



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

KARINA CALIL CAPARROZ

**DESENVOLVIMENTO DO PERCEVEJO MARROM
EUSCHISTUS HEROS (FABRICIUS) (HEMIPTERA:
PENTATOMIDAE) EM MORANGUEIRO E MORTALIDADE
COM PRODUTO A BASE DE *SOPHORA FLAVESCENS*
AITON (FABACEAE)**

Londrina
2023

KARINA CALIL CAPARROZ

**DESENVOLVIMENTO DO PERCEVEJO MARROM
EUSCHISTUS HEROS (FABRICIUS) (HEMIPTERA:
PENTATOMIDAE) EM MORANGUEIRO E MORTALIDADE
COM PRODUTO A BASE DE *SOPHORA FLAVESCENS*
AITON (FABACEAE)**

Exame de Defesa apresentado ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina - UEL, como requisito para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Amarildo Pasini

Londrina
2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

C236d Caparroz, Karina Calil.
Desenvolvimento do percevejo marrom *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) em morangueiro e mortalidade com produto a base de *Sophora flavescens* Aiton (Fabaceae) / Karina Calil Caparroz. - Londrina, 2023.
36 f. : il.

Orientador: Amarildo Pasini.
Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2023.
Inclui bibliografia.

1. *Fragaria* × ananassa Duchesne - Tese. 2. Pragas do morango - Tese. 3. Oximatrine - Tese. I. Pasini, Amarildo . II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

CDU 63

KARINA CALIL CAPARROZ

**DESENVOLVIMENTO DO PERCEVEJO MARROM
EUSCHISTUS HEROS (FABRICIUS) (HEMIPTERA:
PENTATOMIDAE) EM MORANGUEIRO E MORTALIDADE
COM PRODUTO A BASE DE *SOPHORA FLAVESCENS*
AITON (FABACEAE)**

Exame de Defesa apresentado ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina - UEL, como requisito para a obtenção do título de Mestre.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Amarildo Pasini
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Fernando Teruhiko Hata
Universidade Estadual de Maringá - UEM

Prof. Dr. Ayres de Oliveira Menezes Jr.
Universidade Estadual de Londrina - UEL

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Amarildo Pasini, meu orientador e amigo de todas as horas, que me ajudou apesar de todos os percalços, com toda paciência e carinho, sem o senhor não seria possível ir adiante.

Ao Prof. Adriano Hoshino, pela incansável transmissão de conhecimentos no momento da montagem dos experimentos e acompanhamento. Muitas vezes me pegou pela mão para mostrar o caminho a ser seguido.

À Prof^a Maria Aparecida Cassilha Zawadneak, pois desde a graduação, sempre foi minha inspiração e por nunca desistir de mim, me apoiar desde o início dessa minha paixão pelos insetos até me provocar para fazer o mestrado, apesar dos meus 47 anos e por isso estou eu aqui, professora querida.

A todos os professores da pós-graduação, estagiários, funcionários da UEL e IDR que contribuíram para que este trabalho se realizasse, muito obrigada.

A todas as empresas, Bioagro que contribuiu com as mudas, a Samo Fertilizantes, com toda adubação, a Dinagro, com o produto comercial para controle e à Carolina Soil por nos fornecer todo substrato para plantio das mudas de todos os bioensaios realizados.

"O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES)"

CAPARROZ, Karina Calil. **Desenvolvimento do percevejo marrom *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) em morangueiro e mortalidade com produto a base de *Sophora flavescens* Aiton (Fabaceae).** 2023. 36 f. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2023.

RESUMO

O percevejo marrom, *Euschistus heros*, é uma importante praga na cultura da soja e, tem migrado para o morangueiro, causando injúrias, principalmente em pseudofrutos. Os objetivos deste trabalho foram determinar a capacidade do percevejo marrom em se desenvolver e causar danos em plantas de morango e verificar se o produto, à base de *Sophora flavescens*, seria capaz de causar mortalidade às fêmeas do referido inseto. Foram feitos dois bioensaios, sendo o primeiro em casa de vegetação, com plantas de morango dispostas em vasos e envoltas em gaiolas de voil, em que se avaliou a longevidade do percevejo marrom em plantas com estruturas reprodutivas e sem estruturas reprodutivas. Também foram avaliados a viabilidade de ninfas e duração para alcançar a fase adulta. No segundo bioensaio, em laboratório, avaliou-se a probabilidade de sobrevivência de fêmeas do percevejo marrom, submetidas a diferentes doses de um inseticida comercial, à base de *Sophora flavescens*. Observou-se que o percevejo marrom, *E. heros*, tem maior longevidade em plantas de morango com estruturas reprodutivas. Apenas duas chegaram à fase adulta e nenhuma foi capaz de se reproduzir nas condições do experimento. O produto comercial, a base de *S. flavescens*, causa mortalidade do percevejo marrom, tendo potencial para uso no manejo deste inseto, na cultura do morango, a partir da dose de 3 mL L⁻¹.

Palavras-chave: *Fragaria × ananassa* Duchesne; pragas do morango; oximatrine.

CAPARROZ, Karina Calil. **Development of the Neotropical brown stink bug *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) on strawberry and mortality with product based on *Sophora flavescens* Aiton (Fabaceae).** 2023. 36 f. Dissertation presented to the Postgraduate Program in Agronomy - Londrina State University, Londrina, 2023.

ABSTRACT

The Neotropical brown stink bug, *Euschistus heros*, is an important pest in the soybean crop and, it has been observed migrating to the strawberry tree, causing injuries, mainly in pseudofruits. The objectives of this work were to determine the ability of the Neotropical brown stink bug to develop and cause damage to strawberry plants and to verify whether the product based on *Sophora flavescens* would be able to control females of the brown bug. Two bioassays were carried out, the first in a greenhouse, with strawberry plants planted in vases and wrapped in voile cages, in which the longevity of the Neotropical brown stink bug was evaluated in plants with reproductive structures and without reproductive structures. viability of nymphs and duration to reach the adult phase. In the second bioassay, in the laboratory, the probability of survival of female Neotropical brown stink bug submitted to different doses of a commercial insecticide based on *Sophora flavescens* was evaluated. It was observed that the Neotropical brown stink bug has greater longevity in strawberry plants with reproductive structures. Of all the nymphs, only two reached the adult stage and none was able to reproduce under the conditions of the experiment. The commercial product, based on *S. flavescens*, causes mortality of the Neotropical brown stink bug, having potential for use in the management of this insect, in the strawberry crop, from a dose of 3 mL L⁻¹.

Key words: *Fragaria* × *ananassa* Duchesne; strawberry pests; oximatrine.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Ciclo de vida do percevejo marrom.....	16
Figura 2 – Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná IDR-PR.....	20
Figura 3 – Bloco multiusuário, onde abriga o laboratório de Entomologia da Universidade Estadual de Londrina UEL.....	20
Figura 4 – Etapas do Experimento.....	23
Figura 5 – Probabilidade de mortalidade acumulada, estimada pelo método Kaplan-Meier, em <i>Euschistus heros</i> submetido a doses (0; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8 e 9 mL ⁻¹ litro de água) de <i>Sophora flavescens</i> após 3, 24, 48 e 72 h após a aplicação. Média ± intervalo de confiança a 95 % de probabilidade. Londrina-PR, 2022.....	28
Figura 6 – Adulto de <i>Euschistus .heros</i> sobre o morango verde e se alimentando de aquênio (observa-se aquênios aor redor com injúrias, sinais de alimentação visíveis como pontuações negras em cada aquênio).....	29
Figura 7 – Ninfas de <i>Euschistus heros</i> sobre o morango verde e se alimentando de aquênio (observa-se aquênios ao redor com injúrias, sinais de alimentação visíveis como pontuações negras em cada aquênio).....	29
Figura 8 – Adultos de <i>Euchistus heros</i> acasalando sobre o morango, com perceptível deformação leve (observa-se que onde há sinal de alimentação há comprometimento dos aquênios e área ao redor não se desenvolve pela diminuição da liberação de auxinas).....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Área e produção de morangos no Brasil em 2020 12

Tabela 2 – Número médio de dias de vida de adultos machos e fêmeas e número de ovos de *Euschistus heros* em plantas de morangueiro. Londrina, Paraná, Brasil....26

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Variação de Temperatura no Período do Experimento em Londrina-PR, 2022	21
Gráfico 2 – Variação da Precipitação no Período do Experimento em Londrina-PR, 2022	21
Gráfico 3 – Variação da Umidade Relativa no Período do Experimento em Londrina-PR, 2022	22

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1	ASPECTOS ECONÔMICOS DA CULTURA DO MORANGUEIRO.....	12
2.2.	PRAGAS DA CULTURA DO MORANGUEIRO.....	13
2.3.	BIOECOLOGIA DO PERCEVEJO MARROM, <i>EUSHISTUS HEROS</i>	14
2.4.	POTENCIAL DO PERCEVEJO MARROM (<i>EUSCHISTUS HEROS</i>) EM SE TORNAR PRAGA DE OUTRAS CULTURAS.....	17
2.5.	CONTROLE DO PERCEVEJO MARROM COM EXTRATOS VEGETAIS	17
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	19
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
5	CONCLUSÃO.....	32
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

1 INTRODUÇÃO

A cultura do morangueiro, *Fragaria × ananassa* Duchesne, vem se expandindo de forma expressiva em todo território brasileiro e compõe a renda de pequenos produtores em vários estados, justificando-se estudos sobre a real ameaça que *Eushistus heros* (Fabricius) (Heteroptera: Pentatomidae) possa apresentar a referida cultura no Brasil.

A produção mundial de morangos tem se expandido. A área total plantada aumentou em 41% no mesmo período, passando de 369.569 hectares para 522.527 hectares (Antunes et al., 2021).

Diversos insetos, ácaros e moluscos pragas podem causar danos econômicos para o morangueiro. Dentre eles destacam-se os ácaros *Tetranychus urticae* Koch; *Phytonemus pallidus* Banks; e o percevejo *Neopamera bilobata* Say (Lahiri et al., 2022; Zawadneak et al., 2023). Não se localizou, até o momento, estudos relacionando *E. heros* ao morangueiro, mas algumas pesquisas apontam injúrias de percevejos do gênero *Euschistus* a outras pequenas frutas, como amora preta, *Morus alba* (Brennan et al., 2013; Pasini et al., 2014) e fisális, *Physalis angulata* (Collantes et al., 2019).

O percevejo marrom foi considerado a praga emergente mais importante para a soja no Brasil, podendo causar prejuízos de 60% na sua produtividade (Zucchi et al., 2019). Este inseto era considerado um percevejo raro na região Neotropical, na década de 1970 (Panizzi et al., 1977), mas desde então vem se expandindo para outras culturas e regiões de interesse econômico. Sua população está presente na maior parte do território brasileiro, ocorrendo também na Argentina e Paraguai (Saluso et al., 2011; Sosa-Gómez et al., 2020), Também avalia-se a probabilidade do percevejo marrom chegar aos Estados Unidos da América, tal a importância deste inseto como praga (Panizzi, 2015).

Ele se adaptou muito bem na cultura da soja, devido às grandes áreas cultivadas, fornecendo alimento em larga escala. Após a colheita desta cultura, o inseto tende a dispersar para culturas vizinhas. No algodoeiro causa severos danos econômicos (Soria et al., 2016). O percevejo marrom pode alimentar-se de Euphorbiaceae, Fabaceae, Solanaceae, Brassicaceae e Compositae (Panizzi et al., 2000; Pazinni; Lucini, 2022). Então, o estudo sobre a alimentação deste inseto

em diferentes hospedeiros é relevante.

Relatos de produtores e observações a campo indicam que, principalmente no período de colheita da soja, ocorre a migração de *E. heros* para a cultura do morangueiro, com observações de injúrias, principalmente aos pseudofrutos, como deformações e indiretamente um aumento da incidência de doenças nos morangos atacados.

O que preocupa técnicos e produtores é que a produção do morango não é concentrada em um curto período de tempo e que o produto é consumido “in natura”, o que aumenta os riscos de resíduos de inseticidas sobre o pseudofruto. Aliado a isso, o cultivo protegido faz manter por mais tempo esses resíduos sobre os morangos.

O percevejo marrom é um inseto de difícil controle, que é realizado, de uma forma geral, com inseticidas químicos (Panizzi; Lucini, 2022). No entanto, é necessária a busca de produtos de baixo impacto ambiental para reduzir os efeitos negativos do uso em excesso de inseticidas químicos, que promovem populações resistentes e mortalidade em insetos benéficos.

Agentes e produtos biológicos também podem ser utilizados com relativa eficácia para o controle de percevejo marrom (Panizzi; Lucini, 2022). Além disso, extratos vegetais como os à base de *Sophora flavescens* podem ser usados para controle de pragas (Cheng et al., 2020).

Como o controle biológico comumente está condicionado às condições climáticas e cada estratégia precisa de uma condição específica para armazenamento e liberação ou pulverização, é importante associar seu uso com outros métodos de controle.

Desta forma, o trabalho teve por objetivo determinar a capacidade do percevejo marrom em se desenvolver e causar danos em plantas de morango e avaliar a probabilidade de sobrevivência do mesmo, quando submetido a um produto comercial a base de *S. flavescens*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ASPECTOS ECONÔMICOS DA CULTURA DO MORANGUEIRO

A produção mundial de morangos passou de 7.879.108 toneladas em 2013 para 9 milhões de toneladas em 2022 (Faostat, 2023), ou seja, um crescimento de 46% nos últimos seis anos e a área total plantada aumentou em 41% nos últimos seis anos, sendo em 2013, 369.569 hectares e em 2019 foi de 522.527 hectares (Antunes, 2021). A América do Sul produziu 312.766 toneladas de morango em 11.479 hectares, sendo o Brasil o maior país produtor de morangos da América do Sul (Faostat, 2023). O Brasil ocupa a 17ª posição entre os maiores produtores de morango do Mundo, sendo relatada uma área de 4.500 ha, com produção anual de 165.440 toneladas (Antunes, 2021).

Os estados com maior capacidade em área de produção de morangos, na ordem do maior para o menor, são: Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo, Espírito Santo, Santa Catarina, Distrito Federal, Bahia e Rio de Janeiro (Antunes, 2021).

Tabela 1 - Área e produção de morangos no Brasil em 2020.

Unidade da Federação	Área (ha)	Produção (t)	Produtividade (t/ha)
Minas Gerais	2.800	120.000	43
Paraná	650	21.450	33
Rio Grande do Sul	552	26.650	48
São Paulo	425	13.821	32
Espírito Santo	292	16.000	54
Santa Catarina	225	9.900	44
Distrito Federal	200	7.400	37
Bahia	100	2.700	27
Rio de Janeiro	35	980	28
Total	5.279	218.881	-

Fonte: Embrapa, Ronaldo Herculano de Lima (engenheiro agrônomo e consultor); Hécio Costa (Incaper); Gervásio Paulus e Jaime Ries (Emater-Ascar-RS). Citada em Antunes, 2021.

Tradicionalmente, as propriedades com áreas entre 0,5 a 1,0 ha são mais frequentes na atividade de produção de morando, apesar do registro também

de propriedades maiores, com nível empresarial, com áreas superiores a 15 hectares (Antunes, 2021).

Assim, dada a relevância da cultura no Brasil e no Paraná, o rápido aumento em área plantada, a adoção de novas tecnologias de cultivo, a importância econômica para muitos pequenos produtores, justificam-se estudos que auxiliem no diagnóstico, identificação e manejo de pragas do morangueiro.

2.2. PRAGAS DA CULTURA DO MORANGUEIRO

A cultura do morangueiro tem sido danificada por diversas espécies pragas, com destaque para o percevejo do fruto, *Neopamera bilobata* Say (Hemiptera: Rhyparochromidae), ácaro-rajado *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e o ácaro do enfezamento, *Phytonemus pallidus* Banks (Acari: Tarsonemidae) (Zawadneak et al., 2018; Lahiri et al., 2022), exigindo constantes aplicações de agrotóxicos para seu controle. A preferência do consumo, *in natura* pela população, aumenta a responsabilidade dos produtores e profissionais que assistem aos mesmos, especialmente quanto aos níveis aceitáveis de resíduos tóxicos nos frutos (Bernardi et al., 2015; Anvisa, 2020).

O ácaro rajado, principal praga do morangueiro, pode causar perdas econômicas significativas ao diminuir a produção de frutas em até 80% e afetar a qualidade do pseudofruto (Moraes; Flechtmann, 2008). Este ácaro forma teias nas plantas e colonizam a parte abaxial das folhas, causando pontoações amareladas e posteriormente a morte das folhas (Bernardi et al., 2015). É comum encontrar populações desse ácaro resistentes aos produtos disponíveis no mercado, o que dificulta seu controle. Para algumas culturas, como a de morangueiro, os agricultores encontram dificuldade em controlar esta espécie nas fases finais do ciclo da cultura. Isso faz com que o ciclo da cultura seja finalizado antecipadamente, o que implica em redução no potencial de ganhos econômicos.

O primeiro registro do percevejo do morangueiro na cultura, no Paraná, deu-se em 2010, com estudos de biologia, caracterização de injúrias às plantas e eficiência de inseticidas (Kuhn et al., 2014). Outros estudos complementares foram divulgados (Botton et al., 2017; Kuhn et al., 2018), embora o desafio do controle dessa praga ainda seja uma realidade.

Atualmente, sabe-se que cultivares de morangueiro têm níveis de tolerância diferentes em relação ao *N. bilobata*, podendo auxiliar no manejo (Hata et al., 2020; Talton et al., 2020). A cultivar Florida Brilliance possui aquênios pouco salientes, o que pode reduzir as injúrias pelo inseto (Talton et al., 2020). Embora o controle químico ainda seja dominante na cultura, como é o caso de Tiametoxam, para o controle do pulgão-do morangueiro, *Chaetosiphon fragaefolii* Cockerell (Hemiptera: Aphididae).

Por se tratar de um inseto que foi relatado recentemente causando danos econômicos ao morangueiro, não há registro de produto indicado para seu controle, tornando necessários estudos com produtos mais seguros ao homem e menos impactantes ao ambiente.

Nos últimos dez anos, diversas novas pragas foram relatadas pela primeira vez na cultura do morangueiro no Brasil. Dentre elas, podemos citar a *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Diptera: Drosophilidae) (Deprá et al., 2013), *Duponchelia fovealis* (Zeller, 1847) (Lepidoptera: Crambidae) Zawadneak et al., 2016), *Heliethrips haemorrhoidalis* (Bouché, 1833) (Thysanoptera: Thripidae) (Souza et al., 2019), black fungus gnats (Diptera: Sciaridae) (Duarte et al., 2022). Por isso, estudo com potenciais insetos para se tornar pragas na cultura do morangueiro são de extrema importância. Um dos potenciais insetos é o percevejo marrom da soja.

2.3. BIOECOLOGIA DO PERCEVEJO MARROM, *EUSHISTUS HEROS*

Euschistus heros, chamado popularmente de percevejo marrom, é endêmico da Região Neotropical, podendo ser encontrado na maioria das regiões da América do Sul (Rolston, 1974). Com o avanço nas exportações de grãos de soja brasileiros, o inseto chegou na Argentina, tendo seu primeiro registro documentado apenas em 2011 (Saluso et al., 2011). Apresenta adaptação a climas mais quentes, com maiores densidades populacionais na região norte do Estado do Paraná até o Centro-Oeste do Brasil (Gazzoni et al., 1988; Panizzi; Slansky, 1985; Cividanes; Parra, 1994; Hoffmann-Campo et al., 2000).

Esse percevejo é o menos polífago e possui menor número de gerações, quando comparado aos demais pentatomídeos (Cividanes; Parra, 1994). A infestação de *E. heros* na soja ocorre nos meses de novembro a abril,

completando até três gerações, podendo se alimentar de diversas plantas daninhas (Corrêa-Ferreira; Panizzi, 1999). Ele permanece em diapausa nos restos culturais do solo, estando protegido de predadores e parasitoides, durante aproximadamente sete meses (maio a novembro). O inseto sobrevive apenas das reservas lipídicas acumuladas antes da diapausa (Hoffmann-Campo et al., 2000).

O inseto adulto mede 11 mm e apresenta uma estrutura semelhante a uma meia lua amarela na região do escutelo (Gallo et al., 2002). Possui a coloração marrom escura, e apresenta dois prolongamentos laterais do pronoto, em forma de espinhos, próximos à cabeça. Sua longevidade média é de 116 dias (Hoffmann-Campo et al., 2000). A oviposição ocorre principalmente nas folhas ou nas vagens da soja, são colocados de 5-8 ovos por massa de coloração amarela, quando se aproxima o momento de eclosão das ninfas é possível observar uma mancha rósea nos ovos (Hoffmann-Campo et al., 2000).

As temperaturas mais adequadas para a oviposição estão na faixa entre 26 e 28°C (Cividanes; Parra, 1994). O número de ovos por postura de *E. heros*, foi de 1 a 25 ovos em condições controladas (24±0,5°C, 70±10% UR e 14h fotofase) (Costa et al., 1998).

Após a eclosão, as ninfas de 1º instar medem 1 mm e sua coloração é alaranjada e a cabeça preta, estas permanecem sobre os ovos. As formas jovens que causam danos aos grãos são a partir do 3º até o 5º instar, seu tamanho é de 5-10 mm com coloração variando de cinza a marrom (Costa et al., 1998; Corrêa-Ferreira; Panizzi, 1999; Hoffmann-Campo et al., 2000). As ninfas apresentam manchas pelo corpo, e seu desenvolvimento é completo em aproximadamente 25 dias (Corrêa-Ferreira; Panizzi, 1999).

De acordo com a figura 1, podemos verificar a duração do ciclo (ovo a adulto) de *E. heros*, sob a temperatura de 24°C, foi de 34,2 dias (Villas-Bôas; Panizzi, 1980) e de 38,6 dias (Costa et al., 1998). O período de ovo a adulto do percevejo marrom, em dieta natural a base de soja, foi de 34,2 dias a 26°C e 60% umidade relativa. O ciclo biológico da praga exige 327,8 graus-dia (Chevarria, 2011).

Figura 1 – Ciclo de vida do percevejo marrom



Fonte: Promip (2021).

O tamanho da população e a época da infestação de *E. heros* está relacionada às condições meteorológicas, principalmente, pela temperatura (Corrêa-Ferreira, 1993). A faixa de temperatura adequada ao desenvolvimento do percevejo marrom da soja está entre 26 e 28°C, sendo que temperaturas inferiores a 14°C e superiores a 30°C são desfavoráveis ao inseto (Chevarria, 2011). Assim, a distribuição dos percevejos na soja é inicialmente aleatória e à medida que ocorre o aumento da população há uma tendência dos insetos se agregarem (Stürmer et al., 2011). Os adultos são os que mais se deslocam nas plantas de soja, no entanto, durante os horários mais frescos do dia permanecem sobre as folhas superiores. Por outro lado, as ninfas têm limitada distribuição, permanecendo de forma gregária, principalmente na parte mediana das plantas (Corrêa-Ferreira et al., 2009).

Ocorreram mudanças no sistema de produção de soja, como a implantação do sistema de plantio direto, e o uso de híbridos produtivos e de ciclo superprecoce, que resultaram em aumentos significativos de produtividade do milho safrinha, mesmo este sendo cultivado em condições desfavorável de clima. A adoção do sistema de plantio direto, o cultivo prolongado durante todo o ano, e a expansão das fronteiras agrícolas são práticas que modificam a entomofauna nos agroecossistemas (Corrêa-Ferreira; Panizzi, 1999; Salvadori, 2002).

2.4. POTENCIAL DO PERCEVEJO MARROM (*EUSCHISTUS HEROS*) EM SE TORNAR PRAGA DE OUTRAS CULTURAS

O percevejo marrom era considerado um inseto raro na década de 70 (Panizzi et al., 1977), e hoje é o percevejo mais abundante na soja e outras grandes culturas do Brasil. Alimenta-se de Fabaceae, Solanaceae, Brassicaceae e Compositae (Panizzi et al., 2000). Observa-se a praga se alimentando-se de Malvaceae (algodão), sendo comum nesta planta no Centro-Oeste do Brasil (Soria et al., 2011).

E. heros costumava completar quatro gerações por ano, no norte do Estado do Paraná (Panizzi, 1997), sobrevivendo sob folhas mortas durante o inverno ameno (Panizzi; Niva, 1994). Com a adoção, por parte dos produtores, de culturas de cobertura e outros cultivos sucessivos, aliado à grande capacidade de adaptação do inseto, este vem migrando para outras plantas, adicionando várias gerações ao longo do ano. Sua população aumentou, expandindo-se na maior parte do território brasileiro e até na Argentina (Saluso et al., 2011).

2.5. CONTROLE DO PERCEVEJO MARROM COM EXTRATOS VEGETAIS

Dentre os produtos naturais para proteção de plantas, 60% destes bioinsumos são à base de plantas, sendo importante fonte de novas moléculas de defensivos (Sparks et al., 2023). Diversas espécies vegetais possuem potencial para serem utilizadas como plantas inseticidas por conta de diversos compostos com efeito de mortalidade, repelência, anti-alimentar, entre outros, contra insetos-pragas (Isman, 2020). As plantas têm a habilidade de sintetizar metabólitos secundários aromáticos, a maioria dos quais são fenóis ou seus derivados. Subclasses importantes em este grupo de compostos incluem fenóis, ácidos fenólicos, quinonas, flavonas, flavonoides, taninos e cumarinas (Teodor et al., 2020). Estes grupos de compostos podem ter efeito contra pragas e servem como mecanismos de defesa das plantas. Óleos essenciais extraídos da planta inteira ou de partes da planta como raízes, caules, folhas, flores, frutos e sementes são amplamente usados no preparo de extratos vegetais com efeito contra pragas (Isman, 2020).

O ficus, *Ficus carica* L., é uma árvore que é muito utilizada como ornamental. Estudo recente indica que o extrato vegetal de folhas desta planta são

ricos em furocumarinas e que possui efeito de mortalidade em percevejo marrom da soja, além de ser seletivo a alguns inimigos naturais como a joaninha *Eriopsis connexa* e *Coleomegilla maculata*, e crisopídeo (*Chrysoperla externa*) (Brito et al., 2021). Em estudo realizado com extrato de folhas de *Piper aduncum* (L.) (Piperaceae), em todas as concentrações avaliadas, foram observadas reduções significativas sobre a sobrevivência dos insetos e a reprodução do percevejo marrom (Piton et al., 2014). Extrato de tefrósia, *Tephrosia vogelii* Hook., causa mortalidade deste percevejo praga a concentrações acima de 1% (Mikami et al., 2014). Plantas da família Annonaceae também possuem efeitos na mortalidade de percevejo marrom (Magalhães et al., 2011; Silva et al., 2013). O extrato de sementes de *Annona mucosa* Jacq. a 1 % causa mortalidade de cerca de 70%, já a concentração acima de 2% pode causar mortalidade de 100% de ninfas de percevejo marrom. Extrato de *Annona coriacea* Mart. e *Annona crassiflora* na concentração de 2% causa menor mortalidade, próxima a 30% e 20%, respectivamente (Silva et al., 2013). Isso demonstra que possuem potencial, no entanto, são necessários mais estudos para a recomendação de extrato destas plantas.

A planta de origem asiática de nome comum Sophora, *Sophora flavescens* Aiton, da família Fabaceae é utilizada na medicina tradicional chinesa. O extrato desta planta possui a capacidade acaricida e inseticida, especialmente o princípio ativo oximatrine, um alcalóide quinolizidínico (Zanardi et al., 2015). No caso de *Sophora flavescens*, registro de patente, efetuado recentemente, destaca seu potencial no controle do percevejo marrom da soja *Euschistus heros* (Whipple et al., 2022). O produto comercial Matrine é formulado à base de extrato alcoólico da planta *S. flavescens*. Desta planta são extraídos os compostos matrine, oximatrine e matrine totais, que possuem diversas atividades biológicas, entre elas inseticidas e acaricidas (Wu et al., 2021), com ação por contato ou ingestão (Huang et al., 2017; Cheng et al., 2020). Por ser um produto obtido de extrato natural, pode haver mais de um modo de ação sobre insetos e ácaros. Em estudo realizado em *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) foi identificado que o extrato botânico de *S. flavescens* possui ação neurotóxica, atuando nos canais de sódio (Du et al., 2004). Dependendo da modificação estrutural da molécula de matrine isolada de plantas, pode-se aumentar o efeito inseticida, além de proporcionar maior lipofilicidade e redução nos efeitos colaterais (Huang et al., 2017), modificando também seu modo de ação sobre artrópodes. Em estudo realizado com uso de

derivado de éter de matrine, isolado de *S. flavescens*, foi observada má formação de lagartas e pupas de *Mythimna separata* Walker (Lepidoptera: Noctuidae) e *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) devido, provavelmente, à inibição da ação do hormônio ecdisona (Huang et al., 2017). Outro estudo relata que o derivados de amida de matrine e oximatrine possuem efeito de inibição da atividade de acetilcolinesterase em *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval (Acari: Tetranychidae) (Xu et al., 2019).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O primeiro bioensaio foi realizado no município de Londrina - PR no período de 09 de maio de 2022 a 04 julho de 2022.

Os ensaios foram realizados em duas áreas, sendo a primeira do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – IDR-PR, (Figura 2) e a segunda, o Laboratório de Entomologia da Universidade Estadual de Londrina – UEL (Figura 3).

O gráfico 1 representa a variação de temperatura mínima, máxima e média durante o período de condução do experimento. O gráfico 2 e 3 representam a variação de precipitação e umidade relativa do ar.

Ninfas e adultos (machos e fêmeas) de *Euschistus heros* utilizados nos bioensaios foram provenientes de uma criação-estoque estabelecida no laboratório de entomologia do IDR-Paraná, alimentados com grãos de soja, amendoim e vagens de feijão, de forma que não tiveram contato prévio com plantas de morango.

Figura 2 – Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná IDR-PR.



Fonte: <https://earth.google.com>

Figura 3 – Bloco multiusuário, onde abriga o laboratório de Entomologia da Universidade Estadual de Londrina UEL.



Fonte: <https://earth.google.com>

Gráfico 1 – Variação de Temperatura no Período do Bioensaio 1 em Londrina-PR, 2022.

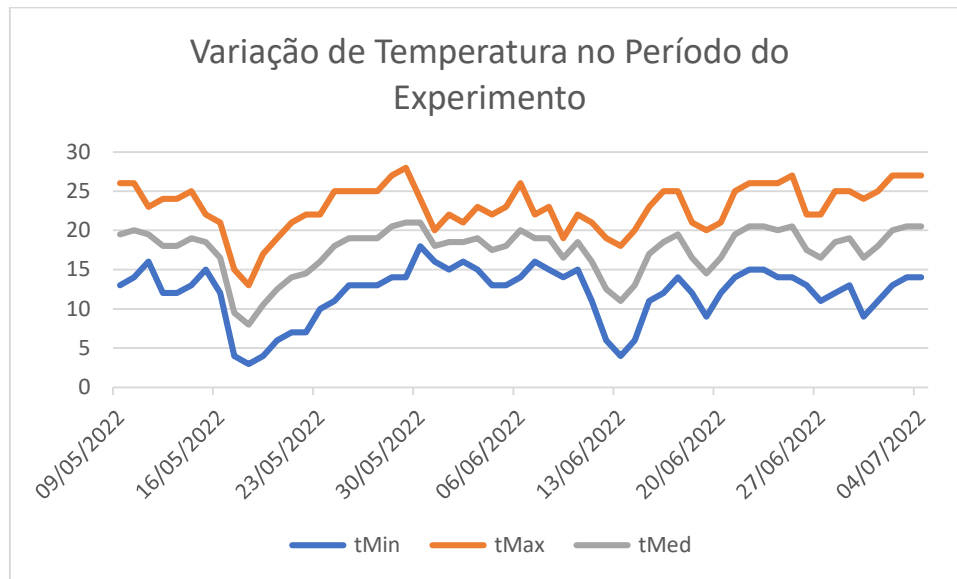
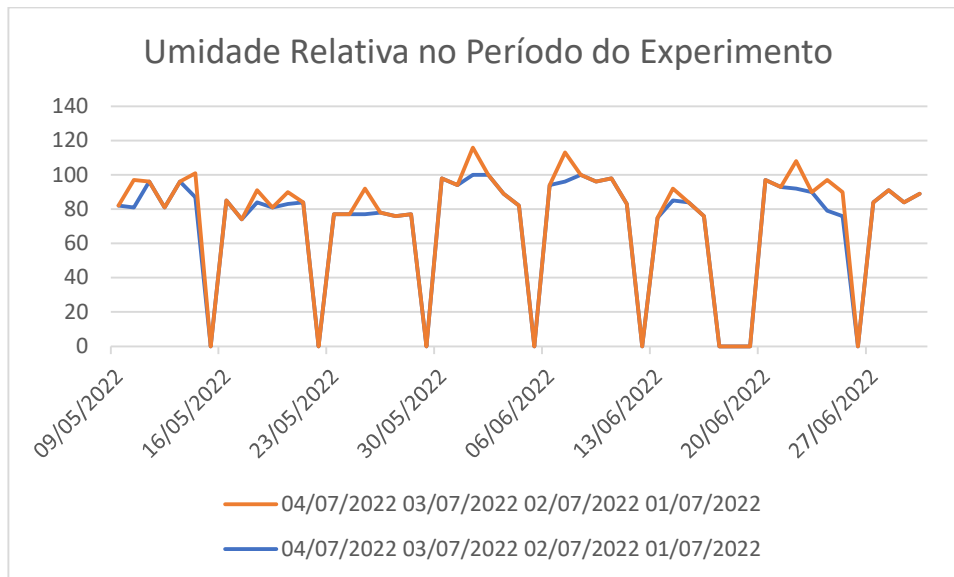


Gráfico 2 – Variação da Precipitação no Período do Bioensaio 1 em Londrina-PR, 2022.



Gráfico 3 – Variação de Umidade Relativa no Período do Bioensaio 1 em Londrina-PR, 2022.



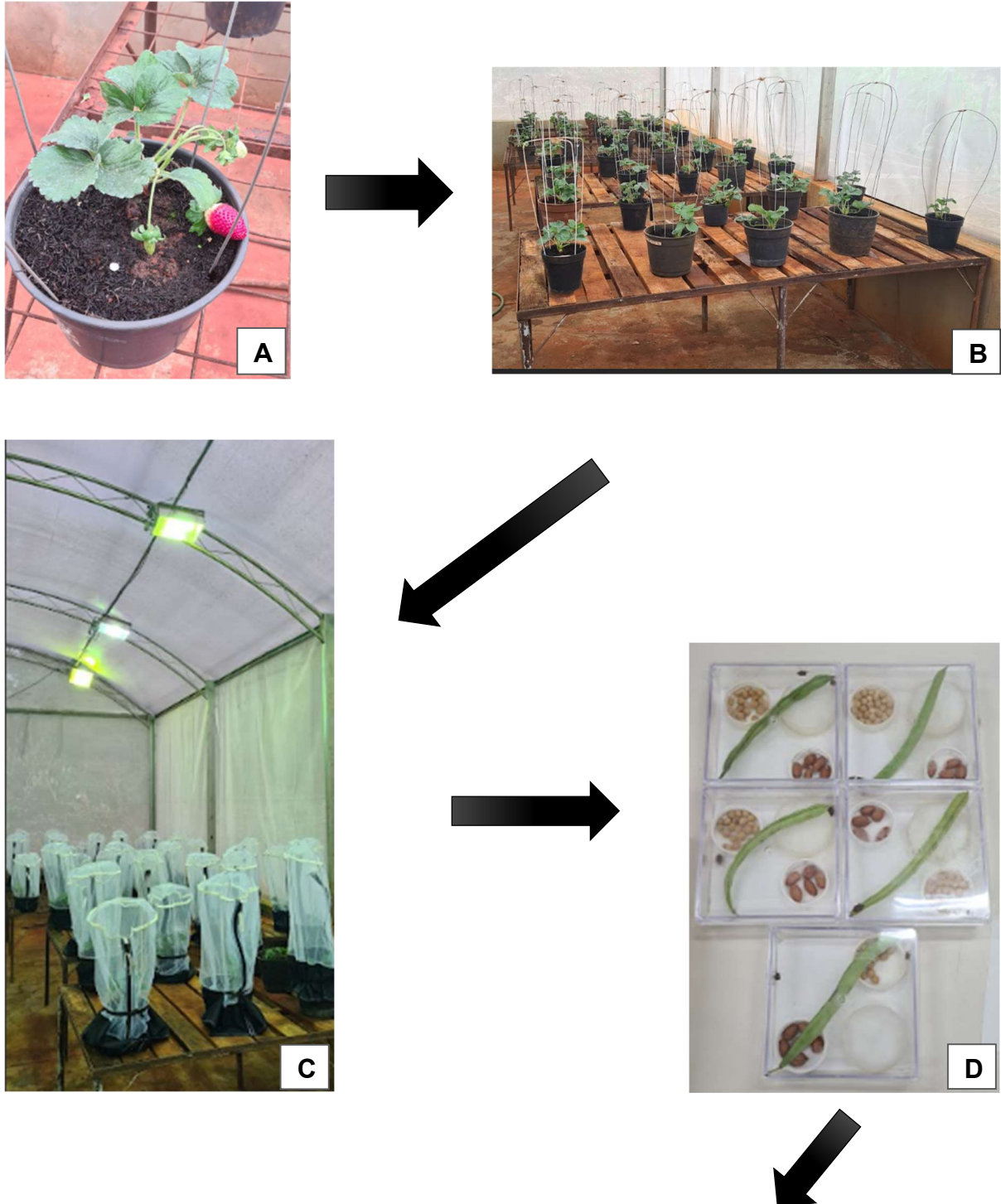
O primeiro bioensaio buscou verificar a capacidade de *E. heros* em completar seu ciclo de desenvolvimento em morangueiro. Plantas de morango da cultivar Albion, com oito meses de transplante, foram cultivadas em vasos (4 litros de capacidade), contendo substrato 9084H (Carolina Soil do Brasil, Santa Cruz do Sul, Rio Grande do Sul). A irrigação foi realizada de forma localizada, diretamente no vaso, com auxílio de uma mangueira, duas vezes ao dia. Antes da infestação com percevejos o porte das plantas foi uniformizado por meio de podas.

Foi adotado um delineamento experimental inteiramente ao acaso com os seguintes tratamentos: plantas de morango sem infestação de percevejo (T1); percevejos adultos mantidos em plantas de morango sem estruturas reprodutivas (T2); percevejos adultos mantidos em plantas de morango com estruturas reprodutivas (T3); ninfas mantidas em plantas de morango com estruturas reprodutivas (T4); percevejos adultos (T5) e ninfas (T6) mantidos com a mesma alimentação padrão da criação estoque.

Foram utilizadas 10 repetições para os tratamentos em que continham plantas de morango (T1 a T4), cada repetição constituiu-se de um vaso contendo uma planta de morangueiro envolta por gaiolas cilíndricas (30 cm de diâmetro e 50 cm de altura), com abertura lateral fechada por zíper. As gaiolas foram

fixadas à borda superior dos vasos por meio de uma tira de borracha, e mantidas suspensas por armações metálicas (Figura 4).

Figura 4 – Etapas do Experimento.





Vaso com estruturas reprodutivas (A) vasos com armação de arame (B) e vasos com gaiolas de voil circundados por tiras de borracha (C) Gerbox® com alimentação padrão para ninfas e adultos (D) detalhe do telado 16 com refletores e estrutura para dissipação de calor (E). Fonte: O próprio autor (2023).

Utilizaram-se cinco repetições para os percevejos mantidos com a alimentação padrão da criação estoque (T5 e T6), cada repetição constituiu-se de uma caixa de acrílico modelo Gerbox®, com tampa perfurada para permitir troca gasosa. O fornecimento de água foi realizado por meio de algodão umedecido, e o alimento (soja, amendoim e vagem) trocado uma ou duas vezes por semana. Conforme o tratamento, cada repetição continha um casal de percevejos (T2, T3 e T5) ou 10 ninfas de terceiro instar (T4 e T6).

Após a infestação dos percevejos, as gaiolas com plantas de morango e caixas de acrílico eram vistoriadas três vezes por semana, registrando-se o número de percevejos mortos, número de percevejos que alcançaram a fase adulta, tempo decorrido para alcançarem a fase adulta, bem como o número de ovos e local que foram depositados (para tratamentos que continham um casal de percevejos).

Durante o período de avaliação, as plantas de morango e caixas de acrílico permaneceram dispostas aleatoriamente em 4 bancadas, no interior de uma casa de vegetação equipadas com oito refletores (Hqi Lâmpada Vapor Metálico, 400w). Temporizadores analógicos permitiam que os refletores ficassem ligados das 6:00 às 8:00 h da manhã e das 18:00 às 20:00 h da noite, garantindo um ritmo circadiano da 14 h de fotofase e 10 h de escotofase. Evitando assim, que os

percevejos entrassem em diapausa. A cada avaliação as plantas de morango e caixas de acrílico eram novamente aleatorizadas sobre as bancadas.

Quando não se detectou mais posturas nas gaiolas contendo o casal de percevejos e todas as ninfas alcançaram a fase adulta, as plantas foram retiradas e submetidas a estufa com circulação de ar a 60°C, até atingirem peso constante. Posteriormente, com auxílio de uma balança de precisão, foi obtido a massa seca total da planta, massa seca de flores e frutos.

O tempo decorrido para as ninfas alcançarem a fase adulta, a longevidade de machos e fêmeas, o número total de ovos, a massa seca total da planta, massa seca de flores e frutos, foram comparados entre os tratamentos por meio do teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste de Dunn a 5% de significância. A comparação do número de ovos fora e sobre a planta de morango foi realizada por meio do teste de Mann-Whitney a 5% de significância. As análises estatísticas foram realizadas por meio do programa BioEstat 5.3.

O segundo bioensaio buscou determinar a eficiência de um inseticida à base de *Sophora flavescens* para o controle de adultos de *E. heros*. Fêmeas, com uma semana de idade, foram expostas às seguintes concentrações de inseticida a base de *S. flavescens*: 0 (somente água), 0,5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 mL do produto comercial (Matrine®) por litro de água. Utilizou-se cinco repetições para cada concentração, sendo considerada repetição uma caixa de acrílico modelo Gerbox, com tampa perfurada para permitir troca gasosa e contendo em seu interior 10 insetos.

Preliminarmente à aplicação das caldas inseticidas, os percevejos foram mantidos por 2 minutos em baixa temperatura (10 a 12 °C), visando diminuir a dispersão ou alta mobilidade dos insetos. As caldas inseticidas nas diferentes concentrações foram aplicadas por meio de borrifadores manuais, previamente calibrados para um volume de 1 mL por borrifada, com aplicação de apenas uma borrifada, realizada a 30 cm de distância dos insetos.

Após a aplicação das caldas inseticidas, as caixas acrílicas contendo os insetos foram distribuídos inteiramente ao acaso sobre uma bancada, e mantidos em temperatura ambiente. Além disso, em cada caixa acrílica foi adicionado grãos de amendoim e uma vagem como fonte de alimento, a água foi fornecida por meio de algodão umedecido.

Vistorias foram realizadas 3, 24, 48 e 72 horas após a aplicação das caldas inseticidas, registrando-se o número de insetos que não se moviam quando estimulados por toque (mortos) e que não apresentavam o controle de suas funções locomotoras (moribundos).

Os dados foram submetidos à análise não-paramétrica, com o uso do teste de sobrevivência de Kaplan-Meier, utilizando-se o modelo de regressão de Mantel-Cox, com riscos proporcionais a nível de confiança de 95%. As análises foram realizadas com o uso do programa GraphPad Prism 9.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro bioensaio, observou-se que os tratamentos com 1 casal ou 10 ninfas de percevejo marrom por planta, não influenciaram a massa seca total, massa de flor e de frutos, número total de ovos e números de ovos fora da planta e sobre a planta ($p > 0,05$).

Para a variável longevidade de ninfas sobre plantas de morango, verificou-se que os percevejos tiveram maior média de dias de sobrevivência em caixas de acrílico do que sobre plantas com estrutura reprodutiva (Tabela 1). Para a variável longevidade dos machos e fêmeas sobre plantas de morango, observou-se que os percevejos tiveram maior média de dias de sobrevivência sobre plantas com estruturas reprodutivas e em caixas de acrílico, do que sobre plantas sem estrutura reprodutiva (Tabela 1).

Tabela 2 – Número médio de dias de vida de adultos machos e fêmeas e número de ovos de *Euschistus heros* em plantas de morangueiro. Londrina, Paraná, Brasil.

Tratamentos	Longevidade ninfas*	Longevidade machos	Longevidade fêmeas	Número total de ovos
T1	-	9.00 b	11.30 b	13.50 a
T2	28.70 b	24.00 a	32.40 a	31.30 a
T3	43.68 a	39.40 a	35.80 a	42.80 a
p-valor	0.001	0.01	0.001	0.18
H	1200	15.52	13.50	3.37

T1: Plantas sem estruturas reprodutivas; T2: Plantas com estruturas reprodutivas; T3: Caixas acrílicas com alimentação de criação casal. Médias com letras semelhantes não são diferentes estatisticamente pelo teste de Kruskal-Wallis e o teste post-hoc de Dunn para as comparações

múltiplas a 5% de significância. *Médias com letras semelhantes não são diferentes estatisticamente pelo teste de Mann-Whitney a 5% de significância.

No segundo bioensaio, após 3 h da aplicação dos tratamentos, as doses de 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 mL L⁻¹ de *S. flavescens* aumentaram a probabilidade de mortalidade de *E. heros* (6,00; 15,50; 11,50; 15,50; 10,50; 15,50; 15,50 %, respectivamente), quando comparada às doses de 0,5, 1 e 2 mL (0, 0 e 0 %, respectivamente) e ao uso de somente água (0 %) (Figura 5).

Na avaliação de 24 h após a aplicação dos tratamentos, as maiores médias de probabilidade de mortalidade de *E. heros* foram observadas nas doses de 4 a 9 mL L⁻¹ de *S. flavescens* (43,67; 41,00; 43,67; 40,43; 43,67 e 39,72 %, respectivamente), sendo maiores que a aplicação de água (2,67 %) (Figura 5).

Com 48 h após a aplicação dos tratamentos, as maiores médias de probabilidade de mortalidade de *E. heros* foram observadas nas doses de 3 a 9 mL L⁻¹ de *S. flavescens* (66,44; 71,83; 70,50; 71,83; 70,17; 71,83 e 69,86 %, respectivamente), sendo menores que a aplicação de água (8,51 %) (Figura 5).

Após 72 h da aplicação, todos os tratamentos obtiveram médias de probabilidade de mortalidade de *E. heros* superiores à aplicação de água (21,32 %), sendo que as maiores médias foram observadas nas doses de 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 mL L⁻¹ de *S. flavescens* (98,66; 100; 100; 100; 100; 100 e 100 % de probabilidade de sobrevivência, respectivamente). A dose de 0,5; 1 e 2 mL L⁻¹ de *S. flavescens* aumentaram para 40,02; 74,80 e 88,21 % a probabilidade de mortalidade de *E. heros* (Figura 5).

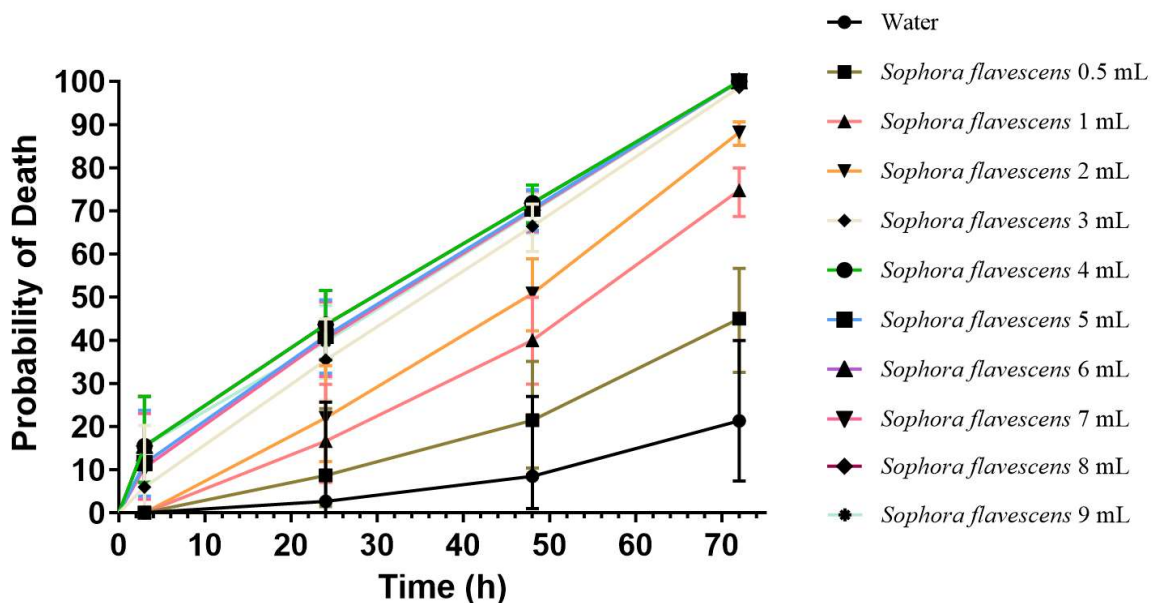
A presença do percevejo marrom, em plantas de morango, não influenciou a produção de pseudofrutos nem a sua biomassa.

No entanto, no estudo sobre a biologia do inseto sobre as plantas, houve redução na longevidade de machos e fêmeas, quando estavam sobre plantas sem estruturas reprodutivas. Além disso, a longevidade de ninfas também foi reduzida em condições de casa de vegetação, quando comparada ao tratamento com alimentação padrão da criação massal do IDR-PR.

Após a colheita da soja, o percevejo marrom tende a se dispersar para plantas alternativas e palhada de soja, em busca de abrigo e alimento. Sendo um inseto que possui ampla gama de hospedeiros (Panizzi et al., 2000; Pazinni;

Lucini, 2022), este encontra sucesso para a sua manutenção até o próximo ciclo da cultura da soja, sua principal planta hospedeira.

Figura 5 – Probabilidade de mortalidade acumulada, estimada pelo método Kaplan-Meier, em *Euschistus heros* submetido a doses (0; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8 e 9 mL⁻¹ litro de água) de *Sophora flavescens* após 3, 24, 48 e 72 h após a aplicação. Média \pm intervalo de confiança a 95 % de probabilidade. Londrina-PR, 2023.



Fonte: O próprio autor (2023).

Em estudo realizado sobre hospedeiros do *E. heros*, 15 espécies de plantas das famílias Amaranthaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Fabaceae, Lauraceae, Malpighiaceae, Malvaceae, Ranunculaceae, Salicaceae e Solanaceae podem servir como hospedeiras acidentais deste inseto; porém, somente em seis espécies, pertencentes às famílias Euphorbiaceae e Fabaceae, *E. heros* pôde completar seu ciclo reprodutivo (Smaniotto; Panizzi, 2015).

No presente estudo, o percevejo marrom apresentou melhor desenvolvimento em plantas com estruturas reprodutivas. O maior período de desenvolvimento em plantas com estruturas reprodutivas pode estar relacionado à qualidade nutricional destas estruturas, que permite melhor desenvolvimento do percevejo (Silva et al., 2011). No entanto, não completou seu ciclo em plantas de morangueiro, levando à hipótese de que são hospedeiras acidentais para este

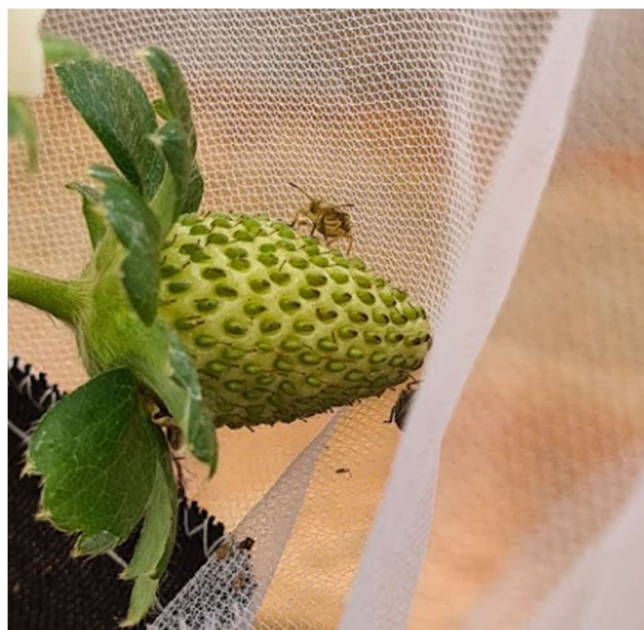
inseto. São necessários mais estudos sobre a biologia de percevejo marrom sobre plantas de morangueiro, principalmente no período de entre safra, após a colheita.

Figura 6 – Adulto de *Euschistus .heros* sobre o morango verde e se alimentando de aquênio (observa-se aquênios aor redor com injúrias, sinais de alimentação visíveis como pontuações negras em cada aquênio).



Fonte: O próprio autor (2023).

Figura 7 – Ninfa de *Euschistus heros* sobre o morango verde e se alimentando de aquênio (observa-se aquênios ao redor com injúrias, sinais de alimentação visíveis como pontuações negras em cada aquênio).



Fonte: O próprio autor (2023).

O percevejo marrom se alimenta diretamente de vagem das plantas de soja e podem causar prejuízos para as culturas pela injeção de saliva tóxica (Pazinni; Lucini, 2022). No entanto, as plantas de morangueiro, no presente estudo, não apresentaram redução da biomassa. Este inseto apresenta melhor desenvolvimento em plantas com estruturas reprodutivas, mas não foram observadas deformações severas e nem redução de biomassa em pseudofrutos nas condições do experimento. Apesar disso, deformações leves que podem depreciar qualidade e valor do produto comercial e alterações de ordem fisiológica podem ocorrer nas plantas. Em estudo com inseto da mesma família do percevejo marrom (Pentatomidae), foi observada redução no teor de açúcares pela alimentação de *Halyomorpha halys* Stål., o que reduz a qualidade de pseudofrutos (Weber et al., 2021).

Figura 8 — Adultos de *Euchistus heros* acasalando sobre o morango, com perceptível deformação leve (observa-se que onde há sinal de alimentação há comprometimento dos aquênios e área ao redor não se desenvolve pela diminuição da liberação de auxinas).



Fonte: O próprio autor (2023).

Quanto ao segundo bioensaio, observou-se que o produto, a base de *S. flavescens*, aumentou a probabilidade de mortalidade do percevejo marrom em todas as doses testadas, 72 h após a aplicação. Para doses acima de 4 mL L⁻¹ de produto a base de *S. flavescens* a probabilidade de mortalidade foi de 100 % e a 3 mL L⁻¹ a mortalidade foi de 98,66 %, mas não diferiu significativamente da dose de 4 mL L⁻¹. Sendo assim, dose de 3 mL L⁻¹ pode ser recomendada para o controle desta praga.

Não foram encontrados estudos com produtos à base de *S. flavescens* para este mesmo alvo. Em estudo com outro inseto hemíptero, *Diaphorina citri* Kuwayama, foi observado efeito inibitório de alimentação e oviposição com extrato de *S. flavescens* (Zanardi et al., 2015).

O extrato de *Sophora alopecuroides* L., aplicado sobre laranjeiras, reduziu a atratividade destas plantas para *D. citri*, indicando efeito sobre o comportamento (Rizvi et al., 2019).

Em estudo realizado com uso de derivado de éter de Matrine, isolado de *S. flavescens*, foi observada má formação de lagartas e pupas de *Mythimna separata* Walker (Lepidoptera: Noctuidae) e *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) devido, provavelmente, à inibição da ação da ecdisona (Huang et al., 2017).

Outro estudo relata que derivados de amida de Matrine e Oximatrine atuam na inibição da atividade de acetilcolinesterase em *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval (Acari: Tetranychidae) (Xu et al., 2019).

Recentemente foi registrada patente relativa ao uso de *Sophora flavescens* no controle de algumas pragas, com destaque para o percevejo marrom, *Euschistus heros*, o que respalda os resultado já alcançado no presente trabalho com o produto comercial a base de matrine (Whipple et al., 2022).

Para a inclusão de um método de controle, dentro de um programa de manejo integrado de pragas, é importante que este método tenha compatibilidade com outros, particularmente com o Controle Biológico, pois quando se trata de uso de bioinsumos, a seletividade é um fator essencial. Estudos prévios avaliaram a seletividade de produtos a *Cyrtorhinus lividipennis* Reuter (Hemiptera: Miridae) e *Hippodamia variegata* (Coleoptera: Coccinellidae), com resultados promissores para

matrine, que apresenta baixa toxicidade à estes predadores (Wei et al., 2019; Liu et al., 2023).

5 CONCLUSÕES

O percevejo marrom, *Euschistus heros*, tem maior longevidade em plantas de morango com estruturas reprodutivas.

De todas as ninfas do percevejo marrom, acompanhadas nos bioensaios, apenas duas chegaram à fase adulta e nenhuma foi capaz de se reproduzir em plantas de morango.

O produto comercial, a base de *Sophora flavescens*, causa mortalidade do percevejo marrom, tendo potencial para uso no manejo deste inseto na cultura do morango, a partir da dose de 3 mL L⁻¹.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Antunes, L.E.C; Reisser, C. (2021). Morango: Produção aumenta ano a ano (Anuário HF 2021). Revista Campo & Negócios, p. 87-90.

Britto, I. O., Araújo, S. H., Toledo, P. F., Lima, G. D., Salustiano, I. V., Alves, J. R., ... & Leite, J. P. V. (2021). Potential of *Ficus carica* extracts against *Euschistus heros*: Toxicity of major active compounds and selectivity against beneficial insects. *Pest Management Science*, 77(10), 4638-4647.

Brennan, S. A., Liburd, O. E., Eger, J. E., & Rhodes, E. M. (2013). Species composition, monitoring, and feeding injury of stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae) in blackberry. *Journal of Economic Entomology*, 106(2), 912-923.

Cheng, X., He, H., Wang, W. X., Dong, F., Zhang, H., Ye, J., Tan, C., Wu, Y., Lv, X., Jiang, X., & Qin, X. (2020). Semi-synthesis and characterization of some new Matrine® derivatives as insecticidal agents. *Pest Management Science*, 76(8), 2711-2719.

Chevarria, V. V. (2011). Avaliação do impacto da variabilidade/mudanças climáticas sobre *Euschistus heros*, *Telenomus podisi* e ferrugem asiática na soja, na Região Sul do Brasil.

Cividanes, F. J., & Parra, J. R. P. (1994). Biologia em diferentes temperaturas e exigências térmicas de percevejos pragas da soja. II. *Euschistus heros*

- (Fabr.)(Heteroptera: Pentatomidae). *Pesquisa agropecuária brasileira*, 29(12), 1841-1846.
- Collantes, R. D., & Caballero, J. P. (2019). Insectos asociados al aguaymanto en Cerro Punta, Chiriquí-Panamá. *Aporte Santiaguino*, 12(2), 147-160.
- Corrêa-Ferreira, B. S., & Panizzi, A. R. (1999). Percevejos da soja e seu manejo. Londrina: Embrapa-CNPSo. 45p. (Embrapa-CNPSo. Circular Técnica, 24).
- Costa, M. L., Borges, M., & Vilela, E. F. (1998). Biologia reprodutiva de *Euschistus heros* (F.)(Heteroptera: Pentatomidae). *Anais da sociedade entomológica do Brasil*, 27, 559-568.
- de Souza, M. T., de Souza, M. T., Ivankio, L. B. D., Durau, B. C., Maleski, L. T., & Zawadneak, M. A. C. (2019). First record of *Heliothrips haemorrhoidalis* (Thysanoptera: Thripidae) causing damage on greenhouse strawberries. *Florida Entomologist*, 102(3), 651-653.
- Deprá, M., Poppe, J. L., Schmitz, H. J., De Toni, D. C., & Valente, V. L. (2014). The first records of the invasive pest *Drosophila suzukii* in the South American continent. *Journal of Pest Science*, 87, 379-383.
- Du, Y.-Z., Li, J, He, B.-J., & Liu. A.-X. (2004). Effects of matrine on the sodium channel in central neurons of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera*. *Acta Entomologica Sinica*, 47, 189-192.
- Duarte, A. D. F., Duarte, J. L. P., Grinberg, P. D. S., & Cunha, U. S. D. (2021). *Bradysia* aff. *impatiens* and *Bradysia* aff. *ocellaris* in the semi-hydroponic strawberry production system in Southern Brazil. *Ciência Rural*, 52, e20210268.
- Faostat. Fao: Faostat. Faostat, 2023. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data>. Acesso em: 27 mar. 2023.
- Gallo, D., Nakano, O. N., Silveira Neto, S., Carvalho, R. P. L. C., Batista, G. C. D. D., Berti Filho, E., ... & Bat, S. (2002). Entomologia agrícola. In *Entomologia agrícola* (pp. 920-920).
- Gazzoni, D. L., de Oliveira, E. B., Corso, I. C., Ferreira, B. S. C., Villas Bôas, G. L., Moscardi, F., & Panizzi, A. R. (1988). Manejo de pragas da soja. 44p. (Circular Técnica, 5). *Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado*. Londrina:Embrapa Soja, 2000.
- Huang, J. L., Lv, M., & Xu, H. (2017). Semisynthesis of some Matrine® ether derivatives as insecticidal agents. *RSC advances*, 7(26), 15997-16004.
- Isman, M. B. (2020). Botanical insecticides in the twenty-first century—fulfilling their promise?. *Annual Review of Entomology*, 65, 233-249.
- Lahiri, S., Smith, H. A., Gireesh, M., Kaur, G., & Montemayor, J. D. (2022). Arthropod Pest Management in Strawberry. *Insects*, 13(5), 475.

Liu, J., Liu, Y., Liu, B., Dai, C., Wang, P., & Lu, Y. (2023). Life-table parameters, functional response, flight ability, and cross-generational effects of matrine demonstrate its safety to *Hippodamia variegata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Journal of Economic Entomology*, toad068.

Magalhães, F. B.; Silva, V. P.; Pereira, M. J. B.; Souza, P. T.; Dall'oglio, E. L. Efeito do extrato hexânico de *Annona mucosa* Jacq. (Annonaceae) na mortalidade de ninfas do percevejo *Euschistus heros* F. (Heteroptera: Pentatomidae). In: Ciclo de estudos em biologia de Tangará da serra, 2., ciclo nacional de estudos de biologia, 1., 2011. Tangará da Serra. Anais.

Mikami, A. Y., Ventura, M. U., & Andrei, C. C. (2018). Brown stink bug mortality by seed extracts of *Tephrosia vogelii* containing deguelin and tephrosin. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 61.

Moraes, G. J. D., & Flechtmann, C. H. W. (2008). Manual de acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil.

Pasini, M.; Lúcio, A.D; Pentatomídeos associados à amora-preta. (2014). *Ciencia e Agrotecnologia*, 38, p.256-261

Panizzi, A. R. (2015). Growing problems with stink bugs (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae): species invasive to the US and potential Neotropical invaders. *American Entomologist*, 61(4), 223-233.

Panizzi, A. R., Ferreira, B., Gazzoni, D. L., De Oliveira, E. B., Newman, G. G., & Turnipseed, S. G. (1977). Insetos da soja no Brasil.

Panizzi, A. R., & Lucini, T. L. (2022). The overlooked role of weed plants affecting pest stink bug (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae) bioecology in the Neotropics. *Arthropod-Plant Interactions*, 16(1), 1-14.

Panizzi, A. R., McPherson, J. E., James, D. G., Javahery, M., & McPherson, R. M. (2000). Stink bugs (Pentatomidae). *Heteroptera of economic importance*, 828.

Panizzi, A. R., & Slansky Jr, F. (1985). Review of phytophagous pentatomids (Hemiptera: Pentatomidae) associated with soybean in the Americas. *Florida entomologist*, 184-214.

Piton, L. P., Turchen, L. M., Butnariu, A. R., & Pereira, M. J. B. (2014). Natural insecticide based-leaves extract of *Piper aduncum* (Piperaceae) in the control of stink bug brown soybean. *Ciência Rural*, 44, 1915-1920.

Rizvi, S. A. H., Ling, S., Tian, F., Liu, J., & Zeng, X. (2019). Interference mechanism of *Sophora alopecuroides* L. alkaloids extract on host finding and selection of the Asian citrus psyllid *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae). *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 1548-1557.

Saluso, A., Xavier, L., Silva, F. A. C., & Panizzi, A. R. (2011). An invasive pentatomid

pest in Argentina: neotropical brown stink bug, *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae). *Neotropical Entomology*, 40, 704-705.

Smaniotto, L. F., & Panizzi, A. R. (2015). Interactions of selected species of stink bugs (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae) from leguminous crops with plants in the Neotropics. *Florida Entomologist*, 7-17.

Silva FAC, Calizotti GS, Panizzi AR (2011) Survivorship and egg production of phytophagous pentatomids in laboratory rearing. *Neotropical Entomology* 40:35-38.

Silva, V. P., Pereira, M. J. B., & Turchen, L. M. (2013). Efeito de extratos vegetais no controle de *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) em lavoura de soja na região sudoeste do Estado de Mato Grosso. *Revista de Agricultura*, 88(3), 185-190.

Soria, M.F., Degrande, P.E., Panizzi, A.R. & Toews, M.D. (2016) Economic injury level of the Neotropical brown stink bug *Euschistus heros* (F.) on cotton plants. *Neotropical Entomology*, 46, 324– 335.

Sosa-Gómez, D. R., Corrêa-Ferreira, B. S., Kraemer, B., Pasini, A., Husch, P. E., Delfino Vieira, C. E., ... & Negrao Lopes, I. O. (2020). Prevalence, damage, management and insecticide resistance of stink bug populations (Hemiptera: Pentatomidae) in commodity crops. *Agricultural and Forest Entomology*, 22(2), 99-118.

Sparks, T. C., Sparks, J. M., & Duke, S. O. (2023). Natural product-based crop protection compounds— origins and future prospects. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 71(5), 2259-2269.

Teodor, E. D., Moroeanu, V., & Radu, G. L. (2020). Lignans from medicinal plants and their anticancer effect. *Mini reviews in medicinal chemistry*, 20(12), 1083-1090.

Stürmer, G. R., Guedes, J., Cargnelutti Filho, A., Santos, G. D., Stefanelo, L. D. S., Boschetti, M., & Tomazi, B. (2011). Distribuição espacial e temporal de percevejos na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em Santa Maria. *XV Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão*.

Weber, N. C., Razinger, J., Jakopič, J., Schmitzer, V., Hudina, M., Slatnar, A., ... & Zamljen, T. (2021). Brown Marmorated Stink Bug (*Halyomorpha halys* Stål.) Attack Induces a Metabolic Response in Strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) Fruit. *Horticulturae*, 7(12), 561.

Wei, D. A. I., Yao, L. I., Jun, Z. H. U., GE, L. Q., YANG, G. Q., & Fang, L. I. U. (2019). Selectivity and sublethal effects of some frequently-used biopesticides on the predator *Cyrtorhinus lividipennis* Reuter (Hemiptera: Miridae). *Journal of Integrative Agriculture*, 18(1), 124-133.

Whipple, S.; Mariani, A.; Avella, L. w02022020929 A method of controlling pest. Related patent documents 2022.

Wu, Y., Ren, D., Gao, C., Li, J., Du, B., Wang, Z., & Qian, S. (2021). Recent advances for alkaloids as botanical pesticides for use in organic agriculture. *International Journal of Pest Management*, 1-11.

Xu, H., Xu, M., Sun, Z., & Li, S. (2019). Preparation of matrinic/oxymatrinic amide derivatives as insecticidal/acaricidal agents and study on the mechanisms of action against *Tetranychus cinnabarinus*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67(44), 12182-12190.

Zanardi, O. Z., do Prado Ribeiro, L., Ansante, T. F., Santos, M. S., Bordini, G. P., Yamamoto, P. T., & Vendramim, J. D. (2015). Bioactivity of a matrine-based biopesticide against four pest species of agricultural importance. *Crop Protection*, 67, 160-167.

Zawadneak, M.A.C.; Bernardi, D.; da Rosa, J.M.; Duarte, A.F. Principais pragas do morangueiro e estratégias de manejo. In: Cultivo do morangueiro em sistema semi-hidropônico. Menezes Júnior, F.O.G.; da Silva, P.F. (orgs.). Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri, Florianópolis, SC, 2023. 316p.

Zawadneak, M. A., Gonçalves, R. B., Pimentel, I. C., Schuber, J. M., Santos, B., Poltronieri, A. S., & Solis, M. (2016). Primer registro de *Duponchelia fovealis* (Lepidoptera: Crambidae) en América del Sur. *Idesia (Arica)*, 34(3), 91-95.

Zucchi, M. I., Cordeiro, E. M., Wu, X., Lamana, L. M., Brown, P. J., Manjunatha, S., ... & Clough, S. J. (2019). Population genomics of the neotropical brown stink bug, *Euschistus heros*: the most important emerging insect pest to soybean in Brazil. *Frontiers in Genetics*, 10, 1035.