



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA/FITOTECNIA

KAROLINA RAFRANA DA SILVA DE ARAÚJO

**IMPACTOS NA FISIOLOGIA DAS PLANTAS, BIOECOLOGIA E RESISTÊNCIA DE
PENTATOMÍDEOS À INSETICIDAS E SELETIVIDADE A *TELENOMUS PODISI*
(ASHMEAD, 1893) (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE)**

FORTALEZA

2025

KAROLINA RAFRANA DA SILVA DE ARAÚJO

IMPACTOS NA FISIOLOGIA DAS PLANTAS, BIOECOLOGIA E RESISTÊNCIA DE
PENTATOMÍDEOS À INSETICIDAS E SELETIVIDADE A *TELENOMUS PODISI*
(ASHMEAD, 1893) (HYMENOPTERA: SCALIONIDAE)

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia / Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de *Doctor Scientiae* em Agronomia-Fitotecnia. Área de concentração: Entomologia Agrícola.

Orientador: Prof. Patrik Luiz Pastori, *D. Sc.*

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- A689i Araújo, Karolina Rafrana da Silva de.
 Impactos na fisiologia das plantas, bioecologia e resistência de pentatomídeos à
 inseticidas e seletividade a *Telenomus podisi* (Ashmead, 1893) (Hymenoptera: Scelionidae) /
 Karolina Rafrana da Silva de Araújo. – 2025.
 101 f. : il. color.
- Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias,
 Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), Fortaleza, 2025.
 Orientação: Prof. Dr. Patrik Luiz Pastori.
1. MIP. 2. Soja. 3. Milho. 4. Controle biológico. 5. Controle químico. I. Título.

CDD 630

KAROLINA RAFRANA DA SILVA DE ARAÚJO

IMPACTOS NA FISIOLOGIA DAS PLANTAS, BIOECOLOGIA E RESISTÊNCIA DE
PENTATOMÍDEOS À INSETICIDAS E SELETIVIDADE A *TELENOMUS PODISI*
(ASHMEAD, 1893) (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE)

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia / Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de *Doctor Scientiae* em Agronomia-Fitotecnia. Área de concentração: Entomologia Agrícola.

Aprovada em: 30/09/2025.

BANCA EXAMINADORA

Patrik Luiz Pastori, *D. Sc.* (Orientador)
Professor - Universidade Federal da
Grande Dourados (UFGD)

Marianne Gonçalves Barbosa, *D. Sc.*
Research Development Specialist -
BASF

Suélen Cristina da Silva Moreira, *D. Sc.*
Difusão Agrícola Consultoria e
Pesquisa Agropecuária LTDA

Ellen Patrícia de Souza, *D. Sc.*
Universidade Federal da Grande
Dourados (UFGD)

Maurício Sekiguchi de Godoy, *D. Sc.*
Professor - Universidade Federal Rural
do Semi-Árido (UFERSA)

A Deus.

Aos meus pais, minha avó, irmãos e toda
família;

A meu orientador e amigos

Eu dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me permitir vivenciar essa grande experiência, me dando força, saúde e coragem para superar todas as dificuldades e conseguir chegar até aqui.

À Universidade Federal do Ceará (UFC) e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia) pela oportunidade de cursar o Doutorado e Mestrado nessa grande universidade.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa concedida durante toda a minha pós-graduação.

Ao meu orientador prof. Patrik Luiz Pastori, por toda orientação, e por ser além de professor, ser amigo e por não medir esforços em ajudar, ao compartilhar seus ensinamentos, dar apoio, incentivo, se preocupar, conversar, serei sempre grata.

As pesquisadoras, Dra. Marianne Gonçalves Barbosa, Dra. Suélen Cristina da Silva Moreira e Dra. Ellen Patrícia de Souza e ao professor e pesquisador Maurício Sekiguchi de Godoy, pela participação na banca examinadora, pelo tempo dedicado para a leitura e correções.

Aos professores da Universidade Federal do Ceará, em especial aos do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), pelo conhecimento compartilhado durante o doutorado.

A Universidade Federal da Grande Dourados, por me permitir realizar em suas instalações, meus experimentos de tese.

A toda minha família que, com muito carinho e apoio, sempre estiveram na torcida para que eu chegasse ao final de mais uma grande etapa. Cada um faz parte dessa conquista, em especial a minha Mãe (Rosânia), a minha avó (Maria de Lourdes), a minha irmã (Priscilla Karem), ao meu irmão Victor Michel e as minhas sobrinhas Rebecca Karem, Deborah Karem e Ana Tereza, eu amo muito vocês!

Agradeço a Mateus Pinheiro, por além de namorado, ser meu amigo e companheiro ao longo dessa jornada. Me incentivando, apoiando e contribuindo não apenas na minha vida acadêmica-profissional, mas também pessoal. A meus sogros, Geandro Pinheiro e Maria Zulení, assim como aos meus cunhados, Érica Patrícia e Carlos Eduardo, por todo apoio e incentivo.

Aos professores da graduação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) por todo o conhecimento compartilhado e contribuição para minha formação enquanto profissional.

Aos membros do antigo Laboratório de Entomologia Aplicada (LEA) UFC, Raimundo Henrique, Adson Ávila, Thais Mota, Débora Rocha, Valentine Almeida e Karine Mesquita, pelo apoio e auxílio durante toda minha pós-graduação.

Aos membros do Laboratório de Entomologia Aplicada (LEA) UFGD, Thais Paz, Estefany Figueira, Emilly Azambuja, Nayara Moreno, João Pedro, Bianca, Nicole, Tiago Taira, Eduardo, Maria Eduarda, Graciéli e Mylena, pelas conversas e apoio na condução dos experimentos.

As minhas amigas Thais Paz e Elaine Facco, pelo apoio, amizade e conversas compartilhadas, tornando os dias de angústias mais leves.

A Dr^a Elaine Facco Celin, Dr^a Poliana Martins e ao Dr. Raimundo Henrique pelas contribuições na banca do projeto de qualificação de doutorado.

As companheiras de moradia Janiquelle Rabelo, Jeriane Rabelo, pela amizade, por me ouvirem e compartilharem seus conhecimentos. A minhas amigas de vida Janielly da Silva, Rayane Sley e Sara Sebastiana, por toda palavra amiga e apoio.

A Thaise Dantas, por não medir esforços para auxiliar nas análises de campo com o IRGA. E ao Dr. Cleberton Correia por seu auxílio com informações sobre as possibilidades de análises fisiológicas das plantas.

A COAMO, na pessoa de Marcos Garbiate, por toda disponibilidade de acesso a fazenda experimental do MS e doação dos produtos para realização dos experimentos.

A todos que de alguma forma contribuíram para este trabalho, meu muito obrigada!

“Não é sobre chegar no topo do mundo e
saber que venceu
É sobre escalar e sentir que o caminho te
fortaleceu (...)”

(Ana Vilela – Trem bala).

RESUMO

Euschistus heros (Fabricius, 1794) é um inseto-praga de importância econômica na cultura da soja *Glycine max* L. e *Diceraeus melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) para a milho *Zea mays* L., com pouca incidência para na cultura da soja e, portanto, torna-se necessário avaliar a adaptação na biologia e no comportamento dessas espécies nessas culturas, para estimar os danos e viabilizar alternativas de controle evitando interferências negativas nos inimigos naturais. Diante disso, os objetivos foram: Estudar a biologia de *D. melacanthus* em soja, milho e dieta artificial, avaliar a eficiência de inseticidas em *E. heros*, determinar efeitos dos produtos sobre *Telenomus podisi* (Ashmead, 1893) (Hymenoptera: Scelionidae) e avaliar parâmetros fotossintéticos em soja (R4) sob o ataque de *D. melacanthus*. Os experimentos foram realizados sob condições controladas, no Laboratório de Entomologia Aplicada (LEA-UFGD) - Dourados-MS. Foram determinados os parâmetros biológicos de *D. melacanthus* em soja, milho (V3-V4) e em dieta artificial, avaliando a sobrevivência, a longevidade e a fecundidade. Também foi avaliada a eficiência de cinco moléculas inseticidas utilizadas em soja e milho, sendo elas: Tiametoxam + Lambda-Cialotrina; Bifentrina + Carbossulfano; Acefato + Bifentrina; Acetamiprido + Bifentrina; e Etiprole, em ensaio de curva de dose resposta e de sobrevivência em *E. heros*, bem como o efeito dessas moléculas sobre o parasitismo e emergência de *T. podisi* em ensaios de pré-parasitismo. Além disso, foi avaliado o efeito do ataque de *D. melacanthus* em diferentes cultivares de soja em estágio reprodutivo (R4), sobre a fotossíntese, taxa de transpiração, condutância estomática, índice *Soil Plant Analysis Development* (SPAD) e teor de clorofila. A análise de sobrevivência das fêmeas de barriga-verde mostrou diferenças significativas entre os tratamentos, em que a dieta artificial, e os tratamentos soja *Bt* e milho convencional resultaram na maior probabilidade de sobrevivência ao longo do tempo. Quanto as moléculas inseticidas, o Acefato + Bifentrina causou o maior efeito negativo sobre o *T. podisi*, enquanto o Etiprole foi o que causou menor efeito. Como resultado foi observado que o ataque de *D. melacanthus* em soja, reduziu significativamente a taxa fotossintética, índice SPAD, teores de clorofila e aumentou a taxa de transpiração e a condutância estomática.

Palavras-chave: MIP; Soja; Milho; Controle biológico; Controle químico.

ABSTRACT

Euschistus heros (Fabricius, 1794) is an economically important insect pest in soybean *Glycine max* L. and *Diceraeus melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) for corn *Zea mays* L., with little incidence in soybean crops. Therefore, it is necessary to evaluate the adaptation in the biology and behavior of these species in these crops to estimate the damage and enable control alternatives, avoiding negative interference with natural enemies. Given this, the objectives were: To study the biology of *D. melacanthus* in soybean, corn, and artificial diet; to evaluate the efficiency of insecticides on *E. heros*; to determine the effects of the products on *Telenomus podisi* (Ashmead, 1893) (Hymenoptera: Scelionidae); and to evaluate photosynthetic parameters in soybean (R4) under attack by *D. melacanthus*. The experiments were conducted under controlled conditions at the Applied Entomology Laboratory (LEA-UFGD) - Dourados-MS. Biological parameters of *D. melacanthus* were determined on soybean, corn (V3-V4), and artificial diet, evaluating survival, longevity, and fecundity. The efficiency of five insecticidal molecules used on soybean and corn was also evaluated: Thiamethoxam + Lambda-Cyhalothrin; Bifenthrin + Carbosulfan; Acephate + Bifenthrin; Acetamiprid + Bifenthrin; and Etiprole, in dose-response and survival curve assays on *E. heros*, as well as the effect of these molecules on parasitism and emergence of *T. podisi* in pre-parasitism assays. Furthermore, the effect of *D. melacanthus* attack on different soybean cultivars at the reproductive stage (R4) was evaluated, focusing on photosynthesis, transpiration rate, stomatal conductance, Soil Plant Analysis Development (SPAD) index, and chlorophyll content. Survival analysis of the female green-bellied beetles showed significant differences between treatments, with the artificial diet and the *Bt* soybean and conventional corn treatments resulting in the highest probability of survival over time. Regarding insecticidal molecules, Acephate + Bifenthrin caused the greatest negative effect on *T. podisi*, while Etiprole had the least effect. As a result, it was observed that *D. melacanthus* attack on soybeans significantly reduced the photosynthetic rate, SPAD index, and chlorophyll content, and increased the transpiration rate and stomatal conductance.

Keywords: IPM; Soybean; Corn; Biological control; Chemical control.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Campo experimental do Laboratório de Entomologia Aplicada (LEA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Área de instalação do experimento= 255 m². Localização: Latitude 22°11'50.12"S e longitude 54°55'58.53"O. 28
- Figura 2 - Gaiola experimental (1m²) utilizada para condução do experimento em campo. 29
- Figura 3 - Valores médios de fotossíntese ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) de plantas de soja *Glycine max* L., submetidas ao ataque de *Diceraeus melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae). COM= plantas submetidas ao ataque do percevejo, SEM= plantas sem ataque do percevejo. Box plots indicam a mediana (linha sólida), a dispersão (quartis inferior e superior), e os valores discrepantes (*outliers*, pontos). Letras minúsculas diferentes sobre box plot indicam diferenças significativas dentro da cultivar indicam diferenças entre cultivares pelo teste de t ($p \leq 0,05$). 30
- Figura 4 - Valores médios de transpiração ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) de plantas de soja *Glycine max* L., submetidas ao ataque de *Diceraeus melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae). COM= plantas submetidas ao ataque do percevejo, SEM= plantas sem ataque do percevejo. Box plots indicam a mediana (linha sólida), a dispersão (quartis inferior e superior), e os valores discrepantes (*outliers*, pontos). Letras minúsculas diferentes sobre box plot indicam diferenças significativas dentro da cultivar e letras maiúsculas indicam diferenças entre cultivares pelo teste de t ($p \leq 0,05$). 31
- Figura 5 - Valores médios de condutância estomática ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) de plantas de soja *Glycine max* L., submetidas ao ataque de *Diceraeus melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae). COM= plantas submetidas ao ataque do percevejo, SEM= plantas sem ataque do percevejo. Box plots indicam a mediana (linha sólida), a dispersão (quartis inferior e superior), e os valores discrepantes (*outliers*, pontos). Letras

minúsculas diferentes sobre box plot indicam diferenças significativas dentro da cultivar e letras maiúsculas indicam diferenças entre cultivares pelo teste de t ($p \leq 0,05$). 32

Figura 6 - Valores média de índice SPAD de plantas de soja *Glycine max* L., submetidas ao ataque de *Diceraeus melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae). COM= plantas submetidas ao ataque do percevejo, SEM= plantas sem ataque do percevejo. Box plots indicam a mediana (linha sólida), a dispersão (quartis inferior e superior), e os valores discrepantes (outliers, pontos). Letras minúsculas diferentes sobre box plot indicam diferenças significativas dentro da cultivar indicam diferenças entre cultivares pelo teste de t ($p \leq 0,05$). 33

Figura 7 - Valores médios de clorofila de plantas de soja *Glycine max* L., submetidas ao ataque de *Diceraeus melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae). COM= plantas submetidas ao ataque do percevejo, SEM= plantas sem ataque do percevejo. Box plots indicam a mediana (linha sólida), a dispersão (quartis inferior e superior), e os valores discrepantes (outliers, pontos). Letras minúsculas diferentes sobre box plot indicam diferenças significativas dentro da cultivar e letras maiúsculas indicam diferenças entre cultivares pelo teste de t ($p \leq 0,05$). 33

Figura 8 - Valores médios de clorofila ao longo do tempo (0, 2,4 e 6 dias) de plantas de soja *Glycine max* L., submetidas ao ataque de *Diceraeus melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae). A) C2531E (Enlist E3®) e B) NS6433I2X (Intacta 2 Xtend®). Letras minúsculas apresentaram diferenças ao longo das avaliações e letras maiúsculas diferença entre com e sem percevejo por data de avaliação, pelo teste de Kruskal-Wallis ($p \leq 0,05$). 34

Figura 9 - Duração dos estágios de desenvolvimento de fêmeas e machos (média $\pm$ EP) de *Diceraeus melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) em dieta artificial (vagens verdes de feijão-comum, grãos secos de soja, grãos de amendoim cru e sementes cruas de girassol). 47

- Figura 10 - Curvas de sobrevivência *Diceraeus melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae), A - fêmeas e B - machos, em diferentes cultivares de *Glycine max* L. e *Zea mays* L. e dieta artificial. As letras diferentes indicam diferenças significativa entre os tratamentos (teste log-rank, $\alpha = 0,05$). 49
- Figura 11 - Curvas de sobrevivência de *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae) após aplicação de inseticidas. Curvas com letras diferentes foram significativamente diferentes (teste log-rank, $\alpha = 0,05$). 64
- Figura 12 - Média $\pm$ erro padrão do parasitismo (%) (A), da emergência (%) (B) de *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae) pela imersão de ovos do hospedeiro *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae) tratados com inseticidas, se sendo: fitossanitários sendo: Controle: água destilada, T1= Etiprole; T2 = Tiametoxam + Lambda-Cialotrina; T3= Acefato + Bifentrina e T4= Acetamiprido+ Bifentrina. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de probabilidade. Classificação de toxicidade IOBC/WPRS (Hassan 1997). 76
- Figura 14 - Número de ninfas emergidas de *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae) de ovos tratados com diferentes inseticidas em Pré-parasitismo, sendo= T1= Etiprole; T2 = Tiametoxam + Lambda-Cialotrina; T3= Acefato + Bifentrina e T4= Acetamiprido+ Bifentrina. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de probabilidade. 78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos utilizados para exposição de ninfas de <i>Diceraeus melacanthus</i> (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae).....	43
Tabela 2 - Duração dos estágios imaturos (média $\pm$ EP) de <i>Diceraeus melacanthus</i> (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) em dieta artificial (vagens verdes de feijão-comum, grãos secos de soja, grãos de amendoim cru e sementes cruas de girassol)	46
Tabela 3 - Parâmetros de reprodução e longevidade <i>Diceraeus melacanthus</i> (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae), alimentado com dieta artificial	48
Tabela 4 - Inseticidas recomendados para as culturas da soja e do milho utilizados na avaliação da seletividade a <i>Telenomus podisi</i> Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae)	73
Tabela 5 - Razão sexual dos descendentes de <i>Telenomus podisi</i> Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae) submetidos a ovos de <i>Euschistus heros</i> (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae) tratados com diferentes inseticidas em Pré-parasitismo	77
Tabela 6 - Inseticidas recomendados para uso nas culturas da soja e do milho para determinação da curva de dose resposta em <i>Euschistus heros</i> (Fabricius, 1794) (Hemiptera: Pentatomidae).....	60
Tabela 7 - Concentração Letal (CL ₃₀ ; CL ₅₀ e CL ₈₀) estimada de Acefato + bifentrina; Bifentrina + Carbossulfano; Tiametoxam + Lambda-Cialotrina; e Acetamiprido + Bifentrina sobre <i>Euschistus heros</i> (Fabricius, 1794) (Hemiptera: Pentatomidae) após exposição por via imersão de vagens	63

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	TEOR DE CLOROFILA E TAXA FOTOSSINTÉTICA DE SOJA EM ESTÁGIO REPRODUTIVO EM RESPOSTA AO ATAQUE DE <i>Diceraeus melacanthus</i> (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)	25
2.1	Introdução	27
2.2	Material e métodos.....	27
2.2.1	<i>Criação dos percevejos</i>	28
2.2.2	<i>Cultivo da soja em área experimental e avaliação fisiológica</i>	28
2.2.3	<i>Delineamento experimental e análises estatísticas</i>	29
2.3	Resultados.....	30
2.4	Discussão	34
2.5	Conclusões.....	36
	REFERÊNCIAS	37
3	BIOLOGIA E CURVA DE SOBREVIVÊNCIA DE <i>Diceraeus melacanthus</i> (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) EM DIETA ARTIFICIAL, MILHO E SOJA.....	40
3.1	Introdução	42
3.2	Material e métodos.....	43
3.2.1	<i>Bioensaio 1 - Avaliação dos parâmetros biológicos e reprodutivos de D. melacanthus dieta artificial e plantas de milho e soja</i>	43
3.2.2	<i>Bioensaio 2 - Determinação da curva de sobrevivência de D. melacanthus em plantas de soja, milho e dieta artificial</i>	44
3.2.3	Análise estatísticas	44
3.3	Resultados.....	45
3.3.1	<i>Bioensaio 1 - Avaliação dos parâmetros biológicos e reprodutivos de D. melacanthus dieta artificial e plantas de milho e soja</i>	45
3.3.1	<i>Bioensaio 2 - Determinação da curva de sobrevivência de D. melacanthus em plantas de soja, milho e dieta artificial</i>	48
3.4	Discussão	50

3.5	Conclusões.....	52
	REFERÊNCIAS.....	53
4	CURVA DE DOSE RESPOSTA DE INSETICIDAS SOBRE <i>Euschistus heros</i> (FABRICIUS, 1798) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)	56
4.1	Introdução	58
4.2	Material e métodos.....	59
4.2.1	Coleta e criação do <i>E. heros</i>	59
4.2.2	Preparo das soluções dos defensivos agrícolas.....	60
4.2.3	Determinação das concentrações letais	60
4.2.4	Análises estatísticas	61
4.3	Resultados.....	61
4.4	Discussão	65
4.5	Conclusões.....	67
	REFERÊNCIAS.....	68
5	SELETIVIDADE DE INSETICIDAS UTILIZADOS NA SOJA A <i>Telenomus podisi</i> Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae)	70
5.1	Introdução	72
5.2	Material e métodos.....	73
5.3	Resultados.....	75
5.4	Discussão	78
5.5	Conclusões.....	81
	CONCLUSÕES	87
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	89
	REFERÊNCIAS.....	90

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o milho (*Zea mays* L.) e a soja (*Glycine max* L.) ocupam extensas áreas de cultivo, sendo os produtos e subprodutos oriundos dessas *comodities*, responsáveis por uma crescente demanda do mercado consumidor, contribuindo significativamente para a economia do país (CONAB, 2020; IBGE, 2023). No entanto, a produtividade dessas culturas pode ser afetada pelo ataque de diversas pragas, com destaque para o percevejo-marrom *Euschistus heros* (Fabricius, 1794) e o percevejo-barriga-verde *Diceraeus melacanthus* (Dallas, 1851), (Hemiptera: Pentatomidae). Esses artrópodes-praga podem causar danos diretos e indiretos as culturas, sendo esses responsáveis pela diminuição da qualidade e produtividade (HOFFMANN CAMPO *et al.*, 2000; BELORTE *et al.*, 2003; EDUARDO *et al.*, 2018).

O percevejo-marrom é uma das principais pragas da soja, e a atividade de alimentação pode levar a perdas significativas na qualidade e na quantidade de grãos produzidos (CORRÊA-FERREIRA, 2005; PANIZZI *et al.*, 2012). Já o *D. melacanthus* é uma das pragas iniciais do milho, com pouco histórico de danos significativos em soja (PANIZZI, 2000; ROZA-GOMES *et al.*, 2011; GOMES *et al.*, 2020). No entanto, nas últimas safras de produção de grãos, tem sido observado um aumento na densidade de percevejos barriga-verde em soja e o percevejo-marrom em milho, tem sido cada mais frequente, preocupando o setor agrícola envolvido. Uma vez que, fontes alimentares interferem diretamente no desenvolvimento e na reprodução das pragas, assim como os danos causados podem ser diferentes quando relacionados à fenologia das diferentes culturas relacionadas. De maneira que, essa mudança comportamental, de expandir seus hospedeiros, possibilite maior adaptação da praga à cultura e consequentemente a ocorrência de injúrias e danos econômicos cada vez maiores (VASCONCELOS *et al.*, 2014; PANIZZI, 2015; CORRÊA-FERREIRA; SOSA-GÓMEZ, 2017).

O hábito alimentar sugador destes insetos-praga provoca danos associados a injeção de enzimas digestivas que prejudicam a formação dos grãos, reduzindo a germinação e o vigor das sementes (OLIVEIRA, 2010). Além de ocasionar distúrbios fisiológicos e facilitar a penetração de microrganismos patogênicos (NUNES; CORRÊA FERREIRA, 2002; ANTÚNEZ, 2016).

Por meio de estudos ecofisiológicos, é possível compreender as diferentes respostas das plantas às variações ambientais, bem como a capacidade de

adaptação a diferentes condições de estresse, incluindo a presença de insetos (BOWN *et al.*, 2002). Nesse sentido, medições do conteúdo de clorofila foliar e dos parâmetros fotossintéticos são ferramentas essenciais, e são utilizadas para investigar a resposta das plantas a lesões causadas pelo hábito alimentar desses insetos-praga (BOUNFOUR *et al.*, 2002; IATROU *et al.*, 1995). Adicionalmente, estudos mostraram que alterações fisiológicas relacionadas à fotossíntese afetam a estrutura e o aparato fotossintético das folhas que sofrem algum tipo de ataque que, por sua vez, se relacionam com alterações nos teores de clorofila (YAO *et al.*, 2018; DONG *et al.*, 2020; WENG *et al.*, 2021).

De forma geral, o controle desses Pentatomidae é frequentemente realizado com inseticidas químicos. Entretanto, tem sido crescente o número de casos de populações resistentes a esses produtos, devido principalmente ao uso incorreto nas aplicações e/ou na implementação de estratégias de manejo da resistência de insetos a inseticidas (SOSA-GÓMEZ; OMOTO 2012; RIBEIRO *et al.* 2016). Nos últimos dez anos, os percevejos têm apresentado suscetibilidade reduzida à vários ingredientes ativos (i.a.) de agrotóxicos, com destaque para: Lambda-cialotrina, Bifentrina, Imidacloprido e a associação desses (SOMAVILLA *et al.*, 2020; TIBOLA *et al.*, 2021; STEINHAUS *et al.*, 2022; IRAC, 2024). Destaca-se ainda a disponibilidade limitada de inseticidas registrados para o controle desses artrópodes-pragas para essas *commodities*, o que torna o desenvolvimento da resistência de populações dessas pragas ainda mais provável e preocupante para o setor agrícola.

Considerando o supracitado, a adoção de medidas de controles baseadas no Manejo Integrado de Pragas (MIP) tornam-se indispensáveis para o sistema de cultivo soja-milho, o que tem sido evidenciado com a crescente demanda por alternativas de controle mais sustentáveis. À vista disso, o controle biológico, por meio do uso de inimigos naturais (IN's) vem se consolidando como um mecanismo de controle. No grupo dos IN's, os parasitoides de ovos são considerados importantes reguladores naturais de populações de percevejos (PACHECO; CORRÊA-FERREIRA, 2000; BUENO *et al.*, 2023), impedindo a emergência das ninfas e, conseqüentemente que causem danos (GODOY *et al.*, 2005).

Dentre os parasitoides, *Telenomus podisi* (Ashmead, 1893) (Hymenoptera: Scelionidae) tem sido utilizado em larga escala devido à alta taxa de parasitismo (PACHECO; CORRÊA-FERREIRA, 2000; KOPPEL *et al.*, 2009; FAVETTI *et al.*, 2014; TAGUTI *et al.*, 2019; BUENO *et al.*, 2022) e flexibilidade em se adaptar a novas

espécies hospedeiras dependendo das condições ambientais (QUEIROZ *et al.*, 2017). No Brasil, *T. podisi* encontra-se distribuído desde a região Centro-Oeste até a região Sul (MOREIRA; BECKER, 1986; FAVETTI *et al.*, 2018), tendo como hospedeiro diversas espécies de Pentatomidae (PACHECO; CORRÊA-FERREIRA, 1998; EHLER, 2002; PAZ-NETO; QUERINO; MARGARÍA, 2015).

Quando utilizado visando o controle de *E. heros* e de *D. melacanthus* tem-se observado parasitismo acima de 80% em campo (PACHECO; CORRÊA-FERREIRA, 2000). Porém, baseada na ideia de que não existe nenhuma ferramenta de controle de pragas que individualmente consiga ser suficiente à longo prazo, o MIP prevê a utilização dos métodos de controle de forma integrada e harmônica (GALLO *et al.*, 2002; PARRA *et al.*, 2021). Além disso, no campo, é observada a ocorrência simultânea de diversas espécies de artrópodes-praga, podendo exigir o uso de duas ou mais ferramentas de controle ao mesmo tempo, desde que sejam compatíveis entre si (PARRA *et al.*, 2021).

Nesse contexto, a associação do controle químico e biológico é uma possibilidade, entretanto, isso só é possível com a utilização de produtos seletivos (BUENO *et al.*, 2017; TORRES; BUENO, 2018). A seletividade de produtos aos inimigos naturais, é uma condição sempre comparativa, sendo que um produto pode ser mais ou menos seletivo à determinada espécie de inimigo natural em relação a outro produto (BUENO *et al.*, 2012b; PARRA *et al.*, 2021).

A seletividade pode ser de dois tipos: fisiológica ou ecológica. A característica permite classificar os inseticidas com base na letalidade de curto prazo e o efeito subletal. Esses efeitos subletais podem ser verificados através de característica ligadas ao comportamento e fisiologia, tais como: diminuição da longevidade, da capacidade de parasitismo/predação e redução de características reprodutivas (razão sexual, fecundidade etc.) (DESNEUX *et al.*, 2007; BUENO *et al.*, 2012b). Outro aspecto importante da associação químico e biológico, diz respeito ao possível impacto de populações resistentes à inseticidas sobre os inimigos naturais (BARBOSA *et al.*, 2021). A eficácia dos parasitoides pode ser comprometida devido a alterações na dinâmica dos inimigos naturais, especialmente porque os parasitoides podem ser afetados pela qualidade do hospedeiro, o que pode interferir na sobrevivência, longevidade, fecundidade e capacidade de parasitismo (SCHULER *et al.*, 1999; BARBOSA *et al.*, 2021; GODOY *et al.*, 2025).

Diante disso, o entendimento e a adoção de medidas de controle de

forma eficiente exigem pesquisas para minimizar e/ou evitar danos dos percevejos pentatomídeos na cultura da soja e do milho, considerando o comportamento de cada espécie-praga sobre a cultura. Ademais, o entendimento de como cada cultura pode afetar às atividades/dinâmica da praga, à análise e monitoramento da resistência dessas populações aos agrotóxicos, e o possível efeito do desenvolvimento de populações resistentes sobre o controle biológico, pode auxiliar na melhor tomada de decisão. De posse dessas informações, o mercado agrícola terá ferramentas e, conseqüentemente, otimização para o planejamento, implantação e adoção do Manejo Integrado de Pragas (MIP), no sistema Soja-Milho.

REFERÊNCIAS

- ANTÚÑEZ, C. C. C.; STORCK, L.; GUEDES, J. V. C.; CARGNELUTTI FILHO, 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, M. G.; SOUZA, S. A.; ANDRÉ, T. P. P.; PONTES, A. D. S.; TEIXEIRA, C. S.; PEREIRA, F. F.; PASTORI, P. L. Do fall armyworm's Metaflumizone resistente populations affect the activity of *Trichogramma pretiosum* ? **Brazilian Journal of Biology**, v. 83, p. e245273, 2021.
- BELORTE, L. C.; RAMIRO, Z. A.; FARIA, A. M.; MARINO, C. A. B. Danos causados por percevejos (Hemiptera: Pentatomidae) em cinco cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merril, 1917) no município de Araçatuba, SP. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.70, p. 169-175, 2003.
- BOUNFOUR, M.; TANIGOSHI, L. K.; CHEN, C.; CAMERON, S. J.; KLAUER, S. Chlorophyll content and chlorophyll fluorescence in red raspberry leaves infested with *Tetranychus urticae* and *Eotetranychus carpini borealis* (Acari: Tetranychidae). *Environmental Entomology*, v. 31, p. 215-220, 2002.
- BOWN, A. W.; HALL, D. E.; MACGREGOR, K. B. Insect footsteps on leaves stimulate the accumulation of 4-aminobutyrate and can be visualized through increased chlorophyll fluorescence and superoxide production. *Plant Physiology*, v. 129, p. 1430-1434, 2002.
- BUENO, A. D. F.; COLMENAREZ, Y. C.; CARNEVALLI, R. A.; SUTIL, W. P. Benefits and perspectives of adopting soybean-IPM: The success of a Brazilian programme. **Plant Health Cases**, n. 2023, p. phcs20230006, 2023.
- BUENO, A. F.; BUENO, R. C. O. F. Integrated pest management as a tool to mitigate the pesticide negative impact into the agroecosystem: the soybean example. In: Jokanovic, M.(org.). **The Impact of Pesticides.Academic Publish, Cheyenner**, pp.165-190, 2012.
- BUENO, A. F.; CARVALHO, G. A. ; SANTOS, A. C. ; SOSA-GOMEZ, D. R. ; SILVA, D. M. Pesticide selectivity to natural enemies: challenges and constraints for research and field recommendation. **Ciência Rural**, v. 47, n. 6, p. e20160829, 2017.
- BUENO, A.F.; COLMENAREZ, Y. C.; CARVALHO, G. A.; SILVA, D. M. Tecnologia consolidada. **Cultivar Grandes Culturas**, v. 274, p. 30-33, 2022.
- CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, Safra 2019/20 - Oitavo levantamento. [http:// www. conab. gov. br](http://www.conab.gov.br). Accessed: 02 jan. 2024.
- CORRÊA-FERREIRA, B. S. Suscetibilidade da soja a percevejos na fase anterior ao desenvolvimento das vagens. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 40, p. 1067-1072, 2005.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; SOSA-GÓMEZ, D. R. Percevejos e o sistema de produção soja-milho. **Embrapa Soja. Documentos**, Londrina, v. 39, p. 98, 2017.

DESNEUX, N.; DECOURTYE, A.; DELPUECH, J. M. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. **Annual Review of Entomology**. v. 52, p. 81-106, 2007. DOI: 10.1146/annurev.ento.52.110405.091440.

DONG, Z.; MEN, Y.; LIU, Z.; LI, J.; JI, J. Application of chlorophyll fluorescence imaging technique in analysis and detection of chilling injury of tomato seedlings. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 168, p. 105109, 2020.

EDUARDO, W. I.; TOSCANO, L. C.; TOMQUELSKI, G. V.; MARUYAMA, W. I.; MORANDO, R. Action thresholds for the soybean stink bug complex: Phytotechnical and physiological parameters and egg parasitism. **Revista Colombiana de Entomología**, v. 44, p. 165-171, 2018.

EHLER, L. E. An evaluation of some natural enemies of *Nezara viridula* in northern California. **BioControl**, v. 47, p. 309-325, 2002.

FAVETTI, B. M.; BUENO, A. D. F.; SILVA, G. V.; DINIZ, N. F. Utilização de *Telenomus podisi* no manejo de *Euschistus heros* em soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 27.; CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE ENTOMOLOGIA, 10., 2018, Gramado, RS. **Anais [...]**. Santo Antonio de Goiás: SEB: UFSM, v. 2.; Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1099967>. Acesso em: 10 jun. 2025.p. 441.

FAVETTI, B. M.; BUTNARIU, A. R.; DOETZER, A. K. Storage of *Euschistus heros* eggs (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) in liquid nitrogen for parasitization by *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Platygasteridae). **Neotropical Entomology**, v. 43, p. 291-293, 2014.

GALLO, D.; NAKANO, O.; WIENDL, F. M.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: Fealq, v. 10, p. 920, 2002.

GODOY, K. B.; GALLI, J. C.; ÁVILA, C. J. Parasitismo em ovos de percevejos da soja *Euschistus heros* (Fabricius) e *Piezodorus guildinii* (Westwood) (Hemiptera: Pentatomidae) em São Gabriel do Oeste, MS. **Ciência Rural**, v. 35, p. 455-458, 2005.

GODOY, M. S.; LIRA, A. G.; DE LIMA, A. G.; MOLINA-RUGAMA, A. J.; PASTORI, P. L.; LOUREIRO, E. S.; JUNIOR, E. A. F.; MESQUITA, S. C. Residual toxicity of insecticides applied to first-stage lacewing larvae. **Revista Caatinga**, v. 38, p. e12569, 2025. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252025v3812569rc>

GOMES, E. C.; HAYASHIDA, R.; BUENO, A. F. *Dichelops melacanthus* and *Euschistus heros* injury on maize: Basis for re-evaluating stink bug thresholds for IPM decisions. **Crop Protection**, v.130, p. 1-8, 2020.

HOFFMANN-CAMPO, C. B.; MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; OLIVEIRA, L.J.; SOSA-GOMEZ, D.R.; PANIZZI, A.R.; CORSO, I.C.; GAZZONI, D.L.; OLIVEIRA,

E.B. Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado. **Circular Técnica**, Embrapa Soja, Londrina, n 30, p.70, 2000.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatísticas econômicas**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 10 out. 2023.

IRAC. INSECTICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE, I. R. A. C. **Susceptibility Test Methods Series, Method No. 007**: Leaf-eating lepidoptera (including *Heliothis*, *Helicoverpa*) and Coleoptera on cotton, vegetable and field crops. 2024. DOI: https://irac-online.org/content/uploads/Method_007_v3.1_24july14.pdf. Disponível em: https://irac-online.org/content/uploads/Method_007_v3.1_24july14.pdf. Acesso em: 20 ago. 2024.

KOPPEL, A. L.; HERBERT JR, D. A.; KUHAR, T. P.; KAMMINGA, K. Survey of stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) egg parasitoids in wheat, soybean, and vegetable crops in southeast Virginia. **Environmental Entomology**, v. 38, p. 375-379, 2009.

MOREIRA, G. R. P.; BECKER, M. Mortalidade de *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758)(Heteroptera: Pentatomidae) no estágio de ovo na cultura da soja: I-todas as causas de mortalidade. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 15, p. 271-290, 1986.

NUNES, M. C.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Danos causados à Soja por Adultos de *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae), Sadios e Parasitados por *Hexacladia smithii*. **Neotropical Entomology**, v. 31, p. 109-113, 2002.

OLIVEIRA, A. C. B. **Manejo da cultura do girassol**: uma abordagem técnica de uso prático, 2010. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/926342>. Acesso em: 01 jul. 2025.

PACHECO, D. J. P.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Parasitismo de *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae) em Populações de Percevejos Pragas da Soja. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, p. 295-302, 2000.

PACHECO, D. J. P.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Parasitismo de *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae) em populações de percevejos pragas da soja. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, p. 295-302, 2000. DOI: 10.1590/S0301- 80592000000200011.

PACHECO, D. J. P.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Potencial reprodutivo e longevidade do parasitóide *Telenomus podisi* Ashmead, em ovos de diferentes espécies de percevejos. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, p. 585-591, 1998. DOI: 10.1590/s0301-80 591998000400011

PANIZZI, A. R. Growing problems with stink bugs (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae): species invasive to the U.S. and potential Neotropical invaders. **American Entomologist**, v.61, p.223-233, 2015. DOI:

<https://doi.org/10.1093/ae/tmv068>.

PANIZZI, A. R. Suboptimal nutrition and feeding behavior of hemipterans on less preferred plant food sources. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, p. 1-12, 2000.

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

PARRA, J. R. P.; PINTO, A. D. S.; NAVA, D. E.; OLIVEIRA, R. C. D.; DINIZ, A. J. F. **Controle biológico com parasitoides e predadores na agricultura Brasileira**. Picacibaba: FEALQ, p. 592, 2021.

PAZ-NETO, A. A.; QUERINO, R. B.; MARGARÍA, C. B. Egg parasitoids of stink bugs (Hemiptera: Coreidae and Pentatomidae) on soybean and cowpea in Brazil. **Florida Entomologist**, v. 98, n. 3, p. 929-932, 2015.

QUEIROZ, A. P.; BUENO, A. D. F.; POMARI-FERNANDES, A.; GRANDE, M. L. M.; BORTOLOTO, O. C.; SILVA, D. M. Low temperature storage of *Telenomus remus* (Nixon) (Hymenoptera: Platygasteridae) and its factitious host *Corcyra cephalonica* (Stainton) (Lepidoptera: Pyralidae). **Neotropical Entomology**, v. 46, p. 182-192, 2017.

RIBEIRO, F.C.; ROCHA, F.S.; ERASMO, E.A.L.; MATOS, E.P.; COSTA, S.J. Management with insecticides targeting the brown stink bug control in intact soybean crop. **Revista Agricultura Neotropical**, v. 3, p. 48-53, 2016.

ROZA-GOMES, M. F.; SALVADORI, J. R.; PEREIRA, P. R. V. S.; PANIZZI, A. R. Injuries of four species of stink bugs to corn seedlings. **Ciência Rural**, v. 41, p. 1115-1119, 2011.

SCHULER, T.H.; POPPY, G. M.; KERRY, B. R.; DENHOLM, I. Potential side effects of insect-resistant transgenic plants on arthropod natural enemies. **Trends in Biotechnology**, v. 17, p. 210-216, 1999.

SOMAVILLA, J. C.; GUBIANI, P. S.; REIS, A. C.; FÜHR, F. M.; MACHADO, E. P.; BERNARDI, O. Susceptibility of *Euschistus heros* and *Dichelops furcatus* (Hemiptera: Pentatomidae) to insecticides determined from topical bioassays and diagnostic doses for resistance monitoring of *E. heros* in Brazil. **Crop Protection**, v. 138, p. 105319, 2020.

SOSA-GÓMEZ D.R.; OMOTO, C. Resistência a inseticidas e outros agentes de controle em artrópodes associados à cultura da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B., CORRÊA- FERREIRA, B.S., MOSCARDI, F. **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília, DF: Embrapa, 2012.

STEINHAUS, E. A.; WARPECHOWSKI, L. F.; BRAGA, L. E.; MORIN, M.; TENÓRIO, C.; BOFF, J. S.; BERNARDI, O.; FARIAS, J. R. Intra-and interspecific variation in the susceptibility to insecticides of stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) that attack soybean and maize in southern Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v. 115, p. 631-636, 2022.

TAGUTI, É. A.; GONÇALVES, J.; FREITAS BUENO, A.; MARCHIORO, S. T. *Telenomus podisi* parasitism on *Dichelops melacanthus* and *Podisus nigrispinus* eggs at different temperatures. **Florida Entomologist**, v. 102, p. 607-613, 2019.

TIBOLA, C. M. **Resistência de *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) a inseticidas na cultura da soja no Brasil**. 2021. 77f. Tese (Doutorado em ciência) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" -ESALQ, São Paulo, 2021.

TORRES, J. B.; BUENO, A. F. Conservation biological control using selective insecticides – A valuable tool for IPM. **Biological Control**, v. 126, p. 53-64, 2018. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2018.07.012.

VASCONCELLOS, F. S.; OLIVEIRA, N. C.; MOTERLE, L. M. Danos foliares do percevejo *Euschistus heros* em plântulas de milho. **Revista Campo Digital**, v. 9, n. 2, 2014.

WENG, H.; LIU, Y.; CAPTOLINE, I.; LI, X.; YE, D.; WU, R. Citrus Huanglongbing detection based on polyphasic chlorophyll a fluorescence coupled with machine learning and model transfer in two citrus cultivars. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 187, p. 106289, 2021.

YAO, J.; SUN, D.; CEN, H.; XU, H.; WENG, H.; YUAN, F.; HE, Y. Phenotyping of Arabidopsis drought stress response using kinetic chlorophyll fluorescence and multicolor fluorescence imaging. **Frontiers in Plant Science**, v. 9, p. 603, 2018.

2 TEOR DE CLOROFILA E TAXA FOTOSSINTÉTICA DE SOJA EM ESTÁGIO REPRODUTIVO EM RESPOSTA AO ATAQUE DE *Diceraeus melacanthus* (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

RESUMO

Diceraeus melacanthus (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) é considerado um inseto-praga de importância para a cultura do milho e sua ocorrência em lavouras de soja tem sido cada vez mais frequente. Dessa forma, objetivou-se avaliar parâmetros fisiológicos causados pelo ataque de *D. melacanthus* em cultivares de soja C2531E (Enlist E3®) e NS6433I2X (Intacta 2 Xtend®) em estágio reprodutivo (R4). O experimento foi conduzido em campo, na área experimental do Laboratório de Entomologia Aplicada (LEA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), avaliando a fotossíntese, a taxa de transpiração, a condutância estomática, o índice SPAD e o teor de clorofila usando os equipamentos SPAD e IRGA. Como resultado foi observado que o ataque de percevejos reduziu significativamente a taxa fotossintética. Além disso, a taxa de transpiração e a condutância também foram alteradas quando as plantas estavam submetidas ao ataque dos percevejos, apresentando maior perda de água. Os índices SPAD e os teores de clorofila foram reduzidos pelo ataque em ambas as cultivares, indicando menor conteúdo de pigmentos fotossintéticos nas plantas infestadas e consequentemente menor fotossíntese. De forma geral, pode-se concluir que a ocorrência de *D. melacanthus* em lavouras de soja, provoca alterações significativas nos parâmetros fotossintéticos das plantas o que provavelmente reduzirá a qualidade e produtividade dessa cultura.

Palavras-chave: Percevejo-barriga-verde; inseto-praga; *Glycine max*.

ABSTRACT

Diceraeus melacanthus (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) is considered an important insect pest for maize crops, and its occurrence in soybean fields has become increasingly frequent. Therefore, this study aimed to evaluate physiological parameters caused by *D. melacanthus* attacks on soybean cultivars C2531E (Enlist E3®) and NS6433I2X (Intacta 2 Xtend®) at the reproductive stage (R4). The experiment was conducted in the field, in the experimental area of the Applied Entomology Laboratory (LEA) at the Federal University of Grande Dourados (UFGD), evaluating photosynthesis, transpiration rate, stomatal conductance, SPAD index, and chlorophyll content using SPAD and IRGA equipment. The results showed that the stink bug attack significantly reduced the photosynthetic rate. Furthermore, transpiration rate and conductance were also altered when plants were subjected to stink bug attack, showing greater water loss. SPAD indices and chlorophyll content were reduced by the attack in both cultivars, indicating lower content of photosynthetic pigments in infested plants and consequently less photosynthesis. In general, it can be concluded that the occurrence of *D. melacanthus* in soybean crops causes significant alterations in the photosynthetic parameters of the plants, which will likely reduce the quality and productivity of this crop.

Keywords: green-belly; stink bug; insect pest; *Glycine max*.

2.1 Introdução

Diceraeus melacanthus (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) também conhecido como percevejo-barriga-verde, é considerado uma praga de importância para a cultura do milho e nos últimos anos também para a soja (QUEIROZ *et al.*, 2022). O hábito alimentar sugador deste inseto-praga provoca danos considerados devido à injeção de salivas contendo enzimas digestivas que prejudicam a formação dos grãos, reduzindo a germinação e o vigor das sementes (OLIVEIRA, 2010). Além de provocar distúrbios fisiológicos e facilitar a penetração de microrganismos patogênicos (NUNES; CORRÊA FERREIRA, 2002; ANTÚNEZ, 2016).

Por meio de estudos ecofisiológicos, é possível compreender as diferentes respostas das plantas às variações ambientais, bem como a capacidade de adaptação a diferentes condições de estresse, incluindo a presença de insetos (BOWN *et al.*, 2002). Nesse sentido, medições do conteúdo de clorofila foliar e da fluorescência da clorofila são ferramentas essenciais, e são utilizadas para investigar a resposta das plantas a lesões causadas pelo hábito alimentar do percevejo-barriga-verde (BOUNFOUR *et al.*, 2002). Adicionalmente, estudos mostraram que alterações fisiológicas relacionadas à fotossíntese afetam a estrutura e o aparato fotossintético das folhas que sofrem algum tipo de ataque que, por sua vez, se relacionam com alterações nos teores de clorofila (YAO *et al.*, 2018; DONG *et al.*, 2020; WENG *et al.*, 2021).

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a resposta das plantas de soja frente à infestação do percevejo-barriga-verde, inseto que tem sido frequentemente relatado como praga na cultura, em relação ao teor de clorofila, índice SPAD e parâmetros fotossintéticos.

2.2 Material e métodos

O experimento foi realizado em campo utilizando cultivares de soja em estágio reprodutivo R4, no campo experimental Laboratório de Entomologia Aplicada da UFGD, Dourados, MS (Figura 1).



Figura 1 - Campo experimental do Laboratório de Entomologia Aplicada (LEA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Área de instalação do experimento= 255 m². Localização: Latitude 22°11'50.12"S e longitude 54°55'58.53"O.

2.2.1 Criação dos percevejos

A população de *D. melacanthus* utilizada no experimento foi obtida da criação estoque do laboratório de entomologia aplicada, mantida sem pressão de seleção. Sendo utilizados percevejos adultos da 4^a geração de laboratório.

Resumidamente, para manutenção da criação dos insetos, ovos da gaiola de criação foram diariamente coletados e transferidos para caixas plásticas (11 x 11 x 3,5 cm) contendo algodão umedecido com água destilada. Após a emergência, as ninfas de segundo instar foram transferidas para gaiolas de criação, onde permaneceram até a fase adulta. No interior da gaiola foram distribuídos pequenos pedaços (5 cm x 10 cm) de tecido de algodão cru, para permitir a oviposição das fêmeas. Como fonte de alimento foi fornecida dieta natural mista composta de vagens verdes de feijão-comum, grãos secos de soja, grãos de amendoim cru e sementes cruas de girassol (COSTA *et al.*, 1998; PANIZZI; MOURÃO 1999). Um pote plástico contendo um pedaço de algodão embebido em água destilada serviu de fonte de água. A limpeza das gaiolas, a troca dos alimentos, do papel filtro e do algodão e a coleta de ovos foi realizada três vezes por semana.

2.2.2 Cultivo da soja em área experimental e avaliação fisiológica

A semeadura da soja foi realizada no dia 15/10/2024 utilizando a cultivar C2531E (Enlist E3®) e NS6433I2X (Intacta 2 Xtend®), que são comumente utilizadas

na região de Dourados-MS. Quando as plantas atingiram o estágio R4 foram instaladas gaiolas teladas para protegê-las do ataque não controlado de outros percevejos. Cada gaiola cobriu uma área de 1x1m, contendo em seu interior 3 plantas de soja (Figura 2).



Figura 2 - Gaiola experimental (1m²) utilizada para condução do experimento em campo.

Em cada gaiola foram liberados 3 casais (6 insetos) de percevejo-barriga-verde (Proporção de um casal por planta). Na testemunha, as plantas foram recobertas, mas não houve liberação dos percevejos. As gaiolas foram vistoriadas a cada 24 horas para detecção e substituição de insetos mortos. Todo o experimento foi conduzido com base na metodologia proposta por Rodrigues *et al.* (2012), e adaptada as condições locais.

As leituras de SPAD (estimativa de clorofila) foram realizadas a cada dois dias, totalizando três leituras. Já a leitura utilizando o IRGA foi realizada 8 dias após o início da infestação. As leituras foram realizadas nas três plantas de cada gaiola, sendo medido o valor SPAD do trifólio em três posições (terço superior, médio e interior de cada planta). Usando os valores obtidos do índice SPAD, foi calculado o teor de clorofila, conforme equação (RODRIGUES *et al.*, 2012).

$$\text{Teor de Clorofila} = \text{SPAD} \times 0,0007 - 0,0071$$

2.2.3 *Delineamento experimental e análises estatísticas*

Os tratamentos consistiam em 2 (duas) cultivares de soja – C2531E (Enlist E3®) e NS6433I2X (Intacta 2 Xtend®) sendo cada uma delas avaliada quanto ao efeito do ataque (presença do percevejo no interior da gaiola) e não submetida ao ataque (ausência do percevejo no interior da gaiola). Foram instaladas cinco repetições (5

gaiolas) por tratamento sendo cada unidade experimental composta por uma gaiola telada, totalizando 20 gaiolas/unidades experimentais.

Os dados foram submetidos aos testes de normalidade de Shapiro-Wilk e de homogeneidade de variâncias paramétricas de Levene, sendo também verificada a presença de outliers. Uma vez que os dados satisfizeram os pressupostos de normalidade e homoscedasticidade, foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, havendo significância, as médias foram comparadas pelo teste de t ao nível de 5% de significância. Quando não houve significância os dados foram comparados pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de significância. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do software R Studio.

2.3 Resultados

Observou-se que a taxa fotossintética foi influenciada pelo ataque do percevejo-barriga-verde em ambas as cultivares avaliadas. Na cultivar C2531E (Enlist E3®), observou-se que as plantas que não foram atacadas apresentaram taxa fotossintética mais altas (média 22,02 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), quando comparada as submetidas ao ataque (média de 17,38 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) ($p \leq 0,05$). Esse mesmo comportamento foi observado para a cultivar NS6433I2X (Intacta 2 Xtend®), entretanto, com menor amplitude fotossintética, sendo as médias de 16,39 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ contra 20,15 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ quando sem ataque (Figura 3).

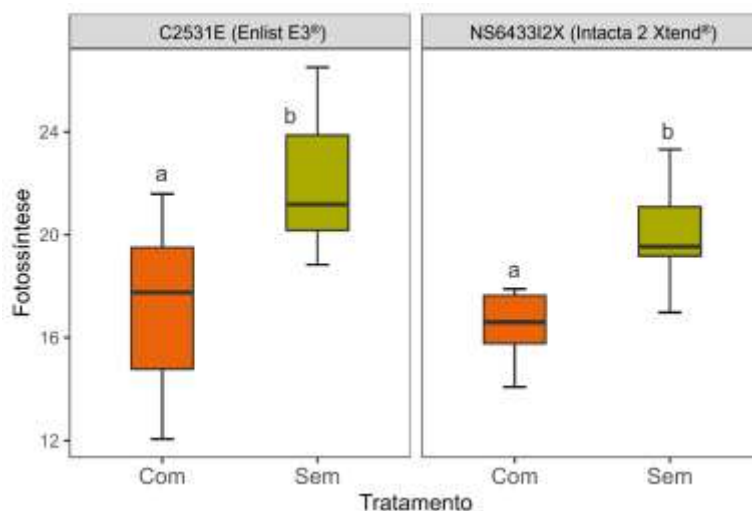


Figura 3 - Valores médios de fotossíntese ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) de plantas de soja *Glycine max* L., submetidas ao ataque de *Diceraeus melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae). COM= plantas submetidas ao ataque do percevejo,

SEM= plantas sem ataque do percevejo. Box plots indicam a mediana (linha sólida), a dispersão (quartis inferior e superior), e os valores discrepantes (*outliers*, pontos). Letras minúsculas diferentes sobre box plot indicam diferenças significativas dentro da cultivar e letras maiúsculas indicam diferenças entre cultivares pelo teste de t ($p \leq 0,05$).

Com relação a taxa de transpiração, observou-se valores semelhantes em ambas as cultivares, com médias de transpiração de $\approx 12,41$ e $12,76 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ para a cultivar C2531E (Enlist E3®), com e sem ataque dos percevejos, respectivamente e médias de $\approx 15,284$ e $12,13 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ para a cultivar NS6433I2X (Intacta 2 Xtend®), com e sem ataque, respectivamente (Figura 4). A cultivar NS6433I2X (Intacta 2 Xtend®), submetida ao ataque do percevejo-barriga-verde, apresentou diferença significativa com média de transpiração 15,28 quando comparada a ausência do ataque (Figura 4).

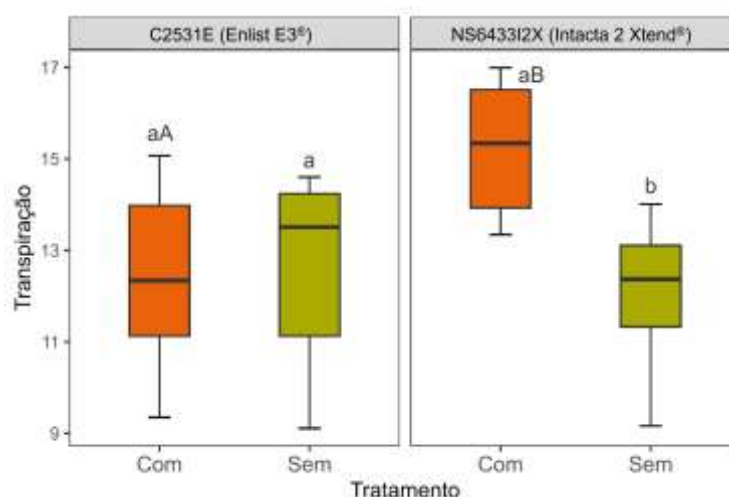


Figura 4 - Valores médios de transpiração ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) de plantas de soja *Glycine max* L., submetidas ao ataque de *Diceraeus melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae). COM= plantas submetidas ao ataque do percevejo, SEM= plantas sem ataque do percevejo. Box plots indicam a mediana (linha sólida), a dispersão (quartis inferior e superior), e os valores discrepantes (outliers, pontos). Letras minúsculas diferentes sobre box plot indicam diferenças significativas dentro da cultivar e letras maiúsculas indicam diferenças entre cultivares pelo teste de t ($p \leq 0,05$).

Para os dados de condutância estomática, a cultivar C2531E (Enlist E3®) apresentou médias que variaram de $0,726$ e $0,63 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (com e sem ataque do percevejo-barriga-verde, respectivamente) não sendo observada diferença significativa (Figura 5). Já em relação a cultivar NS6433I2X (Intacta 2 Xtend®), observou-se valores de condutância estomática de $0,59 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$

quando as plantas foram submetidas ao ataque e $0,43 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ quando esta mesma cultivar não estava sob ataque (Figura 5) com diferença significativa ($p < 0,05$).

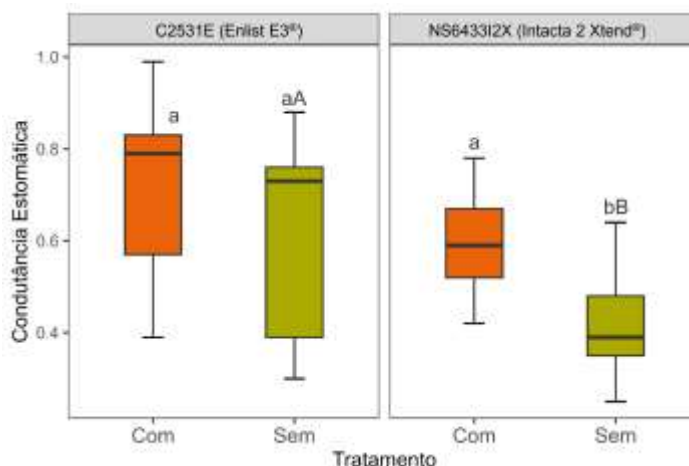


Figura 5 - Valores médios de condutância estomática ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) de plantas de soja *Glycine max* L., submetidas ao ataque de *Diceraeus melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae). COM= plantas submetidas ao ataque do percevejo, SEM= plantas sem ataque do percevejo. Box plots indicam a mediana (linha sólida), a dispersão (quartis inferior e superior), e os valores discrepantes (outliers, pontos). Letras minúsculas diferentes sobre box plot indicam diferenças significativas dentro da cultivar e letras maiúsculas indicam diferenças entre cultivares pelo teste de t ($p \leq 0,05$).

Os índices SPAD variaram de acordo com o ataque do percevejo-barriga-verde, sendo reduzido significativamente pela ocorrência do ataque ($p < 0,05$). Em ambas as cultivares o ataque do percevejo promoveu redução, embora pequena, nos valores do SPAD (Figura 6). Em relação as médias, A cultivar C2531E (Enlist E3®) apresentou média de 42,25 quando atacada e 43,74 sem ataque (Figura 6). As médias do índice SPAD para a cultivar NS6433I2X (Intacta 2 Xtend®) variam de 42,64 nas plantas atacadas e 44,97 para as não atacadas (Figura 6).

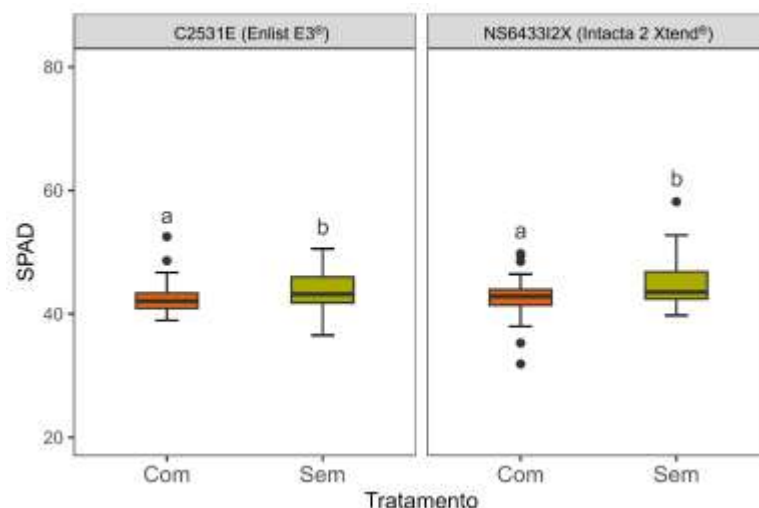


Figura 6 - Valores média de índice SPAD de plantas de soja *Glycine max* L., submetidas ao ataque de *Diceraeus melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae). COM= plantas submetidas ao ataque do percevejo, SEM= plantas sem ataque do percevejo. Box plots indicam a mediana (linha sólida), a dispersão (quartis inferior e superior), e os valores discrepantes (outliers, pontos). Letras minúsculas diferentes sobre box plot indicam diferenças significativas dentro da cultivar indicam diferenças entre cultivares pelo teste de t ($p \leq 0,05$).

Os valores estimados de clorofila obedeceram a tendência dos valores do índice SPAD, sendo observada diferença significativa entre as plantas atacadas em relação as não atacadas ($p < 0,001$). Na cultivar C2531E (Enlist E3®) o teor médio estimado de clorofila foi de 0,024 e de 0,022 para plantas não atacadas e atacadas, respectivamente (Figura 7), enquanto para a cultivar NS6433I2X (Intacta 2 Xtend®) o teor estimado foi de 0,024 e de 0,023 para plantas não atacadas e atacadas, respectivamente (Figura 7).

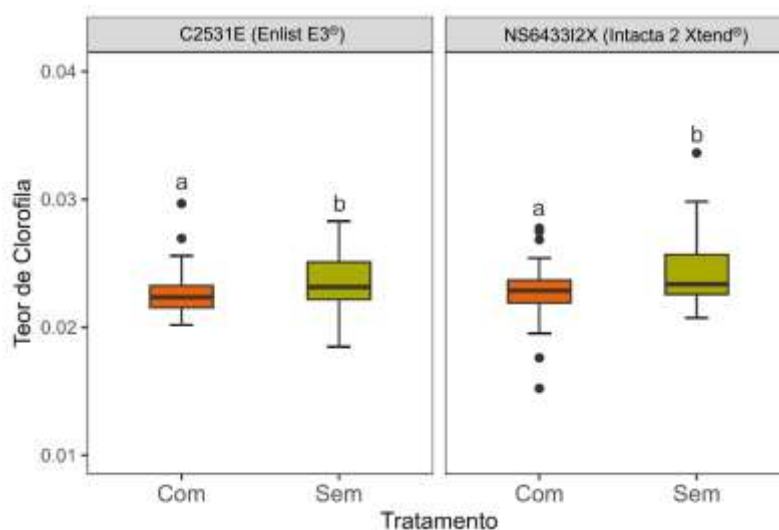


Figura 7 - Valores médios de clorofila de plantas de soja *Glycine max* L., submetidas

ao ataque de *Diceraeus melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae). COM= plantas submetidas ao ataque do percevejo, SEM= plantas sem ataque do percevejo. Box plots indicam a mediana (linha sólida), a dispersão (quartis inferior e superior), e os valores discrepantes (outliers, pontos). Letras minúsculas diferentes sobre box plot indicam diferenças significativas dentro da cultivar e letras maiúsculas indicam diferenças entre cultivares pelo teste de t ($p \leq 0,05$).

Quanto aos resultados obtidos do teor de clorofila ao longo dos dias de avaliação (0, 2, 4 e 6 dias) após as plantas serem submetidas ao ataque do percevejo barriga-verde, foi constatado comportamento semelhante ao observado no índice SPAD, com diferença significativa entre as plantas atacadas em relação as não atacadas ($p \leq 0,05$) (Figura 8).

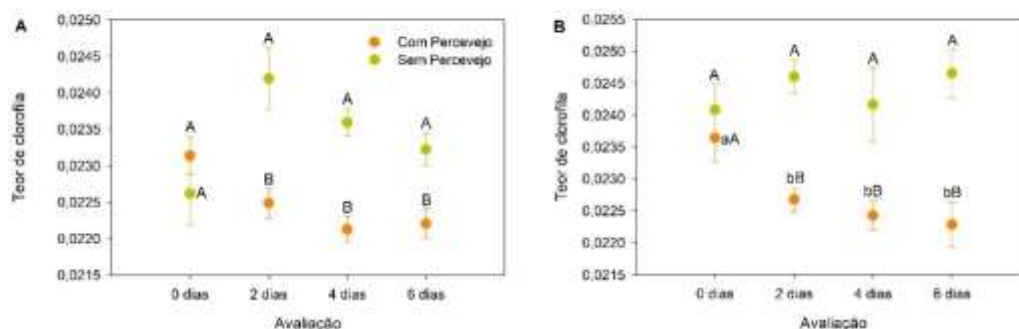


Figura 8 - Valores médios de clorofila ao longo do tempo (0, 2, 4 e 6 dias) de plantas de soja *Glycine max* L., submetidas ao ataque de *Diceraeus melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae). A) C2531E (Enlist E3®) e B) NS6433I2X (Intacta 2 Xtend®). Letras minúsculas apresentaram diferenças ao longo das avaliações e letras maiúsculas diferença entre com e sem percevejo por data de avaliação, pelo teste de Kruskal-Wallis ($p \leq 0,05$).

2.4 Discussão

A herbivoria é um processo que pode provocar perdas significativas na produtividade e no rendimento das culturas (NABITY; ZAVALA; LUCIA, 2009; VISAKORPI *et al.*, 2024). Esse processo é comumente compreendido como a redução da área foliar, onde avalia-se a quantidade de folhas. Outra forma de avaliação é pela redução direta na produtividade e qualidade física, no qual, os danos provocados por insetos-praga que não causam desfolha diretamente, podem ser medidos (BUENO *et al.*, 2022; VISAKORPI *et al.*, 2024) como é o caso dos percevejos, que se alimenta por meio da inserção do seu aparelho bucal no tecido

foliar das plantas.

Os danos causados pela alimentação dos percevejos podem provocar ainda alterações na fotossíntese, na transpiração e na condutância estomática, se propagando para as folhas intactas que não foram diretamente atacadas, ou mesmo para as folhas que sofreram algum tipo de ataque, reduzindo consequentemente a qualidade de produto final (VISAKORPI *et al.*, 2024). Uma vez que a herbivoria, seja por desfolha ou por alimentação via floema ou xilema, é desencadeado uma série de respostas fisiológicas nas plantas (WENG *et al.*, 2021). Essas respostas podem reduzir potencialmente a capacidade fotossintética dos tecidos foliares.

Conforme observado nos resultados obtidos referentes à fotossíntese, onde plantas submetidas ao ataque do percevejo-barriga-verde reduziram as taxas fotossintéticas demonstrando que na ausência do ataque, a planta de soja tem melhor desempenho fisiológico, favorecendo o seu desenvolvimento e consequentemente sua produção. De forma geral, os impactos causados pelo ataque dos insetos na fotossíntese são variados e depende diretamente da interação exata inseto-planta (PINCEBOURDE; NGAO, 2021). Em alguns casos, o ataque pode induzir a redução da taxa de assimilação nos tecidos foliares restantes (ZANGERL *et al.*, 2002). De forma semelhante, já foi observada diminuição acentuada na taxa fotossintética em folhas atacadas por insetos que se alimentam do mesófilo foliar e do floema, como ácaros, percevejos e pulgões (HAILE; HIGLEY, 2003; MACEDO *et al.*, 2003; VELIKOVA *et al.*, 2010).

A diferença observada nos valores de condutância estomática indica que, de forma geral, a condutância estomática é maior quando as plantas estão submetidas ao ataque do percevejo-barriga-verde. Com relação a taxa de transpiração foi observado aumento significativo na cultivar NS6433I2X (Intacta 2 Xtend®) submetida ao ataque do percevejo. Assim, pode-se deduzir que os efeitos do ataque do percevejo podem causar respostas variadas nos parâmetros de condutância estomática e na taxa de transpiração, como relatado por ALDEA *et al.*, 2005. Adicionalmente, as lesões provocadas pelo percevejo podem causar aumento na perda de água dos tecidos danificados (PINCEBOURDE; NGAO, 2021), conforme ratificado no estudo. De forma geral, os resultados obtidos corroboram com a informação de que à medida que a fotossíntese é reduzida pelo ataque do percevejo ocorre o aumento da perda de água (por transpiração) (PINCEBOURDE; NGAO, 2021).

O ataque do percevejo-barriga-verde impactou negativamente os valores SPAD, sendo, portanto, os maiores valores observados em plantas não atacadas. Assim, torna-se possível determinar a redução da fotossíntese em plantas atacadas, uma vez que houve redução significativa no índice SPAD e consequentemente no teor de clorofila. De forma geral, insetos que se alimentam de seiva do floema induzem a redução dos teores de clorofila da planta (GOLAWSKA; KRZYZANOWSKI; LUKASIK, 2010; HUANG, 2013; AL-ABRI *et al.*, 2022). O percevejo-barriga-verde reduziu o acúmulo de clorofila nas folhas, evidenciando possível efeito negativo na manutenção da capacidade fotossintética em ambas as cultivares. Além disso, as diferenças observadas entre as cultivares foram mínimas, o que permite inferir que as cultivares apresentam comportamento semelhante e que apenas o ataque do percevejo-praga pode ter induzido mudanças para os parâmetros fotossintéticos avaliados.

2.5 Conclusões

O ataque do percevejo-barriga-verde, durante a fase reprodutiva R4, reduz a taxa fotossintética de plantas de soja das cultivares C2531E (Enlist E3®) e NS6433I2X (Intacta 2 Xtend®)

A condutância estomática e a taxa de transpiração aumentam quando as plantas de soja estão submetidas ao ataque do percevejo-barriga-verde durante a fase reprodutiva R4.

O ataque do percevejo-barriga-verde, durante a fase reprodutiva R4, impacta negativamente os valores SPAD, reduzindo o teor de clorofila presente nas folhas de plantas de soja das cultivares C2531E (Enlist E3®) e NS6433I2X (Intacta 2 Xtend®).

As cultivares de soja: C2531E (Enlist E3®) e NS6433I2X (Intacta 2 Xtend®), respondem de forma semelhante, quanto aos parâmetros fotossintéticos avaliados, após o ataque do percevejo-barriga-verde.

REFERÊNCIAS

- AL-ABRI, N.; AL-RAQAMI, S.; AL-HASHEMI, M.; AL-SHIDI, R.; AL-KHATRI, S.; RAY, R. V. Impact of initial population density of the dubas bug, *Ommatissus lybicus* (Hemiptera: Tropicoduchidae), on oviposition behaviour, chlorophyll, biomass and nutritional response of date palm (*Phoenix dactylifera*). **Insects**, v. 14, p. 12, 2022.
- ALDEA, M.; HAMILTON, J. G.; RESTI, J. P.; ZANGERL, A. R.; BERENBAUM, M. R.; D ELUCIA, E. H. Indirect effects of insect herbivory on leaf gas exchange in soybean. **Plant, Cell & Environment**, v. 28, p. 402-411, 2005.
- ANTÚNEZ, C. C. C.; STORCK, L.; GUEDES, J. V. C.; CARGNELUTTI FILHO, 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.
- ANTÚNEZ, C. C. C.; STORCK, L.; GUEDES, J. V. C.; CARGNELUTTI FILHO, 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.
- ÁVILA, C. J.; PANIZZI, A. R. Occurrence and damage by *Dichelops* (*Neodichelops*) *melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) on corn. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 24, p. 193-195, 1995.
- BOUNFOUR, M.; TANIGOSHI, L. K.; CHEN, C.; CAMERON, S. J.; KLAUER, S. Chlorophyll content and chlorophyll fluorescence in red raspberry leaves infested with *Tetranychus urticae* and *Eotetranychus carpini borealis* (Acari: Tetranychidae). **Environmental Entomology**, v. 31, p. 215-220, 2002.
- BOWN, A. W.; HALL, D. E.; MACGREGOR, K. B. Insect footsteps on leaves stimulate the accumulation of 4-aminobutyrate and can be visualized through increased chlorophyll fluorescence and superoxide production. **Plant Physiology**, v. 129, p. 1430-1434, 2002.
- BUENO, A.F.; COLMENAREZ, Y. C.; CARVALHO, G. A.; SILVA, D. M. Tecnologia consolidada. **Cultivar Grandes Culturas**, v. 274, p. 30-33, 2022.
- CABRERA, H.M.; ARGANDONA, V.H.; CORCUERA, L.J. Metabolic changes in barley seedlings at different aphid infestation levels. **Phytochemistry** 1994, v. 35, p. 317-319, 1994.
- DONG, Z.; MEN, Y.; LIU, Z.; LI, J.; JI, J. Application of chlorophyll fluorescence imaging technique in analysis and detection of chilling injury of tomato seedlings. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 168, p. 105109, 2020.
- GOLAWSKA, S.; KRZYZANOWSKI, R.; ŁUKASIK, I. Relationship between aphid infestation and chlorophyll content in fabaceae species. **Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica**, v. 52, p. 76-80, 2010.
- HAILE, F. J.; HIGLEY, L. G. Changes in soybean gas-exchange after moisture stress

and spider mite injury. **Environmental Entomology**, v. 32, p. 433-440, 2003.

HOFFMANN-CAMPO, C. B.; MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; OLIVEIRA, L.J.; SOSA-GOMEZ, D.R.; PANIZZI, A.R.; CORSO, I.C.; GAZZONI, D.L.; OLIVEIRA, E.B. Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado. Circular Técnica, Embrapa Soja, Londrina, n 30, p.70, 2000.

HUANG, J.; ZHANG, P.-J.; ZHANG, J.; LU, Y.-B.; HUANG, F.; LI, M.-J. Chlorophyll content and chlorophyll fluorescence in tomato leaves infested with an invasive mealybug, *Phenacoccus solenopsis* (Hemiptera: Pseudococcidae). **Environmental Entomology**, V. 42, p. 973-979, 2013.

MACEDO, T. B.; BASTOS, C. S.; HIGLEY, L. G.; OSTLIE, K. R.; MADHAVAN, S. Photosynthetic responses of soybean to soybean aphid (Homoptera: Aphididae) injury. **Journal of Economic Entomology**, v. 96, p. 188-193, 2003.

NABITY, P. D.; ZAVALA, J. A.; DELUCIA, E. H. Indirect suppression of photosynthesis on individual leaves by arthropod herbivory. **Annals of Botany**, v. 103, p. 655-663, 2009.

NUNES, M. C.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Danos causados à soja por adultos de *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae), sadios e parasitados por *Hexacladia smithii*. **Neotropical Entomology**, v. 31, p. 109-113, 2002.

OLIVEIRA, A. C. B. **Manejo da cultura do girassol**: uma abordagem técnica de uso prático, 2010. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/926342> Acesso em: 01 jul. 2025.

PINCEBOURDE, S.; NGAO, J. The impact of phloem feeding insects on leaf ecophysiology varies with leaf age. **Frontiers in Plant Science**, v. 12, p. 625689, 2021.

QUEIROZ, A. P. D.; GONÇALVES, J.; SILVA, D. M. D.; PANIZZI, A. R.; BUENO, A. D. F. *Diceraeus melacanthus* (Dallas)(Hemiptera: Pentatomidae) development, preference for feeding and oviposition related to different food sources. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 66, p. e20220038, 2022.

RODRIGUES, L. V.; ROGGIA, S.; CRUSIOL, L. G.; CAVALLARI, L. S.; PEREIRA, J. P. V.; FERRARI, F. Teor de clorofila e NDVI de soja em resposta ao ataque do percevejo-marrom, *Euschistus heros*. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 8., p. 129-132. 2012, Londrina, PR. Anais [...]. Londrina: Embrapa Soja. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/964396>. Acesso em: 14 ago. 2025.

SWIADER, J.M.; MOORE, A. SPAD - chlorophyll response tonitrogen fertilization and evaluation of nitrogen status in dryland and irrigated pumpkins. **Journal of Plant Nutrition**, v. 25, p.1089-1100, 2002.

VELIKOVA, V.; SALERNO, G.; FRATI, F.; PERI, E.; CONTI, E.; COLAZZA, S.;

LORETO, F. Influence of feeding and oviposition by phytophagous pentatomids on photosynthesis of herbaceous plants. **Journal of Chemical Ecology**, v. 36, p. 629-641, 2010.

VISAKORPI, K.; GRIPENBERG, S.; MALHI, Y.; RIUTTA, T. Kristiina *et al.* Low-intensity insect herbivory could have large effects on ecosystem productivity through reduced canopy photosynthesis. **Web Ecology**, v. 24, n. 2, p. 97-113, 2024.

WENG, H.; LIU, Y.; CAPTOLINE, I.; LI, X.; YE, D.; WU, R. Citrus Huanglongbing detection based on polyphasic chlorophyll a fluorescence coupled with machine learning and model transfer in two citrus cultivars. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 187, p. 106289, 2021.

YAO, J.; SUN, D.; CEN, H.; XU, H.; WENG, H.; YUAN, F.; HE, Y. Phenotyping of Arabidopsis drought stress response using kinetic chlorophyll fluorescence and multicolor fluorescence imaging. **Frontiers in Plant Science**, v. 9, p. 603, 2018.

ZANGERL, A. R.; HAMILTON, J. G.; MILLER, T. J.; CROFTS, A. R.; OXBOROUGH, K.; BERENBAUM, M. R.; DE LUCIA, E. H. Impact of folivory on photosynthesis is greater than the sum of its holes. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 99, p. 1088-1091, 2002.

3 BIOLOGIA E CURVA DE SOBREVIVÊNCIA DE *Diceraeus melacanthus* (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) EM DIETA ARTIFICIAL, MILHO E SOJA

RESUMO

Diceraeus melacanthus (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) é um importante inseto-praga na cultura do milho e sua ocorrência em soja tem sido frequente e preocupante. Assim o entendimento de como o alimento pode influenciar na sobrevivência e reprodução desse pentatomídeo torna-se indispensável para desenvolver estratégias para o seu manejo nessas culturas. Objetivou-se avaliar a influência de plantas de soja *Bt* (BVSB), de milho *Bt* (BVMB), de soja convencional (BVSC), e milho convencional (BVMC) (Estágio vegetativo V3-V4) e da dieta artificial na sobrevivência e biologia de *D. melacanthus*. A análise de sobrevivência das fêmeas mostrou diferenças significativas entre os tratamentos, em que a dieta artificial e os tratamentos BVSB e BVMC resultaram na maior probabilidade de sobrevivência dos indivíduos ao longo do tempo. A dieta artificial proporcionou, aproximadamente 50%, de sobrevivência até 24 dias. Quanto ao efeito na biologia, observou-se oviposição apenas quando os insetos se alimentaram de dieta artificial, resultando em 36 dias (Fêmeas) e 44 dias (Machos) como período de desenvolvimento de ovo-adulto. A duração de cada estágio de desenvolvimento dos imaturos foi de aproximadamente 6 dias para cada instar, como também para o período de incubação. A pré-oviposição foi de 2,5 dias, sendo que as fêmeas ovipositaram em média por 58 dias, resultando em uma fecundidade média total por fêmea de 169,5 ovos. Os aspectos biológicos de *D. melacanthus* foi afetado pelo tipo de alimento (tratamento), sendo a dieta artificial, o tratamento que possibilitou a reprodução dos insetos e maior tempo de sobrevivência, dentre os tratamentos testados. Pode-se concluir que *D. melacanthus* necessita se alimentar de plantas como fonte de alimento e água, mas também de outros alimentos, como sementes para completar seu desenvolvimento de maneira eficiente.

Palavras-chaves: Percevejo-Barriga-verde; *Glycine max*; inseto-praga; *Zea mays*.

ABSTRACT

Diceraeus melacanthus (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) is an important insect pest in maize crops, and its occurrence in soybeans has been frequent and concerning. Therefore, understanding how food can influence the survival and reproduction of this pentatomid is essential for developing management strategies in these crops. This study aimed to evaluate the influence of *Bt* soybean (BVSB), *Bt* maize (BVMB), conventional soybean (BVSC), and conventional maize (BVMC) plants (vegetative stage V3-V4) and artificial diet on the survival and biology of *D. melacanthus*. Analysis of female survival showed significant differences between treatments, with the artificial diet and the BVSB and BVMC treatments resulting in the highest probability of individual survival over time. The artificial diet provided approximately 50% survival up to 24 days. Regarding the effect on biology, oviposition was observed only when the insects fed an artificial diet, resulting in a development period from egg to adult of 36 days (females) and 44 days (males). The duration of each immature developmental stage was approximately 6 days for each instar, as was the incubation period. Pre-oviposition lasted 2.5 days, with females ovipositing for an average of 58 days, resulting in a total average fecundity per female of 169.5 eggs. The biological aspects of *D. melacanthus* were affected by the type of food (treatment), with the artificial diet being the treatment that enabled insect reproduction and the longest survival time among the treatments tested. It can be concluded that *D. melacanthus* needs to feed on plants as a source of food and water, but also on other foods, such as seeds, to complete its development efficiently.

Keywords: Green-bellied stink bug; *Glycine max*; insect pest; *Zea mays*.

3.1 Introdução

No Brasil, o milho *Zea mays* L. ocupa extensas áreas de cultivo, sendo os produtos e subprodutos oriundos dessa *commodity*, responsáveis por uma crescente demanda do mercado consumidor, contribuindo significativamente para a economia do país (CONAB, 2020; IBGE, 2023). No entanto, a produtividade dessa cultura pode ser afetada pelo ataque de diversas pragas, com destaque para o percevejo-barriga-verde *Diceraeus melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae). Esse artrópode-praga pode causar danos diretos e indiretos às culturas, mas também danos indiretos, sendo esses responsáveis pela diminuição da qualidade e produtividade (HOFFMANN CAMPO *et al.*, 2000; BELORTE *et al.*, 2003; EDUARDO *et al.*, 2018).

O dano do percevejo-barriga-verde nas plantas de milho está associado à inserção do aparelho bucal nos tecidos da planta, succionando a seiva da base do colmo de plantas jovens, onde é feita a injeção de secreções salivares tóxicas provocando a deformação das folhas antes de emergirem do cartucho. Em ataques severos, as plantas podem apresentar nanismo e/ou desenvolverem perfilhos improdutivos (CRUZ; BIANCO, 2011; WAQUIL; OLIVEIRA, 2014). Geralmente o 3º e 4º instares de desenvolvimento do inseto-praga são responsáveis por causarem danos mais expressivos na cultura do milho (CHOCOROSQUI, PANIZZI, 2004; FERNANDES *et al.*, 2020).

Diceraeus melacanthus é uma das mais importantes pragas iniciais do milho, mas no passado, tinha pouca incidência de danos significativos na soja (PANIZZI, 2000; ROZA-GOMES *et al.*, 2011; GOMES *et al.*, 2020). Porém esse cenário está mudando e observa-se aumento da densidade de percevejos-barriga-verde em soja (TOLEDO; MADALÓZ; RIBEIRO, 2020). Esse aumento na densidade populacional é preocupante visto que a fonte alimentar interfere diretamente no desenvolvimento e na reprodução dos indivíduos, assim como nos danos que estes podem causar quando relacionados à fenologia da cultura. Essas mudanças no comportamento e na alimentação possibilitam adaptação do inseto à cultura e consequentemente a ocorrência de danos (PANIZZI, 2015; CORRÊA-FERREIRA; SOSA-GÓMEZ, 2017).

Nesse contexto, o entendimento de como cada cultura pode afetar biologicamente a dinâmica da praga (reprodução, sobrevivência e duração dos estágios de desenvolvimento), pode auxiliar na melhor tomada de decisão. Uma vez

que, em posse dessas informações, pode ser possível planejar a implantação e a adoção do Manejo Integrado de Pragas (MIP) no sistema Soja-Milho de forma mais eficiente.

3.2 Material e métodos

3.2.1 **Bioensaio 1 - Avaliação dos parâmetros biológicos e reprodutivos de *D. melacanthus* dieta artificial e plantas de milho e soja**

Para avaliar os parâmetros biológicos foram utilizados percevejos desde o primeiro dia da fase adulta, previamente sexados e agrupados em casais, formando 20 casais por tratamento. Os adultos foram mantidos em gaiolas plásticas adaptadas (15 cm de altura/ 10 cm Ø), contendo uma abertura lateral coberta com tecido do tipo *voil*, para permitir a circulação de ar. No interior da gaiola, foi disponibilizado alimento (dieta artificial mista) e a cada dois dias todo o alimento foi trocado. Em cada gaiola foi colocado um recipiente contendo algodão embebido em água destilada, que foi substituído a cada 48 horas. Para facilitar a visualização dos insetos no interior das gaiolas e/ou evitar a fuga, foram utilizados discos de TNT (raio de 15 cm).

As gaiolas foram distribuídas aleatoriamente sobre prateleiras mantidas sob condições controladas (25 ± 2 °C; $70 \pm 10\%$ U.R. e fotofase 12 horas), e a coleta e contagem dos ovos foi feita diariamente, registrando os períodos de pré-oviposição, de oviposição e de pós-oviposição e a sobrevivência dos adultos.

Para avaliar a influência do alimento nas ninfas (Tabela 1), os ovos depositados nas gaiolas foram contabilizados (número de ovos/dia/gaiola), removidos e acondicionados em placas de Petri (9 cm Ø) e em seu interior foi colocado um pedaço de algodão umedecido com água, mantidas em sala de criação até a emergência das ninfas. Após a emergência, as ninfas foram mantidas agrupadas até a primeira ecdise já que não se alimentam no primeiro instar (PANIZZI; OLIVEIRA, 1998). Posteriormente foram mantidas conforme manejo da criação descrito anteriormente, e diariamente foi avaliada a sobrevivência e duração de cada estágio ninfal, até atingirem o estágio adulto, onde foi feita a sexagem dos indivíduos.

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos utilizados para exposição de ninfas de *Dicraeus melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae)

Tratamento	Sigla
------------	-------

Plantas de soja <i>Bt</i> (V3-V4)	BVSB
Plantas de soja convencional (V3-V4)	BVSC
Plantas de milho <i>Bt</i> (V3-V4)	BVMB
Plantas de milho convencional (V3-V4)	BVMC
Dieta artificial (grãos – amendoim, girassol e vagens de feijão)	-

BV= Barriga verde *Diceraeus melacanthus*.

A sobrevivência, a longevidade dos indivíduos, a duração de cada estágio de desenvolvimento e a fecundidade das fêmeas foram os parâmetros biológicos avaliados. A duração de cada estágio de desenvolvimento foi avaliada e comparada pelo teste t ($P \leq 0,05$). A sexagem dos adultos foi realizada segundo a metodologia de Borges *et al.* (2006) e Pereira; Tonello; Salvadori (2007).

3.2.2 **Bioensaio 2 - Determinação da curva de sobrevivência de *D. melacanthus* em plantas de soja, milho e dieta artificial**

Para determinar a curva de sobrevivência, foram utilizados percevejos de primeiro dia de adultos, previamente sexados e agrupados em casais, formando 20 casais por tratamento. Os adultos foram mantidos em gaiolas plásticas adaptadas (15 cm de altura/ 10 cm Ø), contendo uma abertura lateral recoberta com tecido do tipo *voil*, para permitir a circulação de ar para o interior da gaiola. No interior da gaiola, foi disponibilizado alimento (planta) correspondente a cada tratamento e a cada dois dias as plantas foram trocadas. Como fonte de água, em cada gaiola, foi colocado um recipiente contendo algodão embebido em água destilada, que foi substituído a cada 48 horas. Para facilitar a visualização dos insetos no interior das gaiolas e/ou evitar a fuga, foram utilizados discos de TNT, para recobrir todo o substrato da planta.

As gaiolas foram distribuídas aleatoriamente sobre prateleiras mantidas sob condições controladas (25 ± 2 °C; $70 \pm 10\%$ U.R. e fotofase 12 horas), e diariamente a mortalidade dos percevejos foi avaliada.

3.2.3 **Análise estatísticas**

Para avaliar a sobrevivência, foram geradas curvas utilizando estimadores de Kaplan-Meier (método log-rank) a partir da proporção de insetos sobreviventes

desde o início ao final do experimento.

Os dados foram submetidos aos testes de normalidade de Shapiro-Wilk e de homogeneidade de variâncias paramétricas de Levene, sendo também verificada a presença de outliers. Uma vez que os dados satisfizeram os pressupostos de normalidade e homoscedasticidade, o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis foi utilizado para comparar a diferença entre as médias dos tratamentos ao nível de 5% de probabilidade. Todas as análises foram realizadas com o software R® (R Core Team 2025).

3.3 Resultados

3.3.1 *Bioensaio 1 - Avaliação dos parâmetros biológicos e reprodutivos de *D. melacanthus* dieta artificial e plantas de milho e soja*

Os percevejos submetidos aos tratamentos com as plantas de soja e de milho (*Bt* ou convencionais), não conseguiram se reproduzir, não sendo possível assim, determinar os parâmetros biológicos reprodutivos para esses tratamentos. Os percevejos submetidos ao tratamento contendo dieta artificial ovipositaram sendo possível assim caracterizar os estágios de desenvolvimento da geração F1 e os parâmetros reprodutivos. Observou-se que o tempo de desenvolvimento de ovo a adulto de *D. melacanthus* foi em média de 36 dias para fêmeas e 44 dias para machos (Tabela 2).

Tabela 2 - Duração dos estágios imaturos (média $\pm$ EP) de *Diceraeus melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) em dieta artificial (vagens verdes de feijão-comum, grãos secos de soja, grãos de amendoim cru e sementes cruas de girassol)

Sexo	Nº de imaturos	Duração (dias) de estágios imaturos de percevejo						
		Ovo	1 instar	2 instar	3 instar	4 instar	5 instar	Ovo-adulto
Fêmea	29	6,42 $\pm$ 0,22	6,10 $\pm$ 0,25	5,66 $\pm$ 0,30	6,82 $\pm$ 0,33 a	5,79 $\pm$ 0,26	5,60 $\pm$ 0,25	36,41 $\pm$ 0,54 a
Macho	29	6,44 $\pm$ 0,24	6,17 $\pm$ 0,25	6,16 $\pm$ 0,31	8,14 $\pm$ 0,41 b	5,47 $\pm$ 0,25	5,45 $\pm$ 0,27	44,57 $\pm$ 0,68 b

Médias seguidas de letra minúscula diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo teste de Kruskal-Wallis ($p \leq 0,05$).

A duração dos estágios de desenvolvimento dos imaturos foi de aproximadamente 6 dias para cada ínstar, como também para o período de incubação dos ovos (Tabela 3). De forma geral, não houve diferença significativa para o tempo de duração de cada ínstar entre fêmeas e machos, com exceção do 3º ínstar, onde o tempo de duração foi de aproximadamente 8 dias para machos e 6 dias para fêmeas (Figura 9).

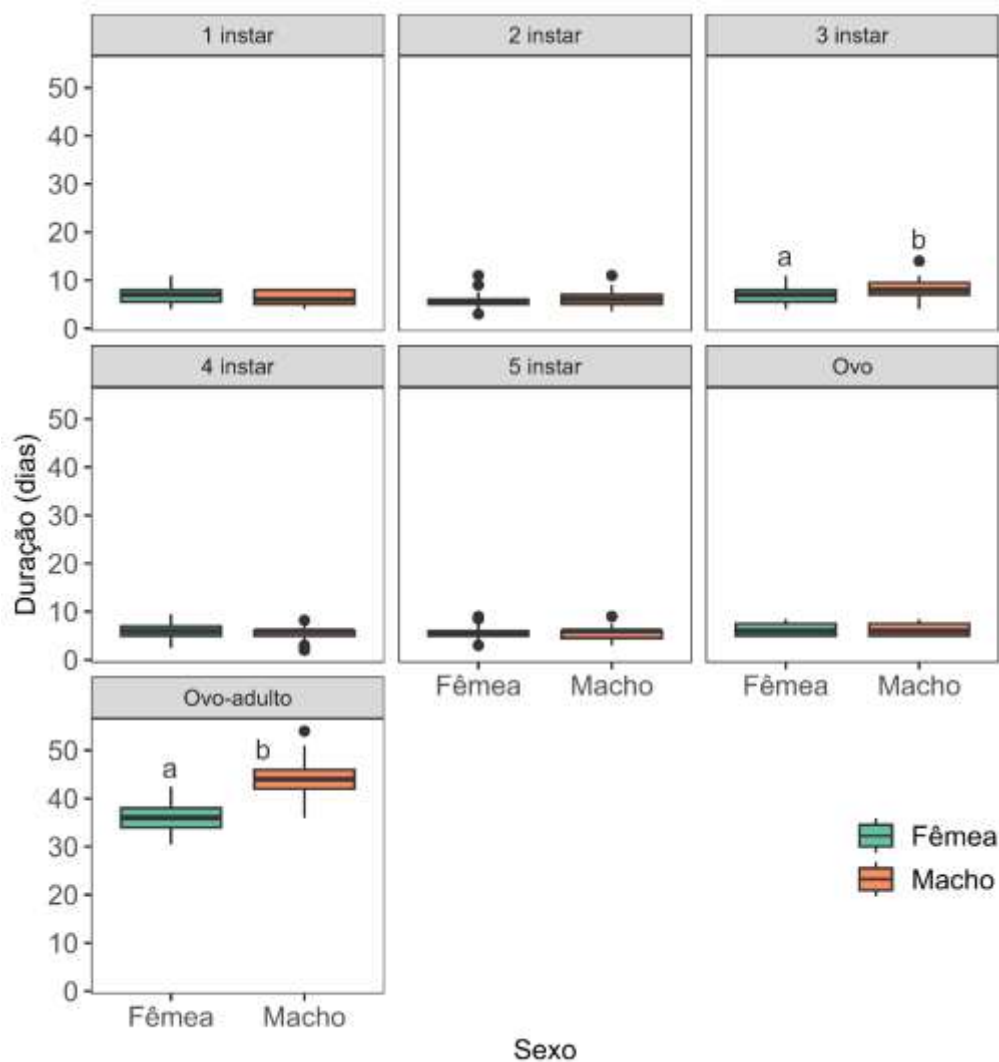


Figura 9 - Duração dos estágios de desenvolvimento de fêmeas e machos (média $\pm$ EP) de *Diceraeus melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) em dieta artificial (vagens verdes de feijão-comum, grãos secos de soja, grãos de amendoim cru e sementes cruas de girassol).

Foi observado um curto período de pré-oviposição (2,5 dias) com fêmeas ovipositando em média por 58 dias, resultando em uma fecundidade média por fêmea de 169,5 ovos durante o ciclo de desenvolvimento (Tabela 3).

Tabela 3 - Parâmetros biológicos avaliados de reprodução e longevidade do percevejo *Diceraeus melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae), alimentado com dieta artificial

Parâmetro	Dieta artificial (média $\pm$ SE)
Período de Pré-oviposição (dias)	2,5 $\pm$ 0,65
Período de oviposição (dias)	58,5 $\pm$ 1,16
Fecundidade total (ovos/fêmea)	169,5 $\pm$ 21,02
Longevidade (dias)	66,33 $\pm$ 3,72
Temperatura ambiente (°C)	25 $\pm$ 2,0

3.3.1 **Bioensaio 2 - Determinação da curva de sobrevivência de *D. melacanthus* em plantas de soja, milho e dieta artificial**

A análise de sobrevivência das fêmeas mostrou diferenças significativas entre os tratamentos (Figura 10). Para esse parâmetro, a dieta artificial, juntamente com os tratamentos BVSB e BVMC resultaram na maior probabilidade de sobrevivência dos insetos ao longo do tempo, não sendo observadas diferenças significativas entre esses tratamentos (Figura 10). A dieta artificial possibilitou que aproximadamente 50% dos percevejos sobrevivessem por até 24 dias. Em contraste, para os demais tratamentos (BVSC, BVSB, BVMC e BVMB), o nível de 50% de mortalidade dos percevejos foi atingido antes dos 18 dias.

Dentre os tratamentos testados, o BVSC foi o que resultou na menor longevidade das fêmeas, provocando redução em mais de 50% antes dos 10 dias e mortalidade total em menos de 20 dias. Já BVMB reduziu a sobrevivência de 50% das fêmeas em menos de 15 dias. BVSB e BVMC apresentaram curvas intermediárias, com mortalidade gradual resultando em sobrevivência entre 28 a 33 dias, respectivamente (Figura 10).

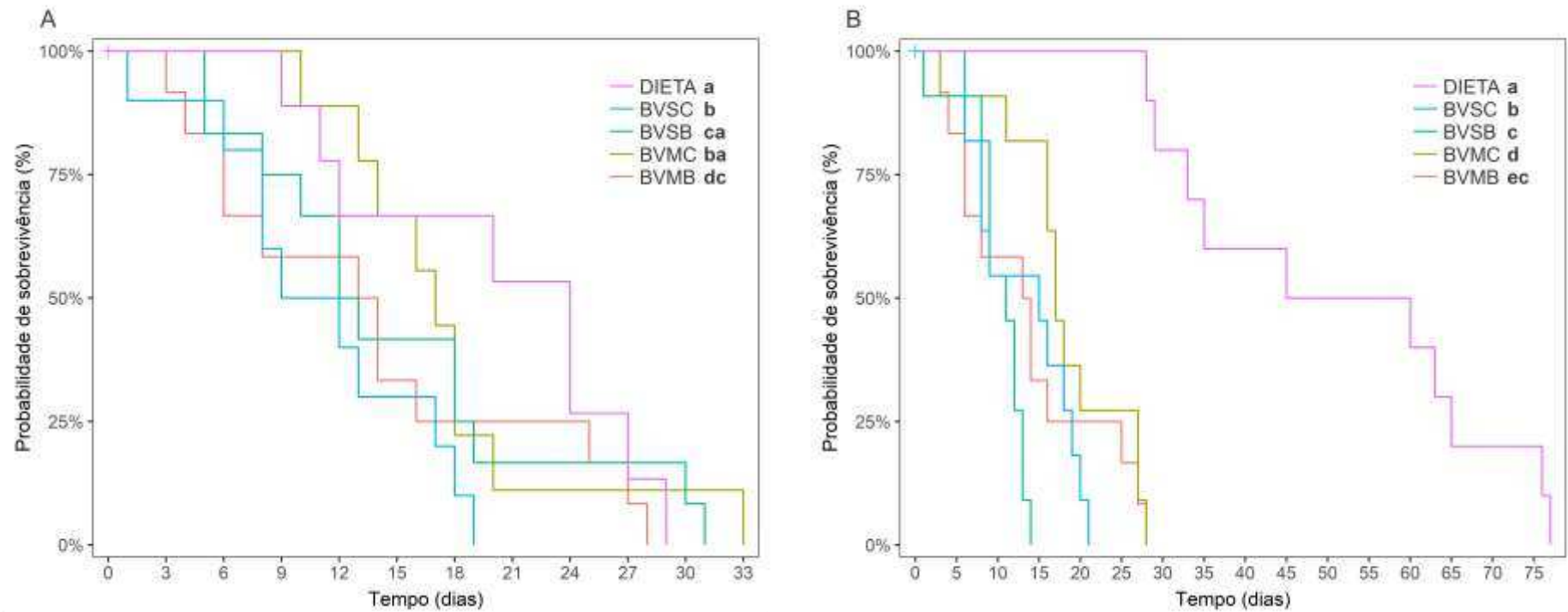


Figura 10 - Curvas de sobrevivência *Diceraeus melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae), A - fêmeas e B - machos, em diferentes cultivares de *Glycine max* L. e *Zea mays* L. e dieta artificial. As letras diferentes indicam diferenças significativa entre os tratamentos (teste log-rank, $\alpha = 0,05$).

Quanto a sobrevivência dos machos foi observado um padrão semelhante em relação as fêmeas, porém com diferenças acentuadas entre os tratamentos (Figura 10). Machos que se alimentaram de dieta artificial apresentaram maior longevidade, com cerca de 50% de sobrevivência até aproximadamente 45 dias e sobrevivência mínima ainda presente após 70 dias (Figura 10). Os demais tratamentos reduziram significativamente a sobrevivência dos percevejos machos, logo nos primeiros dias, com mortalidade ocorrendo entre os dias 10 e 30 (Figura 10). Dentre estes, BVMB e BVMC causaram mortalidade de mais de 50% antes dos 15 dias, configurando assim menor período de sobrevivência (Figura 10).

3.4 Discussão

A variável sobrevivência de *D. melacanthus* demonstra que houve interferência do alimento sobre o parâmetro avaliado. Os resultados indicam que a dieta artificial possibilitou mortalidade mais lenta e consequentemente maior longevidade média, enquanto os demais tratamentos resultaram em mortalidade mais rápida, com reduções de 50% dos indivíduos em menos de 20 dias (entre machos e fêmeas). De forma semelhante aos resultados encontrados, a longevidade de *D. melacanthus* foi maior quando os indivíduos foram alimentados com dieta padrão mista, constituída por um mix de sementes, quando comparada às plantas jovens de milho e de soja (QUEIROZ *et al.*, 2022).

De forma geral, esse resultado está associado ao uso de sementes na composição da dieta artificial, uma vez que, dentre as estruturas vegetais, as sementes e vagens em desenvolvimento constituem-se nas principais estruturas de alimentação dos pentatomídeos considerados pragas (SCHUH; SLATER 1995; MORAES *et al.*, 2006). Geralmente essas estruturas são compostas de altas concentrações de nutrientes em comparação com outras partes da planta (caule e folhas), possibilitando melhor desenvolvimento para esses insetos (PANIZZI, 2000). Quanto a diferença observada na longevidade entre machos e fêmeas, que resultou em maior longevidade para machos, pode ser que este fator esteja ligado ao fato de que as fêmeas precisam direcionarem seus recursos para reprodução e oviposição, enquanto os machos gastam menos recurso energético e por consequência vivem mais (RODRIGUES *et al.*, 2025).

Quando avaliado o efeito das cultivares de soja e de milho, os resultados

observados/encontrados pode estar relacionado a interferência de inúmeros fatores envolvidos no processo alimentar, fazendo com que determinada cultivar seja mais ou menos consumida, interferindo diretamente na longevidade dos percevejos. Tais aspectos podem estar relacionados a fatores morfológicos e químicos inerentes a cada tipo de cultivar (STOUT, 2013; BALDIN; VENDRAMIM; LOURENÇÃO, 2019). Neste sentido, é possível destacar a possibilidade da existência de maior densidade de tricomas em algumas cultivares que podem resultar em menor atratividade para os percevejos (KRAUSE, 2022), atuando como barreiras físicas por dificultar o contato do inseto com a tecido vegetal (WAR *et al.*, 2012). Quanto aos aspectos químicos, estes referem-se à presença de metabólitos secundários que atuam diminuindo sua palatabilidade (WAR *et al.*, 2012; BALDIN; VENDRAMIM; LOURENÇÃO, 2019).

Em relação aos parâmetros reprodutivos, a fecundidade total elevada (aproximadamente 169 ovos por fêmea), sugere que a dieta artificial foi a mais adequada para a manutenção da capacidade reprodutiva da espécie. A longevidade média dos adultos de 66,3 dias indica boa sobrevivência em condições controladas. De forma geral, o alimento também influencia diretamente no desenvolvimento reprodutivo, já sendo observado anteriormente que insetos que se alimentaram da dieta padrão, semelhante a utilizada no presente estudo, apresentaram alta fecundidade (PANIZZI *et al.*, 2000). Como a dieta artificial utilizada é composta de uma mistura de grãos, considerada uma dieta rica em elementos essenciais para o percevejo, isso possibilitou a reprodução de *D. melacanthus*, diferentemente dos outros tratamentos (composto apenas de plantas), sendo possível concluir que a reprodução é um parâmetro influenciado pela alimentação (CHOCOROSQUI; PANIZZI, 2008).

O fato de as fêmeas não se reproduzirem nos tratamentos contendo as plantas pode ser uma resposta compensatória a baixa qualidade nutricional deste alimento quando disponível de forma isolada. A reprodução das fêmeas é uma característica biológica que só ocorre quando o alimento contém nutrientes que permitem a produção dos ovos e desenvolvimento subsequente da progênie, sendo assim é um parâmetro diretamente relacionado a qualidade da planta hospedeira (AWMACK; LEATHER 2002; PANIZZI; SILVA 2009). Adicionalmente, sabe-se que *D. melacanthus* necessita se alimentar de plantas como fonte de alimento e água, mas também de outros alimentos, como sementes e frutos para completar seu

desenvolvimento de maneira eficiente (MANFREDI-COIMBRA *et al.*, 2005). Além disso, observou-se que a duração de cada estágio de desenvolvimento mostra que o *D. melacanthus*, conseguiu se desenvolver adequadamente na dieta artificial, uma vez que, cada estágio de desenvolvimento durou o mesmo tempo já descrito na literatura (CHOCOROSQUI; PANIZZI, 2008).

Portanto, *D. melacanthus* pode sobreviver utilizando como fonte de alimento as plantas cultivadas (milho e soja) se reproduzir utilizando as plantas cultivadas e as sementes presentes nas áreas de cultivo, uma vez que a dieta artificial do presente estudo é constituída de sementes, nos permitindo assim deduzir que o mesmo comportamento pode ocorrer em campo.

3.5 Conclusões

Os aspectos biológicos de *Diceraeus melacanthus* foram afetados pelo tipo de alimento, sendo a dieta artificial (mistura amendoim cru, vagens de feijão-verde, sementes de girassol e grão de bico) o alimento que possibilitou maior tempo de sobrevivência, dentre os tratamentos testados.

De forma geral, as dietas com plantas de soja e milho, possibilitaram curvas de sobrevivência semelhantes entre si, porém com menor tempo de sobrevivência quando comparado ao tratamento com dieta artificial.

E apenas o tratamento contendo dieta artificial possibilitou a reprodução do *D. melacanthus*.

REFERÊNCIAS

- AWMACK, C. S.; LEATHER, S. R. Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. **Annual Review of Entomology**, v. 47, p. 817 - 844, 2002.
- BALDIN, E. L. L.; VENDRAMIM, J. D.; LOURENÇÃO, A. L. **Resistência de plantas a insetos**: fundamentos e aplicações. Piracicaba: FEALQ, p. 493, 2019.
- BELORTE, L. C.; RAMIRO, Z. A.; FARIA, A. M.; MARINO, C. A. B. Danos causados por percevejos (Hemiptera: Pentatomidae) em cinco cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill, 1917) no município de Araçatuba, SP. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.70, p. 169-175, 2003.
- BORGES, M.; LAUMANN, R. A.; DA SILVA, C. C. A.; MORAES, M. B.; DOS SANTOS, H. M.; RIBEIRO, D. T. Metodologias de criação e manejo de colônias de percevejos da soja (Hemiptera-Pentatomidae) para estudos de comportamento e ecologia química. **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos**. v. 182, 2006.
- CHOCOROSQUI, V. R.; PANIZZI, A. R. Impact of cultivation systems on *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) population and damage and its Chemical control on wheat. **Neotropical Entomology**, v. 33, p. 487-492, 2004.
- CHOCOROSQUI, V.R.; PANIZZI A.R. Nymph and Adult Biology of *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) Feeding on Cultivated and Non-Cultivated Host Plants. **Neotropical Entomology**, v. 37, p. 356-360, 2008.
- CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, Safra 2019/20 - Oitavo levantamento. [http:// www. conab. gov. br](http://www.conab.gov.br). Accessed: 02 jan. 2024.
- CORRÊA-FERREIRA, B. S.; SOSA-GÓMEZ, D. R. Percevejos e o sistema de produção soja-milho. **Embrapa Soja. Documentos**, Londrina, v. 39, p. 98, 2017.
- CRUZ, I.; BIANCO, R. Manejo de pragas na cultura de milho safrinha. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA - CONFERÊNCIA NACIONAL DE PÓS-COLHEITA - SIMPÓSIO EM ARMAZENAGEM DE GRÃOS DO MERCOSUL, 2., 2001, Londrina. **Anais [...]**. Londrina: FAPEAGRO: IAPAR, 2011. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/485001>. Acesso em: 10 jun 2025. p. 79-112.
- EDUARDO, W. I.; TOSCANO, L. C.; TOMQUELSKI, G. V.; MARUYAMA, W. I.; MORANDO, R. Action thresholds for the soybean stink bug complex: phytotechnical and physiological parameters and egg parasitism. **Revista Colombiana de Entomología**, v. 44, p. 165-171, 2018.
- FERNANDES, P. H. R.; ÁVILA, C. J.; SILVA, I. F.; ZULIN, D. Damage by the greenbelly stink bug to corn. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 55, e01131, 2020.

GOMES, E. C.; HAYASHIDA, R.; BUENO, A. F. *Dichelops melacanthus* and *Euschistus heros* injury on maize: Basis for re-evaluating stink bug thresholds for IPM decisions. **Crop Protection**, v. 130, p. 1-8, 2020.

HOFFMANN-CAMPO, C. B.; MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; OLIVEIRA, L.J.; SOSA-GOMEZ, D.R.; PANIZZI, A.R.; CORSO, I.C.; GAZZONI, D.L.; OLIVEIRA, E.B. Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado. **Circular Técnica**, Embrapa Soja, Londrina, n 30, p.70, 2000.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatísticas econômicas**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=o-que-e> Acesso em: 10 out. 2023.

KRAUSE, F, A. **Reação de genótipos de soja ao ataque do percevejo *Euschistus heros***: atratividade, preferência alimentar e avaliação em diferentes níveis de infestação. 2022. 59 f. Dissertação (Mestrado em ciências). Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” -ESALQ, Piracicaba, 2022.

MANFREDI-COIMBRA, S.; SILVA, J. J.; CHOCOROSQUI, V. R.; PANIZZI, A. R. Danos do percevejo barriga-verde *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) em trigo. **Ciência Rural**, v. 35, p. 1243-1247, 2005.

MORAES, R. M. A. D.; JOSÉ, I. C.; RAMOS, F. G.; BARROS, E. G. D.; MOREIRA, M. A. Caracterização bioquímica de linhagens de soja com alto teor de proteína. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 715-729, 2006.

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

PANIZZI, A. R. Growing problems with stink bugs (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae): species invasive to the U.S. and potential. Neotropical invaders. **American Entomologist**, v. 61, p. 223-233, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1093/ae/tmv068>.

PANIZZI, A. R. Suboptimal nutrition and feeding behavior of hemipterans on less preferred plant food sources. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, p. 1-12, 2000.

PANIZZI, A. R.; SILVA, F.A.C. Insetos sugadores de sementes (Heteroptera), p 465-522. *In* Panizzi AR, Parra JRR (eds.) **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas**. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, p. 1164, 2009.

PEREIRA, P. R. V. S.; TONELLO, L. S.; SALVADORI, J. R. Caracterização das fases de desenvolvimento e aspectos da biologia do percevejo barriga-verde *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851). Passo Fundo: Embrapa Trigo, (Embrapa Trigo. **Comunicado Técnico Online**, 214), p.10, 2007.

QUEIROZ, A. P. D.; GONÇALVES, J.; SILVA, D. M. D.; PANIZZI, A. R.; BUENO, A. D. F. *Diceraeus melacanthus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) development, preference for feeding and oviposition related to different food sources. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 66, p. e20220038, 2022.

R CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria, 2021. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em 10 jul. 2025.

R Development Core Team. **A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2021. Disponível em: <https://www.r-studio.com/pt/>. Acesso em: 01 jun. 2025.

RODRIGUES, R. H. F.; ARAÚJO, K. R. D. S.; MOTA, F. T. F.; ALMEIDA, V. D. L.; ANDRÉ, T. P. P.; FERNANDES, A. K. M.; PASTORI, P. L. Impact of sublethal doses of methomyl on *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) and the *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Phytoparasitica**, v. 53, p. 1-12, 2025.

ROZA-GOMES, M. F.; SALVADORI, J. R.; PEREIRA, P. R. V. S.; PANIZZI, A. R. Injuries of four species of stink bugs to corn seedlings. **Ciência Rural**, v. 41, p. 1115-1119, 2011.

SCHUH, R. T.; SLATER, J. A. True bugs of the world (Hemiptera: Heteroptera): classification and natural history. **Cornell UNIVERSITY press**, Estados Unidos da America, p. 595, 1995. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=wmSc-2KDmZ4C&oi=fnd&pg=PR11&dq=True+bugs+of+the+world+\(Hemiptera:+Heteroptera\):+classification+and+natural+history.+&ots=6vFwj-0Bgx&sig=ZwR8R0kqADWiXhJKlobOaiVfLlg#v=onepage&q=True%20bugs%20of%20the%20world%20\(Hemiptera%3A%20Heteroptera\)%3A%20classification%20and%20natural%20history.&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=wmSc-2KDmZ4C&oi=fnd&pg=PR11&dq=True+bugs+of+the+world+(Hemiptera:+Heteroptera):+classification+and+natural+history.+&ots=6vFwj-0Bgx&sig=ZwR8R0kqADWiXhJKlobOaiVfLlg#v=onepage&q=True%20bugs%20of%20the%20world%20(Hemiptera%3A%20Heteroptera)%3A%20classification%20and%20natural%20history.&f=false). Acesso em: 01 jul. 2025.

STOUT, M. J. Reevaluating the conceptual framework for applied research on host plant resistance. **Insect Science**, v. 20, p. 263 - 272, 2013.

TOLEDO, T. L.; MADALÓZ, J. C. C.; RIBEIRO, L. P. Subsídios para o manejo de percevejos na fase inicial da cultura do milho. **Agropecuária Catarinense**, v. 34, p. 20-23, 2021.

WAQUIL, J.; OLIVEIRA, L. **Percevejo barriga-verde: nova prioridade das culturas em sucessão à soja**. Disponível em: <https://core.ac.uk/reader/15435180>. Acesso em: 01 jul. 2025.

WAR, A. R.; PAULRAJ, M. G.; AHMAD, T.; BUHROO, A. A.; HUSSAIN, B.; IGNACIMUTHU, S. Mechanisms of plant defense against insect herbivores. *Plant Signaling & Behavior*, v. 7, p. 1306-1320, 2012.

4 CURVA DE DOSE RESPOSTA DE INSETICIDAS SOBRE *Euschistus heros* (FABRICIUS, 1798) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

RESUMO

Euschistus heros (Fabricius, 1794) (Hemiptera: Pentatomidae) é um inseto-praga de importância econômica na cultura da soja *Glycine max* L. e algumas populações têm apresentado baixa sensibilidade aos inseticidas utilizados. Portanto, o objetivo foi avaliar a eficiência de cinco moléculas inseticidas: Tiametoxam + Lambda-Cialotrina; Bifentrina + Carbossulfano; Acefato + Bifentrina; Acetamiprido + Bifentrina e; Etiprole, em ensaio de curva de dose resposta e de sobrevivência. Os experimentos foram realizados no Laboratório de Entomologia Aplicada, sob condições controladas. Não foi possível estimar a curva de dose resposta para o inseticida a base de Etiprole, pois, mesmo nas pequenas doses utilizadas, a mortalidade ultrapassou 30%. Em relação as concentrações letais, o inseticida a base de Acefato + Bifentrina apresentou maior efeito tóxico (menor CL_{50} 0,017 g i.a. L^{-1}) e o inseticida a base de Bifentrina + Carbossulfano menor efeito tóxico (maior CL_{50} 36,216 g i.a. L^{-1}). Os demais produtos, apresentaram toxicidade intermediárias, sendo a combinação dos ingredientes ativos Acetamiprido + Bifentrina, mais tóxico (CL_{50} 0,088 g i.a. L^{-1}) que o inseticida a base de Tiametoxam + Lambda-Cialotrina (CL_{50} 8,849 g i.a. L^{-1}). Os resultados da curva de sobrevivência até 96 horas indicaram que todos os inseticidas testados reduziram significativamente a sobrevivência de *E. heros* em comparação ao controle. Acefato + Bifentrina, Tiametoxam + Lambda-Cialotrina, Acetamiprido + Bifentrina e Etiprole apresentaram resultado semelhante, com mortalidade mais rápida, enquanto Bifentrina + Carbossulfano apresentou a menor mortalidade inicial, mantendo taxas de sobrevivência mais elevadas. Pode-se concluir que as formulações envolvendo as moléculas inseticidas Acefato e Acetamiprido resultaram em maior toxicidade, indicando que os organofosforados e neonicotinoides testados em mistura com bifentrina possivelmente apresentaram sinergismos, apresentando-se como moléculas eficazes para o controle do percevejo-marrom.

Palavras-chaves: Percevejo-marrom; Soja; milho; controle-químico; inseticidas.

ABSTRACT

Euschistus heros (Fabricius, 1794) (Hemiptera: Pentatomidae) is an economically important insect pest in soybean crops (*Glycine max* L.), and some populations have shown low sensitivity to insecticides. Therefore, the objective was to evaluate the efficiency of five insecticidal molecules: Thiamethoxam + Lambda-Cyhalothrin; Bifenthrin + Carbosulfan; Acephate + Bifenthrin; Acetamiprid + Bifenthrin; and Etiprole, in a dose-response and survival curve assay. The experiments were carried out in the Applied Entomology Laboratory under controlled conditions. It was not possible to estimate the dose-response curve for the Etiprole-based insecticide because, even at the small doses used, mortality exceeded 30%. Regarding lethal concentrations, the insecticide based on Acephate + Bifenthrin showed the greatest toxic effect (lowest LC50 0.017 g a.i. L⁻¹) and the insecticide based on Bifenthrin + Carbosulfan the least toxic effect (highest LC50 36.216 g a.i. L⁻¹). The other products showed intermediate toxicity, with the combination of the active ingredients Acetamiprid + Bifenthrin being more toxic (LC50 0.088 g a.i. L⁻¹) than the insecticide based on Thiamethoxam + Lambda-Cyhalothrin (LC50 8.849 g a.i. L⁻¹). The results of the survival curve up to 96 hours indicated that all insecticides tested significantly reduced the survival of *E. heros* compared to the control. Acephate + Bifenthrin, Thiamethoxam + Lambda-Cyhalothrin, Acetamiprid + Bifenthrin, and Etiprole showed similar results, with faster mortality, while Bifenthrin + Carbosulfan showed the lowest initial mortality, maintaining higher survival rates. It can be concluded that the formulations involving the insecticidal molecules Acephate and Acetamiprid resulted in greater toxicity, indicating that the organophosphates and neonicotinoids tested in mixture with bifenthrin possibly showed synergism, presenting themselves as effective molecules for the control of the brown stink bug.

Keywords: Brown stink bug; Soybean; corn; chemical control; insecticides.

4.1 Introdução

A cultura da soja *Glycine max* L. tem importância socioeconômica, sendo o Brasil o maior produtor mundial, com uma área plantada de aproximadamente 81,9 milhões de hectares (CONAB, 2025). Contudo, essa cultura pode ter sua produtividade comprometida devido ao ataque de insetos-praga, como o percevejo-marrom *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae) (BUENO *et al.*, 2023).

E. heros é uma espécie amplamente distribuída nos campos de soja da região Neotropical, deixou de ter caráter secundário passando a ter maior importância devido aos sérios danos econômicos que provoca à cultura (PANIZZI; ROSSI, 1991). São artrópodes-praga que colonizam as lavouras no final da fase vegetativa, se alimentando por meio da inserção dos estiletes nas hastes das plantas. Na fase reprodutiva da cultura, esses insetos se alimentam perfurando os grãos no interior das vagens em formação (CORRÊA-FERREIRA, 2005; PANIZZI *et al.*, 2012).

O padrão de alimentação caracterizado pela inserção do aparelho bucal nos tecidos da planta causa danos diretos e indiretos. Estando esses danos associados a injeção de enzimas digestivas que prejudicam a qualidade e formação dos grãos, reduzindo a germinação e o vigor das sementes (OLIVEIRA, 2010), além de provocar distúrbios fisiológicos e facilitar a penetração de microrganismos patogênicos (NUNES; CORRÊA FERREIRA, 2002; ANTÚNEZ, 2016). Adicionalmente, durante uma safra de soja, o percevejo-marrom pode completar 3 gerações e, após a colheita, sobreviver na área de cultivo em hospedeiros alternativos e/ou em diapausa até o próximo ciclo da cultura (CORRÊA-FERREIRA, PANIZZI 1999; HOFFMANN-CAMPO *et al.*, 2000).

De forma geral, o controle desse inseto-praga é frequentemente realizado com pulverizações de inseticidas. Estima-se que no atual sistema de produção agrícola brasileiro sejam necessárias duas a quatro aplicações de inseticidas nos sistemas de cultivo soja (BUENO *et al.*, 2015; CONTE *et al.*, 2018). Existem 103 produtos registrados para o controle de *E. heros* na soja, mas o uso frequente do mesmo princípio ativo possibilita a seleção de indivíduos resistentes, principalmente quando as estratégias de manejo da resistência de insetos a inseticidas não são aplicadas (SOSA-GÓMEZ; OMOTO 2012; RIBEIRO *et al.* 2016). Por isso, de forma geral, o entendimento sobre a eficácia dos inseticidas, pode ser o passo inicial para

contribuir no planejamento de estratégias mais assertivas e sustentáveis para prevenir e/ou retardar a evolução da resistência em campo, contribuindo para a manutenção e durabilidade da eficácia dos inseticidas (IRAC, 2020). Dessa forma, a avaliação da eficácia, por meio da determinação da curva de dose resposta e da curva de sobrevivência, torna-se indispensável para contribuir com informações relevantes sobre o comportamento das moléculas inseticidas frente ao *E. heros*.

4.2 Material e métodos

4.2.1 Coleta e criação do *E. heros*

A população de *E. heros* utilizada nos experimentos foi obtida a partir da coleta de insetos provenientes de lavouras de soja na safra 2024/2025 do município de Dourados, Mato Grosso do Sul, como também pela aquisição em empresa especializada.

As coletas foram realizadas com pano de batida e catação manual e os insetos coletados, de maneira aleatória dentro das áreas de cultivo, foram mantidos em potes plásticos (200 mL) com tampa contendo tela. Após a coleta, os insetos foram transportados para o Laboratório de Entomologia Aplicada da Universidade Federal da Grande Dourados (LEA-UFGD) onde foram mantidos por duas gerações com dieta natural mista, para posterior avaliação.

Para manutenção da criação dos insetos, os ovos das gaiolas de criação foram diariamente coletados e transferidos para caixas plásticas (11 x 11 x 3,5 cm) contendo algodão umedecido com água destilada. Após a emergência, as ninfas de segundo instar foram transferidas para gaiolas de criação, onde permaneceram até a fase adulta. No interior da gaiola foram distribuídos pequenos pedaços (5 cm x 10 cm) de tecido de algodão cru, para permitir a oviposição das fêmeas. Como fonte de alimento foi fornecida dieta natural mista composta de vagens verdes de feijão-comum, grãos secos de soja, grãos de amendoim cru e sementes cruas de girassol (COSTA *et al.*, 1998; PANIZZI; MOURÃO 1999). Um pote plástico contendo um pedaço de algodão embebido em água destilada serviu de fonte de água. A limpeza das gaiolas, a troca dos alimentos, do papel filtro e do algodão foi realizada três vezes por semana.

4.2.2 Preparo das soluções dos defensivos agrícolas

Os produtos escolhidos foram selecionados com base nas informações fornecidas pelos produtores (Tabela 4). Tendo como base para a escolha as observações/relatos de menor eficiência de controle na região de Dourados. Os produtos foram diluídos em água destilada e para cada concentração avaliada foi preparada uma solução de 100 mL.

Tabela 4 - Inseticidas recomendados para uso nas culturas da soja e do milho para determinação da curva de dose resposta em *Euschistus heros* (Fabricius, 1794) (Hemiptera: Pentatomidae)

Produto comercial	Ingrediente ativo	Grupo químico
Engeo Pleno™ S	Tiametoxam + Lambda-Cialotrina	Neonicotinoide + Piretroide
Talismã	Bifentrina + Carbossulfano	Piretroide + carbonato
Feroce	Acefato + Bifentrina	Organofosforado + Piretroide
Sperto	Acetamiprido + Bifentrina	Neonicotinoide + Piretroide
Curbix 200 SC	Etiprole	Fenilpirazois

4.2.3 Determinação das concentrações letais

A metodologia de aplicação dos tratamentos seguiu o que preconiza o Comitê de Ação de Resistência a Inseticidas (IRAC) método n° 028 de imersão de vagens (IRAC, 2024), sendo adaptada as condições do laboratório.

Inicialmente foram preparadas arenas de placas de Petri (3,5 cm Ø) com o fundo revestido com papel filtro umedecido com 1 (um) mL de água destilada. Para cada placa foi transferido 1 (um) adulto. Após isso, vagens de soja foram lavadas com uma solução de 1% de água sanitária e colocadas para secar por cerca de 30 minutos. Cada vagem foi cortada em 2 ou 3 pedaços (4 a 5 cm de comprimento).

Para aplicação dos tratamentos, os pedaços de vagem de feijão foram mergulhados individualmente nas respectivas concentrações correspondente ao tratamento por 5 segundos e, posteriormente, foram colocados para secar por cerca de 30 minutos. Após secos, um pedaço de vagem tratada foi colocado na arena (placas de Petri) previamente preparadas. Após a aplicação, as arenas foram mantidas em sala sob condições controladas (25 ± 2 °C; $70 \pm 10\%$ U.R. e fotofase 14 horas).

A mortalidade foi avaliada 24, 48, 72 e 96 horas após a exposição, sendo considerados mortos os percevejos que não apresentaram movimento quando tocados por um pincel de pelos finos.

Foram utilizadas 6 (seis) concentrações distribuídas em escala logarítmica, que proporcionaram mortalidades mínimas e máximas de 5 e 95%, respectivamente (YU, 2014; ROBERTSON *et al.*, 2017). A testemunha consistiu em água destilada.

O experimento foi conduzido em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com 3 (três) repetições, sendo cada repetição composta por três réplicas (6 percevejos adultos), em um total de 54 percevejos por concentração.

4.2.4 Análises estatísticas

Os dados de mortalidade foram submetidos à análise PROBIT usando o software Polo Plus (LEORA, 2003). Os testes de paralelismo e igualdade de constantes de regressão foram realizados, bem como foi calculada a razão de toxicidade, conforme descrito por Robertson *et al.* (2017).

Adicionalmente, foi determinada a curva de sobrevivência dos produtos de acordo com as diferentes horas avaliadas, para determinar a mortalidade dos insetos expostos aos tratamentos em função do tempo. Para avaliar a sobrevivência, foram geradas curvas utilizando estimadores de Kaplan–Meier (método log-rank) a partir da proporção de insetos sobreviventes desde o início ao final do experimento. Todos os testes foram realizados utilizando o software R (R Development Core Team 2025).

4.3 Resultados

Não foi possível estimar uma curva de dose resposta para o inseticida a base de Etiprole, pois este produto resultou em alta mortalidade (> 30%) mesmo nas menores doses testadas. Para os demais inseticidas, os dados de mortalidade das curvas concentração-resposta apresentaram valores de χ^2 relativamente baixos (< 2,343) e valores de p relativamente altos (> 0,5), indicando ajuste ao modelo Probit (Tabela 5). Não houve mortalidade no tratamento controle.

A hipótese de que as inclinações e intercepções são as mesmas foi rejeitada para todos os produtos ($\chi^2= 299$, $df= 6$, $p= 0.00001$), indicando diferenças significativas de toxicidade dos inseticidas sobre *E. heros* (Tabela 5). Do mesmo

modo, a hipótese de que as linhas seriam paralelas também foi rejeitada ($\chi^2 = 29,44$, $df = 3$, $p = 0,0001$), indicando comportamento diferente em relação a mortalidade provocada por cada produto (Tabela 5).

Em relação às concentrações letais, o inseticida a base de Acefato + Bifentrina, foi o que apresentou menores concentrações letais, ou seja, alta toxicidade para *E. heros* (Tabela 5). Além disso, a razão de toxicidade (RT) foi a mais alta, indicando que este foi o inseticida mais tóxico entre os produtos testados.

O inseticida a base de Bifentrina + Carbossulfano foi o que apresentou as maiores CL's, indicando ser, dentre os produtos avaliados, o menos tóxico a *E. heros*, ou seja, com baixa toxicidade relativa (Tabela 5). Os demais produtos testados, apresentaram toxicidade moderada, sendo a combinação dos ingredientes ativos Acetamiprido + Bifentrina, mais tóxico que o inseticida a base de Tiametoxam + Lambda-Cialotrina (Tabela 5).

Tabela 5 - Concentração Letal (CL₃₀; CL₅₀ e CL₈₀) estimada de Acefato + bifentrina; Bifentrina + Carbossulfano; Tiametoxam + Lambda-Cialotrina; e Acetamiprido + Bifentrina sobre *Euschistus heros* (Fabricius, 1794) (Hemiptera: Pentatomidae) após exposição por via imersão de vagens em condições controladas de laboratório.

Inseticida	χ^2	P	Slope	Intercepto	CL ₃₀	CL ₅₀	CL ₈₀	RT CL ₅₀
					g i.a. L ⁻¹			
Acefato + bifentrina *	1,325	0,72	1,506± 0,311	2,682 ± 0,486	0,007 (0,002 – 0,016)	0,017 (0,006 – 0,033)	0,06 (0,03 – 0,139)	2183 (977,11 – 4881,43)
Bifentrina + Carbossulfano *	0,464	0,93	6,907 ± 1,341	-10,767± 2,125	30,407 (24,418 – 35,216)	36,216 (30,738 – 42,103)	47,946 (41,317 – 60,372)	-
Tiametoxam + Lambda-Cialotrina	2,343	0,5	1,733 ± 0,410	-1,641 ± 0,442	4,409 (1,795– 6,734)	8,849 (5,494 – 12,987)	27,069 (17,442 – 70,680)	4,093 (2,705 – 6,192)
Acetamiprido + Bifentrina	1,438	0,70	3,240 ± 0,679	3,424 ± 0,769	0,060 (0,043 – 0,076)	0,088 (0,069 – 0,116)	0,160 (0,120 – 0,264)	412,69 (311,085 – 547,5)

*dose em g i.a. kg⁻¹; em χ^2 : Chi-quadrado; P: Significância; CL: Concentração letal; IC: Intervalo de confiança, RT: razão de toxicidade.

Quanto a análise da curva de sobrevivência para a dose recomendada em bula, houve diferença entre os tratamentos ($\chi^2 = 115$, $df = 5$, $p = < 0,005$) (Figura 11). O controle apresentou 100% de sobrevivência de *E. heros* ao longo do período de avaliação, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos ($p < 0,05$).

Os tratamentos contendo os ingredientes ativos Acefato + Bifentrina, Etiprole, Acetamiprido + Bifentrina e Tiametoxam + Lambda-Cialotrina apresentaram mortalidade progressiva semelhante entre si ao longo das horas de avaliação.

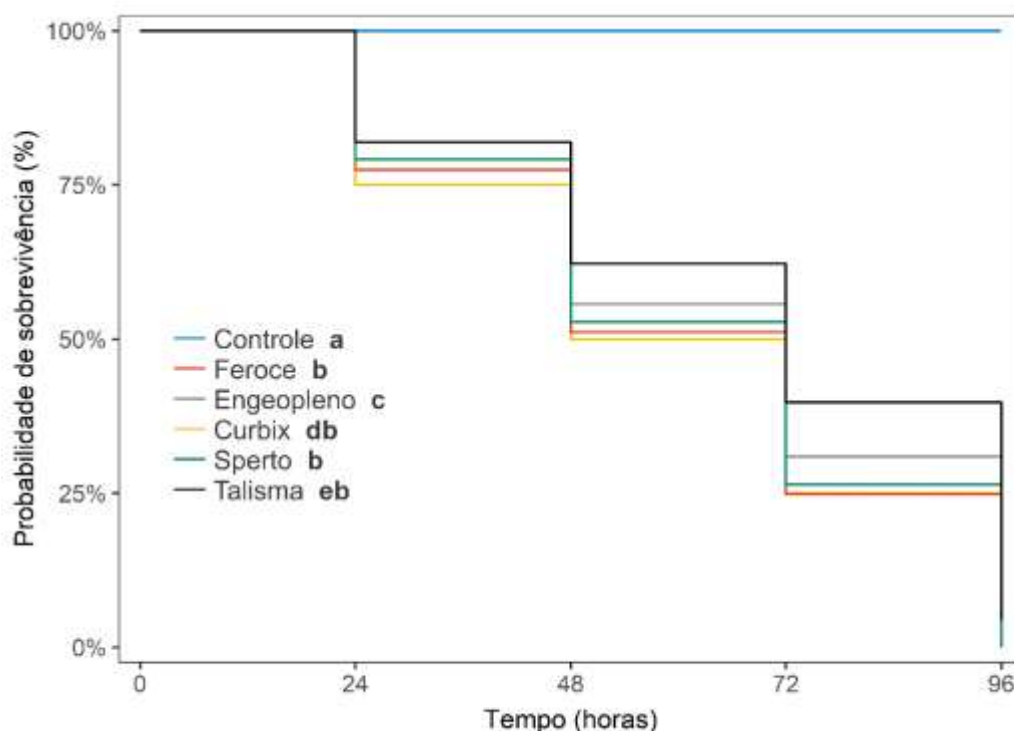


Figura 11 - Curvas de sobrevivência de *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae) após aplicação de inseticidas. Curvas com letras diferentes foram significativamente diferentes (teste log-rank, $\alpha = 0,05$).

Entre os produtos testados, Acefato + Bifentrina foi o tratamento que apresentou uma redução gradual, com cerca de 77% de sobrevivência de *E. heros* até as 24 horas, mas essa sobrevivência reduziu para próximo de 25% após 96 horas (Figura 11). Comparativamente, Acefato + Bifentrina não diferiu significativamente de Etiprole ($\chi^2 = 0$; $p = 0,9$), Acetamiprido + Bifentrina ($\chi^2 = 0,1$; $p = 0,8$) e Bifentrina + Carbossulfano ($\chi^2 = 3,9$; $p = 0,05$) (Figura 11), indicando que esses produtos causaram mortalidade semelhante de *E. heros*. Entretanto, Acefato + Bifentrina diferiu significativamente de Bifentrina + Carbossulfano ($\chi^2 = 3,9$; $p = 0,05$), que por sua vez, promoveu mortalidade de *E. heros* mais lenta, mantendo taxas de

sobrevivência >40% nas primeiras 72 horas (Figura 11).

O inseticida a base de Tiametoxam + Lambda-Cialotrina permitiu cerca de 75% de sobrevivência de *E. heros* após 24 horas e cerca de 40% ao final de 96 horas (Figura 11). Não houve diferença estatística este e o Etiprole ($\chi^2= 1,2$; $p= 0,3$), Acetamiprido + Bifentrina ($\chi^2= 0,5$; $p= 0,5$) e Bifentrina + Carbossulfano ($\chi^2= 1$; $p= 0,3$), indicando eficiência semelhante na mortalidade de *E. heros* ao longo do tempo.

O inseticida Etiprole apresentou desempenho próximo ao do Acetamiprido + Bifentrina e do Acefato + Bifentrina, com queda acentuada da sobrevivência de *E. heros* diferindo significativamente de Bifentrina + Carbossulfano ($\chi^2= 4,3$; $p= 0,04$), no qual o Bifentrina + Carbossulfano resultou em uma mortalidade mais lenta, quando comparado aos demais. Acetamiprido + Bifentrina apresentou comportamento semelhante a todos os inseticidas ($p> 0,05$), com cerca de 78% de sobrevivência de *E. heros* nas primeiras 24 horas e redução dessa taxa para aproximadamente 25% em 96 horas (Figura 11).

De forma geral, os resultados indicam que todos os inseticidas testados causou mortalidade significativamente de *E. heros* em comparação ao controle. Acefato + Bifentrina, Tiametoxam + Lambda-Cialotrina, Acetamiprido + Bifentrina e Etiprole apresentaram comportamento semelhante, provocando a morte dos insetos mais rápida, logo nos primeiros períodos, enquanto Bifentrina + Carbossulfano apresentou o menor efeito inicial, mantendo taxas de sobrevivência mais elevadas nas primeiras 72 horas. Contudo, ao final de 96 horas, todos os produtos resultaram em taxas de sobrevivência inferiores a 40%, evidenciando alta eficácia geral no controle da praga.

4.4 Discussão

As soluções inseticidas avaliadas contêm vários ingredientes ativos, formulados comercialmente de forma isolada ou em misturas, apresentando diferenças na capacidade de causar mortalidade de *E. heros*.

De forma geral, os adultos de *E. heros* foram mais suscetíveis aos efeitos tóxicos da formulação de Acefato + Bifentrina (organofosforado + piretroide) e menos sensíveis à Bifentrina + Carbossulfano (piretroide + carbamato). A formulação à base de Acefato + Bifentrina apresentou menor CL_{50} dentre os tratamentos testados, indicando que pequenas concentrações do produto já foram suficientes para causar

mortalidade significativa da população. Adicionalmente, a razão de toxicidade mostra que o Acefato + Bifentrina apresentou-se 2000 vezes mais tóxico que a molécula inseticida Bifentrina + Carbossulfano.

Esse desempenho pode estar associado à interação dos efeitos entre o organofosforado (Acefato) e o piretroide (Bifentrina), resultando em um impacto expressivo no sistema nervoso dos insetos. De forma geral, as formulações em pré-misturas têm sido frequentemente registradas para controlar o percevejo-marrom, tendo em vista que as populações de campo têm apresentado resistência aos produtos isoladamente (TIBOLA *et al.*, 2021). Aliado a isso, essas pré-misturas permitem um espectro de ação mais amplo atuando em diferentes sítios toxicológicos na praga, possibilitando maior mortalidade (PANIZZI; LUCINI, 2019).

Quanto aos efeitos que caracterizam a curva de sobrevivência observada, ensaios sobre a eficiência de inseticidas sobre *E. heros* demonstraram rápida resposta pouco tempo após a exposição dos produtos à base de neonicotinoides e piretróides formulados comercialmente em misturas em comparação com os produtos isolados (PANIZZI; LUCINI, 2019). Adicionalmente, os inseticidas apresentaram tempo letal semelhante, ou seja, gastaram praticamente o mesmo tempo para provocar o efeito sobre *E. heros*, com exceção de Bifentrina + Carbossulfano, que demorou mais para provocar a mortalidade dos insetos.

De todos os inseticidas, Bifentrina + Carbossulfano apresentou maiores CL's associadas, o que significa que são necessárias concentrações elevadas para causar o mesmo efeito que os demais produtos avaliados, sendo assim, pode-se inferir que este foi o tratamento menos eficaz para causar mortalidade de *E. heros*.

Quanto ao efeito de Tiametoxam + Lambda-Cialotrina, as CL's intermediárias resultam, comparativamente em eficácia mediana. Adicionalmente, a razão de toxicidade mostra que esse produto apresentou toxicidade 4 vezes maior que o que apresentou menor toxicidade (Bifentrina + Carbossulfano). Como o Tiametoxam é um neonicotinoide e a Lambda-Cialotrina um piretroide, é provável que tenha ocorrido efeito aditivo, mas não tão expressivo quanto o observado com Acefato + Bifentrina, devido a este ter menor concentração de ingredientes ativos.

O efeito observado da solução inseticida a base de Acetamiprido + Bifentrina mostra que este produto apresentou alta toxicidade, sendo este resultado associado a alta eficiente do produto, no qual foi 412 vezes mais tóxico que o Bifentrina + Carbossulfano.

Os produtos formulados com moléculas dos grupos químicos organofosforados, neonicotinoides e mesmo piretroides foram eficazes no controle de *E. heros* (ROSSINI; SANTOS; PICANÇO, 2021). Entretanto, a eficiência de controle destas moléculas está fortemente condicionada ao manejo adotado, em que, variações na suscetibilidade das populações de campo estão relacionadas a pressão de seleção que os insetos estão expostos, necessitando aplicar o manejo de resistência para evitar perda na eficiência dos produtos (TIBOLA *et al.*, 2021).

Como implicação prática, pode-se concluir que as formulações envolvendo as moléculas inseticidas a base de Acefato e Acetamiprido resultaram em maior toxicidade, indicando que os organofosforados e neonicotinoides ainda se apresentam como moléculas eficazes para causar mortalidade do percevejo-marrom, porém, ainda existe a necessidade de avaliação em populações de campo para verificar se estão ou não desenvolvendo resistência.

4.5 Conclusões

O inseticida a base de Acefato + Bifentrina apresentou as menores concentrações letais (CL_{50} 0,017 g i.a. L^{-1}), e consequentemente, alta toxicidade para *E. heros*, indicando que este foi o inseticida mais tóxico entre os produtos testados.

O inseticida a base de Bifentrina + Carbossulfano apresentou as maiores CL 's (CL_{50} 36,21 g i.a. L^{-1}), sendo, portanto, o menos tóxico a *E. heros*.

Os inseticidas Acetamiprido + Bifentrina e Tiametoxam + Lambda-Cialotrina apresentaram toxicidade alta, porém, mediada quando comparada ao Acefato + Bifentrina e Bifentrina + Carbossulfano.

Todos os inseticidas testados reduziram significativamente a sobrevivência de *E. heros* em comparação ao controle.

REFERÊNCIAS

- ANTÚNEZ, C. C. C.; STORCK, L.; GUEDES, J. V. C.; CARGNELUTTI FILHO, 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.
- BUENO, A. D. F.; COLMENAREZ, Y. C.; CARNEVALLI, R. A.; SUTIL, W. P. Benefits and perspectives of adopting soybean-IPM: The success of a Brazilian programme. **Plant Health Cases**, n. 2023, p. phcs20230006, 2023.
- BUENO, A. F.; BORTOLOTTI, O. C.; POMARIS-FERNANDES, A.; 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. 132-137, 2015.
- CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, Safra 2019/20 - Oitavo levantamento. <http://www.conab.gov.br>. Accessed: 02 jan. 2025.
- CONTE, O.; OLIVEIRA, F. T.; HARGER, N.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; ROGGIA, S. Resultados do Manejo Integrado de Pragas da Soja na safra 2017/18 no Paraná. Londrina, EMBRAPA-CNPSo, (Documentos 402), p. 66, 2018.
- CORRÊA-FERREIRA, B. S. Suscetibilidade da soja a percevejos na fase anterior ao desenvolvimento das vagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 1067-1072, 2005.
- CORRÊA-FERREIRA, B. S.; PANIZZI A. R. Percevejos da soja e seu manejo. **Circular Técnica**, Embrapa Soja, Londrina, n. 24, 45p, 1999.
- COSTA, M. L. M.; BORGES, M.; VILELA, E. F. Biologia reprodutiva de *Euschistus heros* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae). **Reproductive Biology**, v. 27, p. 559-568, 1998. doi:10.1590/S0301-80591998000400008.
- HOFFMANN-CAMPO, C. B.; MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; OLIVEIRA, L.J.; SOSA-GOMEZ, D.R.; PANIZZI, A.R.; CORSO, I.C.; GAZZONI, D.L.; OLIVEIRA, E.B. Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado. **Circular Técnica**, Embrapa Soja, Londrina, n 30, p.70, 2000.
- IRAC. INSECTICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE, I. R. A. C. **Susceptibility Test Methods Series, Method No. 007**: Leaf-eating lepidoptera (including Heliothis, Helicoverpa) and Coleoptera on cotton, vegetable and field crops. 2024. DOI: https://irac-online.org/content/uploads/Method_007_v3.1_24july14.pdf. Disponível em: https://irac-online.org/content/uploads/Method_007_v3.1_24july14.pdf. Acesso em: 20 ago. 2024.
- NUNES, M. C.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Danos causados à soja por adultos de *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae), sadios e parasitados por *Hexacladia smithii*. **Neotropical Entomology**, v. 31, p. 109-113, 2002.
- OLIVEIRA, A. C. B. **Manejo da cultura do girassol**: uma abordagem técnica de uso

prático, 2010. Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/926342>. Acesso em: 01 jul. 2025.

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

PANIZZI, A. R.; LUCINI, T. Body position of the stink bug *Dichelops melacanthus* (Dallas) during feeding from stems of maize seedlings. **Brazilian Journal of Biology**, v. 79, p. 304-310, 2019.

PANIZZI, A. R.; MOURÃO, A. P. M. Mating, ovipositional rhythm and fecundity of *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) fed on privet, *Ligustrum lucidum* Thunb., and on soybean, *Glycine max* (L.) merrill fruits. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, p. 35-40, 1999.

PANIZZI, A. R.; ROSSI, C. E. O papel de *Acanthospermum hispidum* na fenologia de *Euschistus heros* e de *Nezara viridula*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 59, p 67-74, 1991.

R Development Core Team. **A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria, 2021. Disponível em: <https://www.r-studio.com/pt/>. Acesso em: 01 jun. 2025.

RIBEIRO, F.C.; ROCHA, F.S.; ERASMO, E.A.L.; MATOS, E.P.; COSTA, S.J. Management with insecticides targeting the brown stink bug control in intact soybean crop. **Revista Agricultura Neotropical**, v. 3, p. 48-53, 2016.

ROBERTSON, J. L.; JONES, M. M.; OLGUIN, E.; ALBERTS, B. **Bioassays with arthropods**. CRC press, 2017. Disponível em: <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9781315373775/bioassays-arthropods-jacqueline-robertson-moneen-marie-jones-efren-olguin-brad-alberts>. Acesso em: 01 jul. 2025.

ROSSINI, L. A. D. C. J.; SANTOS, A. A.; PICANÇO, M. C. Lethal and residual time of insecticides to nymphs and adults of the brown stink bug (*Euschistus heros*) (Fabricius, 1794) (Heteroptera: Pentatomidae). **Research, Society and Development**, v. 10, p. e29810616364-e29810616364, 2021.

SOSA-GÓMEZ D.R.; OMOTO, C. Resistência a inseticidas e outros agentes de controle em artrópodes associados à cultura da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B., CORRÊA- FERREIRA, B.S., MOSCARDI, F. **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília, DF: Embrapa, 2012.

TIBOLA, C. M.; SILVA, L.; SGUBIN, F.; OMOTO, C. Monitoring resistance of *Euschistus heros* (Fabricius)(Hemiptera: Pentatomidae) to insecticides by using encapsulated artificial diet bioassay. **Insects**, v. 12, p. 599, 2021.

5 SELETIVIDADE DE INSETICIDAS UTILIZADOS NA SOJA A *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae)

RESUMO

Euschistus heros (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae) é uma das principais pragas da soja, causando perdas significativas na qualidade e produtividade da cultura sendo o controle químico a principal ferramenta de controle. Entretanto, o Manejo Integrado de Pragas propõe integrar diferentes ferramentas, desde que sejam compatíveis entre si. O parasitoide de ovos *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae) vem ganhando destaque com uma ferramenta do controle biológico, portanto a integração do controle químico e biológico carece de informações. Assim, objetivou-se avaliar a seletividade das moléculas inseticidas: Tiametoxam + Lambda-Cialotrina; Acefato + Bifentrina; Etiprole e Acetamiprido + Bifentrina sobre *T. podisi* em pré-parasitismo. Os experimentos foram realizados no Laboratório de Entomologia Aplicada (LEA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), sob condições controladas ($25 \pm 3^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 14 h). Observou-se redução significativa sobre o número de ovos parasitados, sendo que Acefato + Bifentrina causou a maior redução ($> 95\%$) no parasitismo, classificado como nocivo de acordo com a International Organization for Biological Control (IOBC). Acetamiprido + Bifentrina apresentou redução $> 85\%$, e foi classificado como moderadamente nocivo. Tiametoxam + Lambda-Cialotrina provocou redução $> 75\%$ e foi classificado como levemente nocivo. Já o Etiprole foi classificado como inócuo ao parasitismo de *T. podisi*, com redução $< 30\%$. Quando avaliado efeito sobre a emergência, todos os tratamentos foram classificados como inócuos ao parasitoide ($> 70\%$), com exceção do Acetamiprido + Bifentrina, que reduziu a emergência em mais de 30%. Esses resultados sugerem que o Etiprole provocou menor efeito adverso sobre *T. podisi*.

Palavras-chave: Controle-biológico; Controle químico; Manejo-Integrado-de-Pragas.

ABSTRACT

Euschistus heros (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae) is one of the main pests of soybeans, causing significant losses in crop quality and productivity, with chemical control being the main control tool. However, Integrated Pest Management proposes integrating different tools, provided they are compatible with each other. The egg parasitoid *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae) has been gaining prominence as a tool for biological control; therefore, the integration of chemical and biological control lacks sufficient information. Thus, the objective was to evaluate the selectivity of the insecticidal molecules: Thiamethoxam + Lambda-Cyhalothrin; Acephate + Bifenthrin; Etiprole; and Acetamiprid + Bifenthrin on *T. podisi* in pre-parasitism. The experiments were conducted at the Applied Entomology Laboratory (LEA) of the Federal University of Grande Dourados (UFGD), under controlled conditions ($25 \pm 3^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 10\%$ RH and a 14 h photoperiod). A significant reduction in the number of parasitized eggs was observed, with Acephate + Bifenthrin causing the greatest reduction ($> 95\%$) in parasitism, classified as harmful according to the International Organization for Biological Control (IOBC). Acetamiprid + Bifenthrin showed a reduction $> 85\%$ and was classified as moderately harmful. Thiamethoxam + Lambda-Cyhalothrin caused a reduction $> 75\%$ and was classified as slightly harmful. Etiprole was classified as innocuous to *T. podisi* parasitism, with a reduction $< 30\%$. When the effect on emergence was evaluated, all treatments were classified as harmless to the parasitoid ($> 70\%$), except for Acetamiprid + Bifenthrin, which reduced emergence by more than 30%. These results suggest that Etiprole caused less adverse effect on *T. podisi*.

Keywords: Biological control; Chemical control; Integrated Pest Management.

5.1 Introdução

Euschistus heros (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae) é uma das principais pragas da soja, e seu ataque pode levar a perdas significativas na qualidade e na quantidade de grãos produzidos (CORRÊA-FERREIRA, 2005; PANIZZI *et al.*, 2012; SANTOS *et al.* 2022). De forma geral, o controle desse pentatomídeo é frequentemente realizado com inseticidas químicos, entretanto, devido ao mal uso dessa ferramenta, tem sido observado número crescente de casos de populações de campo com resistência aos principais princípios ativos. Associado a isso, destaca-se a disponibilidade limitada de inseticidas registrados para o controle de *E. heros*, o que torna o desenvolvimento da resistência ainda mais preocupante (SOSA-GÓMEZ; OMOTO 2012; RIBEIRO *et al.* 2016; SOMAVILLA *et al.*, 2020; TIBOLA *et al.*, 2021; STEINHAUS *et al.*, 2022; IRAC, 2024).

Neste cenário, conforme previsto no Manejo Integrado de Pragas, produtores tem demonstrado interesse na utilização das estratégias de controle de forma integrada. Onde é possível constatar maior aceitação do controle biológico, por meio da conservação dos inimigos naturais ou por meio de liberações inundativas (controle biológico aplicado) (PARRA *et al.*, 2021). No grupo dos inimigos naturais, os parasitoides de ovos são considerados importantes reguladores das populações de percevejos-praga (PACHECO; CORRÊA-FERREIRA, 2000; BUENO *et al.*, 2023), impedindo a emergência das ninfas e, conseqüentemente que estas causem danos (GODOY *et al.*, 2005).

Dentre os parasitoides, *Telenomus podisi* (Ashmead, 1893) (Hymenoptera: Scelionidae) tem sido utilizado em larga escala devido à sua alta taxa de parasitismo em ovos de percevejos em campo (KOPPEL *et al.*, 2009; FAVETTI *et al.*, 2014; TAGUTI *et al.*, 2019; BUENO *et al.*, 2022) e flexibilidade em se adaptar a novas espécies hospedeiras dependendo das condições ambientais (QUEIROZ *et al.*, 2017). No Brasil, *T. podisi* encontra-se distribuído desde a região Centro-Oeste até a região Sul (MOREIRA; BECKER, 1986; FAVETTI *et al.*, 2018), tendo como hospedeiro diversas espécies de Pentatomidae (PACHECO; CORRÊA-FERREIRA, 1998; EHLER, 2002; PAZ-NETO; QUERINO; MARGARÍA, 2015). Quando utilizado visando o controle de *E. heros* têm-se observado parasitismo acima de 80% em campo (PACHECO; CORRÊA-FERREIRA, 2000).

Porém, baseada na ideia de que não existe nenhuma ferramenta de controle de pragas que individualmente consiga ser suficiente à longo prazo, o MIP prevê a utilização dos métodos de controle de forma integrada e harmônica (GALLO *et al.*, 2002; PARRA *et al.*, 2021). De forma geral, a associação do controle químico e biológico é uma possibilidade, entretanto, isso só é possível com a utilização de produtos seletivos (BUENO *et al.*, 2017; TORRES; BUENO, 2018). Diante disso, deve-se priorizar o uso de inseticidas seletivos como forma de reduzir os impactos sobre os agentes benéficos (FOERSTER, 2002; BUENO *et al.*, 2012; BERSANI *et al.* 2020; BUENO *et al.*, 2022).

Os testes para determinar a toxicidade de um produto aos inimigos naturais são sugeridos por protocolos da Organização Internacional para o Controle Biológico e Integrado de Animais e Plantas Nocivos (IOBC), possibilitando a classificação em diferentes grupos, desde os inócuos para aqueles que apresentam reduções de parasitismo e/ou emergência menores de 30% até os nocivos com reduções maiores que 70% (HASSAN, 1992, 1997; STERK *et al.*, 1999; ZHANG; HASSAN, 2000; CASTRO, 2009).

Neste contexto, o objetivo foi avaliar a seletividade de moléculas inseticidas, que tem sido frequentemente utilizada para o manejo de *E. heros* em soja, sobre *T. podisi*, visando determinar os possíveis impactos destes produtos sobre o parasitismo e a emergência do parasitoide.

5.2 Material e métodos

A avaliação dos possíveis efeitos dos inseticidas avaliados sob o parasitismo de *T. podisi* foi realizada por meio de teste de seletividade em condições de laboratório. Para tanto, o ensaio foi realizado com base na metodologia proposta pela Organização Internacional para Controle Biológico (IOBC) com exposição em pré-parasitismo, em teste sem chance de escolha.

Os inseticidas utilizados são recomendados para a cultura da soja e do milho, plantas essas hospedeiras do percevejo-praga. Os produtos foram diluídos individualmente em Becker de 100 mL contendo água destilada de acordo com a dose recomenda em bula (Tabela 6).

Tabela 6 - Inseticidas recomendados para as culturas da soja e do milho utilizados na avaliação da seletividade a *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera:

Scelionidae)

Produto comercial	Ingrediente ativo	Dose recomendada
Engeo Pleno™ S®	Tiametoxam + Lambda-Cialotrina	24,7 g i.a. L ⁻¹
Feroce®	Acefato + Bifentrina	1056 g i.a. kg ⁻¹
Curbix 200 SC®	Etiprole	133 g i.a. L ⁻¹
Sperto®	Acetamiprido + Bifentrina	150 g i.a. kg ⁻¹

Quinze (15) ovos de *E. heros* com até 24 horas de idade foram colados em cartelas de cartolina (5,0 x 2,0 cm) usando fita adesiva dupla face. Após isso, as cartelas foram submersas em seus respectivos tratamentos, e colocadas sobre papel toalha para absorver o excesso de umidade por cerca de 30 minutos. As cartelas foram então introduzidas em tubos de vidro (100 x 25 mm) contendo 1 (uma) fêmea de *T. podisi* previamente sexada e alimentada com uma gotícula de mel puro. O parasitismo foi permitido por 24 horas. Posteriormente as cartelas foram individualizadas em tubos de vidro (100 x 25 mm), fechados com filme plástico PVC® e mantidos em sala sob condições controladas (25 ± 3°C, 70 ± 10% de UR e fotofase de 14 h), até a emergência dos adultos e avaliação dos parâmetros. Cada tratamento foi realizado em 12 repetições, ou seja, 12 cartelas por tratamento.

O número de ovos parasitados, de ovos com orifício de emergência, número de parasitoides emergidos e o sexo dos parasitoides foram avaliados. Os ovos parasitados e sem orifício de emergência dos parasitoides adultos, foram submetidos a dessecação para avaliação da mortalidade dos indivíduos no interior dos ovos. A partir dos dados obtidos, foram calculados: Parasitismo (%) [(Número de ovos parasitados/número total de ovos) x 100]; emergência (%) [(Número de ovos escuros com orifício / número total de ovos parasitados) x 100]; razão sexual [Número de fêmeas emergidas / (Número de fêmeas + machos)] e o número de parasitoides emergidos por ovo [(Número de parasitoides emergidos / número total de ovos parasitados)].

A redução na taxa de parasitismo (RP) e de emergência (RE) dos parasitoides, para cada tratamento, foi determinada por comparação com a testemunha (água destilada + adjuvante) e calculada por meio da fórmula: RP ou RE = (1 - Rt/Rc) x 100, sendo: RP ou RE: Porcentagem média de redução do parasitismo ou de emergência (%); Rt: Valor do parasitismo ou emergência média para cada tratamento e; Rc: Parasitismo ou emergência média observada na testemunha (ROCHA; CARVALHO, 2004). Com base nas percentagens de redução,

os produtos fitossanitários/misturas foram classificados segundo as classes propostas pela "International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants (IOBC)", em que: 1= inócuo (< 30%), 2= levemente nocivo (30-79%), 3= moderadamente nocivo (80-99%) e 4= nocivo (> 99%) (STERK *et al.*, 1999).

Os dados foram submetidos aos testes de normalidade de Shapiro-Wilk e de homogeneidade de variâncias paramétricas de Levene, sendo também verificada a presença de outliers. Uma vez que os dados não satisfizeram os pressupostos de normalidade e homocedasticidade, o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis foi utilizado para comparar a diferença entre as médias dos tratamentos ao nível de 5% de probabilidade. Todas as análises foram realizadas com o software R® (R Core Team 2025).

5.3 Resultados

O número médio de ovos parasitados foi diferente para os tratamentos resultando em efeito significativo no parasitismo (%) de *T. podisi* (Figura 12). O parasitismo (%) foi significativamente reduzido em relação ao controle quando foram aplicadas as soluções inseticidas, diferindo significativamente quanto ao número de ovos/fêmea parasitados. Portanto, observou-se efeito significativo dos tratamentos sobre o parasitismo ($\chi^2= 46,82$, $df= 5$, $p= <0,005$).

Considerando os inseticidas, o tratamento à base de Etiprole foi o que permitiu maior porcentagem de parasitismo (> 70%), não diferindo do controle (> 85%). Além disso, esses dois tratamentos reduziram o parasitismo em menos que 30%, o que permitiu classificá-los como inócuos à *T. podisi* de acordo com a metodologia da IOBC (Figura 12).

O tratamento à base de Tiametoxam + Lambda-Cialotrina causou redução significativa de mais de 75% no parasitismo (%) de *T. podisi*, sendo classificado como levemente nocivo. Quando aplicado o inseticida a base de Acetamiprido + Bifentrina, o parasitismo foi reduzido em mais de 85%, sendo este tratamento classificado como moderadamente nocivo. Já o tratamento constituído por Acefato + Bifentrina reduziu em mais de 95% o parasitismo, sendo, portanto, classificado como nocivo a *T. podisi* (Figura 12).

A percentagem de emergência diferiu entre os tratamentos ($\chi^2= 35,07$, $df= 5$,

$p = <0,005$). Os inseticidas Etiprole, Tiametoxam + Lambda-Cialotrina e Acefato + Bifentrina permitiram emergência de *T. podisi* superior à 90%, sendo classificados como inócuos ao parasitoide quanto ao efeito sobre a emergência (Figura 12). Já o tratamento constituído por Acetamiprido + Bifentrina resultou em mais de 50% de redução da emergência sendo classificado como levemente nocivo (Figura 12). A proporção de parasitoides que se desenvolveram dentro do ovo, mas não emergiram, foi significativamente superior apenas no tratamento contendo a solução com Acetamiprido + Bifentrina (Figura 12), ratificando seu efeito nocivo sobre *T. podisi*.

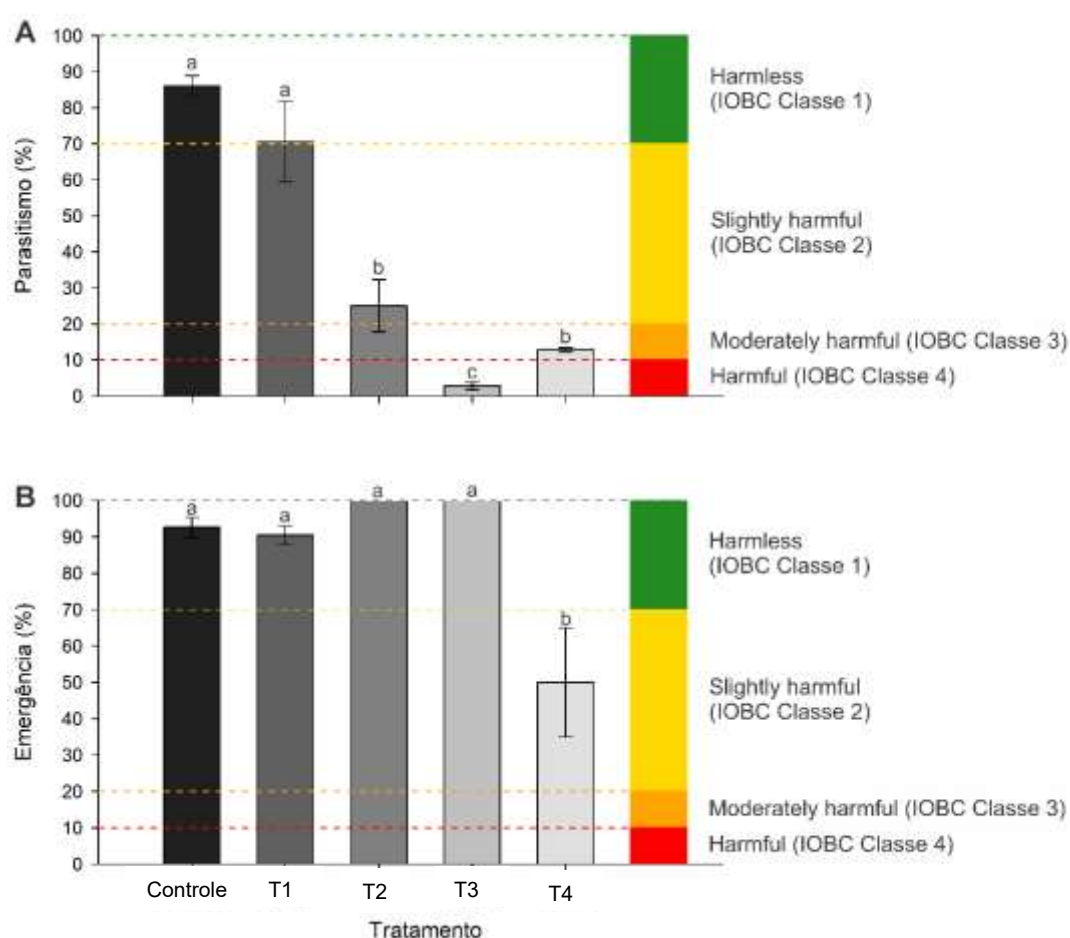


Figura 12 - Média $\pm$ erro padrão do parasitismo (%) (A), da emergência (%) (B) de *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae) pela imersão de ovos do hospedeiro *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae) tratados com inseticidas, se sendo: fitossanitários sendo: Controle: água destilada, T1= Etiprole; T2 = Tiametoxam + Lambda-Cialotrina; T3= Acefato + Bifentrina e T4= Acetamiprido+ Bifentrina. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de probabilidade. Classificação de toxicidade IOBC/WPRS (Hassan 1997).

Quanto aos resultados da razão sexual, os tratamentos não influenciaram no parâmetro Razão Sexual (RS), com exceção do tratamento com Tiametoxam + Lambda-Cialotrina que resultou na mais baixa razão sexual (Tabela 7). Os valores observados variaram de 0,52 a 0,81.

Tabela 7 - Razão sexual dos descendentes de *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae) submetidos a ovos de *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae) tratados com diferentes inseticidas em pré-parasitismo

Tratamento	Fêmea (n)	Macho (n)	Razão Sexual
Controle	9,58 ± 0,75 (115)	2,08 ± 0,46 (25)	0,81a
Etiprole	7,0 ± 1,19 (77)	1,72 ± 0,50 (19)	0,79a
Tiametoxam + Lambda-Cialotrina	2,41 ± 0,98 (29)	1,41 ± 0,55 (17)	0,52b
Acefato + Bifentrina	0,33 ± 0,14 (4)	0,09 ± 0,08 (1)	0,80a
Acetamiprido + Bifentrina	0,58 ± 0,41 (7)	0,25 ± 0,17 (3)	0,70a

n= número de indivíduos. Valores de razão sexual seguidos de mesma letra não diferem entre si pelo teste Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

O número ninfas emergidas foi diferente para os tratamentos testados ($\chi^2 = 40,21$, $df = 5$, $P = <0.005$) (Figura 13). Não houve emergência de ninfas no tratamento controle. Já os tratamentos compostos pelas moléculas inseticidas, observou-se emergência de ninfas, sendo que a quantidade de ninfas emergidas variou em função do número de ovos parasitados. O tratamento constituído de Etiprole e Acefato + Bifentrina, foram estatisticamente iguais quanto a esse parâmetro, sendo observada emergência média de mais de quatro ninfas em casa um dos tratamentos. Já quando os ovos foram tratados com Tiametoxam + Lambda-Cialotrina e Acetamiprido + Bifentrina, observou-se menor número de ninfas emergidas (<3 ninfas).

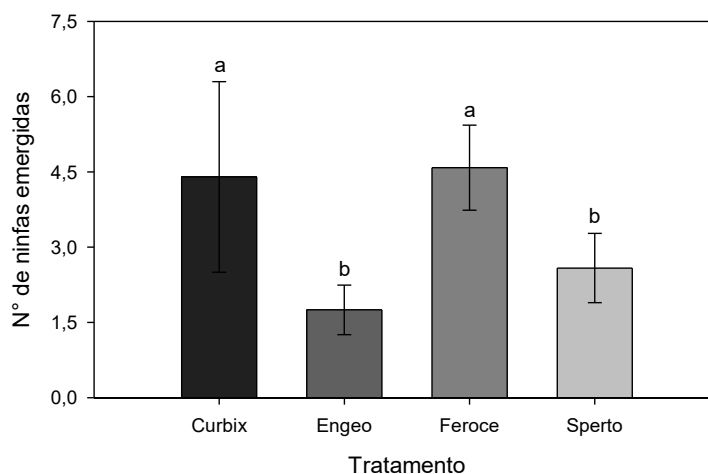


Figura 13 - Número de ninfas emergidas de *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae) de ovos tratados com diferentes inseticidas em Pré-parasitismo, sendo= T1= Etiprole; T2 = Tiametoxam + Lambda-Cialotrina; T3= Acefato + Bifentrina e T4= Acetamiprido+ Bifentrina. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de probabilidade.

5.4 Discussão

Os resultados revelam que dentre os inseticidas que possuem em sua composição moléculas pertencentes ao grupo químico dos piretroides (Lambda-cialotrina e Bifentrina) apresentam maior efeito negativo sobre o parasitismo de *T. podisi*. De forma geral, essas moléculas inseticidas atuam no sistema nervoso dos insetos, provocando a liberação contínua de estímulos nervosos, causando hiperexcitação e morte rápida (BUENO *et al.*, 2008). Devido a isso, seu efeito nocivo torna-se comum entre os diferentes tipos de insetos, sejam pragas ou inimigos naturais, classificando-os quase sempre como tóxicos aos insetos benéficos, por não apresentar seletividade fisiológica (CARMO *et al.*, 2010; CARVALHO *et al.*, 2021; BUENO *et al.*, 2022a; SILVA *et al.*, 2022).

Dentro de um programa de Manejo Integrado de Pragas, pode-se destacar a possibilidades de integração de diferentes técnicas de controle, desde que estas sejam compatíveis, a exemplo a utilização do controle químico juntamente com o controle biológico. Assim, é preciso avaliar a compatibilidade entre esses métodos

de controle, através de ensaios de seletividade, a fim de selecionar produtos fitossanitários que atuem no controle do inseto-praga de maneira eficiente, e que tenham menor impacto possível sobre os inimigos naturais (CARMO *et al.*, 2009; BUENO *et al.*, 2017; BUENO *et al.*, 2022).

Além disso, destaca-se o efeito negativo acentuado sobre o parasitismo (%) de *T. podisi* do inseticida a base de Acefato + Bifentrina, composto por moléculas dos grupos químicos organofosforado e piretroide, respectivamente. Assim como os piretroides, os organofosforados também atuam no sistema nervoso dos insetos e adicionalmente apresentam baixo peso molecular, favorecendo sua penetração e possibilitando o aumento da toxicidade e reduzindo o parasitismo (FUKUTO, 1990; BASTOS *et al.*, 2006). Portanto essa dupla ação contra o sistema nervoso, devido a mistura entre as moléculas, geralmente classifica essas misturas como altamente tóxicas à organismos benéficos, incluindo espécies de *Telenomus* spp. e *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 e *Trichogramma cacoeciae* Marchal, 1927 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (CARVALHO *et al.*, 2021; BUENO *et al.*, 2022a) em diferentes agroecossistemas (BAYRAM *et al.*, 2010; CARMO *et al.*, 2010; KOPPEL *et al.*, 2011; TURCHEN *et al.*, 2015).

Apesar do feito adverso causado sobre o parasitismo de *T. podisi*, não foi observado efeito significativo sobre a emergência dos parasitoides nos tratamentos testados, portanto foram considerados como seletivos dentro das categorias pré-estabelecidas pela IOBC, com exceção do tratamento composto de Acetamiprido + Bifentrina (HASSAN, 1992; BUENO *et al.*, 2022). Isso pode estar relacionado a proteção oferecida pelo córion do ovo hospedeiro, que impede que as substâncias adentrem no interior. Como a oviposição de *T. podisi* ocorre no interior do ovo hospedeiro, os imaturos ficam protegidos. Esse comportamento já foi observado para pupas de *T. podisi* e de *Trissolcus teretis* (Johnson, 1987) (Hymenoptera: Scelionidae) no interior de ovos hospedeiros onde houve maior tolerância aos produtos à base de Lambda-cialotrina, Etiprole e Tiametoxam. Essa proteção foi associada ao córion do ovo hospedeiro, impedindo o efeito dos produtos químicos aplicados (STECCA *et al.*, 2016, 2018; SILVA *et al.*, 2022).

Vale destacar que os efeitos colaterais podem variar com a concentração utilizada (SILVA *et al.*, 2022), o que pode justificar a diferença observada na emergência dos parasitoides *T. podisi* entre os tratamentos constituídos por Tiametoxam + Lambda-cialotrina e Acetamiprido + Bifentrina. Ambas as misturas de

ingredientes ativos pertencem aos mesmos grupos químicos, neonicotinoides e piretroides, porém, foi observado efeito negativo sobre a emergência (redução >30%) quando aplicado o Acetamiprido + Bifentrina, que tem em sua formulação maior concentração ingredientes ativos. De forma geral, a proteção condicionada pelo córion do ovo hospedeiro pode variar de acordo com a composição físico-química da molécula inseticida, em que, moléculas que tem maior peso molecular possuem naturalmente menor capacidade de penetrar no córion (STOCK; HOLLOWAY, 1993; BUENO *et al.*, 2017).

Em relação ao impacto dos inseticidas químicos estudados sobre o parasitismo de *T. podisi*, o tratamento composto do ingrediente ativo Etiprole foi o mais seletivo de acordo com a IOBC, por causar redução no parasitismo menor que 30%. Essa molécula inseticida pertence ao grupo químico dos fenilpirozóis, atuando através da sua ligação com o receptor de ácido gama-aminobutírico (GABA) nas membranas das células do sistema nervoso do organismo-alvo, inibindo a atividade do sistema nervoso central (COLE; NICHOLSON; CASIDA, 1993; GARROOD *et al.*, 2015). Nesse contexto, o Etiprole já foi relatado como uma molécula inseticida seletiva (SILVA *et al.*, 2022) e, este fato pode estar associado ao fato de que algumas espécies de inimigos naturais possuem diferenças estruturais nos receptores do GABA em relação aos insetos-praga, o que os torna menos suscetíveis à ação do inseticida (GUO *et al.*, 2023).

No que se refere a razão sexual, observou-se efeito significado apenas em um tratamento (Tiametoxam + Lambda-Cialotrina), mas sendo todos os tratamentos mais tendencioso a geração de fêmeas, possibilitando assim concluir que os tratamentos não alteraram o comportamento normal dos parasitoides. A razão sexual de *T. podisi* é variável, sendo regulada por fatores temperatura ambiente, o tempo de exposição ao parasitismo e a densidade de fêmeas (PACHECO; CORRÊA-FERREIRA, 1998). E de forma geral, os resultados obtidos permitem inferir que o contato com os produtos não alterou a capacidade das fêmeas de aumentar ou regular sua população de descendentes (NAVARRO, 1998). Esse comportamento é considerado importante para garantia da manutenção dos parasitoides na área, uma vez que os produtos não influenciaram no comportamento normal da espécie.

Através dos resultados do número de ninfas emergidas por, pode-se entender que os ovos estavam adequados para o desenvolvimento dos parasitoides, uma vez que, permitiram a emergência das ninfas. Nos permitindo inferir que a diminuição do

parasitismo e conseqüentemente na emergência, foi provocada pela ação dos produtos no comportamento de parasitismo e não na qualidade dos ovos do hospedeiro.

No contexto geral, é preciso avaliar a compatibilidade entre os métodos de controle, por meio de ensaios de seletividade, a fim de selecionar produtos fitossanitários que atuem no controle do inseto-praga de maneira eficiente, e que tenham menor impacto possível sobre os inimigos naturais (CARMO *et al.*, 2009; BUENO *et al.*, 2017; BUENO *et al.*, 2022). Assim, recomenda-se que a aplicação de inseticidas que causam reduções significativas no parasitismo de *T. podisi* possam ocorrer no momento adequado para possibilitar a integração do controle químico com o biológico, evitando efeitos adversos negativos sobre os inimigos naturais e promovendo o controle satisfatório dos artrópodes-praga nas culturas.

5.5 Conclusões

Os inseticidas avaliados apresentam diferentes efeitos sobre o parasitismo e emergência de *T. podisi*.

Com base no parasitismo, o inseticida a base de Etiprole é considerado inócuo à *T. podisi*. O Tiametoxam + Lambda-Cialotrina causou redução de mais de 75% no parasitismo sendo classificado como levemente nocivo (Classe 2). Já o inseticida a base de Acetamiprido + Bifentrina foi classificado como moderadamente nocivo (Classe 3) e Acefato + Bifentrina como nocivo (Classe 4).

Quanto a emergência os inseticidas a base de Etiprole, Tiametoxam + Lambda-Cialotrina e Acefato + Bifentrina são classificados como inócuos (Classe 1). Já o tratamento à base de Acetamiprido + Bifentrina apresentou-se como levemente nocivo (Classe 2).

A razão sexual foi menor quando aplicado o tratamento a base de Tiametoxam + Lambda-Cialotrina, mas sendo todos os tratamentos mais tendenciosos a geração de fêmeas.

REFERÊNCIAS

- BASTOS, C. S.; ALMEIDA, R. P. de; SUINAGA, F. A. Selectivity of pesticides used on cotton (*Gossypium hirsutum*) to *Trichogramma pretiosum* reared on two laboratory-reared hosts. **Pest Management Science**, v. 62, p. 91-98, 2006.
- BAYRAM, A.; SALERMO, G.; ONOFRI, A.; CONTI, E. Efeitos letais e subletais de tratamentos pré-imaginais com dois piretróides na história de vida do parasitoide de ovos *Telenomus busseolae*. **Bio Control**, v. 55, p. 697-710, 2010.
- BERSANI, B. C. G.; Santos, B. S.; Massarolli, A.; Butnariu, A. R.; Pereira, M. J. B.; Foerster, L. A. Insecticide toxicity to *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) parasitized by *Oomyzus sokolowskii* (Hymenoptera: Eulophidae). **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, p. 3604-3617, 2020.
- BUENO, A. D. F.; COLMENAREZ, Y. C.; CARNEVALLI, R. A.; SUTIL, W. P. Benefits and perspectives of adopting soybean-IPM: The success of a Brazilian programme. **Plant Health Cases**, n. 2023, p. phcs20230006, 2023.
- BUENO, A. D. F.; GA, C.; NOGUEIRA, M. A.; MEDEIROS, F. H. V.; DE MEDEIROS, F. C. L.; HUNGRIA, M.; ARDISSON-ARAÚJO, D. M.; RIBEIRO, B. M.; SÓSA-GOMEZ, D. R. HIROSE, E. Compatibilidade no uso de bioinsumos e insumos sintéticos no manejo da cultura da soja. In: MEYER, M. C.; BUENO, A. de F.; MAZARO, S. M.; SILVA, J. C. da (org.). **Bioinsumos na cultura da soja**. Brasília, DF: Embrapa, cap. 27, 2022.
- BUENO, A. F.; BUENO, R. C. O. F. Integrated pest management as a tool to mitigate the pesticide negative impact into the agroecosystem: the soybean example. In: Jokanovic, M.(ed.) **The Impact of Pesticides**. Academic Publish, Cheyenner, pp.165-190, 2012.
- BUENO, A. F.; BUENO, R. C. O. F.; PARRA, J. R. P.; VIEIRA, S. S. Effects of pesticides used in soybean crops to the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum*. **Ciência Rural**, v. 38, p.1495-1503, 2008.
- BUENO, A. F.; CARVALHO, G. A.; SANTOS, A. C. ; SOSA-GOMEZ, D. R. ; SILVA, D. M. Pesticide selectivity to natural enemies: challenges and constraints for research and field recommendation. **Ciência Rural**, v. 47, p. e20160829, 2017.
- BUENO, A.F.; COLMENAREZ, Y. C.; CARVALHO, G. A.; SILVA, D. M. Tecnologia consolidada. **Cultivar Grandes Culturas**, v. 274, p. 30-33, 2022.
- CARMO, E. L.; BUENO, A. F.; BUENO, R. C. O. F.; VIEIRA, S. S.; GOBBI, A. L.; VASCO, F. R. Seletividade de diferentes agrotóxicos usados na cultura da soja ao parasitoide de ovos *Telenomus remus*. **Ciência Rural**, v. 39, p. 2293-2300, 2009. DOI: 10.1590/S0103-84782009005000188.
- CARVALHO, G. A.; REIS, P. R.; GRUTZMACHER, A. D.; DEGRANDE, P. E.; YAMAMOTO, P. T.; BUENO, A. D. F. Seletividade de produtos fitossanitários: uma

estratégia viável para a agricultura sustentável. **Controle biológico no Brasil com parasitoides e predadores na agricultura brasileira**, p. 592, 2021.

CASTRO, V.L.S.S. Uso de misturas de agrotóxicos na agricultura e suas implicações toxicológicas na saúde. **Journal of the Brazilian Society of Ecotoxicology**, v. 4, p. 87-94, 2009. DOI: 10.5132/jbse.2009.01.012.

COLE, L. M.; NICHOLSON, R. A.; CASIDA, J. E. Action of phenylpyrazole insecticides at the GABA-gated chloride channel. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 46, p. 47-54, 1993.

CORRÊA-FERREIRA, B. S. Suscetibilidade da soja a percevejos na fase anterior ao desenvolvimento das vagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 1067-1072, 2005.

EHLER, L. E. An evaluation of some natural enemies of *Nezara viridula* in northern California. **BioControl**, v. 47, p. 309-325, 2002.

FAVETTI, B. M.; BUENO, A. D. F.; SILVA, G. V.; DINIZ, N. F. Utilização de *Telenomus podisi* no manejo de *Euschistus heros* em soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 27.; CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE ENTOMOLOGIA, 10., 2018, Gramado, RS. **Anais [...]**. Santo Antonio de Goiás: SEB: UFSM, v. 2.; Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1099967>. Acesso em: 10 jun. 2025.p. 441.

FAVETTI, B. M.; BUTNARIU, A. R.; DOETZER, A. K. Storage of *Euschistus heros* eggs (Fabricius)(Hemiptera: Pentatomidae) in liquid nitrogen for parasitization by *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Platygasteridae). **Neotropical entomology**, v. 43, p. 291-293, 2014.

FOERSTER, L. A. Seletividade de inseticidas a predadores e parasitoides. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (org.). **Controle biológico no Brasil - parasitoides e predadores**. Piracicaba: Manole, p. 95-114, 2002.

FUKUTO, T. Roy. Mechanism of action of organophosphorus and carbamate insecticides. **Environmental health perspectives**, v. 87, p. 245-254, 1990.

GALLO, D.; NAKANO, O.; WIENDL, F. M.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: Fealq, v. 10, p. 920, 2002.

GARROOD, W. T.; ZIMMER, C. T.; GORMAN, K. J.; NAUEN, R.; BASS, C.; DAVIES, T. G. Field-evolved resistance to imidacloprid and ethiprole in populations of brown planthopper *Nilaparvata lugens* collected from across South and East Asia. **Pest Management Science**, v. 72, p. 140-149, 2016.

GODOY, K. B.; GALLI, J. C.; ÁVILA, C. J. Parasitismo em ovos de percevejos da soja *Euschistus heros* (Fabricius) e *Piezodorus guildinii* (Westwood) (Hemiptera: Pentatomidae) em São Gabriel do Oeste, MS. **Ciência Rural**, v. 35, p. 455-458, 2005.

GUO, L.; QIAO, X.; HAJI, D.; ZHOU, T.; LIU, Z.; WHITEMAN, N. K.; HUANG, J. Convergent resistance to GABA receptor neurotoxins through plant-insect coevolution. **Nature Ecology & Evolution**, v. 7, p. 1444-1456, 2023.

HASSAN, S. A. Guideline for the evaluation of side-effects of plant protection product on *Trichogramma cacoeciae*, sequential testing programme. **Bulletin OILB SROP**, v. 15, p. 18-39, 1992.

HASSAN, S.A. Métodos padronizados para testes de seletividade com ênfase em *Trichogramma*. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (org.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, p.207-233, 1997.

IRAC - INSECTICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE, I. R. A. C. **Susceptibility Test Methods Series, Method No. 007**: Leaf-eating lepidoptera (including *Heliothis*, *Helicoverpa*) and Coleoptera on cotton, vegetable and field crops. 2024. DOI: https://irac-online.org/content/uploads/Method_007_v3.1_24july14.pdf. Disponível em: https://irac-online.org/content/uploads/Method_007_v3.1_24july14.pdf.

KOPPEL, A. L.; HERBERT JR, D. A.; KUHAR, T. P.; KAMMINGA, K. Survey of stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) egg parasitoids in wheat, soybean, and vegetable crops in southeast Virginia. **Environmental Entomology**, v. 38, p. 375-379, 2009.

MOREIRA, G. R. P.; BECKER, M. Mortalidade de *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758)(Heteroptera: Pentatomidae) no estágio de ovo na cultura da soja: I-todas as causas de mortalidade. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 15, p. 271-290, 1986.

NAVARRO, M. A. **Trichogramma spp. producción, uso y manejo en Colombia**. 1998.

PACHECO, D. J. P.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Parasitismo de *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae) em populações de percevejos pragas da soja. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 2, p. 295-302, 2000. DOI: 10.1590/S0301- 80592000000200011.

PACHECO, D. J.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Reproductive potential and longevity of the parasitoid *Telenomus podisi* Ashmead in eggs of different stinkbug species. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, p. 585-591, 1998.

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

PARRA, J. R. P.; PINTO, A. D. S.; NAVA, D. E.; OLIVEIRA, R. C. D.; DINIZ, A. J. F. **Controle biológico com parasitoides e predadores na agricultura Brasileira**. Piracicaba: FEALQ, p. 592, 2021.

PAZ-NETO, A. A.; QUERINO, R. B.; MARGARÍA, C. B. Egg parasitoids of stink bugs (Hemiptera: Coreidae and Pentatomidae) on soybean and cowpea in Brazil. **Florida**

Entomologist, v. 98, n. 3, p. 929-932, 2015.

QUEIROZ, A. P.; BUENO, A. D. F.; POMARI-FERNANDES, A.; GRANDE, M. L. M.; BORTOLOTO, O. C.; SILVA, D. M. Low temperature storage of *Telenomus remus* (Nixon) (Hymenoptera: Platygasteridae) and its factitious host *Corcyra cephalonica* (Stainton) (Lepidoptera: Pyralidae). **Neotropical Entomology**, v. 46, p. 182-192, 2017.

R Development Core Team. **A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria, 2021.
Disponível em: <https://www.r-studio.com/pt/>. Acesso em: 01 jun. 2025.

RIBEIRO, F.C.; ROCHA, F.S.; ERASMO, E.A.L.; MATOS, E.P.; COSTA, S.J. Management with insecticides targeting the brown stink bug control in intact soybean crop. **Revista Agricultura Neotropical**, v. 3, p. 48-53, 2016.

ROCHA, L. C. D.; CARVALHO, G. A. Adaptação da metodologia padrão da IOBC para estudos de seletividade com *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em condições de laboratório. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 26, p. 315-320, 2004. DOI: 10.4025/actasciagron.v26i3.1825.

SANTOS, L. V.; DE LIMA ALVAREZ, D.; SANTOS, L. M.; DO PRADO, J. C.; DE FREITAS BUENO, R. C. O.; HOBACK, W. W. Selectivity and sub-lethal effect of pesticides on the immature and adult stages of *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Scelionidae). **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 42, p. 1731-1736, 2022.

SILVA, D. M.; CARVALHO, G. A.; SOUZA, W. R.; BUENO, A. D. F. Toxicity of insecticides to the egg parasitoids *Telenomus podisi* and *Trissolcus teretis* (Hymenoptera: Scelionidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 66, p. e20220035, 2022.

SOMAVILLA, J. C.; GUBIANI, P. S.; REIS, A. C.; FÜHR, F. M.; MACHADO, E. P.; BERNARDI, O. Susceptibility of *Euschistus heros* and *Dichelops furcatus* (Hemiptera: Pentatomidae) to insecticides determined from topical bioassays and diagnostic doses for resistance monitoring of *E. heros* in Brazil. **Crop Protection**, v. 138, p. 105319, 2020.

SOSA-GÓMEZ D.R.; OMOTO, C. Resistência a inseticidas e outros agentes de controle em artrópodes associados à cultura da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B., CORRÊA-FERREIRA, B.S., MOSCARDI, F. **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília, DF: Embrapa, 2012.

STECCA, C. S.; BUENO, A. F.; PASINI, A.; SILVA, D. M.; ANDRADE, K.; ZIRONDI FILHO, D. M. Impact of insecticides used in soybean crops to the egg parasitoid *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae). **Neotropical Entomology**, v. 47, p. 281-291, 2018.

STEINHAUS, E. A.; WARPECHOWSKI, L. F.; BRAGA, L. E.; MORIN, M.; TENÓRIO, C.; BOFF, J. S.; BERNARDI, O.; FARIAS, J. R. Intra-and interspecific variation in the susceptibility to insecticides of stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) that attack

soybean and maize in southern Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v. 115, p. 631-636, 2022.

STERK, G.; HASSAN, S. A.; BAILLOD, M.; BAKKER, F.; BIGLER, F.; BLÜMEL, S.; BOGENSCHUTZ, H.; BOLLER, E.; BROMAND, B.; BRUN, J.; CALIS, J.N.M.; COREMANS-PELSENEER, J.; DUSO, C.; GARRIDO, A.; GROVE, A.; HEIMBACH, U.; HOKKANEN, H.; JACAS, J.; LEWIS, G.; MORETH, L.; POLGAR, L.; ROVESTI, L.; SAMSOE-PETERSON, L.; SAUPHANOR, B.; SCHAUB, L.; STAUBLI, A.; TUSET, J.J.; VAINIO, A.; VAN de VEIRE, M.; VIGGIANI, G.; VIÑUELA, E.; VOGT, H. Results of the seventh joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS-Working Group 'Pesticides and Beneficial Organisms. **BioControl**, v. 44, p. 99-117, 1999.

STOCK, D.; HOLLOWAY, P. J. Possible mechanisms for surfactant-induced foliar uptake of agrochemicals. **Pesticide Science**, v. 38, p. 165-177, 1993.

TAGUTI, É. A.; GONÇALVES, J.; FREITAS BUENO, A.; MARCHIORO, S. T. *Telenomus podisi* parasitism on *Dichelops melacanthus* and *Podisus nigrispinus* eggs at different temperatures. **Florida Entomologist**, v. 102, p. 607-613, 2019.

TIBOLA, C. M.; SILVA, L.; SGUBIN, F.; OMOTO, C. Monitoring resistance of *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) to insecticides by using encapsulated artificial diet bioassay. **Insects**, v. 12, p. 599, 2021.

TORRES, J. B.; BUENO, A. F. Controle biológico de conservação usando inseticidas seletivos – Uma ferramenta valiosa para o MIP. **Biological Control**, v. 126, p. 53-64, 2018. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2018.07.012.

TURCHEN, L. M.; GOLIN, V.; BUTNARIU, A.R.; GUEDES, R. N.; PEREIRA, M. J. Efeitos letais e subletais de inseticidas no parasitóide de ovos *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae). **Journal of Economic Entomology**, v. 109, p. 84-92, 2015.

ZHANG, W.; HASSAN, S.A. Rationalising the standard method to test the side-effects of pesticides on *Trichogramma cacoeciae*, reducing the number of parasitoids tested. **IOBC/WPRS Bulletin**, v. 23, p. 49-53, 2000.

CONCLUSÕES

O ataque do percevejo-barriga-verde, durante a fase reprodutiva R4, reduz a taxa fotossintética de plantas de soja das cultivares C2531E (Enlist E3®) e NS6433I2X (Intacta 2 Xtend®).

A condutância estomática e a taxa de transpiração aumentam quando as plantas de soja estão submetidas ao ataque do percevejo-barriga-verde durante a fase reprodutiva R4.

O ataque do percevejo-barriga-verde, durante a fase reprodutiva R4, impacta negativamente os valores SPAD, reduzindo o teor de clorofila presente nas folhas de plantas de soja das cultivares C2531E (Enlist E3®) e NS6433I2X (Intacta 2 Xtend®).

As cultivares de soja: C2531E (Enlist E3®) e NS6433I2X (Intacta 2 Xtend®), respondem de forma semelhante, quanto aos parâmetros fotossintéticos avaliados, após o ataque do percevejo-barriga-verde.

Os aspectos biológicos de *Diceraeus melacanthus* foram afetados pelo tipo de alimento, sendo a dieta artificial (mistura amendoim cru, vagens de feijão-verde, sementes de girassol e grão de bico) o alimento que possibilitou maior tempo de sobrevivência, dentre os tratamentos testados.

De forma geral, as dietas com plantas de soja e milho, possibilitaram curvas de sobrevivência semelhantes entre si, porém com menor tempo de sobrevivência quando comparado ao tratamento com dieta artificial.

E apenas o tratamento contendo dieta artificial possibilitou a reprodução do *D. melacanthus*.

O inseticida a base de Acefato + Bifentrina apresentou as menores concentrações letais (CL_{50} 0,017 g i.a. L^{-1}), e consequentemente, alta toxicidade para *E. heros*, indicando que este foi o inseticida mais tóxico entre os produtos testados.

O inseticida a base de Bifentrina + Carbossulfano apresentou as maiores CL 's (CL_{50} 36,21 g i.a. L^{-1}), sendo, portanto, o menos tóxico a *E. heros*.

Os inseticidas Acetamiprido + Bifentrina e Tiametoxam + Lambda-Cialotrina apresentaram toxicidade alta, porém, mediada quando comparada ao Acefato + Bifentrina e Bifentrina + Carbossulfano.

Todos os inseticidas testados reduziram significativamente a sobrevivência de

E. heros em comparação ao controle.

Os inseticidas avaliados apresentam diferentes efeitos sobre o parasitismo e emergência de *T. podisi*.

Com base no parasitismo, o inseticida a base de Etiprole é considerado inócuo à *T. podisi*. O Tiametoxam + Lambda-Cialotrina causou redução de mais de 75% no parasitismo sendo classificado como levemente nocivo (Classe 2). Já o inseticida a base de Acetamiprido + Bifentrina foi classificado como moderadamente nocivo (Classe 3) e Acefato + Bifentrina como nocivo (Classe 4).

Quanto a emergência os inseticidas a base de Etiprole, Tiametoxam + Lambda-Cialotrina e Acefato + Bifentrina são classificados como inócuos (Classe 1). Já o tratamento à base de Acetamiprido + Bifentrina apresentou-se como levemente nocivo (Classe 2).

A razão sexual foi menor quando aplicado o tratamento a base de Tiametoxam + Lambda-Cialotrina, mas sendo todos os tratamentos mais tendenciosos a geração de fêmeas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observou-se através desse estudo que o ataque *D. melacanthus* em plantas de soja em estágio R4 pode interferir nos parâmetros fotossintéticos das plantas, o que possivelmente pode reduzir a qualidade e produtividade final da cultura.

Adicionalmente, as informações obtidas, são de suma importância para o entendimento da dinâmica dos percevejos *E. heros* e *D. melacanthus* em campo, tendo em vista os aspectos biológicos avaliados, onde foi possível observar a influência do tipo de alimento sobre os parâmetros reprodutivos e biológicos (tempo de desenvolvimento e sobrevivência).

Além disso, foi possível determinar que, os inseticidas comumente utilizados na região de Dourados-MS, ainda se apresentam como efetivos no controle de *E. heros*. Essas informações podem e devem ser usadas em programas de manejo, sendo que, a resistência a inseticidas é uma problemática constante dentro do manejo.

Dessa forma, os resultados obtidos no presente estudo contribuem com informações relevantes dentro do Manejo Integrado de Pragas da cultura do sistema Soja-Milho. As informações servirão para o planejamento com o intuito de implementar uma combinação entre as técnicas que podem ser utilizadas para o controle de pragas a partir da associação do uso de controle químico e biológico (através de liberações de *T. podisi*), desde que sejam tomados os devidos cuidados em relação a época de liberação desse inimigo natural.

REFERÊNCIAS

- AL-ABRI, N.; AL-RAQAMI, S.; AL-HASHEMI, M.; AL-SHIDI, R.; AL-KHATRI, S.; RAY, R. V. Impact of initial population density of the dubas bug, *Ommatissus lybicus* (Hemiptera: Tropiduchidae), on oviposition behaviour, chlorophyll, biomass and nutritional response of date palm (*Phoenix dactylifera*). **Insects**, v. 14, p. 12, 2022.
- ALDEA, M.; HAMILTON, J. G.; RESTI, J. P.; ZANGERL, A. R.; BERENBAUM, M. R.; D ELUCIA, E. H. Indirect effects of insect herbivory on leaf gas exchange in soybean. **Plant, Cell & Environment**, v. 28, p. 402-411, 2005.
- ANTÚNEZ, C. C. C.; STORCK, L.; GUEDES, J. V. C.; CARGNELUTTI FILHO, 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.
- ÁVILA, C. J.; PANIZZI, A. R. Occurrence and damage by *Dichelops* (*Neodichelops*) *melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) on corn. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 24, p. 193-195, 1995.
- AWMACK, C. S.; LEATHER, S. R. Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. **Annual Review of Entomology**, v. 47, p. 817 - 844, 2002.
- BALDIN, E. L. L.; VENDRAMIM, J. D.; LOURENÇÃO, A. L. **Resistência de plantas a insetos**: fundamentos e aplicações. Piracicaba: FEALQ, p. 493, 2019.
- BARBOSA, M. G.; SOUZA, S. A.; ANDRÉ, T. P. P.; PONTES, A. D. S.; TEIXEIRA, C. S.; PEREIRA, F. F.; PASTORI, P. L. Do fall armyworm's Metaflumizone resistente populations affect the activity of *Trichogramma pretiosum* ? **Brazilian Journal of Biology**, v. 83, p. e245273, 2021.
- BASTOS, C. S.; ALMEIDA, R. P. de; SUINAGA, F. A. Selectivity of pesticides used on cotton (*Gossypium hirsutum*) to *Trichogramma pretiosum* reared on two laboratory-reared hosts. **Pest Management Science**, v. 62, p. 91-98, 2006.
- BAYRAM, A.; SALERMO, G.; ONOFRI, A.; CONTI, E. Efeitos letais e subletais de tratamentos pré-imaginais com dois piretróides na história de vida do parasitoide de ovos *Telenomus busseolae*. **Bio Control**, v. 55, p. 697-710, 2010.
- BELORTE, L. C.; RAMIRO, Z. A.; FARIA, A. M.; MARINO, C. A. B. Danos causados por percevejos (Hemiptera: Pentatomidae) em cinco cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merril, 1917) no município de Araçatuba, SP. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.70, p. 169-175, 2003.
- BERSANI, B. C. G.; Santos, B. S.; Massarolli, A.; Butnariu, A. R.; Pereira, M. J. B.; Foerster, L. A. Insecticide toxicity to *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) parasitized by *Oomyzus sokolowskii* (Hymenoptera: Eulophidae). **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, p. 3604-3617, 2020.
- BORGES, M.; LAUMANN, R. A.; DA SILVA, C. C. A.; MORAES, M. B.; DOS

SANTOS, H. M.; RIBEIRO, D. T. Metodologias de criação e manejo de colônias de percevejos da soja (Hemiptera-Pentatomidae) para estudos de comportamento e ecologia química. **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos**. v. 182, 2006.

BOUNFOUR, M.; TANIGOSHI, L. K.; CHEN, C.; CAMERON, S. J.; KLAUER, S. Chlorophyll content and chlorophyll fluorescence in red raspberry leaves infested with *Tetranychus urticae* and *Eotetranychus carpini borealis* (Acari: Tetranychidae). **Environmental Entomology**, v. 31, p. 215-220, 2002.

BOWN, A. W.; HALL, D. E.; MACGREGOR, K. B. Insect footsteps on leaves stimulate the accumulation of 4-aminobutyrate and can be visualized through increased chlorophyll fluorescence and superoxide production. **Plant Physiology**, v. 129, p. 1430-1434, 2002.

BUENO, A. D. F.; COLMENAREZ, Y. C.; CARNEVALLI, R. A.; SUTIL, W. P. Benefits and perspectives of adopting soybean-IPM: The success of a Brazilian programme. **Plant Health Cases**, n. 2023, p. phcs20230006, 2023.

BUENO, A. D. F.; GA, C.; NOGUEIRA, M. A.; MEDEIROS, F. H. V.; DE MEDEIROS, F. C. L.; HUNGRIA, M.; ARDISSON-ARAÚJO, D. M.; RIBEIRO, B. M.; SÓSA-GOMEZ, D. R. HIROSE, E. Compatibilidade no uso de bioinsumos e insumos sintéticos no manejo da cultura da soja. In: MEYER, M. C.; BUENO, A. de F.; MAZARO, S. M.; SILVA, J. C. da (org.). **Bioinsumos na cultura da soja**. Brasília, DF: Embrapa, cap. 27, 2022.

BUENO, A. F.; BORTOLOTO, O. C.; POMARIS-FERNANDES, A.; 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. 132-137, 2015.

BUENO, A. F.; BUENO, R. C. O. F. Integrated pest management as a tool to mitigate the pesticide negative impact into the agroecosystem: the soybean example. In: Jokanovic, M.(org.). **The Impact of Pesticides.Academic Publish, Cheyenner**, pp.165-190, 2012.

BUENO, A. F.; BUENO, R. C. O. F.; PARRA, J. R. P.; VIEIRA, S. S. Effects of pesticides used in soybean crops to the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum*. **Ciência Rural**, v. 38, p.1495-1503, 2008.

BUENO, A. F.; CARVALHO, G. A. ; SANTOS, A. C. ; SOSA-GOMEZ, D. R. ; SILVA, D. M. Pesticide selectivity to natural enemies: challenges and constraints for research and field recommendation. **Ciência Rural**, v. 47, n. 6, p. e20160829, 2017.

BUENO, A.F.; COLMENAREZ, Y. C.; CARVALHO, G. A.; SILVA, D. M. Tecnologia consolidada. **Cultivar Grandes Culturas**, v. 274, p. 30-33, 2022.

CABRERA, H.M.; ARGANDONA, V.H.; CORCUERA, L.J. Metabolic changes in barley seedlings at different aphid infestation levels. **Phytochemistry** 1994, v. 35, p. 317-319, 1994.

CARMO, E. L.; BUENO, A. F.; BUENO, R. C. O. F.; VIEIRA, S. S.; GOBBI, A. L.; VASCO, F. R. Seletividade de diferentes agrotóxicos usados na cultura da soja ao parasitoide de ovos *Telenomus remus*. **Ciência Rural**, v. 39, p. 2293-2300, 2009. DOI: 10.1590/S0103-84782009005000188.

CARVALHO, G. A.; REIS, P. R.; GRUTZMACHER, A. D.; DEGRANDE, P. E.; YAMAMOTO, P. T.; BUENO, A. D. F. Seletividade de produtos fitossanitários: uma estratégia viável para a agricultura sustentável. **Controle biológico no Brasil com parasitoides e predadores na agricultura brasileira**, p. 592, 2021.

CASTRO, V.L.S.S. Uso de misturas de agrotóxicos na agricultura e suas implicações toxicológicas na saúde. **Journal of the Brazilian Society of Ecotoxicology**, v. 4, p. 87-94, 2009. DOI: 10.5132/jbse.2009.01.012.

CHOCOROSQUI, V. R.; PANIZZI, A. R. Impact of cultivation systems on *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) population and damage and its Chemical control on wheat. **Neotropical Entomology**, v. 33, p. 487-492, 2004.

CHOCOROSQUI, V.R.; PANIZZI A.R. Nymph and Adult Biology of *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) Feeding on Cultivated and Non-Cultivated Host Plants. **Neotropical Entomology**, v. 37, p. 356-360, 2008.

COLE, L. M.; NICHOLSON, R. A.; CASIDA, J. E. Action of phenylpyrazole insecticides at the GABA-gated chloride channel. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 46, p. 47-54, 1993.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, Safra 2019/20 - Oitavo levantamento. <http://www.conab.gov.br>. Accessed: 02 jan, 2024.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, Safra 2019/20 - Oitavo levantamento. <http://www.conab.gov.br>. Accessed: 02 jan. 2025.

CONTE, O.; OLIVEIRA, F. T.; HARGER, N.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; ROGGIA, S. **Resultados do Manejo Integrado de Pragas da Soja na safra 2017/18 no Paraná**. Londrina, EMBRAPA-CNPSo, (Documentos 402), p. 66, 2018.

CORRÊA-FERREIRA, B. S. Suscetibilidade da soja a percevejos na fase anterior ao desenvolvimento das vagens. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 40, p. 1067-1072, 2005.

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

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; SOSA-GÓMEZ, D. R. Percevejos e o sistema de produção soja-milho. **Embrapa Soja. Documentos**, Londrina, v. 39, p. 98, 2017.

COSTA, M. L. M.; BORGES, M.; VILELA, E. F. Biologia reprodutiva de *Euschistus heros* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae). **Reproductive Biology**, v. 27, p. 559-568, 1998. doi:10.1590/S0301-80591998000400008.

CRUZ, I.; BIANCO, R. Manejo de pragas na cultura de milho safrinha. *In*: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA - CONFERÊNCIA NACIONAL DE PÓS-COLHEITA - SIMPÓSIO EM ARMAZENAGEM DE GRÃOS DO MERCOSUL, 2., 2001, Londrina. **Anais [...]**. Londrina: FAPEAGRO: IAPAR, 2011. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/485001>. Acesso em: 10 jun 2025. p. 79-112.

DESNEUX, N.; DECOURTYE, A.; DELPUECH, J. M. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. **Annual Review of Entomology**, v. 52, p. 81-106, 2007. DOI: 10.1146/annurev.ento.52.110405.091440.

DONG, Z.; MEN, Y.; LIU, Z.; LI, J.; JI, J. Application of chlorophyll fluorescence imaging technique in analysis and detection of chilling injury of tomato seedlings. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 168, p. 105109, 2020.

EDUARDO, W. I.; TOSCANO, L. C.; TOMQUELSKI, G. V.; MARUYAMA, W. I.; MORANDO, R. Action thresholds for the soybean stink bug complex: Phytotechnical and physiological parameters and egg parasitism. **Revista Colombiana de Entomología**, v. 44, p. 165-171, 2018.

EDUARDO, W. I.; TOSCANO, L. C.; TOMQUELSKI, G. V.; MARUYAMA, W. I.; MORANDO, R. Action thresholds for the soybean stink bug complex: phytotechnical and physiological parameters and egg parasitism. **Revista Colombiana de Entomología**, v. 44, p. 165-171, 2018.

EHLER, L. E. An evaluation of some natural enemies of *Nezara viridula* in northern California. **BioControl**, v. 47, p. 309-325, 2002.

FAVETTI, B. M.; BUENO, A. D. F.; SILVA, G. V.; DINIZ, N. F. Utilização de *Telenomus podisi* no manejo de *Euschistus heros* em soja. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 27.; CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE ENTOMOLOGIA, 10., 2018, Gramado, RS. **Anais [...]**. Santo Antonio de Goiás: SEB: UFSM, v. 2.; Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1099967>. Acesso em: 10 jun. 2025.p. 441.

FAVETTI, B. M.; BUTNARIU, A. R.; DOETZER, A. K. Storage of *Euschistus heros* eggs (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) in liquid nitrogen for parasitization by *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Platygasteridae). **Neotropical Entomology**, v. 43, p. 291-293, 2014.

FERNANDES, P. H. R.; ÁVILA, C. J.; SILVA, I. F.; ZULIN, D. Damage by the greenbelly stink bug to corn. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 55, e01131, 2020.

FOERSTER, L. A. Seletividade de inseticidas a predadores e parasitoides. *In*: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (org.). **Controle biológico no Brasil - parasitoides e predadores**. Piracicaba: Manole, p. 95-114, 2002.

FUKUTO, T. Roy. Mechanism of action of organophosphorus and carbamate

insecticides. **Environmental health perspectives**, v. 87, p. 245-254, 1990.

GALLO, D.; NAKANO, O.; WIENDL, F. M.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: Fealq, v. 10, p. 920, 2002.

GARROOD, W. T.; ZIMMER, C. T.; GORMAN, K. J.; NAUEN, R.; BASS, C.; DAVIES, T. G. Field-evolved resistance to imidacloprid and ethiprole in populations of brown planthopper *Nilaparvata lugens* collected from across South and East Asia. **Pest Management Science**, v. 72, p. 140-149, 2016.

GODOY, K. B.; GALLI, J. C.; ÁVILA, C. J. Parasitismo em ovos de percevejos da soja *Euschistus heros* (Fabricius) e *Piezodorus guildinii* (Westwood) (Hemiptera: Pentatomidae) em São Gabriel do Oeste, MS. **Ciência Rural**, v. 35, p. 455-458, 2005.

GODOY, M. S.; LIRA, A. G.; DE LIMA, A. G.; MOLINA-RUGAMA, A. J.; PASTORI, P. L.; LOUREIRO, E. S.; JUNIOR, E. A. F.; MESQUITA, S. C. Residual toxicity of insecticides applied to first-stage lacewing larvae. **Revista Caatinga**, v. 38, p. e12569, 2025. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252025v3812569rc>

GOLAWSKA, S.; KRZYZANOWSKI, R.; ŁUKASIK, I. Relationship between aphid infestation and chlorophyll content in fabaceae species. **Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica**, v. 52, p. 76-80, 2010.

GOMES, E. C.; HAYASHIDA, R.; BUENO, A. F. *Dichelops melacanthus* and *Euschistus heros* injury on maize: Basis for re-evaluating stink bug thresholds for IPM decisions. **Crop Protection**, v.130, p. 1-8, 2020.

GUO, L.; QIAO, X.; HAJI, D.; ZHOU, T.; LIU, Z.; WHITEMAN, N. K.; HUANG, J. Convergent resistance to GABA receptor neurotoxins through plant-insect coevolution. **Nature Ecology & Evolution**, v. 7, p. 1444-1456, 2023.

HAILE, F. J.; HIGLEY, L. G. Changes in soybean gas-exchange after moisture stress and spider mite injury. **Environmental Entomology**, v. 32, p. 433-440, 2003.

HASSAN, S. A. Guideline for the evaluation of side-effects of plant protection product on *Trichogramma cacoeciae*, sequential testing programme. **Bulletin OILB SROP**, v. 15, p. 18-39, 1992.

HASSAN, S.A. Métodos padronizados para testes de seletividade com ênfase em *Trichogramma*. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (org.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, p.207-233, 1997.

HOFFMANN-CAMPO, C. B.; MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; OLIVEIRA, L.J.; SOSA-GOMEZ, D.R.; PANIZZI, A.R.; CORSO, I.C.; GAZZONI, D.L.; OLIVEIRA, E.B. Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado. **Circular Técnica**, Embrapa Soja, Londrina, n 30, p.70, 2000.

HUANG, J.; ZHANG, P.-J.; ZHANG, J.; LU, Y.-B.; HUANG, F.; LI, M.-J. Chlorophyll content and chlorophyll fluorescence in tomato leaves infested with an invasive

mealybug, *Phenacoccus solenopsis* (Hemiptera: Pseudococcidae). **Environmental Entomology**, V. 42, p. 973-979, 2013.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatísticas econômicas**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=o-que-e> Acesso em: 10 out. 2023.

IRAC - INSECTICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE, I. R. A. C. **Susceptibility Test Methods Series, Method No. 007**: Leaf-eating lepidoptera (including *Heliothis*, *Helicoverpa*) and Coleoptera on cotton, vegetable and field crops. 2024. DOI: https://irac-online.org/content/uploads/Method_007_v3.1_24july14.pdf. Disponível em: https://irac-online.org/content/uploads/Method_007_v3.1_24july14.pdf.

KOPPEL, A. L.; HERBERT JR, D. A.; KUHAR, T. P.; KAMMINGA, K. Survey of stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) egg parasitoids in wheat, soybean, and vegetable crops in southeast Virginia. **Environmental Entomology**, v. 38, p. 375-379, 2009.

KRAUSE, F, A. **Reação de genótipos de soja ao ataque do percevejo *Euschistus heros***: atratividade, preferência alimentar e avaliação em diferentes níveis de infestação. 2022. 59 f. Dissertação (Mestrado em ciências). Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” -ESALQ, Piracicaba, 2022.

MACEDO, T. B.; BASTOS, C. S.; HIGLEY, L. G.; OSTLIE, K. R.; MADHAVAN, S. Photosynthetic responses of soybean to soybean aphid (Homoptera: Aphididae) injury. **Journal of Economic Entomology**, v. 96, p. 188-193, 2003.

MANFREDI-COIMBRA, S.; SILVA, J. J.; CHOCOROSQUI, V. R.; PANIZZI, A. R. Danos do percevejo barriga-verde *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) em trigo. **Ciência Rural**, v. 35, p. 1243-1247, 2005.

MORAES, R. M. A. D.; JOSÉ, I. C.; RAMOS, F. G.; BARROS, E. G. D.; MOREIRA, M. A. Caracterização bioquímica de linhagens de soja com alto teor de proteína. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 715-729, 2006.

MOREIRA, G. R. P.; BECKER, M. Mortalidade de *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758)(Heteroptera: Pentatomidae) no estágio de ovo na cultura da soja: I-todas as causas de mortalidade. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 15, p. 271-290, 1986.

NABITY, P. D.; ZAVALA, J. A.; DELUCIA, E. H. Indirect suppression of photosynthesis on individual leaves by arthropod herbivory. **Annals of Botany**, v. 103, p. 655-663, 2009.

NAVARRO, M. A. ***Trichogramma* spp. producción, uso y manejo en Colombia**. 1998.

NUNES, M. C.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Danos causados à Soja por Adultos de *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae), Sadios e Parasitados por

Hexacladia smithii. **Neotropical Entomology**, v. 31, p. 109-113, 2002.

OLIVEIRA, A. C. B. **Manejo da cultura do girassol**: uma abordagem técnica de uso prático, 2010. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/926342> Acesso em: 01 jul. 2025.

PACHECO, D. J. P.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Parasitismo de *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae) em Populações de Percevejos Pragas da Soja. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, p. 295-302, 2000.

PACHECO, D. J. P.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Parasitismo de *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae) em populações de percevejos pragas da soja. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, p. 295-302, 2000. DOI: 10.1590/S0301-80592000000200011.

PACHECO, D. J. P.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Potencial reprodutivo e longevidade do parasitóide *Telenomus podisi* Ashmead, em ovos de diferentes espécies de percevejos. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, p. 585-591, 1998. doi: 10.1590/s0301-80591998000400011

PACHECO, D. J.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Reproductive potential and longevity of the parasitoid *Telenomus podisi* Ashmead in eggs of different stinkbug species. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, p. 585-591, 1998.

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

PANIZZI, A. R. Growing problems with stink bugs (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae): species invasive to the U.S. and potential Neotropical invaders. **American Entomologist**, v.61, p.223-233, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1093/ae/tmv068>.

PANIZZI, A. R. Suboptimal nutrition and feeding behavior of hemipterans on less preferred plant food sources. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, p. 1-12, 2000.

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

PANIZZI, A. R.; LUCINI, T. Body position of the stink bug *Dichelops melacanthus* (Dallas) during feeding from stems of maize seedlings. **Brazilian Journal of Biology**, v. 79, p. 304-310, 2019.

PANIZZI, A. R.; MOURÃO, A. P. M. Mating, ovipositional rhythm and fecundity of *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) fed on privet, *Ligustrum lucidum* Thunb., and on soybean, *Glycine max* (L.) merrill fruits. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, p. 35-40, 1999.

PANIZZI, A. R.; ROSSI, C. E. O papel de *Acanthospermum hispidum* na fenologia de *Euschistus heros* e de *Nezara viridula*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 59, p 67-74, 1991.

PANIZZI, A. R.; SILVA, F.A.C. Insetos sugadores de sementes (Heteroptera), p 465-522. In Panizzi AR, Parra JRR (eds.) **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas**. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, p. 1164, 2009.

PARRA, J. R. P.; PINTO, A. D. S.; NAVA, D. E.; OLIVEIRA, R. C. D.; DINIZ, A. J. F. **Controle biológico com parasitoides e predadores na agricultura Brasileira**. Picacibaba: FEALQ, p. 592, 2021.

PAZ-NETO, A. A.; QUERINO, R. B.; MARGARÍA, C. B. Egg parasitoids of stink bugs (Hemiptera: Coreidae and Pentatomidae) on soybean and cowpea in Brazil. **Florida Entomologist**, v. 98, n. 3, p. 929-932, 2015.

PEREIRA, P. R. V. S.; TONELLO, L. S.; SALVADORI, J. R. Caracterização das fases de desenvolvimento e aspectos da biologia do percevejo barriga-verde *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851). Passo Fundo: Embrapa Trigo, (Embrapa Trigo. **Comunicado Técnico Online**, 214), p.10, 2007.

PINCEBOURDE, S.; NGAO, J. The impact of phloem feeding insects on leaf ecophysiology varies with leaf age. **Frontiers in Plant Science**, v. 12, p. 625689, 2021.

QUEIROZ, A. P. D.; GONÇALVES, J.; SILVA, D. M. D.; PANIZZI, A. R.; BUENO, A. D. F. *Diceraeus melacanthus* (Dallas)(Hemiptera: Pentatomidae) development, preference for feeding and oviposition related to different food sources. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 66, p. e20220038, 2022.

QUEIROZ, A. P.; BUENO, A. D. F.; POMARI-FERNANDES, A.; GRANDE, M. L. M.; BORTOLOTO, O. C.; SILVA, D. M. Low temperature storage of *Telenomus remus* (Nixon) (Hymenoptera: Platygasteridae) and its factitious host *Corcyra cephalonica* (Stainton)(Lepidoptera: Pyralidae). **Neotropical Entomology**, v. 46, p. 182-192, 2017.

R Development Core Team. **A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2021. Disponível em: <https://www.r-studio.com/pt/>. Acesso em: 01 jun. 2025.

RIBEIRO, F.C.; ROCHA, F.S.; ERASMO, E.A.L.; MATOS, E.P.; COSTA, S.J. Management with insecticides targeting the brown stink bug control in intact soybean crop. **Revista Agricultura Neotropical**, v. 3, p. 48-53, 2016.

ROBERTSON, J. L.; JONES, M. M.; OLGUIN, E.; ALBERTS, B. **Bioassays with arthropods**. CRC press, 2017. Disponível em: <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9781315373775/bioassays-arthropods-jacqueline-robertson-moneen-marie-jones-efren-olguin-brad-alberts>. Acesso em: 01 jul. 2025.

ROCHA, L. C. D.; CARVALHO, G. A. Adaptação da metodologia padrão da IOBC para estudos de seletividade com *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em condições de laboratório. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 26, p. 315-320, 2004. DOI: 10.4025/actasciagron.v26i3.1825.

RODRIGUES, L. V.; ROGGIA, S.; CRUSIOL, L. G.; CAVALLARI, L. S.; PEREIRA, J. P. V.; FERRARI, F. Teor de clorofila e NDVI de soja em resposta ao ataque do percevejo-marrom, *Euschistus heros*. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 8., p. 129-132. 2012, Londrina, PR. Anais [...]. Londrina: Embrapa Soja. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/964396>. Acesso em: 14 ago. 2025.

RODRIGUES, R. H. F.; ARAÚJO, K. R. D. S.; MOTA, F. T. F.; ALMEIDA, V. D. L.; ANDRÉ, T. P. P.; FERNANDES, A. K. M.; PASTORI, P. L. Impact of sublethal doses of methomyl on *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) and the *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Phytoparasitica**, v. 53, p. 1-12, 2025.

ROSSINI, L. A. D. C. J.; SANTOS, A. A.; PICANÇO, M. C. Lethal and residual time of insecticides to nymphs and adults of the brown stink bug (*Euschistus heros*) (Fabricius, 1794) (Heteroptera: Pentatomidae). **Research, Society and Development**, v. 10, p. e29810616364-e29810616364, 2021.

ROZA-GOMES, M. F.; SALVADORI, J. R.; PEREIRA, P. R. V. S.; PANIZZI, A. R. Injuries of four species of stink bugs to corn seedlings. **Ciência Rural**, v. 41, p. 1115-1119, 2011.

SANTOS, L. V.; DE LIMA ALVAREZ, D.; SANTOS, L. M.; DO PRADO, J. C.; DE FREITAS BUENO, R. C. O.; HOBACK, W. W. Selectivity and sub-lethal effect of pesticides on the immature and adult stages of *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Scelionidae). **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 42, p. 1731-1736, 2022.

SCHUH, R. T.; SLATER, J. A. True bugs of the world (Hemiptera: Heteroptera): classification and natural history. **Cornell UNIVERSITY press**, Estados Unidos da America, p. 595, 1995. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=wmSc-2KDmZ4C&oi=fnd&pg=PR11&dq=True+bugs+of+the+world+\(Hemiptera:+Heteroptera\):+classification+and+natural+history.+&ots=6vFwj-0Bgx&sig=ZwR8R0kqADWiXhJKlobOaiVfLlg#v=onepage&q=True%20bugs%20of%20the%20world%20\(Hemiptera%3A%20Heteroptera\)%3A%20classification%20and%20natural%20history.&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=wmSc-2KDmZ4C&oi=fnd&pg=PR11&dq=True+bugs+of+the+world+(Hemiptera:+Heteroptera):+classification+and+natural+history.+&ots=6vFwj-0Bgx&sig=ZwR8R0kqADWiXhJKlobOaiVfLlg#v=onepage&q=True%20bugs%20of%20the%20world%20(Hemiptera%3A%20Heteroptera)%3A%20classification%20and%20natural%20history.&f=false). Acesso em: 01 jul. 2025.

SCHULER, T.H.; POPPY, G. M.; KERRY, B. R.; DENHOLM, I. Potential side effects of insect-resistant transgenic plants on arthropod natural enemies. **Trends in Biotechnology**, v. 17, p. 210-216, 1999.

SILVA, D. M.; CARVALHO, G. A.; SOUZA, W. R.; BUENO, A. D. F. Toxicity of insecticides to the egg parasitoids *Telenomus podisi* and *Trissolcus teretis*

(Hymenoptera: Scelionidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 66, p. e20220035, 2022.

SOMAVILLA, J. C.; GUBIANI, P. S.; REIS, A. C.; FÜHR, F. M.; MACHADO, E. P.; BERNARDI, O. Susceptibility of *Euschistus heros* and *Dichelops furcatus* (Hemiptera: Pentatomidae) to insecticides determined from topical bioassays and diagnostic doses for resistance monitoring of *E. heros* in Brazil. **Crop Protection**, v. 138, p. 105319, 2020.

SOSA-GÓMEZ D.R.; OMOTO, C. Resistência a inseticidas e outros agentes de controle em artrópodes associados à cultura da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B., CORRÊA-FERREIRA, B.S., MOSCARDI, F. **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília, DF: Embrapa, 2012.

STECCA, C. S.; BUENO, A. F.; PASINI, A.; SILVA, D. M.; ANDRADE, K.; ZIRONDI FILHO, D. M. Impact of insecticides used in soybean crops to the egg parasitoid *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae). **Neotropical Entomology**, v. 47, p. 281-291, 2018.

STEINHAUS, E. A.; WARPECHOWSKI, L. F.; BRAGA, L. E.; MORIN, M.; TENÓRIO, C.; BOFF, J. S.; BERNARDI, O.; FARIAS, J. R. Intra-and interspecific variation in the susceptibility to insecticides of stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) that attack soybean and maize in southern Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v. 115, p. 631-636, 2022.

STERK, G.; HASSAN, S. A.; BAILLOD, M.; BAKKER, F.; BIGLER, F.; BLÜMEL, S.; BOGENSCHUTZ, H.; BOLLER, E.; BROMAND, B.; BRUN, J.; CALIS, J.N.M.; COREMANS-PELSENEER, J.; DUSO, C.; GARRIDO, A.; GROVE, A.; HEIMBACH, U.; HOKKANEN, H.; JACAS, J.; LEWIS, G.; MORETH, L.; POLGAR, L.; ROVESTI, L.; SAMSOE-PETERSON, L.; SAUPHANOR, B.; SCHAUB, L.; STAUBLI, A.; TUSET, J.J.; VAINIO, A.; VAN de VEIRE, M.; VIGGIANI, G.; VIÑUELA, E.; VOGT, H. Results of the seventh joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS-Working Group 'Pesticides and Beneficial Organisms'. **BioControl**, v. 44, p. 99-117, 1999.

STOCK, D.; HOLLOWAY, P. J. Possible mechanisms for surfactant-induced foliar uptake of agrochemicals. **Pesticide Science**, v. 38, p. 165-177, 1993.

STOUT, M. J. Reevaluating the conceptual framework for applied research on host plant resistance. **Insect Science**, v. 20, p. 263 - 272, 2013.

SWIADER, J.M.; MOORE, A. SPAD - chlorophyll response to nitrogen fertilization and evaluation of nitrogen status in dryland and irrigated pumpkins. **Journal of Plant Nutrition**, v. 25, p.1089-1100, 2002.

TAGUTI, É. A.; GONÇALVES, J.; FREITAS BUENO, A.; MARCHIORO, S. T. *Telenomus podisi* parasitism on *Dichelops melacanthus* and *Podisus nigrispinus* eggs at different temperatures. **Florida Entomologist**, v. 102, p. 607-613, 2019.

TIBOLA, C. M. **Resistência de *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera:**

Pentatomidae) a inseticidas na cultura da soja no Brasil. 2021. 77f. Tese (Doutorado em ciência) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” -ESALQ, São Paulo, 2021.

TIBOLA, C. M.; SILVA, L.; SGUBIN, F.; OMOTO, C. Monitoring resistance of *Euschistus heros* (Fabricius)(Hemiptera: Pentatomidae) to insecticides by using encapsulated artificial diet bioassay. **Insects**, v. 12, p. 599, 2021.

TOLEDO, T. L.; MADALÓZ, J. C. C.; RIBEIRO, L. P. Subsídios para o manejo de percevejos na fase inicial da cultura do milho. **Agropecuária Catarinense**, v. 34, p. 20-23, 2021.

TORRES, J. B.; BUENO, A. F. Conservation biological control using selective insecticides – A valuable tool for IPM. **Biological Control**, v. 126, p. 53-64, 2018. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2018.07.012.

TORRES, J. B.; BUENO, A. F. Controle biológico de conservação usando inseticidas seletivos – Uma ferramenta valiosa para o MIP. **Biological Control**, v. 126, p. 53-64, 2018. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2018.07.012.

TURCHEN, L. M.; GOLIN, V.; BUTNARIU, A.R.; GUEDES, R. N.; PEREIRA, M. J. Efeitos letais e subletais de inseticidas no parasitóide de ovos *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae). **Journal of Economic Entomology**, v. 109, p. 84-92, 2015.

VASCONCELLOS, F. S.; OLIVEIRA, N. C.; MOTERLE, L. M. Danos foliares do percevejo *Euschistus heros* em plântulas de milho. **Revista Campo Digital**, v. 9, n. 2, 2014.

VELIKOVA, V.; SALERNO, G.; FRATI, F.; PERI, E.; CONTI, E.; COLAZZA, S.; LORETO, F. Influence of feeding and oviposition by phytophagous pentatomids on photosynthesis of herbaceous plants. **Journal of Chemical Ecology**, v. 36, p. 629-641, 2010.

VISAKORPI, K.; GRIPENBERG, S.; MALHI, Y.; RIUTTA, T. Kristiina *et al.* Low-intensity insect herbivory could have large effects on ecosystem productivity through reduced canopy photosynthesis. **Web Ecology**, v. 24, n. 2, p. 97-113, 2024.

WAQUIL, J; OLIVEIRA, L. Percevejo barriga-verde: nova prioridade das culturas em sucessão à soja. Disponível em: <https://core.ac.uk/reader/15435180>. Acesso em: 01 jul.2025.

WAR, A. R.; PAULRAJ, M. G.; AHMAD, T.; BUHROO, A. A.; HUSSAIN, B.; IGNACIMUTHU, S. Mechanisms of plant defense against insect herbivores. **Plant Signaling & Behavior**, v. 7, p. 1306-1320, 2012.

WENG, H.; LIU, Y.; CAPTOLINE, I.; LI, X.; YE, D.; WU, R. Citrus Huanglongbing detection based on polyphasic chlorophyll a fluorescence coupled with machine learning and model transfer in two citrus cultivars. **Computers and Electronics in**

Agriculture, v. 187, p. 106289, 2021.

WENG, H.; LIU, Y.; CAPTOLINE, I.; LI, X.; YE, D.; WU, R. Citrus Huanglongbing detection based on polyphasic chlorophyll a fluorescence coupled with machine learning and model transfer in two citrus cultivars. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 187, p. 106289, 2021.

YAO, J.; SUN, D.; CEN, H.; XU, H.; WENG, H.; YUAN, F.; HE, Y. Phenotyping of Arabidopsis drought stress response using kinetic chlorophyll fluorescence and multicolor fluorescence imaging. **Frontiers in Plant Science**, v. 9, p. 603, 2018.

ZANGERL, A. R.; HAMILTON, J. G.; MILLER, T. J.; CROFTS, A. R.; OXBOROUGH, K.; BERENBAUM, M. R.; DE LUCIA, E. H. Impact of folivory on photosynthesis is greater than the sum of its holes. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 99, p. 1088-1091, 2002.

ZHANG, W.; HASSAN, S.A. Rationalising the standard method to test the side-effects of pesticides on *Trichogramma cacoeciae*, reducing the number of parasitoids tested. **IOBC/WPRS Bulletin**, v. 23, p. 49-53, 2000.