grazia et al. 1980), e no processo de alimentação, as ninfas e adultos inserem seus estiletes, injetando nas sementes saliva contendo enzimas digestivas e sugam o conteúdo liquefeito (Todd & Herzog 1980). Sua alimentação faz com que os grãos percam massa, causando redução no rendimento e na qualidade fisiológica e sanitária das sementes (Corrêa-Ferreira et al. 2009). O ataque de percevejos também pode transmitir

doenças (Belort et al. 2003), causando retenção foliar, haste verde, retardar a maturação, dificultando a colheita (Sosa-Gómez & Moscardi 1995), e também reduzir o teor de óleo dos grãos (Daugherty et al. 1964).

*E. heros* vem ganhando importância a cada safra agrícola, devido a grande oferta de hospedeiros alternativos, a falta de monitoramento e as pulverizações fora do momento adequado, desencadeando falhas de controle e reinfestações rápidas (Bueno et al. 2015). Muitas vezes os tratamentos químicos são ineficientes no campo por motivos não relacionados à atividade inseticida do ingrediente ativo, mas sim, devido ao não contato do inseticida com o alvo por fatores climáticos, de tecnologia de aplicação, da cultura e da praga, entre outros (Guedes & Perini 2019).

Os inseticidas neurotóxicos, dos grupos químicos organofosforados, piretroides e neonicotinoides, são os mais vendidos no mundo (Spark & Nauen 2015), grupos nos quais estão a maioria dos inseticidas registrados para o controle de *E. heros* no Brasil (Agrofit 2020). A toxicidade de um agrotóxico é determinada com a dose, a natureza química, o estado físico (formulações) e o inseto-alvo (Matsumura 1985; Yu 2014). Entretanto, a eficácia dos inseticidas é dependente principalmente da transferência do ingrediente ativo para o inseto, que na maioria das vezes, atravessam a barreira do tegumento e chegam no sítio de ação, na forma inalterada ou no derivado do ingrediente ativo (Hadaway 1971; Yu 2014); portanto estudos que investigam os modos de transferência de inseticidas são importantes para compreender e maximizar a eficiência da aplicação no controle de insetos-praga (Sumita et al. 2016).

As vias de transferência de inseticidas nos insetos são por meio do contato com alguma parte do corpo, da ingestão e da respiração (Yu 2014). A penetração cuticular é geralmente a principal via de entrada dos mesmos (Matsumura 1985). Os insetos podem se contaminar pelo contato direto do inseticida com o corpo, ou indireto, com o inseto entrando em contato com depósitos de inseticidas em superfícies (Yu 2014). A via de transferência por ingestão é muito

comum para insetos-praga mastigadores, como coleópteros e lepidópteros, tanto de inseticidas, como de inseticidas biológicos a base de *Bacillus thuringiensis* Berliner (Eubacteriales: Bacillaceae) e Baculovírus (Moscardi 2003). O modo de contaminação dos insetos via sistema respiratório é uma excelente via para o controle pragas de grãos armazenados com o uso de inseticidas fumegantes, como por exemplo fosfina e fosfeto de alumínio) (Lorini et al. 2015), sendo considerada a principal via de entrada de piretroides em *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) (Sumita et al. 2016).

No campo, a falta de eficácia de controle das populações de *E. heros* aparenta estar pouco relacionada com a baixa suscetibilidade aos inseticidas (Somavilla et al. 2020), o que levanta algumas questões sobre as possíveis causas das falhas de controle, descartando a resistência a inseticidas (Guedes 2017). Uma das hipóteses é sobre as vias de transferências dos inseticidas nos insetos que são dependentes não somente da natureza química do ingrediente ativo e da formulação, mas também do hábito alimentar e do comportamento do inseto alvo. O objetivo do trabalho foi investigar as vias de transferência de inseticidas na mortalidade de adultos de *E. heros*.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 INSETOS UTILIZADOS NOS EXPERIMENTOS**

Foram utilizadas duas populações de *E. heros*, sendo uma proveniente da criação de insetos do Laboratório de Manejo Integrado de Pragas (LabMIP) da Universidade Federal de Santa Maria, prédio 44G da UFSM, que está há 10 gerações sem pressão de seleção com inseticidas (EhLAB); e outra população coletada entre fevereiro e abril de 2019, em lavoura comercial de soja no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil (latitude 29° 43'



18,30”S e longitude 53° 33’ 34,10”O, altitude 106m) (EhCAM). Após a coleta no campo, os adultos e ninfas de *E. heros* foram levados até o laboratório de criação do LabMIP.

Os percevejos foram mantidos em uma sala a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $60\% \pm 10\%$  UR, fotofase de 17 h, alimentados com vagens frescas de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.), grãos de soja (*Glycine max* L.), de girassol (*Helianthus annuus* L.) e de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) que eram trocados a cada três dias. Os insetos da população EhCAM permaneceram nessas condições por um período de 48 horas para aclimatação antes do início dos experimentos, sendo realizados em no máximo 15 dias após a coleta.

## 2.2 INSETICIDAS

Os ingredientes ativos e as doses utilizadas nos experimentos de vias de transferência de inseticidas em *E. heros* estão descritos na Tabela 1. As respectivas doses dos inseticidas foram diluídas em um volume de 500 mL de água destilada em um copo de béquer de 1 L, considerando o volume de calda pulverizado no campo de 150 L/ha. A solução com o inseticida foi agitada constantemente, por 8 minutos, com o auxílio de um agitador magnético (modelo: MA 085 marca: Marconi). Durante a dosagem e aplicação dos inseticidas nos experimentos, a solução era mantida sob constante agitação. Os tratamentos testemunhas dos experimentos receberam apenas água destilada.

Tabela 1. Ingredientes ativos e doses utilizadas para avaliar as vias de transferência de inseticidas na mortalidade de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae).

Ingrediente ativo (i.a)	Nome comercial	Grupo químico (Modo de ação <sup>1</sup> )	Ingrediente ativo (%)	Empresa titular do registro	Dose <sup>2</sup> (g de i.a L <sup>-1</sup> )
Acefato	Orthene <sup>®</sup>	Organofosforado (1B)	75	Arysta Lifescience do Brasil Indústria Química e Agropecuária S.A.	5,000
Acetamiprido	Mospilan <sup>®</sup>	Neonicotinoide (4A)	20	Iharabras S.A Indústrias Químicas	0,416
Imidacloprido	Evidance <sup>®</sup>	Neonicotinoide (4A)	70	Bayer S.A.	0,666
Tiametoxam	Actara <sup>®</sup>	Neonicotinoide (4A)	25	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda.	0,234
Bifentrina	Talstar <sup>®</sup>	Piretroide (3A)	10	FMC Química do Brasil Ltda.	0,416
λ-cialotrina	Karate Zeon <sup>®</sup>	Piretroide (3A)	25	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda.	0,176
β-cifultrina	Turbo <sup>®</sup>	Piretroide (3A)	5	Bayer S.A.	0,082
Etiprole	Curbix <sup>®</sup>	Fenilpirazol (2B)	20	Bayer S.A.	0,666
Bifentrina + Acetamiprido	Sperto <sup>®</sup>	Piretroide (3A) + Neonicotinoide (4A)	25 + 25	UPL do Brasil Indústria e Comércio de Insumos Agropecuários S.A.	0,416 + 0,416
λ-cialotrina + Tiametoxam	Engeo Pleno S <sup>®</sup>	Piretroide (3A) + Neonicotinoide (4A)	10,6 + 14,1	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda.	0,176 + 0,234
β-cifultrina + Imidacloprido	Connect <sup>®</sup>	Piretroide (3A) + Neonicotinoide (4A)	1,25 + 10	Bayer S.A.	0,082 + 0,666
Etiprole + Imidacloprido	Curbix + Evidance <sup>®</sup>	Fenilpirazol (2B) + Neonicotinoide (4A)	10 + 10	Bayer S.A.	0,666 + 0,666
Bifentrina + Imidacloprido	Galil <sup>®</sup>	Piretroide (3A) + Neonicotinoide (4A)	5 + 25	Adama Brasil S.A.	0,116 + 0,582
λ-cialotrina + Dinotefuran	Zeus <sup>®</sup>	Piretroide (3A) + Neonicotinoide (4A)	4,8 + 8,4	Iharabras Indústrias Químicas S.A.	0,160 + 0,280
λ-cialotrina + Sulfoxaflor	Expedition <sup>®</sup>	Piretroide (3A) + Sulfoxamina (4C)	15 + 10	Dow Agrosiences Industrial Ltda.	0,300 + 0,200

<sup>1</sup> Classificação do modo de ação conforme Comitê de Ação à Resistência a Inseticidas (IRAC). <sup>2</sup> Dose de registro baseada em volume de calda de 150 L/ha

## 2.3 APLICAÇÃO DOS DIFERENTES MODOS DE TRANSFERÊNCIA DOS INSETICIDAS PARA *E. heros*

### 2.3.1 Método via contato tópico

O método para avaliar a contaminação e a mortalidade de adultos de *E. heros* via contato tópico foi baseado no teste nº 029 do Comitê Brasileiro de Ação à Resistência de Inseticidas (IRAC) (IRAC 2019), que consiste na aplicação de 2 µl de solução inseticida no dorso (entre o pronoto e o escutelo) do inseto (Figura 1 A). Os insetos que receberam aplicação tópica foram mantidos em placas de Petri (100 × 15 mm).

### 2.3.2 Método via contato tarsal

O método para avaliar a contaminação e a mortalidade de adultos de *E. heros* via contato tarsal em *E. heros* foi adaptada do teste nº 030 (IRAC 2019). A solução primária dos inseticidas na dose de campo foi novamente diluída com 10 µl da solução inseticida na dose de campo + 990 µl de água destilada. O volume de 1000 µl foi aplicado e distribuído sobre toda a superfície interna de uma placa de Petri (100 × 15 mm) (Figura 1 B). Dessa forma, cada inseto ficou exposto a mesma concentração do método via aplicação tópica, proporcionando a comparação direta entre as vias de transferências.

### 2.3.3 Método via respiração

O método para avaliar a contaminação e a mortalidade de adultos de *E. heros* via respiração de inseticidas foi adaptada de Sumita et al. (2016) e Yu (2014). Consistiu-se de uma

caixa hermeticamente fechada contendo 10mL da solução de inseticida em uma placa de Petri (100 × 15 mm) e os percevejos separados por uma tela de aço (5mm entre fios) (Figura 1 C). As caixas com a solução inseticida e os insetos foram alocadas em uma B.O.D com temperatura de  $30 \pm 1^\circ\text{C}$  e fotofase de 17 h.

#### **2.3.4 Método via ingestão**

O método para avaliar a contaminação e a mortalidade de adultos de *E. heros* via ingestão de inseticidas foi adaptada de Papa et al. (2015) e do método do teste nº 028 (IRAC 2019). Foram utilizadas vagens de feijão (*P. vulgaris* L.) cortadas e fragmentos de 5 cm de comprimento) que foram submersos por 5 segundos na solução com inseticida, e deixados para secar por aproximadamente 20 min à temperatura de  $25^\circ\text{C}$ . Seis fragmentos de vagens foram disponibilizados para os percevejos em caixas de plástico transparente (20x15cm) com uma tela de aço (0,5mm entre os fios) fixa na tampa (Figura 1 D). Para que os insetos tocassem as vagens apenas com o aparelho bucal (estilete), sem tocar os tarsos, ou outra forma de contato, as mesmas foram colocadas sobre a tela.

#### **2.3.5 Método via contato tarsal + ingestão**

O método para avaliar a contaminação e a mortalidade de adultos de *E. heros* via contato tarsal + ingestão, foi baseado no teste nº 028 do IRAC (IRAC 2019). Foram utilizadas vagens de feijão seguindo a metodologia do experimento de ingestão, alterando apenas a forma que o inseto entra em contato com a vagem contaminada (Figura 1 E). Após secas, as vagens foram acondicionadas em uma placa de Petri (100 × 15 mm) com um papel filtro, para que os percevejos se alimentassem e caminhassem sobre as vagens.

### 2.3 CONDUÇÃO E AVALIAÇÃO DOS EXPERIMENTOS

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, com 5 repetições e 5 insetos por repetição (25 insetos/tratamentos inseticida), e foram utilizados 2000 insetos para todos experimentos. Após aplicação dos métodos de transferência de inseticidas via ingestão, tarsal + ingestão, tópico e tarsal, os insetos foram mantidos nos respectivos utensílios do método em sala climatizada com temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $60\% \pm 10\%$  UR e fotofase de 17 h. Para o método de transferência via respiração, os insetos foram mantidos em B.O.D. temperatura ficou em  $30 \pm 1^\circ\text{C}$ .

Os experimentos de ingestão e contato tarsal + ingestão, no tratamento testemunha, foram oferecidos aos insetos vagens tratadas somente com água destilada. As avaliações de mortalidade foram realizadas após 72h de exposição. Para os experimentos de contato tópico e contato tarsal as avaliações de mortalidade foram realizadas após 48h de exposição. O experimento de respiração a mortalidade foi avaliada 30h após o início do teste. As mortalidades dos insetos foram corrigidas pela fórmula de Abbott (1925). Foram considerados mortos os insetos que não apresentavam sinais de movimentação após serem tocadas com um pincel. Os experimentos em que o tratamento testemunha atingiu 20% de mortalidade foram cancelados e refeitos.

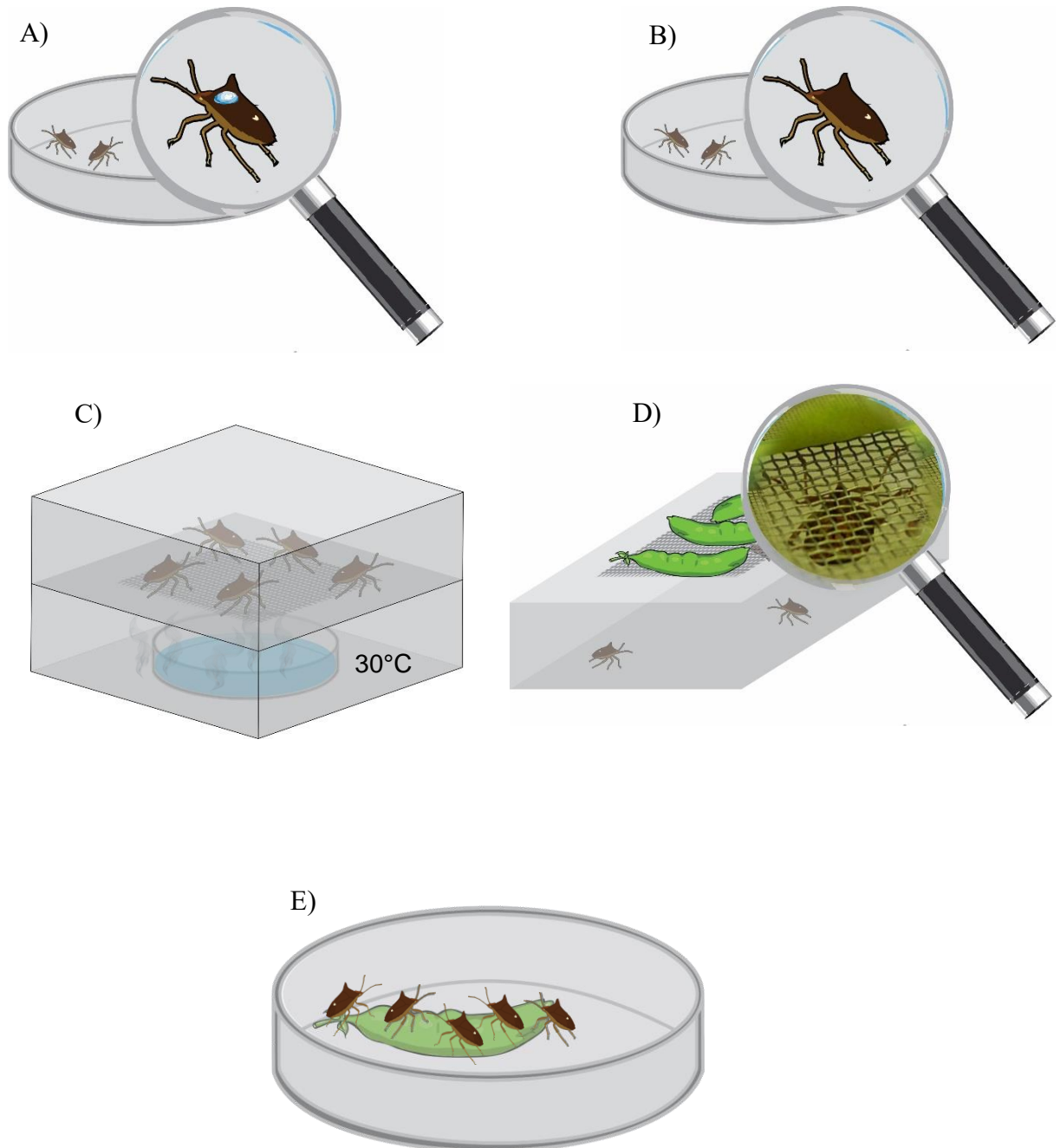


Figura 1. Ilustrações das metodologias dos experimentos de transferência de inseticidas em *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae). A) Via contato tópico; B) Via contato tarsal; C) Via respiração; D) Via ingestão; e E) Via contato tarsal + ingestão

### 3 RESULTADOS E DISCOSSÕES

As vias de transferência de inseticidas nos insetos foram isoladas para verificar os níveis de mortalidade sobre distintas populações de *E. heros*. Os modos de transferência via contato tarsal + ingestão e ingestão, ambas em superfície vegetal, contato tarsal sobre uma superfície de vidro, contato tópico e via respiração por pressão de vapor de inseticidas, foram estudadas com ingredientes ativos isolados e em mistura. Com os resultados obtidos, foi possível verificar que a mortalidade das populações estudadas é variável em função do inseticida e da via de transferência do inseticida nos insetos.

A mortalidade de *E. heros* depende do tempo de exposição a uma determinada dose de inseticidas, que por sua vez depende da transferência do local onde o ingrediente ativo está presente e sua ação no sítio sensível ao mesmo. Efeito esse, que foi contabilizado pela mortalidade de insetos adultos, sem considerar as contaminações sub letais.

#### 3.1 POPULAÇÕES DE *E. heros*

As populações de *E. heros* apresentaram diferenças na mortalidade, sendo que a EhLAB teve maior suscetibilidade para os tratamentos inseticidas nas distintas vias de transferência estudadas, seguramente por estar a cerca de 10 gerações no laboratório, sem pressão de seleção por inseticidas. Esse é um fator importante, considerando que as diferenças de mortalidade que foram verificadas estão estritamente relacionadas aos modos de transferência dos inseticidas.

Entretanto, a população EhCAM apresentou menor percentual de mortalidade apenas para alguns tratamentos inseticidas em suas respectivas formas de transferência: Tiametoxam (0,234 g de i.a L<sup>-1</sup>) e Acetamiprido (0,416 g de i.a L<sup>-1</sup>) via contato tarsal + ingestão e via ingestão;  $\beta$ -cifultrina (0,082 g de i.a L<sup>-1</sup>) e Imidacloprido (0,666 g de i.a L<sup>-1</sup>) via contato tarsal

+ ingestão; Acefato (5,000 g de i.a L<sup>-1</sup>), Acetamiprido (0,416 g de i.a L<sup>-1</sup>),  $\beta$ -cifultrina (0,082 g de i.a L<sup>-1</sup>), Imidacloprido (0,666 g de i.a L<sup>-1</sup>) e Tiametoxam (0,234 g de i.a L<sup>-1</sup>) via contato tópico (Tabelas 2 e 3); e Imidacloprido +  $\beta$ -cifultrina (0,582 + 0,116 g de i.a L<sup>-1</sup>), Tiametoxam +  $\lambda$ -cialotrina (0,234 + 0,176 g de i.a L<sup>-1</sup>) e Acetamiprido + bifentrina (0,416 + 416 g de i.a L<sup>-1</sup>) via ingestão (Figura 3). Para os demais tratamentos inseticidas em suas respectivas doses e formas de transferência, a mortalidade foi semelhante entre EhLAB e EhCAM. A menor mortalidade da população EhCAM pode estar relacionada com o nível de suscetibilidade dos percevejos aos inseticidas, ao comportamento dos insetos e às vias de transferência dos inseticidas e principalmente a diferença na história de vida das duas populações.

### 3.2 TRANSFERÊNCIA VIA CONTATO TARSAL E CONTATO TÓPICO

Nos experimentos de contato tarsal e contato tópico, os adultos de *E. heros* foram expostos a mesma concentração de ingrediente ativo e os tratamentos inseticidas expressaram mortalidade elevada (> 79%) para essas vias, exceto para  $\beta$ -cifultrina (0,082 g de i.a L<sup>-1</sup>) e Acetamiprido (0,416 g de i.a L<sup>-1</sup>) que apresentaram mortalidade de 56% e 16%, respectivamente para o contato tópico na população EhCAM (Tabela 2). A mortalidade de adultos de *E. heros* apresentou interação entre as populações, os inseticidas e os modos de transferência ( $P < 0,0001$ ) (Tabela 2). Os tratamentos transferidos via contato tarsal ocasionaram mortalidade de 100%, independentemente da origem da população e do inseticida, representando uma via importante de entrada de inseticidas no sistema fisiológico do inseto. Na população EhLAB, os tratamentos com Acetamiprido (0,416 g de i.a L<sup>-1</sup>) e  $\beta$ -cifultrina (0,082 g de i.a L<sup>-1</sup>) diferiram entre os modos de transferência, em que o contato tópico apresentou a menor mortalidade em ambas situações. A mortalidade ocasionada pelo tratamento com Acefato (5,000 g de i.a L<sup>-1</sup>) não diferiu entre os modos de transferência via contatos tarsal e tópico, e a mortalidade das populações foi elevada



(91,0±10,65% - 100±0,00%), refletindo em uma estabilidade de controle desse ingrediente ativo.

O contato tópico (direto) pode ser considerado uma importante via de transferência de inseticidas para *E. heros*, mesmo sendo muito difícil que ocorra durante uma pulverização no campo. Uma vez que uma gota é depositada no dorso do inseto, uma parte deste inseticida atravessa a barreira da cutícula e chega até a hemolinfa, onde tem a função de carreador e de distribuir para todo o corpo do inseto até o sítio específico de ação (Yu 2014). Assim, com a menor mortalidade de *E. heros* comparando com contato tarsal, é provável que uma parte dos inseticidas não penetram na cutícula, outra parte fica retida ou é metabolizada no tecido cuticular e por fim, uma pequena parte atinge a hemolinfa e é carregada até o sítio de ação. No campo, a maior parte das gotas pulverizadas não penetram no interior do dossel ou chegam gotas muito finas e em pequena quantidade (Guedes & Perini 2019), o que pode contribuir nas falhas de controle dessa praga, por reduzir ainda mais as chances de contaminação direta de *E. heros*.

Para o modo de transferência via contato tarsal, a mortalidade foi de 100% para todos os tratamentos inseticidas (Tabela 3) e mostrou-se uma importante via de contaminação em *E. heros*. No campo, o controle dessa praga pode ser melhorado com pulverizações que cobrem o máximo de área foliar em todo o dossel da cultura. Dessa forma, os locais de caminamento do inseto na planta ficam contaminados, aumentando a exposição e a probabilidade de contaminação.

O contato dos insetos com o inseticida em uma superfície vegetal é mediado predominantemente pelos tarsos, sendo que as aberturas entre os segmentos tarsais desempenha um papel muito importante na captação de inseticidas (Lewis & Hughes 1957; Balabanidou et al. 2019). Os tarsos dos insetos são considerados locais vulneráveis a entrada de inseticidas (Matsumura 1985). Esse fenômeno já foi observado em *Musca domestica*, *Sitophilus oryzae*,

*Rhyzopertha dominica*, *Callosobruchus chinensis*, *Tribolium castaneum* (Rajashekar et al. 2012), em *Anopheles gambiae* (Balabanidou et al. 2019; Spielmeier et al. 2019), e em *Euschistus heros* (Papa et al. 2015).

Os inseticidas neurotóxicos são mais eficientes quando entram no inseto próximo ao seu local de ação, ou seja, nos neurônios do sistema nervoso. Em *Musca domestica*, esse local de maior efeito é no pro-tórax ventral, fornecendo um ‘*knockdown*’ mais rápido (Gerolt 1970), onde estão localizados os gânglios torácicos, que compõe o cordão nervoso central (Gullan & Cranston 2017). As pernas dos insetos, responsáveis pela locomoção, possuem conexões nervosas com aos gânglios torácicos na região ventral do tórax e podem desempenhar um papel importante na atividade dos inseticidas (Balabanidou et al. 2019). O senso tátil nas pernas dos insetos é regulado por sensilas conectadas ao neurônio sensorial e ao sistema muscular, que respondem a estímulos químicos e físicos (Chapman 1998). Os pelos e as sensilas aparentam ser abundantes nos tarsos de *E. heros* (Figura 2) e demonstraram ser uma das vias de fácil acesso dos inseticidas neurotóxicos até o sítio de ação.

A captação de inseticidas pode ser influenciada por vários fatores, incluindo morfologia do tarso, movimento do inseto (Hadaway 1971), e também pelo tipo de superfície tratada (Clapp et al. 1947). A diferença na mortalidade entre os experimentos de transferência de inseticidas via contato tarsal + ingestão e via contato tarsal, pode sido influenciada pelo tipo das superfícies utilizadas, uma vegetal (vagem) que pode haver a entrada do inseticida no tecido e reduzir a disponibilidade de produto contaminante, e a outra de vidro (Placa de Petri), em que o inseticida fica todo disponível na superfície onde o inseto se locomove. Entretanto, a diferença na quantidade de ingrediente ativo entre os testes, também deve ser considerada, pois tais experimentos não são comparáveis entre si por serem métodos indiretos de transferência.

Tabela 2. Mortalidade de populações de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae), em função das vias de transferência de inseticidas via contato tarsal e contato tópico.

Ingrediente ativo	Modo de transferência	População		Eficiência média
		EhCAM	EhLAB	
Acefato	Tarsal	100 ( $\pm 0,00$ ) A a <sup>1</sup>	100 ( $\pm 0,00$ ) A a	97,7 ( $\pm 3,90$ ) a <sup>2</sup>
	Tópico	91,0 ( $\pm 10,65$ ) A b	100 ( $\pm 0,00$ ) A a	
Acetamiprido	Tarsal	100 ( $\pm 0,00$ ) A a	100 ( $\pm 0,00$ ) A a	76,0 ( $\pm 34,99$ ) a
	Tópico	16,0 ( $\pm 14,17$ ) B b	88,0 ( $\pm 9,80$ ) B a	
$\beta$ -cifultrina	Tarsal	100 ( $\pm 0,00$ ) A a	100 ( $\pm 0,00$ ) A a	80,0 ( $\pm 20,20$ ) a
	Tópico	56,0 ( $\pm 8,00$ ) B b	64,0 ( $\pm 8,00$ ) B a	
Imidacloprido	Tarsal	100 ( $\pm 0,00$ ) A a	100 ( $\pm 0,00$ ) A a	94,8 ( $\pm 9,01$ ) a
	Tópico	79,2 ( $\pm 13,18$ ) B b	100 ( $\pm 0,00$ ) A a	
Tiametoxam	Tarsal	100 ( $\pm 0,00$ ) A a	100 ( $\pm 0,00$ ) A a	96,0 ( $\pm 6,93$ ) a
	Tópico	84,0 ( $\pm 8,00$ ) B b	100 ( $\pm 0,00$ ) A a	
<b>Média</b>		82,62 ( $\pm 25,96$ ) a	95,2 ( $\pm 11,00$ ) a	-

<sup>1</sup> Mesmas letras maiúsculas na vertical (modo de transferência dentro dos ingredientes ativos e populações) e mesmas letras minúsculas na horizontal (populações dentro dos ingredientes ativos e modos de transferência) não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ( $P > 0,05$ ); <sup>2</sup> Mesmas letras minúsculas em itálico (média dos inseticidas independentemente da população e do modo de transferência e média de cada população independente do inseticida e do modo de transferência) não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ( $P > 0,05$ ).

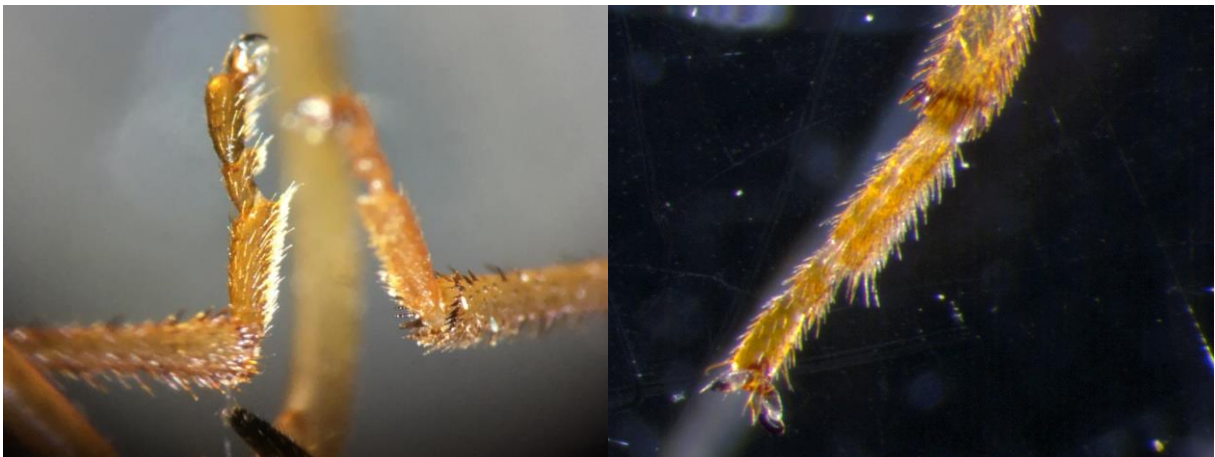


Figura 2. Tarsos de adultos de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae).

### 3.3 TRANSFERÊNCIA VIA CONTATO TARSAL + INGESTÃO E VIA INGESTÃO

A mortalidade das populações de *E. heros* dentro de cada modo de transferência, via contato tarsal + ingestão e via ingestão, diferiu entre os tratamentos inseticidas ( $P < 0,0001$ ) (Tabela 3). As populações de *E. heros* apresentaram mortalidade diferentes no modo de transferência via ingestão para Acetamiprido (0,416 g de i.a L<sup>-1</sup>) 50,0±10,21%, e Tiametoxam (0,234 g de i.a L<sup>-1</sup>) 72,0±9,80%. Para o modo de transferência via contato tarsal + ingestão, apenas o tratamento Acefato (5,000 g de i.a L<sup>-1</sup>) não diferiu entre as populações (Tabela 3). Esse mesmo tratamento também não diferiu entre os modos de transferência via contato tarsal + ingestão (91,3±10,65%) e via ingestão (88,0±9,80%) na população EhCAM, demonstrando consistência e estabilidade com elevados índices de mortalidade de adultos de *E. heros*.

A transferência via contato tarsal + ingestão, ocorreu nos tratamentos Acetamiprido (0,416 de i.a L<sup>-1</sup>), β-ciflutrina (0,082 g de i.a L<sup>-1</sup>), Imidacloprido (0,666 g de i.a L<sup>-1</sup>), independente da população, causando mortalidades elevadas, comparadas a exposição apenas por ingestão. Ou seja, a maior contaminação dos insetos ocorreu devido ao caminhar e à alimentação nas vagens, aumentando o controle de *E. heros*.

Considerando o desempenho de cada tratamento inseticida, independente dos modos de transferência e das populações, foi possível observar que Acefato (5,000 g de i.a L<sup>-1</sup>) ocasionou a maior de mortalidade (89,4±7,76%), seguido dos neonicotinoides, Imidacloprido (0,666 g de i.a L<sup>-1</sup>) (61,8±15,11%) e Tiametoxam (0,234 g de i.a L<sup>-1</sup>) (52,0±27,28%) e Acetamiprido (0,416 g de i.a L<sup>-1</sup>) (44,6±20,14%) (Tabela 3). Ao avaliar apenas a mortalidade das populações de *E. heros*, independentemente do modo de transferência e dos tratamentos inseticidas, foi possível observar diferença entre as populações ( $P = 0,010$ ), na qual EhLAB apresentou a maior mortalidade, com 65,25%, e a população EhCAM apresentou média de 44,23%.

Tabela 3. Mortalidade de populações de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae), em função dos modos de transferência de inseticidas via tarsal + ingestão e ingestão.

Ingrediente ativo	Modo de transferência	População		Eficiência média
		EhCAM	EhLAB	
Acefato	Tarsal + ingestão	91,3 ( $\pm 10,65$ ) A a <sup>1</sup>	100 ( $\pm 0,00$ ) A a	89,4 ( $\pm 7,76$ ) a <sup>2</sup>
	Ingestão	88,0 ( $\pm 9,80$ ) A a	78,3 ( $\pm 13,75$ ) B a	
Acetamiprido	Tarsal + ingestão	50,0 ( $\pm 10,21$ ) A b	66,7 ( $\pm 10,21$ ) A a	44,6 ( $\pm 20,14$ ) b
	Ingestão	11,8 ( $\pm 10,60$ ) B b	50,0 ( $\pm 10,21$ ) B a	
$\beta$ -cifultrina	Tarsal + ingestão	29,2 ( $\pm 10,21$ ) A b	54,2 ( $\pm 8,33$ ) A a	25,8 ( $\pm 18,20$ ) c
	Ingestão	8,0 ( $\pm 9,80$ ) B a	12,0 ( $\pm 9,80$ ) B a	
Imidacloprido	Tarsal + ingestão	68,0 ( $\pm 9,80$ ) A b	83,3 ( $\pm 8,33$ ) A a	61,8 ( $\pm 15,11$ ) b
	Ingestão	44,0 ( $\pm 8,00$ ) B a	52,0 ( $\pm 9,80$ ) B a	
Tiametoxam	Tarsal + ingestão	36,0 ( $\pm 14,97$ ) A b	84,0 ( $\pm 8,00$ ) A a	52,0 ( $\pm 27,28$ ) b
	Ingestão	16,0 ( $\pm 8,00$ ) B b	72,0 ( $\pm 9,80$ ) A a	
<b>Média</b>		44,23 ( $\pm 28,61$ ) b	65,25 ( $\pm 23,39$ ) a	-

<sup>1</sup> Mesmas letras maiúsculas na vertical (modo de transferência dentro dos ingredientes ativos e populações) e mesmas letras minúsculas na horizontal (populações dentro dos ingredientes ativos e modos de transferência) não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ( $P > 0,05$ ); <sup>2</sup>Mesmas letras minúsculas em itálico (média dos inseticidas independentemente da população e do modo de transferência e média de cada população independente do inseticida e do modo de transferência) não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ( $P > 0,05$ ).

As menores mortalidades de *E. heros* foram obtidas pela via ingestão, variando entre as populações para alguns inseticidas. A ingestão isola apenas o efeito do contato do aparelho bucal dos percevejos e reflete na capacidade dos inseticidas serem absorvidos durante a alimentação. A mortalidade entre as populações de *E. heros* apresentaram interação significativa com a transferência de inseticidas via ingestão ( $P = 0,013$ ) (Figura 3). Tiametoxam +  $\lambda$ -cialotrina ( $0,234 + 0,176$  g de i.a L<sup>-1</sup>), Imidacloprido +  $\beta$ -cifultrina ( $0,666 + 0,082$  g de i.a L<sup>-1</sup>) e Acetamiprido + Bifentrina ( $0,416 + 0,416$  g de i.a L<sup>-1</sup>) causaram mortalidades das populações EhLAB e EhCAM, na qual a mortalidade da população EhLAB foi maior, com 68,0%, 60,0% e 60,0%, respectivamente.

A população EhCAM foi a mais suscetível ( $P < 0,001$ ), independentemente do inseticida,

com média de mortalidade de 53,48%. A população EhCAM apresentou 42% de mortalidade média. Nas duas populações estudadas, as maiores mortalidades via ingestão foram observadas nos tratamentos de Imidacloprido + Etiprole (0,666 + 0,666 g de i.a L<sup>-1</sup>) e de Etiprole (0,666 g de i.a L<sup>-1</sup>) (Figura 3). Isso confirma que o Etiprole contamina de forma eficiente os insetos via ingestão. A segunda maior eficácia foi dentro da população EhCAM (de 48,0% a 41,0%), para os tratamentos inseticidas Imidacloprido + Bifentrina (0,582 + 0,116 g de i.a L<sup>-1</sup>), Imidacloprido +  $\beta$ -cifultrina (0,666 + 0,082 g de i.a L<sup>-1</sup>), Dinotefuran +  $\lambda$ -cialotrina (0,280 + 0,160 g de i.a L<sup>-1</sup>) e Tiametoxam +  $\lambda$ -cialotrina (0,234 + 0,176 g de i.a L<sup>-1</sup>). Já para população EhLAB os tratamentos inseticidas Tiametoxam +  $\lambda$ -cialotrina (0,234 + 0,176 g de i.a L<sup>-1</sup>), Imidacloprido + Bifentrina (0,582 + 0,116 g de i.a L<sup>-1</sup>), Imidacloprido +  $\beta$ -cifultrina (0,666 + 0,082 g de i.a L<sup>-1</sup>), Acetamiprido + Bifentrina (0,416 + 0,416 g de i.a L<sup>-1</sup>), Imidacloprido (5,000 g de i.a L<sup>-1</sup>) e Acetamiprido (0,416 g de i.a L<sup>-1</sup>), apresentaram as segundas melhores médias (68,0% a 50,0%).

As menores mortalidades nas duas populações de *E. heros* foram auferidas pelos tratamentos Sulfoxaflor +  $\lambda$ -cialotrina (0,200 + 0,300 g de i.a L<sup>-1</sup>) e  $\lambda$ -cialotrina (0,176 g de i.a L<sup>-1</sup>). Além disso, na população EhCAM, os tratamentos inseticidas Acetamiprido + Bifentrina (0,416 + 0,416 g de i.a L<sup>-1</sup>) e Bifentrina (0,416 g de i.a L<sup>-1</sup>), apresentaram os menores percentuais de mortalidade no modo de transferência via ingestão, de 25% e 24%, respectivamente.

Os neonicotinoides (Acetamiprido (0,416 g de i.a L<sup>-1</sup>), Imidacloprido (0,666 g de i.a L<sup>-1</sup>) e Tiametoxam (0,234 g de i.a L<sup>-1</sup>)) e Acefato (5,000 g de i.a L<sup>-1</sup>) causaram maior mortalidade de *E. heros* (> 50%), transferidos via de ingestão (Tabela 3), além de ocasionar elevada mortalidade por contato tarsal e tópica (Tabela 2), sendo importantes no controle de *E. heros* em campo, pois os insetos podem ser contaminados de diferentes formas, aumentando a chance de atingir eficácia satisfatória. Por outro lado, os inseticidas piretroides, que são compostos

apolares e com elevado peso molecular, permaneceram na superfície vegetal causando mortalidade via ingestão extremamente baixa (< 40%) (Figuras 3 e 4; Tabela 3). Para os demais tratamentos inseticidas, a maior exposição dos insetos, por meio do contato tarsal, sempre aumentou a mortalidade.

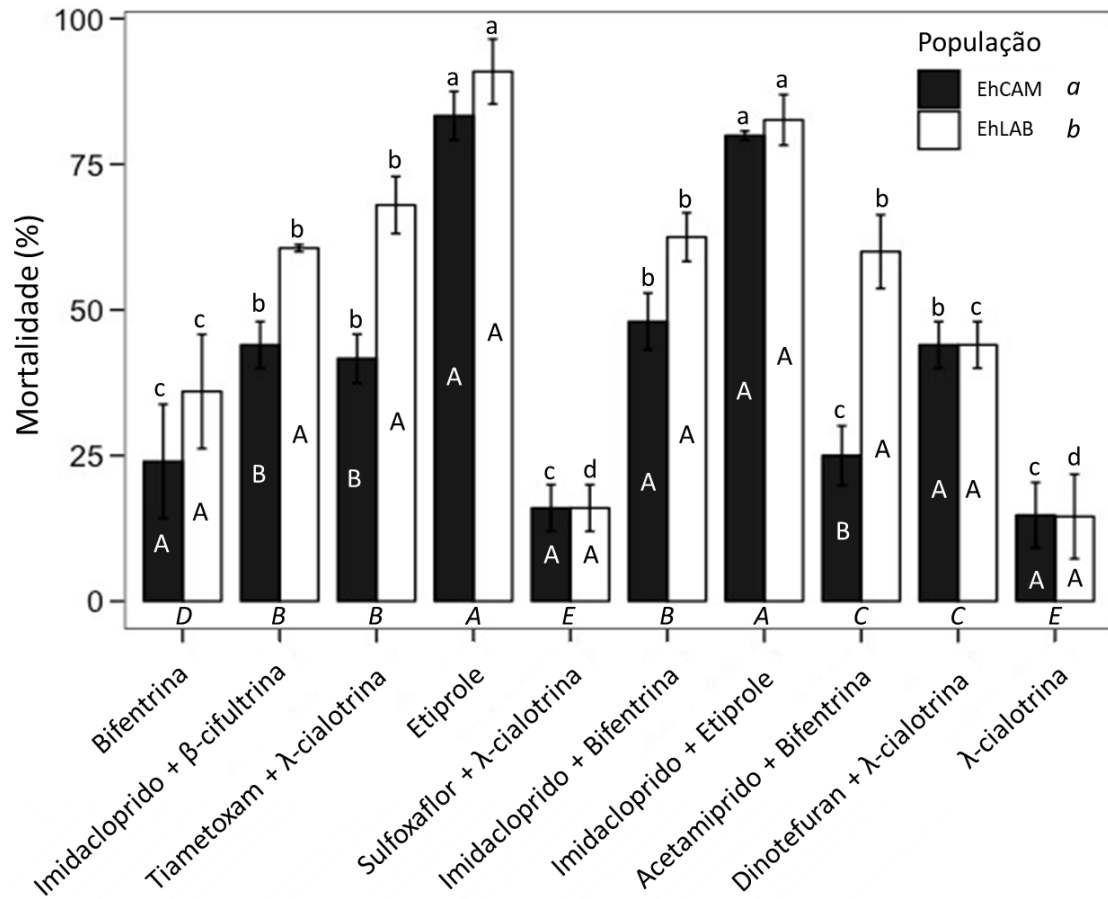


Figura 3. Mortalidade de populações de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) causada via ingestão de inseticidas. Mesmas letras maiúsculas dentro das barras (mortalidade do inseticida em função da população); e mesmas letras minúsculas sobre as barras (mortalidade das populações em função dos inseticidas); e mesmas letras maiúsculas em itálico (mortalidade de *E. heros* em função dos inseticidas) e mesmas letras minúsculas em itálico (mortalidade das populações) não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ( $P > 0,05$ ).

O tecido vegetal é um importante disponibilizador e transferidor de ingrediente ativo para o inseto, seja na superfície externa dos tecidos ou nos fluidos internos da planta. A penetração de pesticidas em estrutura vegetal está relacionada principalmente ao tamanho da molécula e sua lipofilicidade (Wang & Liu 2007). A permeabilidade cuticular da folha é seletiva em razão do tamanho molecular, sendo que compostos com alta massa molar (moléculas grandes) apresentam maior dificuldade de ser absorvido pelas plantas, em relação a moléculas de baixo peso molecular (moléculas pequenas) (Schreiber & Schönherr 2009). Os neonicotinoides e os organofosforados, são compostos polares, ou seja, são solúveis em água e possuem baixo peso molecular (183,2 - 291,0 g/mol), comparado aos piretroides (422,9 - 444,0 g/mol), conferindo-lhes maior penetração no tecido vegetal.

O efeito dos ingredientes ativos isolados das misturas comerciais no controle de *E. heros*, pelos modos de transferência representados pelas mortalidades dos insetos mostrou que Tiametoxam +  $\lambda$ -cialotrina (0,234 + 0,176 g de i.a L<sup>-1</sup>) e Imidacloprido + Etiprole (0,666 + 0,666 g de i.a L<sup>-1</sup>) apresentam interação da via contato tarsal + ingestão e ingestão ( $P = 0.023$  e  $P = 0.018$ ), respectivamente (Figuras 4 A e 4 B). O contrário ocorreu para as misturas e os isolados dos tratamentos Acetamiprido + Bifentrina (0,416 + 0,416 g de i.a L<sup>-1</sup>) e Imidacloprido +  $\beta$ -cifultrina (0,666 + 0,082 g de i.a L<sup>-1</sup>) ( $P = 0.069$  e  $P = 0.088$ ), respectivamente (Figuras 4 C e 4 D).

Tiametoxam isolado (0,234 g de i.a L<sup>-1</sup>) foi responsável pela maior mortalidade, quando transferido por contato tarsal + ingestão e via ingestão, com 84,0% e 72,0%, respectivamente (Figura 4 a). Já  $\lambda$ -cialotrina (0,176 g de i.a L<sup>-1</sup>) causou um incremento na mortalidade por contato tarsal + ingestão (38,0% de aumento) (Figura 4 A), comparado à transferência via ingestão, similarmente a Tiametoxam +  $\lambda$ -cialotrina (0,234 + 0,176 g de i.a L<sup>-1</sup>), com um aumento de 23,3%, ficando claro que Tiametoxam (0,234 g de i.a L<sup>-1</sup>) é o responsável pela maior parcela na mortalidade de *E. heros*.



Etiprole (0,666 g de i.a L<sup>-1</sup>) causou a maior mortalidade via ingestão e tarsal + ingestão, com 92,3% e 100%, respectivamente, enquanto Imidacloprido (0,666 g de i.a L<sup>-1</sup>) causou um aumento significativo na mortalidade quando transferidos via contato tarsal + ingestão (32,0% de aumento) (Figura 4 B), comparado à transferência via ingestão, assim como, foi auferido pela mistura Imidacloprido + Etiprole (0,666 + 0,666 g de i.a L<sup>-1</sup>) (17,4% de aumento). Esses resultados sugerem que o inseticida Etiprole (0,666 g de i.a L<sup>-1</sup>) tem uma maior parcela de efeito na mortalidade de *E. heros*, comparado com Imidacloprido.

Os neonicotinoides, Acetamiprido (0,416 g de i.a L<sup>-1</sup>) e Imidacloprido (0,666 g de i.a L<sup>-1</sup>), foram os maiores responsáveis pela mortalidade de *E. heros*, dentro das suas respectivas misturas. A transferência por contato tarsal + ingestão foi a forma mais eficiente de contaminação dos adultos de *E. heros*, refletindo em maior mortalidade e diferindo do modo de transferência via ingestão (Figura 4).

Os piretroides  $\lambda$ -cialotrina (0,179 g de i.a L<sup>-1</sup>),  $\beta$ -cifultrina (0,082 g de i.a L<sup>-1</sup>) e Bifentrina (0,416 g de i.a L<sup>-1</sup>) que compõe as misturas Tiametoxam +  $\lambda$ -cialotrina (0,234 + 0,176 g de i.a L<sup>-1</sup>), Imidacloprido +  $\beta$ -cialotrina (0,666 + 0,082 g de i.a L<sup>-1</sup>) e Acetamiprido + Bifentrina (0,416 + 0,416 g de i.a L<sup>-1</sup>), causaram menores mortalidades por ingestão e apresentaram incremento na mortalidade quando transferidos via ingestão + tarsal. Os tratamentos com neonicotinoides avaliados de forma isolada causaram mortalidades elevadas nas duas vias de contaminação. Podemos perceber que o inseticida mais eficiente via ingestão foi o Etiprole e conseqüentemente a sua mistura com Imidacloprido (Figura 4). A diferença de mortalidade entre os tratamentos inseticidas varia com a toxicidade de cada um sobre *E. heros*, com as características do ingrediente ativo e com a formulação. Segundo Tomizawa & Casida (2005), os neonicotinoides (4A) são os principais inseticidas utilizados no controle de sugadores. Inseticidas que contaminam *E. heros* com eficiência por mais de uma via de transferência são imprescindíveis para o manejo, e os neonicotinoides se inserem nesse contexto. Além desse

atributo, também são considerados inseticidas sistêmicos, e por isso importantes para o controle desse inseto-praga, por atingir em quantidade suficiente, locais não pulverizados, embora não se observou sinergismo nas combinações (Figura 4). Entretanto, misturas de piretroides + neonicotinoides justificam-se pelo fato de agirem em sítios de ação diferentes nos insetos, pelo rápido “*knockdown*” fornecido pelos piretroides e pela ação sistêmica dos neonicotinoides, compondo um produto com mais formas de transferência, que associadas aos diferentes modos de ação melhoram a sua eficácia para *E. heros*.

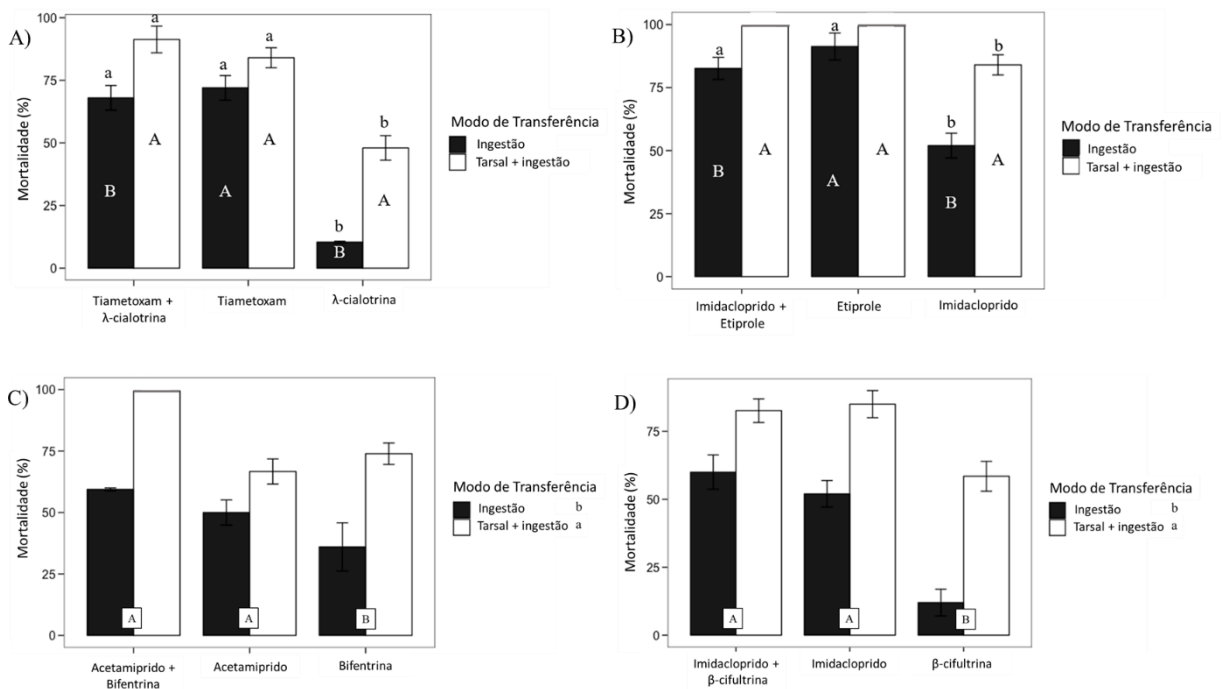


Figura 4. Mortalidade de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) por inseticidas transferidos via ingestão e contato tarsal + ingestão. A) Interação significativa entre Tiametoxam +  $\lambda$ -cialotrina, Tiametoxam e  $\lambda$ -cialotrina; B) Interação significativa entre Imidacloprido + etiprole, Imidacloprido e etiprole; C) Interação não significativa entre Acetamiprido + bifentrina, Acetamiprido e bifentrina; D) Interação não significativa entre Imidacloprido +  $\beta$ -cifultrina, Imidacloprido e  $\beta$ -cifultrina; Mesmas letras maiúsculas dentro das barras (mortalidade do inseticida em função da população) não diferem entre si pelo teste Scott-

Knott ( $P > 0,05$ ). Mesmas letras minúsculas sobre as barras (mortalidade das populações em função dos inseticidas) não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ( $P > 0,05$ ).

Sulfoxaflor +  $\lambda$ -cialotrina ( $0,200 + 0,300$  g de i.a  $L^{-1}$ ) e Imidacloprido + Bifentrina ( $0,582 + 0,116$  g de i.a  $L^{-1}$ ) conferiram mortalidade de 68,0% e 29%, respectivamente por contato tarsal + ingestão (Figura 5), comparado à transferência apenas via ingestão, enquanto a mortalidade provocada por Dinotefuran +  $\lambda$ -cialotrina ( $0,280 + 0,160$  g de i.a  $L^{-1}$ ) não diferiu entre os modos de transferência. Expedition<sup>®</sup> (Sulfoxaflor +  $\lambda$ -cialotrina) e Zeus<sup>®</sup> (Dinotefuran +  $\lambda$ -cialotrina) que contém ingredientes ativos novos para o manejo de *E. heros* em soja no Brasil, e já disponíveis a partir da safra 2019/2020, entretanto não se destacaram nos experimentos.

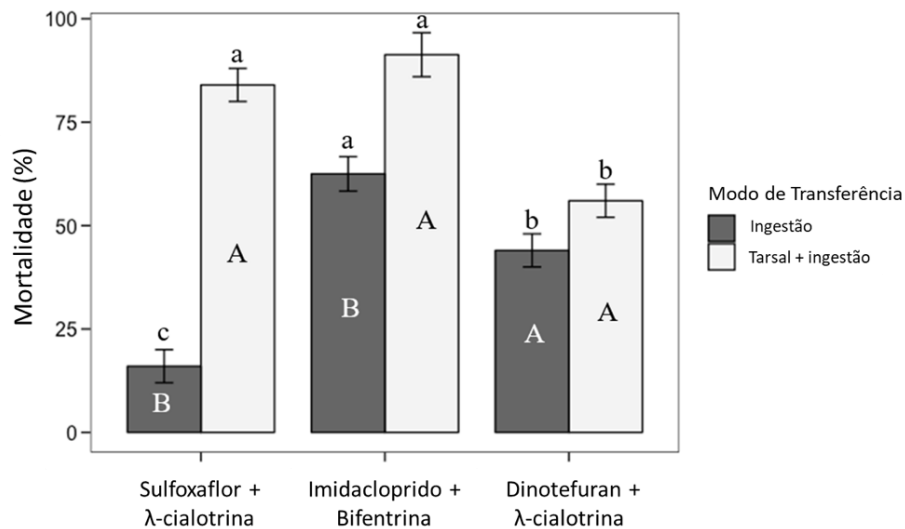


Figura 5. Mortalidade de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) por Sulfoxaflor +  $\lambda$ -cialotrina, Imidacloprido + bifentrina e Dinotefuran +  $\lambda$ -cialotrina transferidos via ingestão e contato tarsal + ingestão. Mesmas letras maiúsculas dentro das barras (mortalidade em função da via de transferência) e mesmas letras minúsculas sobre as barras (mortalidade em função dos inseticidas) não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ( $P > 0,05$ ).

### 3.4 TRANSFERÊNCIA VIA RESPIRAÇÃO

A mortalidade de adultos de *E. heros* resultante da transferência pelo ar ou via sistema respiratório não diferiu entre os tratamentos (Figura 6), variando entre 10,4% e 21,7%. As maiores mortalidades foram observadas nos tratamentos inseticidas Bifentrina (0,416 g de i.a L<sup>-1</sup>) e Imidacloprido (0,666 g de i.a L<sup>-1</sup>), e a menor foi encontrada no inseticida Etiprole (0,666 g de i.a L<sup>-1</sup>). Os ingredientes ativos avaliados não são fumegantes, demonstrando pequena importância desta via de transferência isoladamente, para a mortalidade de *E. heros*.

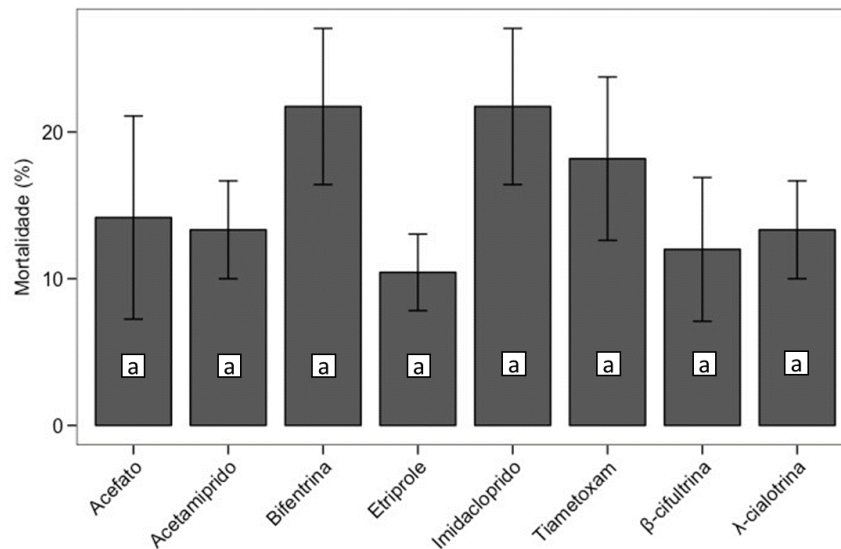


Figura 6. Mortalidade de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) via respiração de inseticidas. Mesmas letras não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ( $P > 0,05$ ).

## 4 CONCLUSÕES

As vias de transferências de inseticidas por contato tópico, contato tarsal e ingestão são eficientes no controle de *E. heros*, entretanto é variável com o tipo de inseticida. Compreender essas varrições, suportam as decisões tomadas durante o manejo, e tornam-se determinantes

para o controle eficaz de *E. heros*. Portanto, buscar tecnologias de aplicação que associem essas vias de transferências, certamente irão maximizar o controle de *E. heros* no campo.

#### 4 REFERÊNCIAS

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

AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários.  
[http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acessado 05 Jan 2020.

BALABANIDOU, V. et al. Mosquitoes cloak their legs to resist insecticides. *Proceedings of the Royal Society B*, v. 286, n. 1907, p. 20191091, 2019.

BELORTE, L. C.; RAMIRO, Z. A.; FARIA, A. M. Levantamento de percevejos pentatomídeos em cinco cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill, 1917) na região de Araçatuba, SP. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 70, p. 447-45 v1, 2003.

BUENO, A. F. et al. Assessment of a more conservative stink bug economic threshold for managing stink bugs in brazilian soybean production. *Crop Protection*, v. 71, p. 132-137, 2015.

CHAPMAN, R. F. *The insects: structure and function*. 4th ed. Cambridge University Press, p. 160-161. 1998.

CLAPP, J. M.; FAY, R. W.; SIMMONS, S. W. The Comparative Residual Toxicity of DDT to

Anopheles quadrimaculatus When Applied on Different Surfaces. Public Health Reports (1896-1970), p. 158-170, 1947

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; KRZYZANOWSKI, F. C.; MINAMI, C. A. Percevejos e a qualidade da semente de soja – série sementes. Embrapa Soja, 16 p, 2009.

DAUGHERTY, D. M. et al. An evaluation of damage to soybeans by brown and green stink bugs. Journal of Economic Entomology, v. 57, n. 5, p. 719-722, 1964.

GRAZIA, J. et al. Estudo das ninfas de pentatomídeos (Heteroptera) que vivem sobre soja (*Glycine max* (L.) Merrill): I – *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) e *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, v. 9, p. 39-51, 1980.

GUEDES, J. V. C.; PERINI, C. R. Tecnologia de aplicação de inseticidas em culturas anuais. In: Ulisses Rocha Antuniassi; Walter Boller. (Org.). Tecnologia de aplicação para culturas anuais. 2ª edição. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, p. 303-318. 2019.

GUEDES, R. N. C. Insecticide resistance, control failure likelihood and the First Law of Geography. Pest Management Science, v. 73, n. 3, p. 479-484, 2017.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. Insetos: Fundamentos da Entomologia. 5ª ed. Guanabara Koogan, p.460, 2017.

HADAWAY, A. B. Some factors affecting the distribution and rate of action of insecticides. Bulletin of the World Health Organization, v. 44, n. 1-2-3, p. 221, 1971.

HAYES, W. P.; LIU, Y. S. Tarsal housefly and their possible relation to DDT toxicity. *Annals of the Entomological Society of America*, v. 40, n. 3, p. 401-416, 1947.

HOFFMANN-CAMPO, C. B. et al. *Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado*. Embrapa Soja, 2000.

IRAC - Insecticide Resistance Action Committee. Susceptibility test method. (<https://www.irc-online.org/methods/>). 2019.

LEWIS, C. T.; HUGHES, J. C. Studies concerning the Uptake of Contact Insecticides: II. The Contamination of Flies exposed to particulate Deposits. *Bulletin of Entomological Research*, v. 48, n. 4, p. 755-768, 1957.

LORINI, I. et al. Manejo integrado de pragas de grãos e sementes armazenadas. *CEP*, v. 86001, p. 970, 2015.

MATSUMURA, F. *Toxicology of Insecticides*. 2nd, Plenum Press, New York, 598 p. 1985.

MOSCARDI, F. Uso de Baculovírus e *Bacillus thuringiensis* no controle de lagarta da soja, *Anticarsia gemmatalis*. *Soja Orgânica*, p. 15, 2003.

PANIZZI, A. R.; LUCINI, T. What happened to *Nezara viridula* (L.) in the Americas? Possible reasons to explain populations decline. *Neotropical Entomology*, v. 45, n. 6, p. 619-628, 2016.

PAPA, G.; CELOTO, F.J.; ZANARDI, J. J. A. Potencial devastador. Cultivar Grandes Culturas, V. 16, N° 194. p. 16-19, 2015.

RAJASHEKAR, Y.; RAO, L. J. M.; SHIVANANDAPPA, T. Decaleside: a new class of natural insecticide targeting tarsal gustatory sites. Naturwissenschaften, v. 99, n. 10, p. 843-852, 2012.

SCHREIBER, L.; SCHÖNHERR, J. Water and solute permeability of plant cuticles: Measurement and data analysis. Berlin: Springer Verlag, 2009.

SOMAVILLA, J. C. et al. Susceptibility of *Euschistus heros* and *Dichelops furcatus* (Hemiptera: Pentatomidae) to Selected Insecticides in Brazil. Journal of Economic Entomology, v. 113, n. 2, p. 924-931, 2020.

SOSA-GÓMEZ D. R.; MOSCARDI, F.; Retenção foliar diferencial em soja provocada por percevejos (Heteroptera: Pentatomidae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, v. 24, p. 414-404, 1995.

SPARKS, T. C.; NAUEN, R. IRAC: Mode of action classification and insecticide resistance management. Pesticide Biochemistry and Physiology, v. 121, p. 122-128, 2015.

SPIELMEYER, A.; SCHETELIG, M. F.; ETANG, J. High-throughput analysis of insecticides on malaria vectors using liquid chromatography tandem mass spectrometry. PloS one, v. 14, n. 2, 2019.

SUMITA, Y.; KAWADA, H.; MINAKAWA, N. Mode of entry of a vaporized pyrethroid



knockdown agent into the body of the housefly, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). *Applied Entomology and Zoology*, v. 51, n. 4, p. 653-659, 2016.

TODD, J. W.; HERZOG, D. C. Sampling phytophagous Pentatomidae on soybean. In: *Sampling methods in soybean entomology*. Springer, p. 438-478. 1980.

TOMIZAWA, M.; CASIDA, J. E. Neonicotinoid insecticide toxicology: mechanisms of selective action. *Annual Review of Pharmacology and Toxicology*, v. 45, p. 247-268, 2005.

VIVIAN, L. M.; DEGRANDE, P. E. Pragas da soja. *Fundação MT Boletim de Pesquisa de Soja*. 11: 239–297 – 2011.

WANG, C. J.; LIU, Z. Q. Foliar uptake of pesticides-present status and future challenge. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, v. 87, n. 1, p. 1-8, 2007.

YU, S. J. *The toxicology and biochemistry of insecticides*. CRC press, 2nd, 2014.

## 6 DISCUSSÃO

A sojicultura brasileira está perdendo com os ataques de *E. heros*, que hoje, pode ser considerado o principal inseto-praga do cultivo. O manejo eficiente de *E. heros* é alcançado com a adoção do Manejo Integrado de Pragas (MIP), portanto, trazer novas informações que ampliam e fortalecem as bases do MIP-Soja no controle desse inseto-praga é essencial para garantir o sucesso da soja brasileira.

Posto isso, este trabalho reúne resultados de campo e de laboratório, demonstrando a dinâmica entre os inseticidas, populações distintas e as vias de transferência de inseticidas para o controle de *E. heros*. Foi verificado que a eficácia dos tratamentos inseticidas no controle de *E. heros* na cultura da soja varia entre os locais, e isso pode estar associado a origem das populações e ao nível de suscetibilidade destes. Foram estudados inseticidas que estão disponíveis para o controle de *E. heros* há bastante tempo, e outros que foram registrados e liberados para comercialização e uso na safra 2019/2020 no Brasil. Ficou evidente que acefato (750 g de i.a ha<sup>-1</sup>), mesmo após muitos anos de uso, segue sendo um inseticida eficaz no controle de *E. heros*, principalmente, da fase adulta do inseto, e que o inseticida Etiprole chega como uma alternativa eficiente. As misturas de neonicotinoides (4A) + piretroides (3A), que possuem em sua formulação  $\lambda$ -cialotrina, expressaram uma grande variação no controle de *E. heros* entre os locais. E, das novas moléculas testadas, dinotefuram, sulfoxaflor e etiprole, apenas o etiprole (100 g de i.a ha<sup>-1</sup>), em mistura com imidacloprido, apresentou um desempenho eficaz e estável nos dois locais avaliados.

Por muito tempo, discutia-se no Brasil, que a baixa disponibilidade de moléculas inseticidas para o controle de *E. heros* em soja era um limitante para o manejo, sendo esse um dos principais motivos dos recentes surtos da espécie, com níveis populacionais incontroláveis. Entretanto, essas novas moléculas que chegam ao sojicultor, não são muito diferentes ou superiores, em termos de eficácia, das que já estão consolidadas no mercado. Os inseticidas são as principais ferramentas para o controle eficiente de *E. heros* em soja, entretanto, não basta apenas considerar a eficácia destes, mas sim, a eficiência da aplicação.

Hoje, o manejo eficiente de *E. heros* depende principalmente da eficiência do inseticida, entretanto, se nesse quesito os inseticidas disponíveis são semelhantes, outros fatores devem ser considerados, como o nível de controle, o comportamento da praga e a área foliar do cultivo, que tem relação direta com a tecnologia de aplicação, para obter a melhor cobertura possível planta, maximizando a contaminação do inseto, e por consequência o controle eficaz da praga.

No Artigo 2, foi relatado que a mortalidade de *E. heros* varia com via de transferência e o tratamento inseticida, e que alguns inseticidas nas suas respectivas doses alcançam altas mortalidades, independente das vias transferência, e isso leva a algumas reflexões.

A transferência de inseticidas via sistema respiratório pode não ser considerada uma importante via de entrada em *E. heros*. Apesar que, no campo temos condições para que essa via seja eficiente, como temperatura, que muitas vezes ultrapassam 30°C. Os inseticidas utilizados no controle dessa praga não são considerados fumigantes, o que faz com que essa via de transferência contribua muito pouco na mortalidade desse inseto-praga.

Embora que a transferência de inseticidas via contato tópico seja eficiente em *E. heros*, é muito difícil que ocorra durante a pulverização no campo. O comportamento de *E. heros* é bastante característico, principalmente para ninfas, que permanecem em locais de difícil acesso no interior do dossel, o que dificulta seu controle. Nos períodos do dia em que a temperatura é mais amena, os adultos ficam mais expostos (PUNTEL, 2019), entretanto, esses períodos são curtos, e as aplicações de inseticidas estendem-se por todo o dia. Essa via de transferência pode ser potencializada quando as aplicações são realizadas em cultivos de soja com Índice de Área Foliar baixo (IAF) ( $< 3,0$ ), ou no período anterior ao fechamento de linha, no qual todo o dossel está exposto, favorecendo a chagada das gotas até o inseto.

A alimentação de *E. heros* é regular, prioritariamente para as ninfas, no qual essas demandam muita energia para chegar até a fase adulta. A transferência de inseticidas via ingestão é um grande recurso no controle de *E. heros* em soja, tanto nas fases jovens, como na fase adulta. Entretanto, nem todos inseticidas são eficientes nessa via de transferência. Tratamentos inseticidas como os neonicotinoides (4A), o acefato (5,000 g de i.a L<sup>-1</sup>) e o etiprole (0,666 g de i.a L<sup>-1</sup>) foram eficientes via ingestão. Assim, esses inseticidas sistêmicos, como os neonicotinoides (4A), tornam-se uma importante ferramenta para o controle de *E. heros*, pelo fato de serem eficientes quando transferidos via ingestão, e alcançarem, em quantidade tóxica suficiente, locais de alimentação não pulverizados.

Quase todo o processo de locomoção de *E. heros* nas plantas de soja é mediado pelos tarsos, e sendo esse uma das principais vias de transferência de inseticidas dessa praga, quanto maior a cobertura da planta por inseticidas, maior é o tempo de exposição ao tóxico, por consequência, a probabilidade de contaminação e controle eficaz da praga aumentam. Inseticidas que persistem por um longo tempo no interior das plantas ou nas superfícies vegetativas são uma ferramenta indispensável no controle de *E. heros*. Pois, esses podem ser

transferidos para os insetos via ingestão e contato tarsal, não dependendo apenas do contato direto, no momento da pulverização.

Ao efetuar uma pulverização no campo para o controle de *E. heros*, todas as vias de transferência do inseto ficam expostas aos inseticidas e somam-se no controle. Devido a isso, não percebemos quais estão sendo eficientes, e contribuindo de fato para o controle da praga. Conhecer as vias mais eficientes na transferência de inseticidas para *E. heros*, nos permite manejar essa praga de forma mais assertiva, potencializando a eficiência dos inseticidas e conseguindo a máxima eficácia de controle da praga.

## 7 CONCLUSÕES

A falta de eficiência no controle de *E. heros* pode estar relacionada com a baixa contaminação dos insetos, durante e após a aplicação dos inseticidas. As vias de transferências de inseticidas por contato tópico, contato tarsal e ingestão são eficientes no controle de *E. heros*, entretanto, é variável com o tipo de inseticida. Os inseticidas disponíveis hoje para o controle de *E. heros* no Brasil, em sua grande maioria, são considerados eficazes, porém, somente a toxicidade não é decisiva no controle de *E. heros* no campo. Sendo assim, as atividades que compõe o manejo, tornam-se determinantes para maximizar o controle de *E. heros*. Sabendo disso, as decisões tomadas durante o manejo de *E. heros*, tornam-se determinantes para o controle eficaz, e as tecnologias de aplicação são fundamentais para maximizar a contaminação e, conseqüentemente o controle de *E. heros* no campo.

Os métodos utilizados para avaliação das vias de transferência de inseticidas para *E. heros* (Artigo 2 - Vias de transferência de inseticidas em *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae) são confiáveis e podem ser adotados como referência para este tipo de análise.

## 8 REFERÊNCIAS

- BELORTE, L. C.; RAMIRO, Z. A.; FARIA, A. M. Levantamento de percevejos pentatomídeos em cinco cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill, 1917) na região de Araçatuba, SP. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 70, p. 447-451, 2003.
- BORTOLOTTO, O. C. et al. The use of soybean integrated pest management in Brazil: a review. **Agronomy Science and Biotechnology**, v. 1, p. 25-32, 2015.
- 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.
- CIVIDANES, F. J. Determinação das exigências térmicas de *Nezara viridula* (L., 1758), *Piezodorus guildinii* (West., 1837) e *Euschistus heros* (Fabr., 1798) (Heteroptera: Pentatomidae) visando ao seu zoneamento ecológico. **Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP**, 1992.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira: grãos. v. 7 - SAFRA 2019/20 - n. 4 - **Quarto levantamento | JANEIRO 2020**. Brasília: Conab. 2020.
- CORRÊA-FERREIRA, B. S.; KRZYZANOWSKI, F. C.; MINAMI, C. A. Percevejos e a qualidade da semente de soja – série sementes. **Embrapa Soja. Circular Técnica, 67**, 2009.
- CORRÊA-FERREIRA, B. S.; SOSA-GÓMEZ, D. R. Percevejos e o sistema de produção soja-milho. **Embrapa Soja-Documentos**, 2017.
- DALAZEN, G. et al. Faunistic analysis of pest insects and their natural enemies associated with hairy fleabane in soybean. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 47, n. 3, p. 336-344, 2017.
- DAUGHERTY, D. M. Pentatomidae as vectors of yeast-spot disease of soybeans. **Journal of Economic Entomology**, v.60, p.147-152, 1967.
- DEPIERE, R. A. Danos em sementes de soja *Glycine max* (L.) Merr. (Fabaceae), morfologia dos estiletos e enzimas salivares de pentatomídeos fitófagos. **Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) Universidade Federal do Paraná**, 2010.
- EBELING, W. Permeability of insect cuticle, in: M. Rockstein (Ed.), *The Physiology of Insecta*, v. 6, **Academic Press**, pp. 507–556. 1974.
- FERNANDES, M. G. et al. Spatial distribution and sampling plan of the phytophagous stink bug complex in different soybean production systems. **Journal of Applied Entomology**, v. 143, n. 3, p. 236-249, 2019.
- GRAZIA, J. et al. Estudo das ninfas de pentatomídeos (Heteroptera) que vivem sobre soja (*Glycine max* (L.) Merrill): I – *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) e *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 9, p. 39-51, 1980.
- GUEDES, R. N. C. Insecticide resistance, control failure likelihood and the First Law of Geography. **Pest Management Science**, v. 73, n. 3, p. 479-484, 2017.

- GUEDES, J. V. C.; PERINI, C.R. Tecnologia de aplicação de inseticidas em culturas anuais. In: Ulisses Rocha Antuniassi; Walter Boller. (Org.). **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. 2ª edição. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, p. 303-318. 2019.
- GUEDES, J. C. et al. Revisão necessária. **Revista Cultivar Grandes Culturas**, v. 14, p. 22-24, 2012.
- HADAWAY, A. B. Some factors affecting the distribution and rate of action of insecticides. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 44, n. 1-2-3, p. 221, 1971.
- HAYES, W. P.; LIU, Y. S. Tarsal chemoreceptors of the housefly and their possible relation to DDT toxicity. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 40, n. 3, p. 401-416, 1947.
- HOFFMANN-CAMPO, C. B. et al. Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado. **Embrapa Soja**, 2000
- LEMO, M. L. F. et al. **Agregação de valor na cadeia de soja**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 46, p. 167-217, 2017.
- LORINI, I. et al. **Manejo integrado de pragas de grãos e sementes armazenadas**. v. 86001, p. 970, 2015.
- MACFADYEN S. et al. Using semifield studies to examine the effects of pesticides on mobile terrestrial invertebrates. **Annual Review of Entomology**, v. 59, p. 383-404, 2014.
- MATSUMURA, F. **Toxicology of Insecticides**. 2nd, Plenum Press, New York, 598 p. 1985.
- MOSCARDI, F. Uso de Baculovirus e *Bacillus thuringiensis* no controle de lagarta da soja, *Anticarsia gemmatilis*. **Soja Orgânica**, p. 15, 2003.
- MOURÃO, A. P.M.; PANIZZI, A. R. Diapause and different seasonal morphs of *Euschistus heros* (Fabr.) (Hemiptera: Pentatomidae) in Northern Paraná State. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 2, p. 205-218, 2000.
- PANIZZI, A.R.; BUENO, A.F.; SILVA, F.A.C. Insetos que atacam vagens e grãos. Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga. **Embrapa**, p. 335-420, 2012.
- PANIZZI, A. R. History and contemporary perspectives of the integrated pest management of soybean in Brazil. **Neotropical Entomology**, v.42, n.2, p.119-127, 2013
- PANIZZI, A. R.; LUCINI, T. What happened to *Nezara viridula* (L.) in the Americas? Possible reasons to explain populations decline. **Neotropical Entomology**, v. 45, n. 6, p. 619-628, 2016.
- PANIZZI, A. R. et al. Insetos da soja no Brasil. **EMBRAPA-CNPSO. Boletim Técnico**, 20 p, 1977.
- PANIZZI, A. R.; NIVA, C. C. Overwintering strategy of the brown stink bug in northern Paraná. **Embrapa Soja-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 1994.
- PAPA, G.; CELOTO, F.J.; ZANARDI, J. J. A. Potencial devastador. **Cultivar**

**Grandes Culturas**, V. 16, N° 194. p. 16-19, 2015.

PUNTEL, L. Comportamentos de *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae) na soja *Glycine max* (L.) Merrill. **Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia)** Universidade Federal de Santa Maria, 2019.

RAJASHEKAR, Y.; RAO, L. J. M; SHIVANANDAPPA, T. Decaleside: a new class of natural insecticide targeting tarsal gustatory sites. **Naturwissenschaften**, v. 99, n. 10, p. 843-852, 2012

ROGGIA, S. et al. Eficiência de inseticidas no controle do percevejo-marrom (*Euschistus heros*) em soja, na safra 2018/2019: resultados sumarizados de ensaios cooperativos. **Embrapa Soja**, 2019.

ROGGIA, S. et al. Eficiência de inseticidas no controle do percevejo-marrom (*Euschistus heros*) em soja, na safra 2013/14: resultados sumarizados de ensaios cooperativos. **Embrapa Soja**, 2018.

SILVA, M. T. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; SOSA-GÓMEZ, D. R. Fechando o cerco. **Cultivar Grandes Culturas**, v. 9, n. 98, jul. 2007.

SNODGRASS, G.L, ADAMCZYK, J.J.; GORE, J. Toxicity of insecticides in a glass-vial bioassay to adult brown, green, and southern green stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae). **Journal of Economic Entomology**. 98:177–18. 2005.

SOMAVILLA, J. C. et al. Susceptibility of *Euschistus heros* and *Dichelops furcatus* (Hemiptera: Pentatomidae) to Selected Insecticides in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v. 113, n. 2, p. 924-931, 2020.

SONG, F., SWINTON, S. M. Returns to integrated pest management research and outreach for soybean aphid. **Journal of Economic Entomology**. 2116 e 2125. 2009.

SORIA, M. F. et al. Economic injury level of the neotropical brown stink bug *Euschistus heros* (F.) on cotton plants. **Neotropical entomology**, v. 46, n. 3, p. 324-335, 2017.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; MOSCARDI, F. Retenção foliar diferencial em soja provocada por percevejos (Heteroptera: Pentatomidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 24, p. 414-404, 1995.

SOSA-GÓMEZ, D. R. et al. Prevalence, damage, management and insecticide resistance of stink bug populations (Hemiptera: Pentatomidae) in commodity crops. **Agricultural and Forest Entomology**. 2019.

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

SUMITA, Y.; KAWADA, H.; MINAKAWA, N. Mode of entry of a vaporized pyrethroid knockdown agent into the body of the housefly, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). **Applied entomology and zoology**, v. 51, n. 4, p. 653-659, 2016.

TODD, J. W.; HERZOG, D. C. Sampling phytophagous Pentatomidae on soybean.

In: **Sampling methods in soybean entomology**. Springer, p. 438-478. 1980.

TUELHER, E. S. et al. Area-wide spatial survey of the likelihood of insecticide control failure in the neotropical brown stink bug *Euschistus heros*. **Journal of Pest Science** 849–859, 2018.

TUELHER, E.S. et al. Competition between the phytophagous stink bugs *Euschistus heros* and *Piezodorus guildinii* in soybeans. **Pest Management Science**. 2016.

VIKTOROV, A. G. Ecological and physiological features of Bt-plants causing outbreaks of secondary pests. **Russian Journal of Plant Physiology**, v. 64, n. 4, p. 457-463, 2017.

VILLAS-BÔAS, G. L.; PANIZZI, A. R. Biologia de *Euschistus heros* (Fabricius, 1789) em soja (*Glycine max* L. Merrill). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 9, p. 105-113, 1980.

VIVIAN, L. M.; DEGRANDE P. E. Pragas da soja. **Fundação MT Boletim de Pesquisa de Soja**. 11: 239–297 – 2011.

WANG, C. J.; LIU, Z. Q. Foliar uptake of pesticides—present status and future challenge. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 87, n. 1, p. 1-8, 2007.

WILLIAMS, R. N. et al. Principais pragas da soja no estado de São Paulo: reconhecimento, métodos de levantamento e melhor época de controle. **São Paulo: Secretaria de Agricultura, CATI**. p. 1-18. 1973.

WILLRICH, M. M.; LEONARD, B.R.; COOK, D.R.; Laboratory and field evaluations of insecticide toxicity to stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae). **Journal of Cotton Science** :156–163. 2003.

YU, S. J. **The toxicology and biochemistry of insecticides**. CRC press, 2nd, 2014.