

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

Letícia Puntel

**EFEITO DE COMPOSTOS MODIFICADORES DE  
COMPORTAMENTO APLICADOS NO MANEJO DE *Euschistus heros*  
(FABRICIUS, 1798) NA SOJA**

Santa Maria, RS  
2022

**Letícia Puntel**

**EFEITO DE COMPOSTOS MODIFICADORES DE  
COMPORTAMENTO APLICADOS NO MANEJO DE *Euschistus heros*  
(FABRICIUS, 1798) NA SOJA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestra em Agronomia.**

Orientador: Prof. Dr. Jerson Vanderlei Carús Guedes

Santa Maria, RS  
2022

## FICHA CATALOGRÁFICA

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001

Puntel, Letícia

EFEITO DE COMPOSTOS MODIFICADORES DE COMPORTAMENTO

APLICADOS NO MANEJO DE *Euschistus heros* (FABRICIUS, 1798) NA SOJA /  
Letícia Puntel.- 2022.

49 p.; 30 cm

Orientador: Jerson Vanderlei Carús Guedes  
Coorientadores: Alencar Junior Zanon,  
Walter Boller  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa

Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em  
Agronomia, RS, 2022

1. Comportamento 2. Soja 3. Percevejo-marrom I. Carús Guedes, Jerson  
Vanderlei II. Junior Zanon, Alencar III. Boller, Walter IV. 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.

Declaro, LETÍCIA PUNTEL, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Dissertação) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

---

© 2022

Todos os direitos autorais reservados à Letícia Puntel. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser com autorização por escrito do autor.

Endereço: Avenida Prefeito Evandro Behr, n. 6566, Bairro Camobi, Santa Maria, RS, 97110-800 - Fone (051) 9 9623-5776; E-mail: *leticia\_puntel@hotmail.com*

---

**Letícia Puntel**

**EFEITO DE COMPOSTOS MODIFICADORES DE  
COMPORTAMENTO APLICADOS NO MANEJO DE *Euschistus heros*  
(FABRICIUS, 1798) NA SOJA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestra em Agronomia.**

**Aprovada em 24 de outubro de 2022:**

---

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

---

**Jonas André Arnemann, Dr. (UFSM)**

---

**Clérison Régis Perini, Dr. (PROTEPLAN)**

Santa Maria, RS  
2022

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus por me iluminar durante esse período.

Agradeço aos meus pais Neusa e Romeu Puntel por estarem presentes em todos os momentos e não medirem esforços para que eu pudesse ter acesso à educação de qualidade. Agradeço pelo exemplo de caráter e dignidade. Essa conquista também é de vocês.

Agradeço aos meus amigos Bruna Pasa, Géssica Pretzel e Mateus Cassol por todo o apoio, amizade, parceria e por me escutarem nos momentos que precisei.

Agradeço à minha amiga e professora de Inglês Mara Maciel por todo o incentivo e amizade ao longo dos anos.

Agradeço ao meu orientador Jerson Vanderlei Carús Guedes pela orientação ao longo dos anos em que fiz parte do grupo de pesquisa do Laboratório de Manejo Integrado de Pragas (LabMIP), pelas oportunidades de crescimento pessoal e profissional e por todos os ensinamentos.

Agradeço ao Professor Walter Boller pela convivência, auxílio e troca de conhecimento ao longo desses dois anos.

Agradeço aos estudantes de Iniciação Científica Gabriella Massoli, Eduardo Brum e Igor Schardong pelo auxílio prestado.

Agradeço aos colegas de pós-graduação Tiago Strahl, Tiago Colpo, Lucas Cavallin e Ricardo Froehlich pela colaboração, auxílio e convívio nesse período. Agradeço também aos demais integrantes do LabMIP pela troca de conhecimento e convívio.

Agradeço ao Luís Eduardo Curioletti por toda colaboração, auxílio em meu trabalho e desenvolvimento profissional.

Agradeço à Regina Stacke, Tiago Giacomelli, Lucas Drebes e Eduardo Curioletti pelas conversas e trocas de experiências.

Agradeço ao Lorenzo Aita e Verlaine Selli por toda parceria e auxílio durante o período de experimento de campo.

Agradeço à Karina da Silva e Tarcísio Toniasso pela amizade construída ao longo dos anos, pelo incentivo e auxílio.

Agradeço à Clérison Régis Perini pela amizade, pelos conselhos, incentivo e ajuda prestada não somente no período de convivência no LabMIP.

Agradeço às amigas Dayanna Machado e Gabrielle Masson por me auxiliarem e ouvirem sempre que necessário.

Agradeço à Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) por oferecer ensino de qualidade e pela oportunidade de cursar a graduação e pós-graduação em uma das melhores instituições do país.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa nesse período de pós-graduação.

Agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a construção e conclusão desse trabalho.

## RESUMO

### **EFEITO DE COMPOSTOS MODIFICADORES DE COMPORTAMENTO APLICADOS NO MANEJO DE *Euschistus heros* (FABRICIUS, 1798) NA SOJA**

AUTORA: Letícia Puntel

ORIENTADOR: Dr. Jerson Vanderlei Carús Guedes

O percevejo-marrom, *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae), é a principal espécie de percevejo que ataca a soja, cultura na qual promove perdas e eleva o custo de produção com seu controle. O objetivo do trabalho foi avaliar o comportamento de ninfas e adultos de *E. heros* no período reprodutivo da soja ao longo do dia e da noite, e o efeito de compostos modificadores de comportamento sobre o padrão de movimentação (ou deslocamento) do percevejo e na eficácia de inseticidas da soja. O artigo 1 aborda o comportamento de ninfas grandes (N4/N5) e de adultos de *E. heros* em diferentes estádios da fase reprodutiva da soja (R1/R2, R3/R4, R5.2, R5.3 e R6), por meio de infestação artificial de insetos. Foram avaliados o comportamento de localização nos órgãos da planta (folha, haste, pecíolo e legume) nos diferentes terços, além do comportamento de repouso, de atividade alimentar, de movimento e de cópula. Foi constatado que o comportamento de ninfas e adultos difere, e se localizam principalmente nos legumes do terço médio e superior das plantas, apresentando geralmente repouso. O artigo 2 avalia a distância percorrida e a velocidade de caminhamento de *E. heros* em função da aplicação de compostos modificadores de comportamento em laboratório. Foram realizadas filmagens de ninfas grandes (N3/N4/N5) e de adultos de *E. heros* após a aplicação dos compostos. As filmagens foram avaliadas em um software usado para avaliação de comportamento de insetos. No qual, ninfas grandes de *E. heros* mostraram maior alteração da distância percorrida e velocidade de caminhamento que adultos. Todavia, são necessários mais estudos nessa área para entender melhor a atuação desses compostos no comportamento de *E. heros*.

**Palavras-chave:** Percevejo-marrom. Comportamento. Soja.

## ABSTRACT

### **EFFECT OF BEHAVIOR-MODIFYING COMPOUNDS ON THE MANAGEMENT OF *Euschistus heros* (FABRICIUS, 1798) IN SOYBEAN**

AUTHOR: Letícia Puntel

ADVISOR: Dr. Jerson Vanderlei Carús Guedes

The brown stink bug, *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae), is the main stink bug species that attacks soybean, a crop in which it promotes losses and increases the production cost with its control. The objective of this work was to evaluate the behavior of nymphs and adults of *E. heros* in the reproductive period of soybean throughout the day and the effect of behavior modifying compounds on the pattern of movement (or displacement) of the stink bug and on the effectiveness of insecticides on the stink bug. Soy. Article 1 addresses the behavior of large nymphs (N4/N5) and adults of *E. heros* at different stages of the soybean reproductive phase (R1/R2, R3/R4, R5.2, R5.3 and R6), for means of artificial infestation of insects. The behavior regarding the location in the plant organs (leaf, stem, petiole and legume) in the different thirds, in addition to the behavior regarding rest, feeding activity, movement and copulation, were evaluated. It was found that the behavior of nymphs and adults differs, and they are located mainly in the vegetables of the middle and upper third of the plants, generally presenting rest. Article 2 evaluates the distance covered and the walking speed of *E. heros* as a function of the application of behavior modifying compounds. Through the application of behavior modifying compounds in the laboratory. Large nymphs (N3/N4/N5) and adults of *E. heros* were filmed after application of the compounds. The footage was evaluated in a software used to evaluate insect behavior. In which, large nymphs of *E. heros* showed greater change in distance covered and walking speed than adults. However, further studies are needed in this area to better understand the role of these compounds in the behavior of *E. heros*.

**Key words:** Brown stink bug. Behavior. Soybean.



## LISTA DE FIGURAS

### ARTIGO 1:

Figura 1 – Esquema representativo de gaiolas e variáveis avaliadas do comportamento de <i>E. heros</i> avaliados em soja.....	28
Figura 2 – Esquema representativo de possíveis localizações do comportamento de <i>E. heros</i> avaliados em soja.....	29
Figura 3 - (A) Lanterna de LED utilizada nas avaliações. (B) Adulto de <i>E. heros</i> no legume.....	29
Figura 4 - (A) Proporção de <i>E. heros</i> indicando o comportamento nos diferentes estádios. (B) Proporção de insetos indicando o comportamento em relação a fase do inseto. (C) Proporção de insetos indicando o comportamento em relação às horas ao longo do dia.....	30
Figura 5 - (A) Proporção de insetos indicando o comportamento quanto aos terços das plantas. (B) Proporção de insetos indicando o comportamento. (C) Proporção de insetos indicando as diferentes localizações nos órgãos das plantas de soja.....	30
Figura 6 - Proporção de ninfas e adultos de <i>E. heros</i> nos terços das plantas nos diferentes estágios reprodutivos.....	32
Figura 7 - Proporção de ninfas e adultos de <i>E. heros</i> localizados nos diferentes órgãos das plantas de soja.....	33
Figura 8 - Proporção de ninfas e adultos de <i>E. heros</i> em relação aos comportamentos em diferentes estágios da cultura da soja.....	33

### ARTIGO 2:

Figura 1 – Esquema representativo Da metodologia utilizada no experimento.....	42
--	----

## LISTA DE TABELAS

### ARTIGO 2:

Tabela 1 – Produto e dose de aplicação de compostos modificadores de comportamento em ninfas grandes e adultos de <i>E. heros</i> .....	41
Tabela 2 – Média de distância percorrida (cm) e velocidade de deslocamento ( $\text{cm s}^{-1}$ ) no tempo zero (T0) de ninfas grandes e adultos de <i>E. heros</i> .....	43
Tabela 3 - Média da distância percorrida (cm) e velocidade de deslocamento ( $\text{cm s}^{-1}$ ) no tempo sessenta (T60) por ninfas e adultos de <i>E. heros</i> .....	43

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>12</b>
2.1 ASPECTOS BIOECOLÓGICOS E DANOS DO PERCEVEJO <i>E. heros</i> .....	12
2.2 COMPORTAMENTO DE PERCEVEJOS .....	13
2.3 EFICIÊNCIA DE INSETICIDAS E FALHAS DE CONTROLE DE <i>E. heros</i> .....	14
2.4 COMPOSTOS QUE ALTERAM O COMPORTAMENTO DE INSETOS .....	15
<b>2.4.1 Compostos inorgânicos .....</b>	<b>15</b>
<b>2.4.2 Semioquímicos .....</b>	<b>16</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>19</b>
<b>3 ARTIGO 1: COMPORTAMENTO DE <i>Euschistus heros</i> (FABRICIUS, 1798) NOS ESTÁGIOS REPRODUTIVOS DA CULTURA DA SOJA (<i>Glycine max</i> (L.) MERRILL) .....</b>	<b>26</b>
3.1 INTRODUÇÃO .....	27
3.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	27
<b>3.2.1 Cultivar de soja e tratamentos culturais .....</b>	<b>27</b>
<b>3.2.2 Montagem de gaiolas e infestação de percevejos .....</b>	<b>28</b>
<b>3.2.3 Avaliações .....</b>	<b>28</b>
<b>3.2.4 Análise estatística .....</b>	<b>30</b>
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	30
3.4 CONCLUSÕES .....	34
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>35</b>
<b>4 ARTIGO 2: ALTERAÇÃO DE DISTÂNCIA PERCORRIDA E VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO DE <i>Euschistus heros</i> (FABRICIUS, 1798) EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE COMPOSTOS MODIFICADORES DE COMPORTAMENTO .....</b>	<b>39</b>
4.1 INTRODUÇÃO .....	40
4.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	41
4.3 RESULTADOS .....	43
4.4 DISCUSSÕES .....	44
4.5 CONCLUSÕES .....	45
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>46</b>
<b>CONCLUSÃO GERAL .....</b>	<b>49</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma das culturas mais importantes em território brasileiro, onde ocupou uma área de 40,7 milhões de hectares na safra 2021/22 com um incremento de 3,8% a mais em relação à safra anterior (CONAB, 2022). A soja, durante o seu cultivo, é suscetível ao ataque de pragas desde a germinação até a colheita, com destaque para os percevejos que afetam negativamente a produtividade da cultura.

O percevejo-marrom *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae) é uma espécie sugadora, mais distribuída no Brasil, estando amplamente distribuído no território desde a região Nordeste (oeste da Bahia) ao Sul do Brasil, em densidades populacionais que podem superar os limites de dano (SOSA-GÓMEZ et al., 2020). Dessa forma, o seu controle torna-se difícil, e o controle químico se faz necessário a cada safra (SOSA-GÓMEZ et al., 2020).

É de extrema importância o conhecimento do comportamento da praga objetivando o manejo assertivo. Conhecendo o comportamento de *E. heros* é possível traçar estratégias de manejo efetivas que integrem o monitoramento mais eficaz, definição de melhores horários do dia ou da noite para pulverização e controle, uso de diferentes métodos de tecnologia de aplicação e uso de compostos modificadores de comportamento. Os compostos modificadores de comportamento podem ser inorgânicos e semioquímicos. Esses compostos são comumente utilizados nos cultivos orgânicos, principalmente os compostos botânicos. Alguns compostos podem ser utilizados como sinergistas de inseticidas, melhorando a eficácia de controle de inseticidas químicos.

Portanto, mesmo com uma literatura vasta no que tange a biologia, ecologia, flutuação populacional, danos e controle, o manejo de *E. heros* na soja carece de informações sobre o comportamento dessa praga na cultura e sobre o efeito de tais compostos. Desse modo, essa pesquisa permite conhecer o comportamento de *E. heros* e as possíveis alterações comportamentais em resposta a adição de compostos modificadores de comportamento, melhorando a eficácia dos inseticidas.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 ASPECTOS BIOECOLÓGICOS E DANOS DO PERCEVEJO *E. heros*

Durante todo o ciclo da soja, *E. heros* pode produzir três a quatro gerações por ano (PANIZZI et al., 2012), além de demonstrar boa adaptação de sobrevivência na entressafra, permanecendo em um estado de hibernação parcial (PANIZZI & NIVA, 1994; PANIZZI & VIVAN 1997).

Os ovos, de coloração amarela, são depositados em duas a três fileiras paralelas, contendo em média de 5 a 8 ovos, que assumem uma coloração rósea próxima à eclosão das ninfas (ÁVILA et al., 2014). Essa fase dura 6,8 dias (VILLAS BÔAS & PANIZZI, 1980) a 7,1 dias (COSTA et al., 1998). As ninfas têm bordos serrilhados de coloração amarelada, esverdeada, castanhas ou acinzentadas (GALLO et al., 2002). As ninfas de primeiro instar são gregárias, no segundo instar se movimentam em busca abrigo, iniciando a dispersão a partir do terceiro instar (COSTA et al., 1998). O período ninfal tem duração de 13 dias a 64 dias (BORTOLOTTI et al., 2012).

Os adultos de *E. heros* medem cerca de 13 mm de comprimento, apresentam coloração marrom escura, têm dois prolongamentos laterais no protórax e uma mancha de coloração branca no formato de “meia-lua” ao final do escutelo (GRAZIA et al., 1980). A longevidade dos adultos varia, os machos vivem entre 46,5 dias (COSTA et al., 1998) a 119,9 dias (VILAS BÔAS & PANIZZI, 1980). Enquanto as fêmeas variam de 52,1 a 82,5 dias (COSTA et al., 1998).

As injúrias provocadas por *E. heros* provém das puncturas provocadas por ninfas e adultos em tecidos vegetais, principalmente em legumes e sementes, ocasionando redução no rendimento (PANIZZI et al., 2000; MCPHERSON, 2018). As ninfas causam maiores danos entre o terceiro e quinto instar, devido à maior demanda energética necessária para atingir a fase adulta (MCPHERSON & MCPHERSON, 2000).

A gravidade dos danos depende do momento em que o ataque ocorre, se o ataque do percevejo ocorrer no período de desenvolvimento das vagens, resulta-se no abortamento das vagens (SOSA-GÓMEZ et al., 2020). Se o ataque ocorrer no período de enchimento de vagens, têm-se sementes deformadas e murchas, já se o ataque ocorrer no período de maturação dos grãos os danos são menores (PANIZZI; SLANSKY Jr., 1985). As perdas ocasionadas por *E. heros* afetam cerca de 30% da produtividade da cultura (CORRÊA-FERREIRA & SOSA-GÓMEZ, 2017).

## 2.2 COMPORTAMENTO DE PERCEVEJOS

O comportamento dos percevejos pode estar relacionado às necessidades fisiológicas, hormonais, variações do ambiente, oferta de alimento e abrigo (ROGGIA et al., 2009). A preferência por terços da planta, já foi descrita no comportamento de: *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) em soja (WAITE, 1980) e feijão caupi (LOCKWOOD; STORY, 1986); *Acrosternum hilare* (Say, 1832) (Hemiptera: Pentatomidae) em soja senescente (LOCKWOOD; STORY, 1985) e *Piedozorus guildinii* (Westwood, 1837) (ROGGIA et al., 2009), porém não dá dados disponíveis sobre *E. heros*. Os percevejos que atacam a cultura da soja localizam-se no topo das plantas em alguns horários do dia em busca de aquecimento ao sol, expressando o comportamento conhecido como *basking* (WAITE, 1980; LOCKWOOD; STORY, 1985).

Sabe-se que *N. viridula* fica mais exposto no terço superior das plantas de soja pela manhã, entre 7 às 11 horas, mostrando um pico no topo das plantas entre às 7 e 9 horas. Devido à elevação da temperatura do ar, geralmente no período entre 31 a 37°C, *N. viridula* tende a deixar o topo das plantas e procurar abrigo entre as folhas de soja, (WAITE, 1980). A posição dos percevejos nos terços das plantas pode estar ligada à atividade realizada pelos percevejos e em qual órgão da planta esse comportamento é expressado (LOCKWOOD; STORY, 1986).

Em feijão caupi, *N. viridula* quando encontrados no terço superior das plantas expressavam o comportamento de repouso nas folhas. Já quando encontrados no terço médio das plantas de soja a preferência era pelos legumes em alimentação ou repouso. No terço inferior, eram encontrados se alimentando nos legumes do feijão caupi (LOCKWOOD; STORY, 1986).

### 2.3 EFICIÊNCIA DE INSETICIDAS E FALHAS DE CONTROLE DE *E. heros*

Atualmente cinco grupos de moléculas são registrados para o controle de *E. heros*, totalizando 75 inseticidas químicos disponíveis comercialmente (AGROFIT, 2022). Falhas no controle do percevejo-marrom têm sido relatadas e recentemente, foram detectadas uma baixa suscetibilidade de *E. heros* a inseticidas beta-ciflutrina, bifentrina, lambda-cialotrina e imidacloprido (SOMAVILLA et al., 2019). Populações de *E. heros* provenientes do campo, mostram que essas populações exigem poucas gerações de seleção para alcançar níveis consideráveis de resistência ao inseticida imidacloprido, além de sugerir um aumento da atividade do citocromo P450 na desintoxicação do produto (CASTELLANOS et al., 2019).

Frente as falhas de controle, os produtores acabam utilizando o mesmo inseticida frequentemente, em doses cada vez maiores (SOSA-GÓMEZ & SILVA, 2010). Desde então, a

dose recomendada de inseticidas para controle de *E. heros* aumentou cerca de 2,5 vezes (SOSA-GÓMEZ et al., 2020). O uso excessivo de inseticidas químicos no controle de *E. heros* despertou efeitos negativos como aumento dos custos de produção, redução do controle biológico dessa praga e seleção de populações resistentes (SOSA-GÓMEZ & SILVA, 2010; BUENO et al., 2011).

## 2.4 COMPOSTOS QUE ALTERAM O COMPORTAMENTO DE INSETOS

Os compostos modificadores de comportamento surgem como uma estratégia no auxílio de controle de pragas. Os compostos mais importantes que alteram o comportamento dos insetos podem ser divididos em inorgânicos e botânicos. Esses compostos apresentam ação repelente, deterrente e fagoestimulante (SONENSHINE, 2006).

### 2.4.1 Compostos inorgânicos

A partir da década de 1980, se observou empiricamente que percevejos eram atraídos pelo suor deixado pelos trabalhadores nos cabos de enxadas. Foram iniciados estudos para avaliar o efeito do cloreto de sódio na eficácia de inseticidas sobre pentatomídeos, que concluíram que a mistura de inseticida + NaCl, em baixas concentrações, apresentava uma redução de custos, nos quais a dose do inseticida era reduzida e havia a adição do sal, sem diminuir a eficiência de controle (CORSO, 1990). Tal prática tornou-se comum nas lavouras brasileiras nessa época, pois entende-se que o cloreto de sódio é fagoestimulante, ou seja, estimula o percevejo a se alimentar mais e, conseqüentemente, aumenta o período de exposição do inseto ao inseticida (CORSO, 1990; CORSO & GAZZONI, 1998; RAMOS et al., 2019).

O uso e o efeito do cloreto de sódio combinado a inseticidas são estudados até os dias atuais, na dose de 0,5% associado a imidacloprido, que aumentou a toxicidade letal para *E. heros*, porém também aumentou o desempenho reprodutivo dos insetos, independentemente ao tempo de exposição, representando um efeito negativo no manejo para esta espécie (RODRIGUES et al., 2021). Por outro lado, o cloreto de sódio pode ser usado como sinergista de imidacloprido na presença de *Podisus nigrispinus* sem causar danos a espécie, o que significa que o cloreto de sódio não prejudica a sobrevivência e reprodução desse inseto (RAMOS et al., 2019).

Além do cloreto de sódio (NaCl), o cloreto de potássio (KCl) tem sido estudado, porém os estudos são bastante limitados no que diz respeito ao efeito de KCl na associação de inseticidas em Hemipteras (CREMONEZ et al., 2022). Apesar disso, é de conhecimento que a

ingestão de sais NaCl e KCl por insetos sugadores de seiva são úteis devido a importância na capacidade de quebrar carboidratos, e por consequência, no crescimento, desenvolvimento e manutenção fisiológica desses insetos (CREMONEZ et al., 2022).

O enxofre atua na liberação de gases de sulfeto de hidrogênio (GUERREIRO et al., 2013) e é aplicado para controle de oídio em videira, além de ter efeito na diminuição de populações de ácaros (*Tetranychus pacificus* e *Eotetranychus willamettei*) e tripes (*Scolothrips sexrnaculatus*) (HANNA et al., 1997). Por outro lado, a densidade populacional de ácaros volta a aumentar após a suspensão de aplicações, sendo que, teoricamente as aplicações de enxofre ampliaram a mortalidade e diminuíram a fecundidade das fêmeas, mostrando uma ação residual reduzida desse composto (HANNA et al., 1997; JAMES et al., 2002). Há uma carência de trabalhos mostrando o uso de enxofre no controle de pragas, principalmente no controle de *E. heros*, pois o enxofre é comumente utilizado como fertilizante e não como composto modificador de comportamento de pragas na cultura da soja.

#### **2.4.2 Semioquímicos**

Devido aos problemas ambientais causados pelos inseticidas, os semioquímicos são uma estratégia viável e ambientalmente correta no controle de insetos-praga (RIBEIRO, 2015). Os semioquímicos são compostos orgânicos produzidos e utilizados pelos insetos para comunicação, defesa, busca de parceiro sexual e busca de alimento e, por isso, vem sendo utilizados no manejo de pragas há cerca de 100 anos (EZZAT et al., 2020).

Os insetos podem interagir com os compostos presentes nas plantas, resultando em uma reação destes (EZZAT et al., 2020). Os semioquímicos podem ser classificados em feromônios, que intermediam comunicações entre espécies semelhantes e, aleloquímicos, que são responsáveis pela interação de populações de distintas espécies (LIMA et al., 2009; EZZAT et al., 2020).

Os feromônios podem ser subdivididos em sexual, trilha e agregação (LIMA et al., 2009), além de serem classificados como compostos de rápida resposta comportamental e feromônios primários, que expressam resposta fisiológica em um período de tempo maior. Sendo que neste segundo grupo está inserido o feromônio sexual, de trilha, agregação e alarme (EZZAT et al., 2020). Já os aleloquímicos podem ser classificados como cairomônios, alomônios e sinomônios, essa classificação é advinda da vantagem do emissor e do receptor do aleloquímico (LIMA et al., 2009). Além desses compostos, os apneumônios são considerados



como um quarto composto dessa subdivisão, produzidos por materiais mortos em benefícios de organismos vivos (EZZAT et al., 2020).

A utilização de semioquímicos pode ser combinada ao controle biológico de percevejos para aumentar a eficiência do controle de pragas em cultivos orgânicos. Já que a ecologia química do percevejo é definida por sinais que guiam seu comportamento tanto em nível intra como interespecífico (BORGES et al., 2011; LESKEY & NIELSEN, 2018). Sabe-se que as plantas evoluíram ao longo dos anos e produzem compostos de defesa contra insetos. Algumas plantas são tóxicas para insetos como a *Azadiractina indica*, espécie pertencente à família Meliaceae, que causa repelência nos insetos e inibe a alimentação dos mesmos (MORDUE & BLACKELL, 1993) pela ação do principal composto, o neem. Outro composto que provoca repelência em insetos é o extrato de alho (*Allium sativum* L.) que atua alterando o odor das plantas e confundindo os insetos (MENEZES, 2005).

Outros compostos com ação de repelência são comercializados mundialmente, como o limoneno extraído de *Citrus spp.* e capsaicina extraída da planta *Capsicum spp.* (MOREIRA et al., 2007). Ainda, o óleo de citronela extraído de algumas plantas aromáticas como *Cymbopogon citratus* e o óleo de eucalipto (*Corymbia citriodora*) também são conhecidos e utilizados como repelentes de insetos (MENEZES, 2005).

As cucurbitacinas são enquadradas como compostos encontrados principalmente em espécies da família Cucurbitaceae, porém também estão presentes em outras famílias botânicas. Diferentes doses de curbitacinas foram testadas em 25 grupos de insetos, nos quais observou-se que as baixas doses desse aleloquímico atuam como incitante à alimentação, doses superiores atuam como estimulante, e doses acima de 50 mg atuam como supressantes à alimentação de insetos. Além disso, notou-se que até 50 mg houve um aumento da frequência da alimentação (MACEDO et al., 2007).

O uso de óleos essenciais como inseticida aumentou consideravelmente devido sua origem botânica, atraindo consumidores preocupados com o ambiente (HIKAL et al., 2017). Dessa forma, alguns óleos essenciais como cravo, capim-limão, alecrim e gerânio atuam como repelentes para o percevejo marmoreado (*Halyomorpha halys*) (Stal) (Hemiptera: Pentatomidae) (ZHANG et al., 2014).

Além do efeito repelente, os óleos essenciais têm ação antialimentar e são inibidores de crescimento e oviposição (SITHISUT et al., 2011). O óleo essencial extraído de *Piper aduncum* L. (Piperales: Piperaceae) tem atividade inseticida contra insetos da Ordem Coleoptera (ESTRELA et al., 2006; FAZOLIN et al., 2007), Diptera (MISNI et al., 2011), Hemiptera (VOLPE et al., 2015) e Hymenoptera (SOUTO et al., 2012). Cabe mencionar que, o óleo

essencial de *P. aduncum* mostra efeitos letais e subletais em *E. heros*, sendo uma alternativa de controle dessa praga ao uso de moléculas sintéticas (COSSOLIN et al., 2019).

## REFERÊNCIAS

- AGROFIT. Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários – **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil**. 2022. Acesso em: 13 abr. 2022.
- ÁVILA, C. J., GRIGOLLI, J. F. J. Pragas da soja e seu controle. In: Lourenção A. L. F.; GRIGOLLI J. F. J.; MELOTTO A. M.; PITOL C.; GITTI, D. C.; ROSCOE R. **Tecnologia e produção: soja** 2013/2014. Fundação MS, Maracaju, MS, p. 109–168, 2014.
- BELLETTINE, S.; BELLETINI, N. M. T.; LUZ, J. R. da; BELLETTINI, R.; MOREIRA, R. P.; CANONICO, E. B.; CAMPOS, L. H. R. de. Doses de enxofre associadas a inseticida em pulverização no controle do bicudo *Anthonomus grandis* BOHEMAN, 1843 no algodoeiro. In: **Congresso brasileiro de algodão**, 5. Salvador. Anais. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 2005.
- BORGES. M.; MORAES, M. C. B.; PEIXOTO, M. F.; PIRES, C. S. S.; SUJII, E. R.; LAUMANN, R. A. Monitoring the Neotropical brown stink bug *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) with pheromone-baited traps in soybean fields. **Journal of Applied Entomology**, v 135, p. 68–80, 2011.
- BORTOLOTTI, O. C.; BUENO, A. de F.; FRUGERY, A. P.; BARBOSA, G.; SILVA, G. V.; POMARI, A. F. Aspectos Biológicos de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) e *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae) em Diferentes Temperaturas: Possíveis Impactos do Aquecimento Global. Climapest: **Workshop sobre mudanças climáticas e problemas fitossanitários**. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP, 2012.
- BUENO, A.F., BATISTELA, M.J., BUENO, R.C.O.F., FRANÇA-NETO, J.B., NISHIKAWA, M.A.N., LIBÉRIO FO., A. Effects of integrated pest management, biological control and prophylactic use of insecticides on the management and sustainability of soybean **Crop Prot.**, v. 30, p. 937-945, 2011.
- CASTELLANOS, N. L.; HADDI, K.; CARVALHO, G. A.; PAULO, P. D. de; HIROSE, E.; GUEDES, R. N. C.; SMAGGHE, G.; OLIVEIRA, E. E. Imidacloprid resistance in the Neotropical brown stink bug *Euschistus heros*: selection and fitness costs. **Journal of Pest Science**, v. 92, n. 2, p. 847-860, 2019.
- CIVIDANES, F. J.; PARRA, J. R. P. Biologia em diferentes temperaturas e exigências térmicas de percevejos pragas da soja. II. *Euschistus heros* (Fabr.) (Heteroptera: Pentatomidae). **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 29, n. 12, p. 1841-1846, 1994.

CONAB C.N de A. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v.9– Safra 2021/22, n.7 - Sétimo levantamento, Brasília, p. 1-94, 2022.

CORRÊA-FERREIRA, B. S., KRZYZANOWSKI, F. C., MINAMI, C. A. Percevejos e a qualidade da semente de soja – Série Sementes. **Circular Técnico**, 67, Londrina: Embrapa Soja, 2009.

CORRÊA-FERREIRA B. S., SOSA-GÓMEZ D. R. Percevejos e o sistema de produção soja-milho. **Documento 397**. Londrina: Embrapa Soja, p. 98, 2017.

CORSO, I. C. Uso de sal de cozinha na redução da dose de inseticida para controle de percevejos da soja. **Embrapa Soja-Comunicado Técnico** (INFOTECA-E), 1990.

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

COSTA, M. L. M.; BORGES, M.; VILELA, E. F. Biologia reprodutiva de *Euschistus heros* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina. v. 27, n. 4, p. 559-568, 1998.

COSSOLIN, J. F. S.; PEREIRA, M. J. B.; MARTINES, L. C.; TURCHEN, L. M.; FIAZ, M.;; BOZDOGAN, H.; SERRÃO, J. E. Cytotoxicity of *Piper aduncum* (Piperaceae) essential oil in brown stink bug *Euschistus heros* (Heteroptera: Pentatomidae). **Ecotoxicology**, v. 28, n. 7, p. 763-770, 2019.

CREMONEZ, P. S. G., MARCOMINI, M. C., PINHEIRO, D. O., NEVES, P. M. O. J. Effect of sublethal concentrations of insecticides associated with NaCl and KCl on feeding behavior and mortality of *Euschistus heros* and *Diceraeus melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae). **Semina Cências Agrarias**, p. 2045-2058, 2022.

DEGRANDE, P. E.; VIVAN, L. M. Pragas da Soja. In: **Tecnologia e Produção: Soja e Milho** 20011/20012. Fundação MT. p. 155-206, 2012.

ESTRELA, J. L. V.; VALDOMIRO, M. F.; RODRIGUES, C. M.; LIMA, A. M. Toxicidade de óleos essenciais de *Piper aduncum* e *Piper hispidinervum* em *Sitophilus zeamais*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.217– 222, 2006.

- EZZAT, S. M.; JEEVANANDAM, J.; RANA, M.S. Semiochemicals: A green approach to Pest and disease control, in: C. Egbuna, B. Sawicka (Eds.). *Natural Remedies for Pest, Disease and Weed Control*. **Academic Press**. Elsevier Inc, New York, p. 81–89, 2020.
- FAZOLIN M.; ESTRELA, J. L. V.; CATANI, V.; RODRIGUES, M. A.; LIMA, A. M. Propriedade inseticida dos óleos essenciais de *Piper hispidinervum* C. DC.; *Piper aduncum* L. e *Tanaecium nocturnum* (Barb. Rodr.) Bur. & K. Shum sobre *Tenebrio molitor* L. 1758. **Cienc Agrotec** v. 31, p.113–120, 2007.
- GALLO, E.; NAKANO, O. **Entomologia Agrícola**. Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, 10. FEALQ, Piracicaba, SP. 920 p., 2002.
- GUEDES, E. Revisão necessária. **Revista Cultivar Grandes Culturas**, n.154, p. 2224, 2012.
- 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.
- GRAZIA, J., DEL VECIO, M. C., BALESTIERI, F. M. P., RAMIRO, Z. A. 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.
- GUERREIRO, J. C.; CAMOLESE, P. H.; BUSOLI, A. C. Eficiência de inseticidas associados a enxofre no controle de *Spodoptera frugiperda* em milho convencional. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.12, n.4, p. 275-285, 2013.
- HANNA, R.; ZALON, F.; WILSON, L. T. Sulfur can suppress mite predators in vineyards. **California Agriculture**, v.51, n. 1, p. 19–21, 1997.
- HIKAL, W. M.; BAESHEN, R. S.; SAID-AL AHL, H. A. H. Botanical insecticide as simple extractives for pest control. **Cogent Biology**, v.3, n.1, nov, 2017.
- JAMES, D. G.; PRICE, T. S.; PEREZ, J. Abundance and phenology of mites, leafhoppers, and thrips on pesticidetreated and untreated wine grapes in southcentral Washington. **J. Agric. Urban Entomol.** V. 19, p. 45–54, 2002.
- LAUMANN, R. A.; BORGES, M.; MORAES, M. C. B.; PIRES, C. S. S.; SUJII, E. R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; ÁVILA, C. J. Formulação do feromônio sexual do percevejo-marrom *Euschistus heros*: eficiência de atração, vida útil e raio de ação. *Boletim de Pesquisa*

e Desenvolvimento 198, **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, Brasília. p. 17, 2007.

LESKEY, T. C.; NIELSEN A. L. Impact of the invasive brown marmorated stink bug in North America and Europe: history, biology, ecology, and management. **Annual Review of Entomology**, v. 63, p. 599–618, 2018.

LIMA, E. R., ZARBIN, P. H. G., RODRIGUES, M. A. C. M. Feromônios de insetos: tecnologia e desafios para uma agricultura competitiva no Brasil. **Química Nova**, v.32 n.3, São Paulo, 2009.

LOCKWOOD, J. A.; STORY, R. N. The diurnal ethology of the southern green stink bug, *Acrosternum hilare*, in senescing soybean. **Journal of Entomological Science**, v. 20, n. 1, p. 69-75. 1985.

LOCKWOOD, J. A.; STORY, R. N. The diurnal ethology of the southern green stink bug, *Nezara viridula* (L.) in cowpeas. **Journal of Entomological Science**, v. 21, n. 2, p. 175-184. 1986.

MACEDO, L. P. M.; GUEDES, J. V. C.; GARCIA, J. F. Cucurbitacinas como fator de resistência a insetos-praga. **Revista Caatinga**, v. 20, n. 2, 127-132, 2007.

MCPHERSON, J. E. Invasive Stink Bugs and Related Species (Pentatomoidea): Biology, Higher Systematics, Semiochemistry, and Management. **CRC Press**. Boca Raton, FL, USA, 2018.

MCPHERSON, J. E.; MCPHERSON, R. M. Stink Bugs of Economic Importance in America North of Mexico. **CRC Press**, Boca Raton, F. L, p 253, 2000.

MISNI, N.; OTHMAN, H.; SULAIMAN, S. The effect of *Piper aduncum* Linn. (Family: Piperaceae) essential oil as aerosol spray against *Aedes aegypti* (L.) and *Aedes albopictus* Skuse. **Trop Biomed** v. 28, p. 249–258, 2011.

MENEZES, E. L. A. Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola. **Documento 205**. Rio de Janeiro: Embrapa Agrobiologia, 2005.

MORDUE, A. J. L.; BLACKWELL, A. Azadirachtin: a update. **Journal of Insect Physiology**, v. 39, p. 903-924, 1993.

- MOREIRA, M. D.; PIÇANGA, M.; MARTINS, J. C. Uso de inseticidas botânicos no controle de pragas. Controle alternativo de pragas e doenças. **Controle alternativo**. Viçosa: EPAMIG/CTZM, p. 89-120, 2007.
- OLIVEIRA, M. G.; MARTINS, J. S. F.; COSTA, E. C. Efeito de espinoso de sob diferentes dosagens e da associação de enxofre com inseticidas no controle da lagarta-do-cartucho em milho de várzea. **Reunião técnica anual de milho**, 53. 2006. Pelotas. Atas e resumos... Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006.
- PANIZZI, A. R. Stink bugs (Pentatomidae). Heteroptera of Economic Importance (ed. by CW Schaefer & AR Panizzi), p. 421–474. **CRC Press**, Boca Raton, FL, USA, 2000.
- PANIZZI, A. R., NIVA, C. C. Overwintering strategy of the brown stink bug in Northern Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 3, 1994.
- PANIZZI, A. R., SLANSKY Jr. F. Review of phytophagous pentatomids (Hemiptera: Pentatomidae) associated with soybean in the Americas. **Florida Entomologist**. v. 68, p. 184-203, 1985.
- PANIZZI, A. R., VIVAN, L. M. Seasonal abundance of the neotropical brown stink bug, *Euschistus heros*, in overwintering sites, and the breaking of dormancy. **Entomol Exp Appl**, v. 82, p. 213–217, 1997.
- PRISCHMANN, D. A.; JAMES, D. J.; SNYDER, W. Effects of chlorpyrifos and sulfur on spider mites (Acari: Tetranychidae) and their natural enemies. **Biological Control**, v. 33, n. 3, pag. 324–334, 2005.
- RAMOS, G. S.; PAULO, P. D.; TOLEDO, P. F. S.; HADDI, K.; ZANUNCIO, J. C.; OLIVEIRA, E. E. Effects of imidacloprid-sodium chloride association on survival and reproduction of the stink bug *Podisus nigrispinus*. **Revista de Ciências Agrícolas**, v. 36, n. SPE, p. 71-81, 2019.
- RIBEIRO, T. F. L. **Semioquímicos envolvidos na interação cana-de-açúcar versus broca gigante e mandioca versus percevejo-de-renda versus mosca-branca**. Dissertação, Programa de pós-graduação em química e biotecnologia, Universidade Federal de Alagoas, 2015.

- RODRIGUES, H. S.; HADDI, K.; CAMPOS, O. M.; OLIVEIRA, E. E. Synergism and unintended effects of the association between imidacloprid and sodium chloride (NaCl) on the management of *Euschistus heros*. **Pest Management Science**, v. 77, n. 1, p. 417-424, 2021.
- SOMAVILLA, J. C.; REIS, A. C.; GODOY, D. N.; BERNARDI, O. 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, 2019.
- SONENSHINE, D. E. Tick pheromones and their use in tick control. **Annu. Rev. Entomol.**, v. 51, p. 557-580, 2006.
- SOSA-GÓMEZ, D. R.; FERREIRA, B. S. C.; PASINI, A.; LOPES, I. O.N. Prevalence, damage, management and insecticide resistance of stink bug populations (Hemiptera: Pentatomidae) in commodity crops. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 22, n. 2, p. 99-118, 2020.
- SOSA-GÓMEZ, D.R., CORSO, I.C., MORALES, L. Insecticide resistance to endosulfan, monocrotophos and metamidophos in the neotropical brown stink bug, *Euschistus heros* (F.). **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 2, p. 317–320, 2001.
- SOSA-GÓMEZ, D. R.; DA SILVA, J. J. Neotropical brown stink bug (*Euschistus heros*) resistance to methamidophos in Parana, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v 45, p 767–769, 2010.
- SOUTO, R. N. P.; HARADA, A. Y.; ANDRADE, E. H. A.; MAIA, J. C. S. Insecticidal activity of Piper essential oils from the amazon against the fire ant *Solenopsis saevissima* (Smith) (Hymenoptera: Formicidae). **Neotropical Entomology**, v. 41 p. 510–517, 2012.
- SUTHISUT, D.; FIELDS, P. G.; CHANDRAPATYA, A. Contact toxicity, feeding reduction, and repellency of essential oils from three plants from the ginger family (Zingiberaceae) and their major components against *Sitophilus zeamais* and *Tribolium castaneum*. **Journal of economic entomology**, v. 104, n. 4, p. 1445-1454, 2011.
- VILLAS BÔAS, G. L.; PANIZZI, A. Biologia de *Euschistus heros* (Fabricius 1798) em soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Anais Sociedade Entomológica do Brasil**. v. 9, p. 105-113, 1980.



VOLPE, X. L. H.; FRAZOLIM, M.; MIRANDA, M. P. Efficacy of essential oil of *Piper aduncum* against nymphs and adults of *Diaphorina citri*. **Pest Manag Sci**, v. 72, p. 1242–1249, 2015.

WAITE, G. K. The basking behavior of *Nezara viridula* (L.) (Pentatomidae: Hemiptera) on soybeans and its implication in control. **Journal of the Australian Entomological Society**, v. 19, p. 157-159. 1980.

ZHANG, Q. H.; HOOVER, D. R.; BRYANT, P. Essential oils as spatial repellents for the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae). **Journal of applied entomology**, v. 138, n. 7, p. 490-499, 2014.

**ARTIGO 1:****COMPORTAMENTO DE *Euschistus heros* (FABRICIUS, 1798) NOS ESTÁGIOS REPRODUTIVOS DA CULTURA DA SOJA (*Glycine max* (L.) MERRILL)****BEHAVIOR OF *Euschistus heros* (FABRICIUS, 1798) IN THE REPRODUCTIVE STAGES OF SOYBEAN CULTURE (*Glycine max* (L.) MERRILL)****RESUMO**

O percevejo marrom, *Euschistus heros*, é a principal praga da soja no Brasil. O objetivo do trabalho foi avaliar o comportamento de ninfas N4/N5 e adultos nos estádios reprodutivos da soja. O experimento foi realizado em Santa Maria - RS e se desenvolveu em fevereiro e março de 2019. Foram utilizadas gaiolas com estrutura de aço recobertas por tela de tecido voil e com abertura de zíper em uma das faces (1,5m x 1,5m x 1,5m), totalizando quatro repetições para ninfas e quatro repetições para adultos. Os insetos de *E. heros* foram coletados a campo e infestados 40 insetos por gaiola. Foi avaliado o comportamento de 20 insetos. As avaliações foram realizadas a cada duas horas durante dois dias. Nas avaliações noturnas, utilizou-se uma lanterna de led vermelho. O comportamento das ninfas e adultos foi avaliado quanto à sua localização nos terços, localização em órgãos das plantas e comportamento. Para cada fator, um gráfico de área foi utilizado para mostrar a proporção de insetos nos diferentes níveis de movimento, repouso, atividade alimentar e cópula. Para comparação estatística entre os níveis dos efeitos principais foi utilizado um Modelo Linear Generalizado Misto. O efeito de bloco foi assumido ser aleatório. A comparação das proporções foi realizada por meio de um Teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. O comportamento de *E. heros* difere conforme as fases do inseto, órgãos da planta, estágios reprodutivos da cultura e horários ao longo do dia. Ninfas e adultos de *E. heros* mostram comportamento preferencial pelo terço médio e superior das plantas, em legumes expressando o comportamento de repouso em diferentes estágios reprodutivos da soja.

### 3.1 INTRODUÇÃO

O ataque de percevejos no período reprodutivo da soja causa danos no rendimento, na qualidade e no potencial germinativo das sementes (PANIZZI & SLANSKY, 1985), além do aumento no custo de produção (ANTÚNEZ et al., 2016). Por essa razão, o monitoramento dessa praga deve ser intensificado no período final de desenvolvimento das vagens (R4) e enchimento de grãos (R5) (BARBOSA et al., 2020). Os estádios R5.3, R5.5 e R6 são os momentos mais críticos para a cultura (CORRÊA-FERREIRA; PERES, 2003), nos quais a flutuação de percevejos normalmente atinge o nível de controle indicado para as lavouras de grãos (SANGIOVO; BASSO, 2021).

Dentre os percevejos que se alimentam da cultura da soja o percevejo *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae), conhecido como percevejo-marrom, é a espécie de maior abundância encontrada nas lavouras brasileiras (SILVA et al., 2012; BUENO et al., 2015; PANIZZI, 2015; TUELHER et al., 2018; SOSA-GÓMEZ et al., 2020) e considerada a de maior tolerância a inseticidas químicos, o que lhe confere o status de principal espécie de percevejo no Brasil (SOSA-GÓMEZ et al., 2009).

O conhecimento de comportamento de *E. heros* é fundamental para o manejo eficiente dessa praga da cultura da soja e serve de base para o manejo integrado indicando os horários mais adequados para aplicação de inseticidas, com ênfase naqueles de maior exposição dos insetos no terço superior das plantas (ROGGIA et al., 2009). Assim, o objetivo foi avaliar o comportamento de ninfas e de adultos de *E. heros* em diferentes estágios reprodutivos da cultura da soja, buscando obter informações que possam orientar estratégias de monitoramento e aplicações de inseticidas para o controle dessa praga.

### 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.2.2 Cultivar de soja e tratamentos culturais

As cultivares utilizadas foram NIDERA 5909 e NIDERA 5959 semeadas em 06 de novembro de 2018 e 22 de novembro de 2018 e em 28 de dezembro de 2018, respectivamente, no município de Santa Maria, RS (29° 43' 34,71" S - 53° 33' 35,74" O). No espaçamento de 0,45 m entre linhas a densidade de semeadura de 12 sementes/m. O experimento foi realizado em cinco estádios reprodutivos da cultura da soja, sendo eles: R1/R2, R3/R4, R5.2, R5.3 e R6, nos meses de fevereiro e março de 2019.

### 3.2.3 Montagem de gaiolas e infestação de percevejos

As gaiolas apresentavam armação de aço, com dimensões de 1,50m x 1,50m x 150cm recobertas por tela de voil e na face frontal havia um zíper com abertura total, para facilitar as avaliações. As gaiolas cobriam três fileiras de soja. Os espécimes de *E. heros* foram obtidos a partir de coletas realizadas em campo com o auxílio de um pano de batida vertical (DRESS; RICE, 1985), em áreas sem aplicação de inseticidas na região. Em cada época foram utilizadas oito gaiolas, sendo quatro infestadas com ninfas N4 e/ou N5 e quatro com adultos da espécie *E. heros*. Cada gaiola abrigou 40 insetos, sendo repostos os insetos mortos e no caso de ninfas que realizaram a muda para fase adulta. Após a instalação das gaiolas e colocação dos insetos, se aguardou 1,5 horas para iniciar as observações.

### 3.2.4 Avaliações

As avaliações do comportamento de *E. heros* ocorreram de duas em duas horas, durante quarenta e oito horas nos estádios reprodutivos da soja (R1/R2, R3/R4, R5.2, R5.3 e R6). As variáveis avaliadas foram: a localização ou presença dos insetos inferior, médio e superior, a localização em órgãos da planta, como folha (face abaxial e adaxial), haste, pecíolo, legume e flor, dependendo do estágio em que a cultura se encontrava (Figura 2). Também foi avaliado o comportamento dos percevejos nos terços da planta quanto a repouso, movimento, atividade alimentar e cópula, no caso dos adultos (Figura 3). Ao todo foram realizadas 23.040 avaliações do comportamento de *E. heros*.

Figura 1 – Esquema representativo de gaiolas e variáveis do comportamento de *E. heros* avaliados em soja.

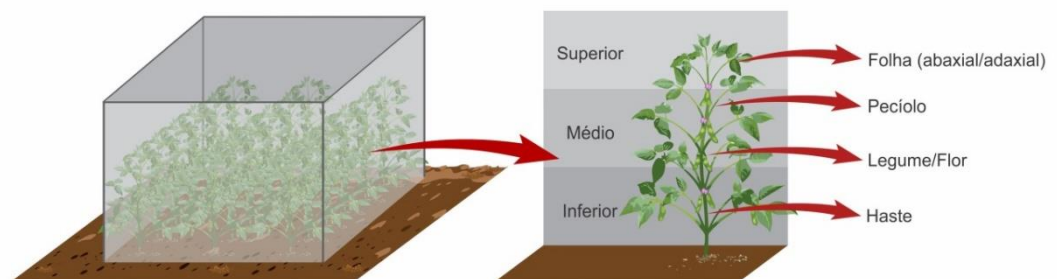


Figura 2 – Esquema representativo de possíveis localizações do comportamento de *E. heros* avaliados em soja.

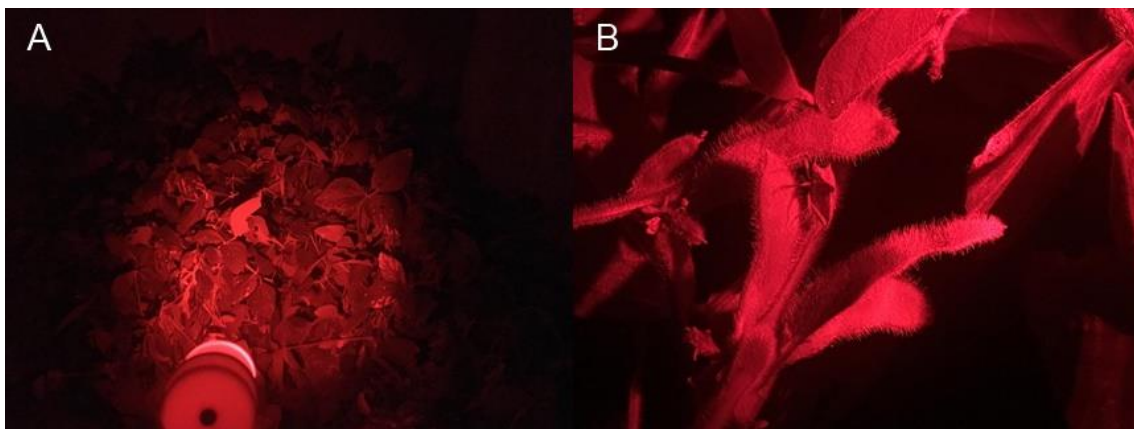


Fonte: Tiago Colpo, 2019.

Foram avaliados 20 percevejos, incluindo na contagem aqueles presentes na tela de voil ou na palhada, quando não encontrados o número mínimo de insetos nas plantas. Nas avaliações realizadas durante a noite utilizou-se uma lanterna de LED vermelho para facilitar a visualização dos mesmos (Figura 4), uma vez que os percevejos não respondem a faixa do vermelho ao infravermelho (SILVEIRA NETO et al., 1976; GALLO et al., 2002).

Em cada gaiola, iniciava-se observando e registrando minuciosamente as plantas mais próximas à abertura, para posteriormente avaliar as mais distantes, movimentando-as o mínimo possível para que não interferisse no comportamento dos percevejos.

Figura 3 - (A) Lanterna de LED utilizada nas avaliações. (B) Adulto de *E. heros* no legume.



Fonte: Clérison R. Perini, 2019.

### 3.2.5 Análise estatística

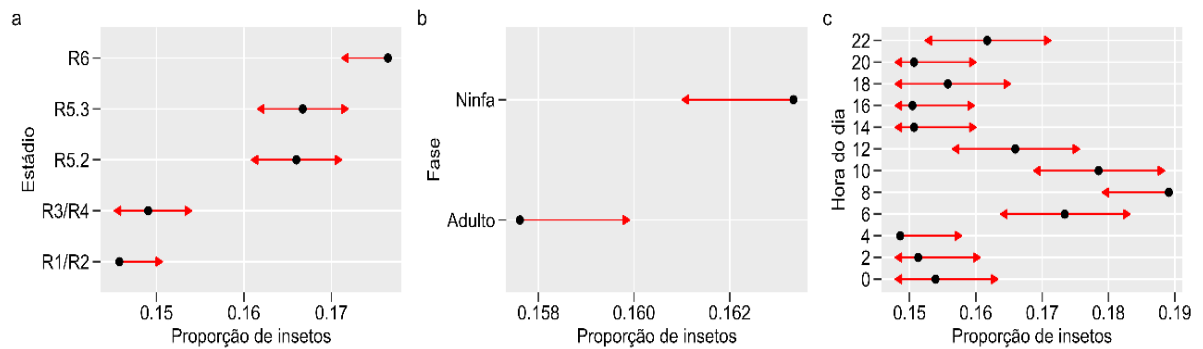
Para cada fator (terços, localização nos órgãos da planta e comportamento), um gráfico de área foi utilizado para mostrar a proporção de insetos nos diferentes níveis de movimento, repouso, atividade alimentar e cópula, ao longo das 48 horas de avaliação. Os gráficos foram construídos com o pacote ggplot2® (WICKMAM, 2016).

Para comparação entre os níveis dos efeitos principais (estádio, fase, hora, terço, localização nos órgãos da planta e comportamento), com relação à proporção de insetos observados, foi utilizado um Modelo Linear Generalizado Misto (CANDY, 2000) considerando a família de distribuição Binomial, visto se tratar de uma proporção discreta (número de insetos observados de um total de insetos). O efeito de bloco foi assumido ser aleatório. Para isso, foi utilizada a função glmer do pacote lme4 (BATES et al., 2015). A comparação das proporções foi realizada por meio de um teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, utilizando o pacote emmeans (LENTH, 2022).

## 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

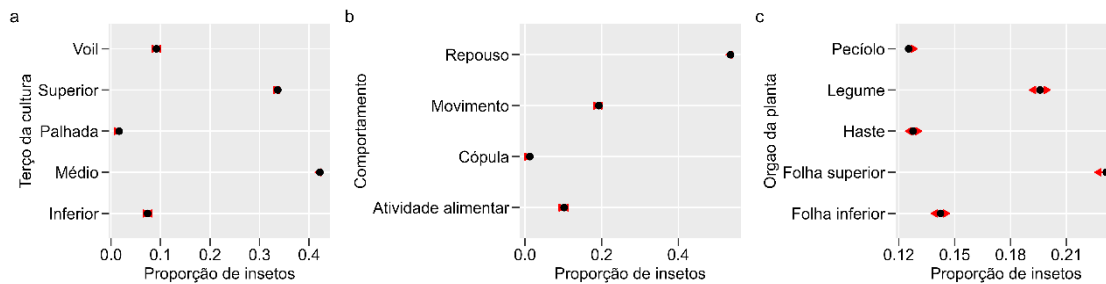
O padrão de comportamento de *E. heros* diferiu entre as duas fases de vida do inseto, de ninfa e de adulto. Entre os estágios fenológicos da soja, os insetos de *E. heros* no estágio R1/R2 apresentaram padrão de comportamento similar no estágio R3/R4, mas diferindo os estágios R5.2 e R5.3, considerados iguais estatisticamente. Já, no estágio R6, as variáveis estudadas diferiram de forma significativa dos demais estágios. Analisando os horários do dia, o padrão comportamental foi variável, sendo que houve diferença estatística para o período das 8 às 12 horas. Em suma, o hábito de *E. heros* diferiu conforme as fases do inseto, estágios reprodutivos da cultura e horários ao longo do dia (Figura 5).

Figura 4 - (A) Proporção de *E. heros* indicando o comportamento nos diferentes estágios. (B) Proporção de insetos indicando o comportamento em relação à fase do inseto. (C) Proporção de insetos indicando o comportamento em relação às horas ao longo do dia.



O padrão comportamental de *E. heros* expresso nos terços inferior, médio e superior, diferiram estatisticamente entre si, e as variáveis repouso, movimento, cópula e atividade alimentar apresentaram diferenças entre si. Ao analisar a localização nos órgãos das plantas, o comportamento do percevejo-marrom entre as faces das folhas (abaxial e adaxial) também diferiram entre si. O hábito comportamental expressado nas folhas foi diferente do padrão apresentando entre haste, legume e pecíolo. Não houve diferença estatística entre haste e pecíolo. (Figura 6).

Figura 5 - (A) Proporção de insetos indicando o comportamento quanto aos terços das plantas. (B) Proporção de insetos indicando o comportamento. (C) Proporção de insetos indicando as diferentes localizações nos órgãos das plantas de soja.



No estágio R1/R2, a maior proporção de ninfas (72,5%) e de adultos (77,5%) foram observadas no terço superior das plantas às 18 horas. Já no estágio R3/R4 a maior proporção de *E. heros* observados no terço superior das plantas foi de ninfas (83,3%) às 14 horas e adultos (80%) às 18 horas. No estágio R6 da soja se observou um pico de adultos (88,5%) no terço superior, às 14 horas. Geralmente às 18 horas a temperatura do ar está mais amena que às 14 horas, porém não apresentaram diferença estatística, o que talvez explique esses picos de insetos de *E. heros* no terço superior das plantas.

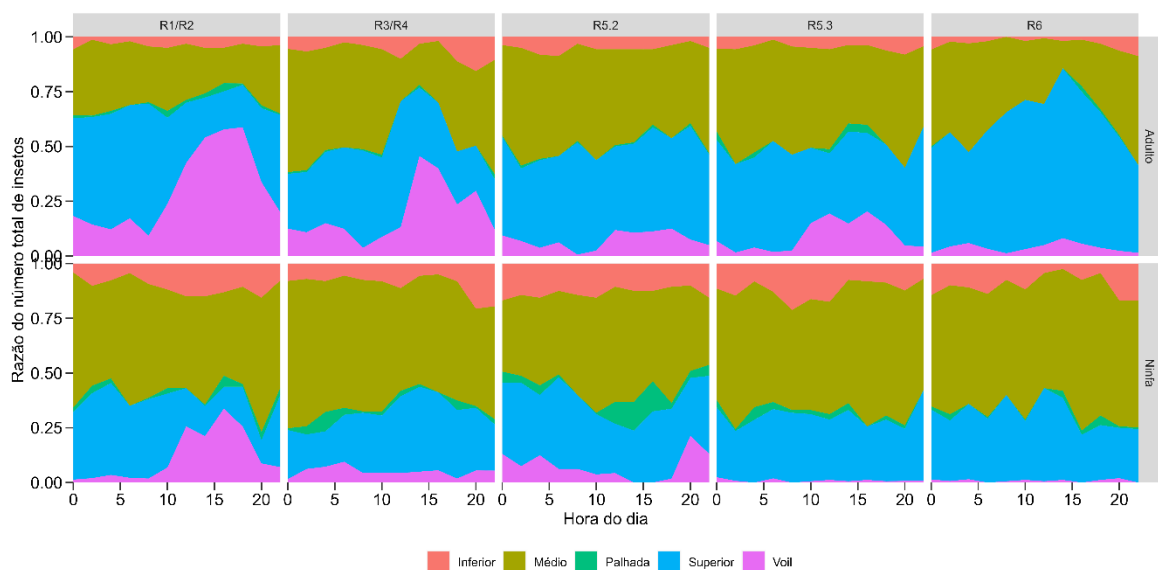
No geral, as ninfas foram mais observadas no terço inferior das plantas do que os adultos, porém foram vistas principalmente no terço médio. Os adultos preferem o terço médio

durante o período de enchimento de grãos (R5.2 e R5.3) e o terço superior no período de grão cheio (R6), mas em comparação às ninfas, adultos concentram-se em sua maioria no terço superior (Figura 7). Esses resultados vão ao encontro de relatos que a maior concentração de adultos de *E. heros* está no terço superior do dossel (SILVA; CORRÊA-FERREIRA; SOSA-GOMEZ, 2007) e ninfas no terço médio (CORRÊA-FERREIRA; KRZYZANOWSKI; MINAMI, 2009). Dessa forma, o monitoramento dessa praga deve ser realizado nos horários mais amenos, pois tanto ninfas como adultos tendem a procurar abrigo no terço médio e baixo nos horários mais quentes do dia (CORRÊA-FERREIRA; SOSA-GOMEZ, 2017).

Foram observados picos de ninfas e adultos de *E. heros* na tela de voil entre às 10 e 18 horas geralmente, nos estádios R1/R2 e R3/R4, que talvez seja explicado pela busca de abrigo ou busca de fuga devido à temperatura elevada da gaiola. Observou-se ainda picos populacionais de ninfas e adultos de *E. heros* no terço superior das plantas.

Ao estudar o comportamento de *P. guildinii* em soja ao longo do dia, observou-se 54,03% das ninfas N4 no terço superior das plantas em diferentes horários de avaliação (ROGGIA, 2009). Esse percentual é insuficiente para controle de mais de 80% da população da praga com aplicação de inseticidas químicos. Além disso, os adultos de *P. guildinii* também não demonstraram comportamento evidente de distribuição no terço superior das plantas em horários definidos (ROGGIA, 2009).

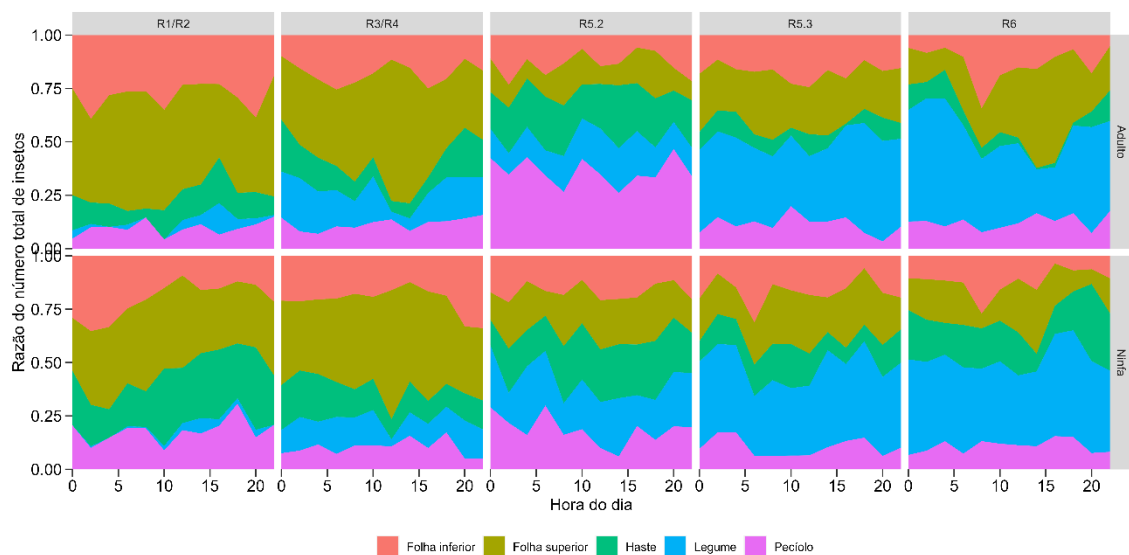
Figura 6 - Proporção de ninfas e adultos de *E. heros* nos terços das plantas de soja nos diferentes estágios reprodutivos.





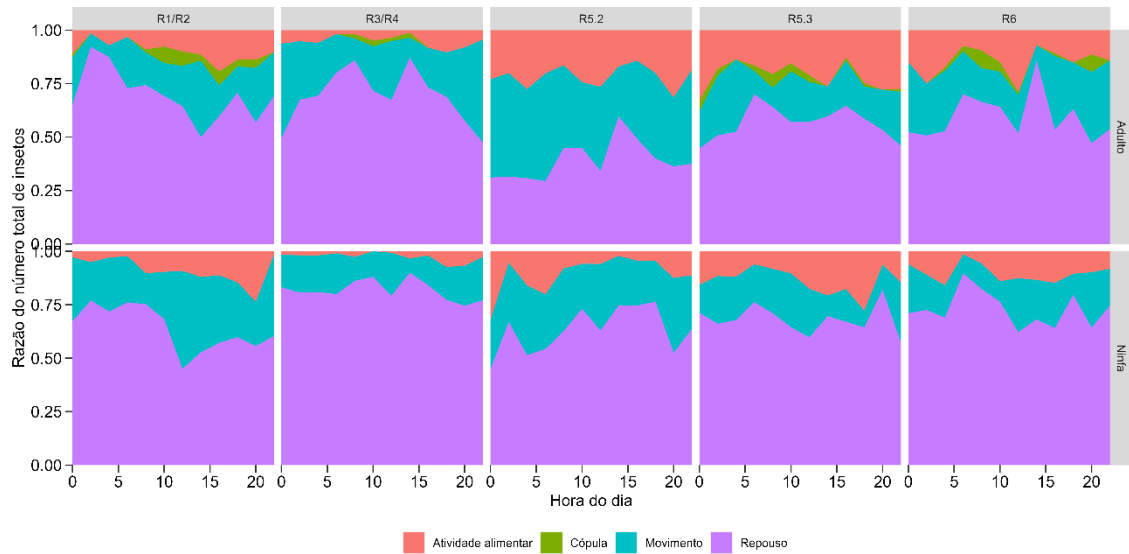
Entre as faces da folha de soja (abaxial e adaxial), os adultos de *E. heros* preferiram a face abaxial da folha em comparação às ninfas no estágio R1/R2, talvez em busca de abrigo. Independente do estágio reprodutivo, ninfas e adultos de *E. heros* foram observados em maior proporção na face adaxial das folhas em relação a face abaxial (Figura 8), facilitando o manejo químico com aplicação de inseticidas de contato. No período de enchimento de grãos (R5.2 e R5.3) e grão cheio (R6) ninfas e adultos de *E. heros* foram observados em maior proporção nos legumes das plantas de soja, órgão em que foram encontrados se alimentando em maior proporção. Ninfas N4, N5 e adultos de *P. guildinii* foram encontrados em maior quantidade nos legumes das plantas (ROGGIA, 2009).

Figura 7 - Proporção de ninfas e adultos de *E. heros* localizados nos diferentes órgãos das plantas de soja.



Ninfas e adultos de *E. heros* foram observados em maior proporção em repouso (Figura 9). Tanto ninfas como adultos de *E. heros* foram encontrados alimentando-se em maior proporção nos estádios R5.2, R5.3 e R6. Indicando que na disponibilidade de alimento, as ninfas tendem a se movimentar menos visando à contenção de energia, visto que as mesmas necessitam de alto aporte nutritivo para dar origem a um inseto adulto com bom potencial reprodutivo (PANIZZI, 1991). Ninfas de quinto instar de *P. guildinii* em soja foram encontradas em maior proporção em repouso (ROGGIA, 2009).

Figura 8 - Proporção de ninfas e adultos de *E. heros* em relação aos comportamentos em diferentes estágios da cultura da soja.



Nos últimos anos, em alguns casos as doses de inseticidas foram aumentadas para o controle de *E. heros*, o que pode causar uma alteração no comportamento de desse inseto, visto que as doses utilizadas para controle, passaram a ser doses subletais. Sabe-se que a aplicação de doses subletais de inseticidas causam uma série de alterações comportamentais em percevejos como modificação no tempo de vida, na taxa de desenvolvimento e reprodução (DESNEUX et al., 2004; BIONDI et al., 2012). Dessa forma, a aplicação subsequente das mesmas moléculas inseticidas talvez possa contribuir para a alteração do comportamento de *E. heros* em campo.

### 3.4 CONCLUSÕES

Ninfas grandes (N4/N5) e adultos de *E. heros* expressam comportamentos diferentes em soja.

O comportamento mostrado pelos insetos difere de acordo com o estágio das plantas, sendo que o comportamento não difere em estádios similares, como R5.2 e R5.3, de acordo com a escala fenológica.

O comportamento de *E. heros* é influenciado pelos horários do dia.

Ninfas e adultos de *E. heros* estão presentes em maior quantidade nos terços médio e superior das plantas.

Ninfas e adultos de *E. heros* têm preferência de permanecer em repouso do que se alimentar ou movimentar.

## REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; SENTELHAS, P. C.; STAPE, J. L. Modeling monthly meteorological and agronomic frost days, based on minimum air temperature, in Center-Southern Brazil. **Theor. Appl. Climatol**, 2017.
- ANTÚNEZ, C. C. C.; STORCK, L.; GUEDES, J. V. C.; CARGNELUTTI, A. ALVAREZ, J. W. R. Tamanho de amostra para avaliar a densidade populacional de percevejos em lavouras de soja. **Ciência Rural**, v. 46, p. 399-404, 2016.
- BARBOSA, R. T.; TORRES, F. E.; ZANUNCIO, A. G.; TEODORO, P. E. Flutuação populacional de percevejos na cultura da soja com aplicação de silício na região do ecótono cerrado-pantanal. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. e582973824-e582973824, 2020.
- BATES, D.; MACHLER, M.; BOLKER, B.; WALKER, S. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using Lme4. **Journal of Statistical Software**, v. 67, p. 1–48. 2015.
- BIONDI, A., MOMMAERTS, V., SMAGGHE, G., VINUELA, E., ZAPPALA, L., DESNEUX, N. The non-target impact of spinosyns on beneficial arthropods. **Pest Manag Sci**, v. 68, 2012.
- BUENO, A.; BORTOLOTO, O. C.; FERNANDES, A. P.; FRANÇA-NETO, J. B. Assessment of a more conservative stink bug economic threshold for managing stink bugs in Brazilian soybean production. **Crop Protection**, v. 71, p. 132137, 2015.
- CANDY, S. G. “The Application of Generalized Linear Mixed Models to Multi-Level Sampling for Insect Population Monitoring”. **Environmental and Ecological Statistics**, v. 7, n. 3, p. 217–38. 2000.
- CORRÊA-FERREIRA, B. S.; PERES, W. A. A. Comportamento da população dos percevejos-pragas e a fenologia da soja. **Soja orgânica: alternativas para o manejo dos insetos-pragas**. Embrapa Soja, Londrina, p. 27-32, 2003.
- CORRÊA-FERREIRA, B.S., KRZYŻANOWSKI, 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 Documentos**, 2017.

DESNEUX, N., DECOURTYE, A., DELPUECH, J. M. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. **Annu. Rev. Entomology**, v. 52, 2007.

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.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 412 p.1999.

GALLO, E.; NAKANO, O. **Entomologia Agrícola**. Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, 10. FEALQ, Piracicaba, SP. 920 p., 2002.

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.

LENTH R. *\_emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means\_*. R package version 1.7.3, 2022.

LOCKWOOD, J. A.; STORY, R. N. The diurnal ethology of the southern green stink bug, *Acrosternum hilare*, in senescing soybean. **Journal of Entomological Science**, v. 20, n. 1, p. 69-75. 1985.

PANIZZI, A.R.; SLANKY JR., F. Review of phytophagous pentatomids (Hemiptera: Pentatomidae) associated with soybean in the Americas. **Florida Entomology**, v. 68, p.184-203, 1985.

PANIZZI, A. R. Ecologia nutricional de insetos sugadores de sementes. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, cap. 7, p. 253-287, 1991.

PANIZZI, A. R. Growing problems with stink bugs (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae): species invasive to the U.S. and potential neotropical invaders. **Am. Entomol.** v. 61, p. 223–233. 2015.

RIBEIRO, C. R.; ROCHA, F. S.; ERASMO, E. A. L.; MATOS, E. P.; COSTA, S. J. Manejo com inseticidas visando o controle de percevejo marrom na soja intacta. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 3, n. 2, p. 48-53, 2016.

ROGGIA, R. C. R. K. et al. **Distribuição espacial e temporal de percevejos da soja e comportamento de *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) (Hemiptera: Pentatomidae) na**

**soja (*Glycine max* (L.) Merrill) ao longo do dia.** Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria. 2009.

SANGIOVO, M. J. R.; BASSO, C. J. Épocas de semeadura e sua influência sobre a flutuação de percevejos na soja. **Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa**, [S.l.], v. 37, n. 72, p. 11-17, 2021.

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

SILVA, F. A. C.; SILVA, J. J.; DEPIERI, R. A.; PANIZZI, A. R. Feeding activity, salivary amylase activity, and superficial damage to soybean seed by adult *Edessa meditabunda* (F.) and *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical entomology**, v. 41, n. 5, p. 386-390, 2012.

SILVEIRA NETO, S.; MONTEIRO, R. C.; ZUCHI, R. A.; MORAES, R. C. B. Uso da análise faunística de insetos na avaliação do impacto ambiental. **Scientia Agricola**, v. 52, n. 1, p. 9 – 15, 1995.

SOMAVILLA, J. C.; REIS, A. C.; GUBIANI, P. S.; GODOY, D. N.; BERNARDI, O. Susceptibility of *Euschistus heros* and *Dichelops furcatus* (Hemiptera: Pentatomidae) to selected insecticides in Brazil. **J. Econ. Entomol.** 113: 924–931, 2020.

SOSA-GÓMEZ, D.R.; SILVA, J. J.; LOPES, I. O. N.; CORSO, I. C.; ALMEIDA, A. M. R.; BAUR, M. Insecticide susceptibility of *Euschistus heros* (Heteroptera: Pentatomidae) in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v.102, p.1209-1216. 2009.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; FERREIRA-CORREA, B. S.; KRAEMER, B.; PASINI, A.; LOPES, I. O. N. Prevalence, damage, management and insecticide resistance of stink bug populations (Hemiptera: Pentatomidae) in commodity crops. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 22, n. 2, p. 99-118, 2020.

STACKE, R. F., T.; GIACOMELLI, T.; BRONZATO, E. GARLET, C. G.; GUEDES, J. V. C.; BERNARDI, O. Susceptibility of Brazilian populations of *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) to selected insecticides. **J. Econ. Entomol.** v. 112, p. 1378–1387, 2019.

TUELHER, E. S.; SILVA, E. H.; RODRIGUES, H. S.; OLIVEIRA, E. E. Area-wide spatial survey of the likelihood of insecticide control failure in the neotropical brown stink bug *Euschistus heros*. **J. Pest Sci.** 91: 849–859, 2018.

WAITE, G. K. The basking behavior of *Nezara viridula* (L.) (Pentatomidae: Hemiptera) on soybeans and its implication in control. **Journal of the Australian Entomological Society**, v. 19, p. 157-159. 1980.

WICKHAM, H. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. **New York: Springer**. 2016.

#### 4 ARTIGO 2:

**ALTERAÇÃO DE DISTÂNCIA PERCORRIDA E VELOCIDADE DE  
DESLOCAMENTO DE *Euschistus heros* (FABRICIUS, 1798) EM FUNÇÃO DA  
APLICAÇÃO DE COMPOSTOS MODIFICADORES DE COMPORTAMENTO**

**CHANGE IN DISTANCE COVERED AND SPEED OF DISPLACEMENT OF  
*Euschistus heros* (FABRICIUS, 1798) DUE TO THE APPLICATION OF BEHAVIOR  
MODIFYING COMPOUNDS**

#### RESUMO

O percevejo-marrom, *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae), é a principal praga que ataca a cultura da soja, causando danos significativos e irreversíveis nos grãos. Atualmente a principal estratégia de controle é o químico com inseticidas, porém já há casos registrados de falha de controle de inseticidas. Dessa forma, compostos inorgânicos, semioquímicos e compostos botânicos podem ser uma estratégia de controle que podem auxiliar no manejo para aumentar a eficiência de controle dos inseticidas químicos. O objetivo do trabalho foi avaliar a distância percorrida (cm) e a velocidade de caminamento (cm/s) de ninfas grandes (N3/N4/N5) e adultos de *E. heros* em função da aplicação de compostos modificadores de comportamento em placas de Petri. O experimento foi realizado no Laboratório de Manejo Integrado de Pragas (LabMIP) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Foram realizadas aplicações de diferentes tratamentos (Insect Up®, Up Dry®, Move®, Out®, NaCl, Azact®, Extrato Pirolenhoso® e Orange Power®) em placas de Petri. O comportamento de *E. heros* foi avaliado no tempo zero (T0) e no tempo sessenta (T60). Os insetos (ninfas grandes e adultos de *E. heros*) foram inseridos nas placas de Petri imediatamente após a secagem das mesmas e realizada uma filmagem de 10 minutos. Cada tratamento foi repetido 20 vezes, sendo que cada repetição é composta por uma placa de Petri x um inseto x uma filmagem. Após as filmagens, os vídeos foram analisados utilizando-se o Software EthoVision. Os dados foram avaliados no delineamento experimental em blocos inteiramente casualizados, analisados pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, adotando-se um nível de significância de 5%. A comparação de médias foi feita pelo teste de Bonferroni e FDR ( $P < 0,05$ ) por meio do software R. Os compostos Azact®, Extrato Pirolenhoso® e NaCl apresentaram os melhores resultados para ninfas no T60 nas duas variáveis avaliadas. No T0 além de Azact®, Extrato Pirolenhoso® e NaCl, o tratamento Orange Power® também apresentou resultado significativo para ninfas grandes em comparação a testemunha. Os adultos de *E. heros* não apresentaram aumento na distância percorrida e velocidade de deslocamento em função da aplicação de compostos modificadores de comportamento. Em suma, o comportamento das ninfas grandes de *E. heros* é influenciado pela aplicação de Azact®, Extrato Pirolenhoso®, NaCl e Orange Power®. São necessários mais estudos para aprofundar o conhecimento e entendimento da alteração do comportamento de *E. heros* em função da aplicação de compostos com capacidade de alteração do comportamento.

#### 4.1 INTRODUÇÃO

O percevejo-marrom, *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae) é a espécie de mais abundante nas lavouras brasileiras. É a principal praga da cultura da soja, provocando danos significativos e irreversíveis nos grãos de soja (SILVA et al., 2012; SMANIOTTO; PANIZZI, 2015; SOSA-GÓMEZ et al., 2019). Além disso, tem ganhado importância devido à falta de monitoramento, ampla gama de hospedeiros alternativos e pulverizações fora do momento ideal, fomentando falhas de controle e rápidas reinfestações (BUENO et al., 2015).

A ocorrência de *E. heros* na soja abrange desde a fase vegetativa, sendo que o período crítico da cultura para o ataque da praga se estende da formação das vagens até a maturação dos grãos (GALILEO; HEINRICHS, 1978; CORRÊA-FERREIRA; AZEVEDO, 2002; SILVA et al., 2012; LUCINI; PANIZZI, 2018), período de aumento populacional (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000; VIVAN; DEGRANDE, 2011). Os danos provêm do processo de alimentação em que ninfas e adultos inserem seus estiletes injetando saliva que contém enzimas digestivas e sugam o conteúdo liquefeito das sementes (TODD; HERZOG, 1980). As ninfas de primeiro e segundo instar têm comportamento gregário (COSTA et al., 1998) e iniciam a dispersão e danos a partir do terceiro instar (GRAZIA et al., 1980).

Frente as falhas de controle de inseticidas (SOSA-GÓMEZ et al., 2001), os compostos com capacidade de modificar o comportamento de insetos pode ser uma alternativa para incrementar o controle de pragas. Esses compostos podem ser semioquímicos e inorgânicos. Os semioquímicos de insetos são compostos que pertencem a diferentes classes químicas que têm função de regular a comunicação inter e intraespecífica afetando, desse modo, as respostas fisiológicas e comportamentais (TINSWORTH, 1990; RODRIGUES; NIEMEYER, 2005; BREZOLIN et al., 2018).

Ainda há uma carência de estudos na literatura envolvendo compostos inorgânicos como KCl em relação ao efeito no comportamento alimentar e associação com inseticidas (CREMONEZ et al., 2022). A partir da década de 1990 iniciaram-se estudos para avaliar o efeito sinérgico do cloreto de sódio (NaCl) à inseticidas no controle de *E. heros*. A partir de então, o uso de cloreto de sódio, em baixas concentrações, associado a inseticidas, tornou-se comum (CORSO, 1990).

Há necessidade de aprofundar os estudos nessa área, visto que os compostos modificadores de comportamento, como compostos inorgânicos e semioquímicos, podem aumentar a eficácia de inseticidas. É necessário ainda estudar isoladamente o efeito desses



compostos nos insetos. O trabalho tem como objetivo avaliar a distância percorrida e a velocidade de caminamento de ninfas grandes (N3, N4 e N5) e adultos de *E. heros* em função da aplicação de compostos modificadores de comportamento de insetos.

#### 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Manejo Integrado de Pragas (LabMIP) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Foram utilizadas ninfas grandes (N3/N4/N5) e adultos de *E. heros* provenientes da criação.

Foram realizadas aplicações de oito compostos modificadores de comportamento (Tabela 1) com volume de calda de 100L ha<sup>-1</sup>, utilizando a câmara de pulverização (Generation III Research Sprayer, DeVries Manufacturing, Hollandale, MN, USA), em Placas de Petri, de vidro, com 9,0 cm de diâmetro, que foram filmadas após a aplicação. Foi mantida uma testemunha onde o comportamento dos percevejos foi avaliado em placas de Petri, sem a aplicação de modificadores do comportamento de insetos.

Tabela 1. Produto e dose de aplicação de compostos modificadores de comportamento em ninfas grandes e adultos de *E. heros*.

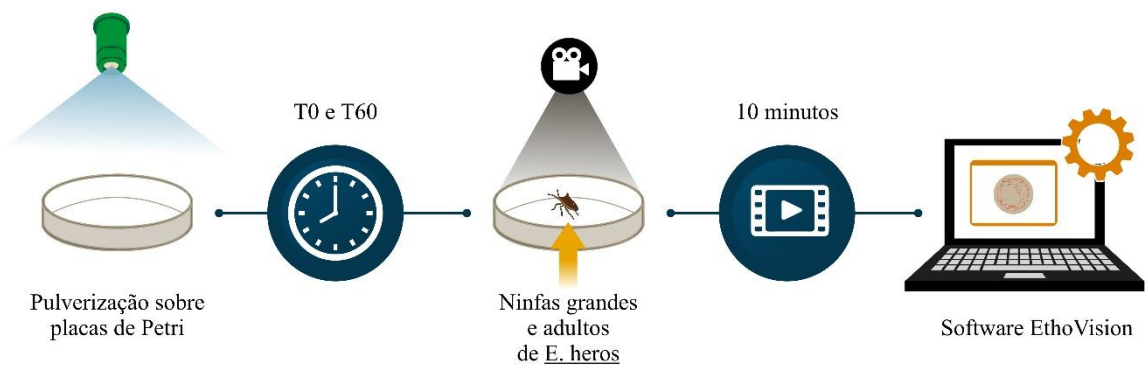
<b>Tratamento</b>	<b>Dose (mL ou g) de p.c. ha<sup>-1</sup>*</b>
1-Testemunha	-
2-Insect Up®	50
3-Up Dry®	50
4-Move®	50
5-Out®	50
6-Cloreto de Sódio (NaCl)	50
7-Azact®	100
8-Extrato Pirolenhoso	150
9-Orange Power	100

A infestação das ninfas grandes e adultos de *E. heros* em Placas de Petri e a filmagem ocorreram posteriormente à secagem das mesmas (Figura 1). Imediatamente após infestação do inseto na placa de Petri foi realizada uma filmagem de 10 minutos, com o auxílio de uma câmera digital. Foram estabelecidos dois tempos para a realização das filmagens (T0 e T60). Quando a

placa secou totalmente após a aplicação, foi estabelecido como tempo zero (T0), enquanto que o tempo 60 (T60) foi definido aos 60 minutos após a secagem total das placas de Petri.

Cada placa de Petri foi colocada em uma caixa revestida de papel branco e com duas lâmpadas de LED branco. Cada tratamento foi repetido 20 vezes, sendo que cada repetição é composta por uma placa de Petri com um inseto, resultando em uma repetição. Foi usado um inseto diferente para cada repetição. Os vídeos foram reproduzidos e analisados utilizando-se o Software EthoVision (NOLDUS; SPINK; TEGELENBOSH, 2001), mensurando distância percorrida (cm) e velocidade de deslocamento ( $\text{cm s}^{-1}$ ) dos insetos, resultando ao total de 10 frames de 60 segundos avaliados em cada vídeo.

Figura 1 - Esquema representativo da metodologia utilizada no experimento.



Fonte: Ilustração de Tiago Colpo, 2022.

Os dados foram avaliados segundo o delineamento experimental em blocos inteiramente casualizados. Para selecionar o melhor método estatístico a ser empregado as variáveis distância (ninfas e adultos) e velocidade (ninfas e adultos) foram submetidas ao teste de Shapiro-Wilk e Bartlett analisando normalidade e homocedasticidade de erros, respectivamente. Devido à violação desses pressupostos, as variáveis foram transformadas pelas fórmulas  $\text{Log}(Y)$ ,  $\text{Log}(Y+1)$  e  $\sqrt{(x+1)}$ , respectivamente. As variáveis quantitativas que violaram os pressupostos de normalidade e homocedasticidade, mesmo após a transformação dos dados, foram analisadas pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, adotando-se um nível de significância de 5%. A comparação de médias foi avaliada pelo teste de Bonferroni e FDR ( $P < 0,05$ ).

Todos os testes foram realizados por meio do software RStudio, usando o R versão 4.2.1. Nas análises de Kruskal-Wallis foram utilizados os pacotes: *easynova* version 8.0 e *agricolae* version 1.3-5.

### 4.3 RESULTADOS

Os adultos de *E. heros* não apresentaram aumento na distância percorrida e na velocidade de deslocamento nos diferentes tempos (T0 e T60) em nenhum dos tratamentos avaliados (Tabela 2). A distância percorrida e a velocidade de deslocamento de adultos de *E. heros* foi reduzida nos tratamentos Move®, Out®, NaCl, Azact®, Extrato Pirolenhoso® e Orange Power®, em comparação à testemunha no T0 e T60, proporcionada por uma hipoatividade desses compostos.

As ninfas grandes apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ( $p=0,0002$ ) em relação a distância percorrida e velocidade de deslocamento no tempo zero (T0). Os tratamentos Azact® (9,45 cm; 0,16 cm s<sup>-1</sup>), Extrato Pirolenhoso® (9,83cm; 0,17 cm s<sup>-1</sup>) e NaCl (7,64 cm; 0,13 cm s<sup>-1</sup>) conferiram maior movimentação e diferiram da testemunha (4,62 cm; 0,08 cm s<sup>-1</sup>) e dos tratamentos Insect Up® (4,22 cm; 0,07 cm s<sup>-1</sup>) e Up Dry® (4,46 cm; 0,08 cm s<sup>-1</sup>) (Tabela 2).

Tabela 2. Média de distância percorrida (cm) e velocidade de deslocamento (cm s<sup>-1</sup>) no tempo zero (T0) de ninfas grandes e adultos de *E. heros*.

Tratamento	Distância percorrida (cm)		Velocidade de deslocamento (cm s <sup>-1</sup> )	
	Adultos	Ninfas	Adultos	Ninfas
1- Testemunha	119,06a	4,62d	2,20a	0,080d
2 - Insect Up	187,62a	4,22d	3,57a	0,07d
3- Up Dry	161,70a	4,46d	3,48a	0,08d
4- Move	11,29b	5,05cd	0,19b	0,09cd
5- Out	10,68b	5,76bcd	0,18b	0,01bcd
6- NaCl	5,54b	7,64ac	0,09b	0,13ac
7- Azact	8,24b	9,45a	0,14b	0,16a
8- Extrato Pirolenhoso	5,92b	9,83ab	0,10b	0,17ab
9- Orange Power	8,94b	7,68ad	0,15b	0,13ad

O comportamento de ninfas grandes apresentou diferença significativa entre os tratamentos ( $p=0,0002$ ) em relação a distância percorrida e velocidade de deslocamento no tempo sessenta (T60). O comportamento de ninfas grandes de *E. heros* apresentados tratamentos Extrato Pirolenhoso® (15,00 cm; 0,26 cm s<sup>-1</sup>), Orange Power® (12,21 cm; 0,21 cm s<sup>-1</sup>) e Azact® (9,62 cm; 0,16 cm s<sup>-1</sup>) diferiram da testemunha (4,62 cm; 0,08 cm s<sup>-1</sup>), do tratamento Insect Up® (4,57cm; 0,08 cm s<sup>-1</sup>), Up Dry® (4,43cm; 0,08 cm s<sup>-1</sup>) e Out® (5,51; 0,09 cm s<sup>-1</sup>).

Tabela 3. Média da distância percorrida (cm) e velocidade de deslocamento (cm s<sup>-1</sup>) no tempo sessenta (T60) por ninfas e adultos de *E. heros*.

Tratamento	Distância percorrida (cm)		Velocidade de deslocamento (cm s <sup>-1</sup> )	
	Adultos	Ninfas	Adultos	Ninfas
1- Testemunha	119,06a	4,62c	2,20b	0,08c
2 - Insect Up	144,66a	4,57c	2,69ab	0,08c
3- Up Dry	187,98a	4,43c	3,79a	0,08c
4- Move	5,68cd	4,56c	0,10cd	0,08c
5- Out	4,92cd	5,51c	0,08cd	0,09c
6- NaCl	4,39d	7,04bc	0,07d	0,12bc
7- Azact	8,24b	9,62ab	0,14b	0,16ab
8- Extrato Pirolenhoso	8,98bc	15,00a	0,15bc	0,26a
9- Orange Power	8,23b	12,21ab	0,14b	0,21ab

#### 4.4 DISCUSSÃO

Ninfas grandes de *E. heros* respondem melhor aos compostos Azact®, Extrato Pirolenhoso® e NaCl do que os insetos adultos. As melhores respostas de comportamento aos compostos Azact®, Extrato Pirolenhoso® e NaCl em comparação a testemunha foram observados na fase ninfal de *E. heros*, nos diferentes tempos tanto para a variável distância percorrida como para a velocidade de deslocamento, apresentando o comportamento de hiperatividade. Vale destacar que as ninfas de *E. heros* também apresentaram diferença estatística quanto as variáveis distância percorrida e velocidade de deslocamento no tempo (T0) no tratamento Orange Power®.

Acredita-se que o composto NaCl tenha uma maior capacidade de modificação no comportamento de ninfas grandes que adultos de *E. heros*. Sabe-se que o composto NaCl tem efeito sinérgico no controle de *E. heros* quando associado ao inseticida imidacloprido. Os íons sódio (Na<sup>+</sup>) exercem função importante na osmorregulação das células e nas funções neurofisiológicas (MALAVASI, 2014; RASKOV et al., 2019), já os íons cloro (Cl<sup>-</sup>) têm a capacidade de aumentar a afinidade do inseticida (imidaclopride) com os sítios de ligação, resultando no aumento da eficácia do inseticida (SIVINSKI et al., 2000; VREYSEN et al., 2007).

O composto Azact® tem como composição principal o nim, como é popularmente conhecido. O nim provoca interferência no sistema neuroendócrino dos insetos (MARTINEZ, 2002), principalmente no estágio ninfal período no qual o nim é mais efetivo (MENEZES, 2005). O Orange Power® contém limoneno na sua composição e suspeita-se que aumenta a atividade neuro sensorial dos insetos (MENEZES, 2005).

O Extrato Pirolenhoso® é resultado da condensação da fumaça formada pela carbonização de madeira, usado no controle de pragas, adjuvante de herbicidas e também como

herbicida (ZEFERINO et al., 2018). É composto por ao menos 80% de água e outras substâncias como fenóis, aldeídos e ácidos orgânicos (QUADROS, 2005; LOO, 2008).

A eficácia de inseticidas depende da transferência do ativo ao inseto, principalmente, o que ocorre devido a travessia pelo tegumento até alcançar o sítio de ligação (HADAWAY, 1971; YU, 2014). Esse processo ocorre por vias de transferência por meio da ingestão, respiração e contato com alguma parte do corpo (YU, 2014). As vias de transferência de inseticidas eficientes no controle de *E. heros* são por contato tarsal, tópico e ingestão (CAVALLIN, 2020). O efeito de hipoatividade e hiperatividade pode se relacionar às vias de transferência e refletir no controle de *E. heros*. O efeito de hipoatividade facilita a contaminação e, conseqüentemente, a eficácia de controle de inseticidas de contato, visto que se o inseto se movimenta menos, é atingido de forma mais fácil pelos inseticidas, dependendo da localização do inseto. Por outro lado, se o inseto percorre uma maior distância, tende a se contaminar mais.

São necessários mais estudos para aprofundar o conhecimento e entendimento da alteração do comportamento de ninfas grandes e adultos de *E. heros* em função da aplicação de compostos com capacidade de alteração do comportamento.

#### 4.5 CONCLUSÕES

Ninfas grandes de *E. heros* respondem de forma hiperativa a aplicação de compostos modificadores de comportamento em relação a insetos adultos de *E. heros*.

O comportamento de adultos de *E. heros* nos tratamentos Move®, Out®, NaCl, Azact®, Extrato Pirolenhoso® e Orange Power® é alterado e a aplicação desses compostos resulta em hipoatividade em relação a distância percorrida e velocidade de deslocamento de adultos do percevejo-marrom.

## REFERÊNCIAS

- BREZOLIN, A.N.; MARTINAZZO, J.; MUENCHEN, D.K.; DE CEZARO, A.M.; RIGO, A.A.; STEFFENS, C.; STEFFENS, J.; BLASSIOLI-MORAES, M.C.; BORGES, M. Tools for detecting insect semiochemicals: A review. **Anal. Bioanal. Chem.** 2018, 410, 4091–4108. [CrossRef] [PubMed].
- BUENO, A. F., BORTOLOTTO, O. C., FERNANDES, A. P., FRANÇA-NETO, J. B. Assessment of a more conservative stink bug economic threshold for managing stink bugs in brazilian soybean production. **Crop Protection**, v. 71, 2015.
- CAVALLIN, L. de A. **Eficácia e vias de transferência de inseticidas no controle de *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae)**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, 2020.
- CORRÊA-FERREIRA, B. S.; AZEVEDO, J. Soybean seed damage by different species of stink bugs. **Agric. Forest Entomol.** 4:145-150, 2002.
- CORSO, I. C. Uso de sal de cozinha na redução da dose de inseticida para controle de percevejos da soja. **Embrapa Soja-Comunicado Técnico** (INFOTECA-E), 1990.
- COSTA, M. L. M.; BORGES, M.; VILELA, E. F. Biologia reprodutiva de *Euschistus heros* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina. v. 27, n. 4, p. 559-568, 1998.
- GALILEO, M. H. M.; HEINRICHS, E. A. Avaliação dos danos causados aos legumes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) por *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) (Hemiptera: Pentatomidae), em diferentes níveis e épocas de infestação. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 7, 33-39, 1978.
- GRAZIA, J., DEL-VECCHIO, M. C., BALESTIERI, F. M. P., RAMIRO, Z. A. 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, 1980.
- HADAWAY, A. B. Some factors affecting the distribution and rate of action of insecticides. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 44, n. 1, p. 221, 1971.
- HOFFMANN-CAMPO, C. B., MOSCARDI, F., OLIVEIRA, L. J., CORSO, I. C. Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado. **Embrapa Soja**, 2000.

LOO, A. Y., JAIN, K., DARAH, I. Antioxidant activity of compounds isolated from the pyrolytic acid, *Rhizophora apiculata*. **Food Chemistry**. v. 107, n 3, p 1151-1160, 2008.

LUCINI, T.; PANIZZI, A. R. Electropenetrography monitoring of the neotropical brown-stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) on soybean pods: an electrical penetration graph-histology analysis. **J. Insect Sci.** v.18, p. 1-14, 2018.

MALAVASI, A. Introductory remarks. In: **Trapping and the Detection, Control, and Regulation of Tephritid Fruit Flies**; SHELLY, T.E., EPSKY, N., JANG, E.B., REYES-FLORES, J., VARGAS, R.I., Eds.; Springer: Dordrecht, The Netherlands, 2014.

MARTINEZ, S. S. **O nim, *Azadiracta indica***: natureza, usos múltiplos, produção. Londrina: IAPAR, 2002. 142p.

MENEZES, E. L. A. Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola. Seropédica, Rio de Janeiro: **Embrapa Agrobiologia**, 2005. 58p.

NOLDUS, L. P. J. J.; SPINK, A. J.; TEGELENBOSCH, R. A. J. EthoVision: a versatile video tracking system for automation of behavioral experiments. **Behavior Research Methods, Instruments, & Computers**, v. 33, n. 3, p. 398-414, 2001.

QUADROS, C. L. Produção de carvão vegetal. In: MASSAMBANI, O. **Coletânea de Respostas técnicas**. São Paulo: USP. P. 582-607. 2005.

RODRIGUEZ, L. C.; NIEMEYER, H. M. Integrated pest management, semiochemicals and microbial pest-control agents in Latin American agriculture. **Crop Prot.** v. 24, p. 615–623, 2005. [CrossRef]

ROSKOV, Y.; OWER, G.; ORRELL, T.; NICOLSON, D.; BAILLY, N.; KIRK, P.M.; BOURGOIN, T.; DEWALT, R.E.; DECOCK, W.; VAN NIEUKERKEN, E. **Species 2000 ITIS Catalogue of Life**, 2019 Annual Checklist 2019; Naturalis: Leiden, The Netherlands, 2019.

SILVA, F. A. C.; SILVA, J. J.; DEPIERI, R. A.; PANIZZI, A. R. Feeding activity, salivary amylase activity, and superficial damage to soybean seed by adult *Edessa meditabunda* (F.) and *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotrop. Entomol.** v. 41, p. 386-390, 2012.

SIVINSKI, J.; ALUJA, M.; DODSON, G.N.; FREIDBERG, A.; HEADRICK, D.H.; KANESHIRO, K.Y.; LANDOLT, P.J. Topics in the evolution of fruit fly mating behavior. In

**Fruit Flies (Tephritidae): Phylogeny and Evolution of Behavior**; ALUJA, M., NORRBOM, A., EDS.; CRC PRESS: Boca Raton, FL, USA, p. 751–792, 2000.

TINSWORTH, E.F. Regulation of pheromones and other semiochemicals in the United States. In **Behavior-Modifying Chemicals for Insect Management: Applications of Pheromones and Other Attractants**; RIDGWAY, R.L., SILVERSTEIN, R.M., INSCOE, M.N., Eds.; Marcel Dekker Inc.: New York, NY, USA, p. 569–603, 1990.

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

VREYSEN, M.J.B.; ROBINSON, A.S.; HENDRICHS, J. Area-Wide Control of Insect Pests from Research to Field Implementation; Springer: Dordrecht, **The Netherlands**, 2007.

ZEFERINO, I; DE LIMA, E. A.; VIEIRA, E. S. N. Uso do extrato pirolenhoso como adjuvante de herbicida. **Comunicado Técnico**, Embrapa, n. 429. 2018.

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



## CONCLUSÃO GERAL

Ninfas grandes (N4/N5) e adultos de *E. heros* expressam comportamentos diferentes em soja. O comportamento varia de acordo com os estádios da planta.

O comportamento de ninfas grandes (N4/N5) e adultos de *E. heros* também difere em relação a posição dos insetos nos terços das plantas de soja e localização nos órgãos da planta. Localizam-se principalmente nos terços médio e superior, nas folhas e legumes das plantas.

O padrão comportamental de *E. heros* na fase ninfal é diferente estatisticamente da fase adulta. O comportamento preferencial dos insetos de *E. heros* é o repouso, priorizando a reserva energética. O comportamento de *E. heros* difere ao longo das horas do dia.

Ninfas grandes de *E. heros* respondem com hiperatividade a aplicação de compostos modificadores de comportamento. Já os adultos de *E. heros* respondem com hipoatividade a aplicação de compostos modificadores. São necessários mais estudos nessa área para obter mais resultados.