

Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais - FCBA
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia e Conservação da Biodiversidade - PPGECB

Seletividade de inseticidas sobre parasitoide de ovos *Telenomus podisi* Ashmead 1893 (Hymenoptera: Platygasteridae)

Elidiane Feltrin-Campos

Dourados-MS
Janeiro 2019

Universidade Federal da Grande Dourados
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia e Conservação da Biodiversidade

Elidiane Feltrin-Campos

SELETIVIDADE DE INSETICIDAS SOBRE PARASITOIDE DE OVOS *Telenomus*
podisi ASHMEAD 1893 (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE)

Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de DOUTOR EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE.
Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação

Orientador: Prof. Dr. Marcos Gino Fernandes

Dourados-MS
Janeiro 2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

C198s Campos, Elidiane Feltrin

Seletividade de inseticidas sobre parasitoide de ovos *Telenomus podisi* Ashmead 1893
(Hymenoptera: Platygasteridae) [recurso eletrônico] / Elidiane Feltrin Campos. -- 2019.
Arquivo em formato pdf.

Orientador: Marcos Gino Fernandes.

Tese (Doutorado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2018.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. *Euschistus heros*. 2. Manejo Integrado de Pragas. 3. Controle Biológico. I. Fernandes, Marcos Gino. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

**“SELETIVIDADE DE INSETICIDAS SOBRE O PARASITOIDE DE OVOS
Telenomus podisi ASHMEAD, 1893 (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE)”.**

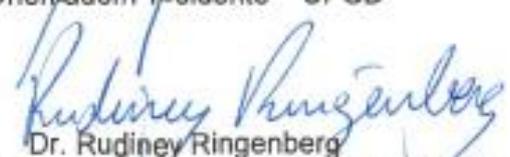
Por

ELIDIANE FELTRIN CAMPOS

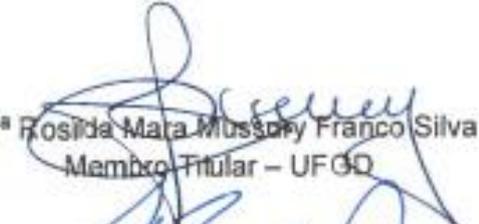
Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD),
como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
DOUTORA EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação



Dr. Marcos Gino Fernandes
Orientador/Presidente – UFGD



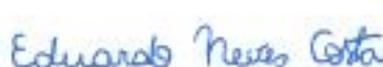
Dr. Rudiney Ringenberg
Membro Titular – Embrapa Mandioca e Fruticultura



Dr.ª Rosilda Mara Mussury Franco Silva
Membro Titular – UFGD



Dr. Paulo Eduardo Degrande
Membro Titular - UFGD



Dr. Eduardo Neves Costa
Membro Titular – PNPd/UFGD

Aprovada em: 11 de dezembro de 2018.

Biografia do Acadêmico

Elidiane Feltrin-Campos, nascida na cidade de Cascavel-PR, no dia 29 de novembro de 1990, é filha de Nilson Feltrin e Marlene Novack Feltrin. Estudou na Escola Municipal Theofânio Agapito Maltezo – Cafelândia-PR (1ª a 8ª série), Colégio Estadual Alberto Santos Dumont – Cafelândia-PR (9º ano até 1º ano do ensino médio), Escola Estadual Dr. José Manoel Fontanillas Fragelli – Angélica-MS (2ª até 3º ano do ensino médio).

Cursou o nível superior na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (2008-2012), graduando-se em Ciências Biológicas. Durante a graduação, realizou estágio no Laboratório de Entomologia da Embrapa Agropecuária Oeste - Dourados-MS (Abril de 2012 até Dezembro de 2012). Tornou-se Mestre no Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, oferecido pela Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) no período de 2013-2015, sendo bolsista CAPES.

Atualmente, é aluna de Doutorado no mesmo programa de Pós-Graduação oferecido pela Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), também sendo bolsista CAPES.

Agradecimentos

À Universidade Federal da Grande Dourados, pela oportunidade concedida para a realização do Mestrado;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos;

Ao Dr. Marcos Gino Fernandes, pela orientação, dedicação e aos ensinamentos que foram essenciais tanto para minha formação profissional como pessoal;

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, pelos ensinamentos transmitidos durante o curso;

Ao Laboratório de Amostragem e Monitoramento de Insetos da Universidade Federal da Grande Dourados e a FUNDAÇÃO-MS, pelo apoio e auxílio para realização dos experimentos;

Às companheiras do Laboratório de Amostragem e Monitoramento de Insetos da Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, Gabrielle e Thaís, pelo auxílio na execução e condução dos experimentos.

Às minhas amigas, presente do Doutorado, Gabrielle e Thaís, pela amizade, apoio e consideração.

À minha família que sempre me apoia e está presente nos momentos que mais precisei.

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram com o êxito deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

Muito Obrigada!

Dedicatória

A Deus, por tantas graças derramadas em minha vida e de minha família;
Pelo meu filho Ítalo, o qual torna meus dias mais felizes e leves diante das dificuldades
e por ser o principal inspirador para me tornar melhor a cada dia;
Aos meus pais Nilson e Marlene, que não apenas durante toda minha trajetória
acadêmica como em todos os momentos estiveram sempre presentes;
Ao meu marido por ser meu melhor amigo e não me deixar sonhar sozinha e juntos
caminhamos para realizar os mesmos;
Às amigas que a vida me presenteou, Ellen, Gabrielle e Thaís. Pessoas de bom
coração e sempre dispostas a ajudar o próximo, que nossa amizade pendure por longos
anos, obrigada pelo carinho pelo meu filho antes mesmo de seu nascimento;
Ao Prof. Dr. Marcos Gino por aceitar me orientar e confiar às responsabilidades e
tamanho oportunidade. Seus ensinamentos contribuirão para meu crescimento tanto
profissional como pessoal;
À minha família, irmãos (Elizandro e Edimar), sobrinhos (Gustavo, Mariane, Vitor e
Mariane), cunhadas (Simone e Elaine), e tias (Lurdes e Laura) que de uma maneira ou
de outra estão presentes em minha vida, demonstrando afetos em pequenos gestos que
para mim sempre foi de grande valor. Vocês são essenciais em minha VIDA.

SUMÁRIO

SELETIVIDADE DE INSETICIDAS SOBRE PARASITOIDE DE OVOS

Telenomus podisi ASHMEAD 1893 (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE)

RESUMO GERAL	1
ABSTRACT	3
INTRODUÇÃO GERAL	4
CAPÍTULO 1 - REVISÃO DE LITERATURA	5
SISTEMA SOJA-MILHO	5
O PERCEVEJO MARROM (<i>Euschistus heros</i>) NA CULTURA DO MILHO	6
MÉTODOS DE CONTROLE DE PERCEVEJO MARROM	7
CONTROLE BIOLÓGICO	7
CONTROLE QUÍMICO	8
IMIDACLOPRID E TIAMETOXAM	8
ACEFATO	9
CARBOSULFANO	9
LAMBDA-CIALOTRINA E BIFENTRINA	9
SELETIVIDADE DE INSETICIDAS	9
OBJETIVO GERAL	11
HIPÓTESES	11
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	12

CAPÍTULO 2: SELETIVIDADE DE INSETICIDAS SOBRE *Telenomus podisi*

ASHMEAD (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE) NO MILHO

RESUMO	19
ABSTRACT	19
1 INTRODUÇÃO	20
2. MATERIAL E MÉTODOS	22
2.1 BIOENSAIO I – AVALIAÇÃO DE MORTALIDADE DOS ADULTOS	22
2.2 BIOENSAIO II – AVALIAÇÃO DO PARASITISMO	22

2.3 BIOENSAIO III – EMERGÊNCIA DOS ADULTOS EM OVOS TRATADOS COM OS INSETICIDAS	23
2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA E CLASSIFICAÇÃO DOS INSETICIDAS	23
3. RESULTADOS	23
3.1 BIOENSAIO I	23
3.2 BIOENSAIO II.....	24
3.3 BIOENSAIO III.....	25
4. DISCUSSÃO	26
REFERÊNCIAS	28

**CAPÍTULO 3: EFEITOS DE INSETICIDAS EM ESTÁGIOS IMATUROS DE
Telenomus podisi ASHMEAD 1893 (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE)**

RESUMO	32
INTRODUÇÃO.....	32
MATERIAIS E MÉTODOS.....	33
OBTENÇÃO DOS INSETOS	33
INSETICIDAS UTILIZADOS.....	34
BIOENSAIOS REALIZADOS	34
ANÁLISE DOS DADOS	35
RESULTADOS	35
DISCUSSÃO.....	37
REFERÊNCIAS	39

1 FELTRIN-CAMPOS, E. **Seletividade de inseticidas sobre parasitoide de ovos**
2 ***Telenomus podisi* Ashmead 1893 (Hymenoptera: Platygastridae)**. 2018. (Tese -
3 Doutorado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal da
4 Grande Dourados, Dourados, 2018.

6 **RESUMO GERAL**

7 O objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos dos principais inseticidas utilizados na
8 cultura do milho, sendo eles imidacloprid+bifentrina (400 mL/ha), bifentrina+carbosulfano
9 (500 mL/ha), thiamethoxam+lambda-cialotrina (250 mL/ha), acefato (800 g/ha), bifentrina
10 (300 mL/ha) e imidacloprid (250 mL/ha), sobre adultos de *Telenomus podisi* ASHMEAD
11 1893 (Hymenoptera: Platygastridae) e avaliar, também, os efeitos desses inseticidas,
12 quando aplicados na fase imatura desse parasitoide, observando a emergência dos adultos.
13 Para avaliação foram realizados dois bioensaios: 1) parasitoides na fase adulta, 50 ovos de
14 *Euschistus heros* por cartela contendo os ovos colados por goma arábica foram imersos nas
15 caldas químicas e, após secos, oferecidos a fêmea de *T. podisi*. Avaliou-se a mortalidade, o
16 número de ovos parasitados da geração F₀, e a emergência da geração F₁. 2) Os efeitos
17 sobre as fases imaturas de *T. podisi* foram avaliados através da imersão de ovos de *E. heros*
18 contendo o parasitoide nas fases de ovo-larva, pré-pupa e pupa, analisando-se os efeitos
19 inseticidas sobre a emergência da F₁ de *T. podisi*. Para os dois bioensaios os produtos
20 avaliados estavam nas concentrações máximas indicadas para a cultura do milho, seguindo
21 metodologia recomendada pela IOBC (International Organisation for Biological Control).
22 Na avaliação de seletividade sobre adultos do parasitoide, o produto
23 thiamethoxam+lambda-cialotrina afetou a sobrevivência de *T. podisi*, sendo classificado
24 como moderadamente nocivo (classe 3), seguido de imidacloprid+bifentrina,
25 bifentrina+carbosulfano, acefato, bifentrina que foram classificados como levemente
26 prejudiciais (Classe 2), apenas imidacloprid não afetou a mortalidade dos adultos de *T.*
27 *podisi*, classificado portanto como inócuo (Classe 1) de acordo com a IOBC. Em relação ao
28 parasitismo dos adultos, os inseticidas acefato e imidacloprid foram classificados como
29 levemente prejudiciais (classe 2), thiamethoxam+lambda-cialotrina e
30 imidacloprid+bifentrina foram moderadamente nocivos (classe 3), e os inseticidas
31 bifentrina+carbosulfano e bifentrina foram nocivos (classe 4) ao parasitismo. Referente a
32 emergência de parasitoides da geração F₁, o produto thiamethoxam+lambda-cialotrina foi
33 moderadamente nocivo (classe 3) seguindo de bifentrina+carbosulfano e bifentrina como
34 nocivos (classe 4). Para as fases imaturas do parasitoide, imidacloprid e acefato não
35 apresentaram efeito sobre F₁. Porém os inseticidas bifentrina+carbosulfano e bifentrina
36 foram nocivos aos parasitoides, reduzindo em 100% a emergência dos mesmos. Dessa

37 forma, como os inseticidas foram avaliados em laboratório, novos testes de semi-campo e
38 campo são necessários, a fim de confirmar suas toxicidades sobre as características
39 biológicas estudadas.

40 **Palavra-chave:** *Euschistus heros*, Manejo Integrado de Pragas, Controle Biológico.

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71 FELTRIN-CAMPOS, E. **Selectivity of insecticides on egg parasitoid *Telenomus podisi***
72 **Ashmead 1893 (Hymenoptera: Platygasteridae)**. 2018. (Thesis - PhD in Entomology and
73 Biodiversity Conservation) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2018.

74 **ABSTRACT**

75 The objective of this work was to evaluate the effects of the insecticides used in the maize
76 crop, imidacloprid+bifenthrin (400 mL/ha), bifenthrin+carbosulfan (500 mL/ha),
77 thiamethoxam+lambda-cyhalothrin (250 mL/ha), acephate (800 g/ha), bifenthrin (300
78 mL/ha) and imidacloprid (250 mL/ha), on adults of *T. podisi* and also evaluate the effects
79 related to emergencies in the immature phase of this parasitoid. To evaluate two bioassays
80 were performed: 1) the parasitoids in the adult phase, 50 eggs of *Euschistus heros* per
81 cartrel containing the eggs glued by gum arabic were immersed in the chemical syrups and,
82 after drying, offered to the female of *T. podisi*. Mortality, number of F₀ parasitized eggs,
83 and F₁ emergence were evaluated. The effects on the immature stages of *T. podisi* were
84 evaluated by immersion of *E. heros* eggs containing the parasitoid in the egg-larva, pre-
85 pupae and pupa stages, analyzing the insecticidal effects on the emergence of F₁ *T. podisi*.
86 2) For the two bioassays, the evaluated products were at the maximum concentrations
87 indicated for maize, following the methodology recommended by IOBC (International
88 Organization for Biological Control). In the evaluation of parasitoid adult selectivity,
89 thiamethoxam + lambda-cyhalothrin affected the survival of *T. podisi* being classified as
90 moderately harmful (class 3), followed by imidacloprid + bifenthrin, bifenthrin +
91 carbosulfan, acephate, bifenthrin, which were classified as (Class 2) and only imidacloprid
92 did not affect the mortality of *T. podisi* adults classified as innocuous (Class 1) according to
93 IOBC. Regarding adult parasitism, insecticides acephate and imidacloprid were classified
94 as slightly harmful (class 2), thiamethoxam + lambda-cyhalothrin and imidacloprid +
95 bifenthrin moderately harmful (class 3) and insecticides bifenthrin + carbosulfan and
96 bifenthrin were harmful (class 4) to parasitism. Regarding the emergence of the F₁
97 generation parasitoids, the insecticide thiamethoxam + lambda-cyhalothrin were moderately
98 harmful (class 3) following as noxious (class 4). For the immature phases of the parasitoid,
99 imidacloprid and acephate had no effect on F₁. However, insecticides bifenthrin +
100 carbosulfan and bifenthrin were harmful to parasitoids, reducing their emergence by 100%.
101 Thus, as the insecticides were evaluated in the laboratory, new semi-field and field tests are
102 necessary in order to confirm their toxicities on the biological characteristics studied.

103 **Key-words:** *Euschistus heros*, Integrated Pest Management, Biological Control.

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é considerado o segundo maior exportador de milho, sendo o cereal mais consumido no Mundo (CONAB, 2018), com uma estimativa de área cultivada para o ano de 2018 em aproximadamente 16 milhões de hectares, e produção estimada em mais de 81 milhões de toneladas (IBGE, 2018).

O milho é um produto agrícola de grande utilização na alimentação animal e humana, constituindo-se em matéria prima de expressiva importância para o uso industrial. Todavia, dentre os fatores que podem comprometer o rendimento e a qualidade da produção tem-se a incidência de pragas, as quais podem determinar prejuízos à lavoura e à produção, com importante impacto econômico (FERNANDES, 2003). São diversas as pragas que atacam a cultura do milho, dentre elas, o percevejo-marrom *Euchistus heros* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae) antes considerado uma praga secundária, que vem tornando-se muito presente na cultura, causando muitos prejuízos econômicos à cultura (COPAGRIL, 2013; CORRÊA-FERREIRA et al., 2017).

O controle *E. heros*, geralmente, é realizado utilizando-se de produtos químicos que nem sempre são eficientes; além disso, com as aplicações de agrotóxicos, ocorre a redução de inimigos naturais, principalmente por produtos de largo espectro, favorecendo a ressurgência de pragas (CORTEZ; TRUJILLO, 1994; GASSEN,1996). Dessa forma, o Controle Biológico das pragas da cultura do milho com a utilização de parasitoide de ovos *Telenomus podisi* Ashmead 1893 (PEDIGO, 1989; CARVALHO et al., 2001) pode ser prejudicado.

Assim, o presente trabalho, objetivou-se avaliar a seletividade de produtos químicos utilizados para controle de *E. heros* em milho sobre parasitoide de ovos *T. podisi*, afim de implementar a associação de uso de controle químico e biológico no programa de Manejo Integrado de Pragas para a cultura do milho.

130
131
132
133
134
135
136
137
138
139

140 **CAPÍTULO 1 - REVISÃO DE LITERATURA**

141 **SISTEMA SOJA-MILHO**

142

143

144

145

146

147

148

149

150

151

152

153

154

A sucessão entre soja-milho é um sistema de produção amplamente utilizado no Brasil (CHIESA et al., 2016). A soja, *Glycine max* (L.) Merrill, ocupando mais de 34 milhões de hectares, enquanto o milho, *Zea mays* L., segunda safra, que é cultivado predominantemente após a soja, abrange cerca de 11,5 milhões de hectares (IBGE, 2018). Na safra 2017/2018 o Brasil ocupou a segunda posição na exportação de milho ficando atrás apenas dos Estados Unidos (30,0 milhões de toneladas e 56,0 milhões de toneladas respectivamente) seguido pela Argentina (25,0 milhões de toneladas). Os Estados Unidos participou de quase 37% do total de milho exportado mundialmente na safra de 2017-2018, enquanto Brasil e a Argentina participam, respectivamente, com 20,4% e 16,5% (CONAB, 2018; FORMIGONI, 2018). O Brasil possui uma estimativa de área plantada para o ano de 2018 em aproximadamente 16 milhões de hectares, com produção estimada em mais de 81 milhões de toneladas (IBGE, 2018).

155

156

157

A Região Centro-Oeste brasileira destaca-se com o primeiro lugar na produção dessa cultura em 2018, com aproximadamente 35 mil toneladas somadas as duas safras ao ano, tendo um rendimento médio em torno de 12.883 kg/ha (IBGE, 2018).

158

159

160

161

162

No entanto, a adoção deste sistema proporciona condições favoráveis para o crescimento populacional de insetos polívoros cuja palhada lhe oferece abrigo, como pela sucessão cultural soja-milho ou soja-trigo, que proporciona disponibilidade contínua de alimento ao longo do ano (PANIZZI et al., 2012; SMANIOTTO, PANIZZI, 2015; CHIESA et al., 2016).

163

164

165

166

Dada a importância cada vez maior do controle biológico em programas de MIP em vários cultivos como exemplo MIP-Soja e Milho, onde buscam melhoria em torno de lavouras mais sustentáveis, alimentos mais limpos e alternativas para o mercado crescente do cultivo orgânico entre outras demandas da sociedade (BUENO et al., 2012).

167

168

169

170

No Brasil, em ambas as culturas (Soja ou Milho) possuem incidências de insetos-pragas que ocasionam grandes danos a culturas. Essas pragas são presentes de várias ordens de insetos, desde ordem Lepidoptera, Coleoptera, Hemiptera entre outras. Destacaremos os insetos pertencentes à ordem Hemiptera, os percevejos fitófagos.

171

172

173

174 **O PERCEVEJO MARROM (*Euschistus heros*) NA CULTURA DO MILHO**

175

176

177

178

179

180

181

182

183

184

Dentre os fatores que podem comprometer o rendimento e a qualidade da produção destaca-se a incidência de insetos-praga, os quais podem determinar prejuízos à lavoura e à produção, com importante impacto econômico (FERNANDES, 2003). Dezenas de espécies de insetos estão associadas à cultura do milho, mas relativamente poucas apresentam características de uma praga-chave, como regularidade de ocorrência, abrangência geográfica e potencialidade para causar danos economicamente significativos. Os prejuízos provocados economicamente por insetos na cultura do milho materializam-se, em boa parte, devido à dificuldade de acesso às informações sobre as tecnologias disponíveis para o seu controle (BARROS, 2012).

185

186

187

188

189

190

191

Daremos então, destaque nesse trabalho para o percevejo-marrom *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae), inseto que vem ganhando espaço e grandes preocupações aos agricultores de milho. Na família Pentatomidae estão contidas as principais espécies de percevejos fitófagos que atacam as culturas agrícolas (BRIDI, 2012). Esse grupo de percevejos é conhecido popularmente como fede-fede, sendo a quarta família mais numerosa entre os heterópteros e amplamente distribuída em todo o mundo (SILVA, 2013).

192

193

194

195

196

O percevejo *E. heros* é originário da região tropical e atualmente é encontrado desde o sul até o norte do Brasil. Era tido como uma espécie de baixa ocorrência nos anos 70 do século passado, porém, atualmente essa praga adaptou-se as diferentes condições de clima das regiões brasileiras (CORRÊA-FERREIRA; PANIZZI, 1999; CORRÊA-FERREIRA et al., 2010).

197

198

199

200

201

202

Os adultos de *E. heros* apresentam coloração marrom, de tamanho em torno de 11 mm de comprimento, apresentando no final do escutelo, dois prolongamentos laterais do pronoto, o que facilita sua identificação (GALLO et al., 1988; GAZZONI; YORINORI, 1995). A longevidade média de adultos do percevejo marrom é em torno de 116 dias, podendo ser de até 300 dias (CORRÊA-FERREIRA; PANIZZI, 1999; HOFFMANN-CAMPO et al., 2000).

203

204

205

206

207

208

As fêmeas ovipositam de 1 até 25 ovos por postura, período de incubação de 7,1 dias dependendo da temperatura, sendo que inicialmente os ovos são de coloração amarela, adquirindo coloração alaranjada em estádios mais avançados (COSTA et al., 1998). As posturas são realizadas sobre as folhas (MOREIRA; ARAGÃO, 2009; GONÇALVES, 2010). Logo após a eclosão, as ninfas têm hábito gregário, ou seja, ficam agrupadas sobre a massa de ovos. Esse comportamento gregário pode ser explicado como uma proteção contra

209 a dessecação (SILVA, 2013). O tempo de desenvolvimento da fase ninfal tem duração
210 média de 29 dias (DEGRANDE; VIVAN, 2009). O desenvolvimento de ovo a adulto da
211 espécie demora de 34 a 36 dias até atingirem a fase adulta, na qual podem permanecer por
212 inúmeros dias dependendo da temperatura (VILLAS BOAS; PANIZZI, 1980;
213 DEGRANDE; VIVAN, 2009).

214 Sua importância como inseto-praga é elevada, por se alimentarem diretamente dos
215 grãos e folhas, podendo causar queda na produtividade, redução na qualidade do grão ou
216 injetar toxinas, causando deformações às plantas, e até no momento de armazenagem
217 (CORRÊA-FERREIRA et al., 2017). Na cultura do milho, o dano causado por *Dichelops*
218 *melacanthus* Dallas, 1851 (Hemiptera: Pentatomidae), no início do desenvolvimento das
219 plantas, é igual ao ataque de *E. heros*, mostrando assim, que as injúrias mecânicas
220 ocasionadas pelo o ataque de *E. heros* pode comprometer a eficácia da cultura (CANTOLE
221 et al., 2012).

222 O manejo desse inseto-praga é realizado por meio de excessivas aplicações de
223 inseticidas. Esta ação ocasiona aumento no custo de produção, eliminação de agentes
224 naturais de controle, favorece a seleção de linhagens das pragas resistentes aos inseticidas,
225 além de trazer consequências indesejáveis em termos de toxicidade ao homem, aos animais
226 e ao meio ambiente (CORRÊA-FERREIRA et al., 2017).

227 Dessa forma, dentro de um Manejo Integrado de Pragas (MIP) outras táticas de
228 controle vêm sendo utilizadas para o controle desse inseto-praga, uma dessas táticas é a
229 utilização do Controle Biológico com parasitoides de ovos *Telenomus podisi* Ashmead
230 (Hymenoptera: Platygasteridae).

231 **MÉTODOS DE CONTROLE DE PERCEVEJO MARROM**

232

233 **Controle biológico**

234 Durante o século XIX, o controle biológico com a utilização de parasitoides foi
235 utilizado para controlar insetos-praga, principalmente nos países da Alemanha, França e
236 Itália (GALLO et al., 2002). Parra et al. (2002) definiu o Controle Biológico como um
237 fenômeno que consiste na regulação do número de plantas e animais por inimigos naturais,
238 os quais se constituem nos agentes de mortalidade biótica. Assim todas as espécies de
239 plantas e animais tem inimigos naturais atacando seus vários estágios de vida.

240 Quando se pensa em agricultura sustentável atualmente dentro de um programa de
241 Manejo Integrado de Pragas (MIP), o Controle Biológico assume cada vez mais um papel
242 muito importante, pois ajuda na manutenção das pragas abaixo do nível de dano econômico

243 (PARRA et al., 2002). Há várias técnicas biológicas que facilitam o controle de *E. heros*,
244 como fungos, bactérias e vírus, porém a utilização de insetos parasitoides de ovos *T. podisi*
245 auxilia no controle da praga antes da ocorrência do dano à cultura (PARRA et al., 2002).
246 Essas formas de controle possuem várias vantagens, dentre elas, ação mais prolongada em
247 relação aos inseticidas, mais econômico, possuindo um bom nível de qualidade ambiental,
248 além de não ter efeitos direcionados à saúde humana, dos animais e meio ambiente
249 (BELLOTTI et al., 2002).

250 O parasitoide de ovos *T. podisi* é um microhimenóptero que, na fase adulta,
251 apresenta vida livre e se alimenta de néctar (BUENO et al., 2012), deposita seus ovos no
252 interior dos ovos de diferentes hospedeiros (CORRÊA-FERREIRA, 1993). A espécie tem
253 sido encontrada em diversos agroecossistemas, parasitando inúmeros pentatomídeos
254 (BARCELOS et al., 1994; CORRÊA-FERREIRA; MOSCARDI, 1995; TORRES et al.,
255 1996), porém apresenta preferência por parasitar ovos de *E. heros* (FOERSTER;
256 QUEIROZ, 1990; CORRÊA-FERREIRA; AZEVEDO, 2002; DOETZER; FOERSTER,
257 2007).

258 O adulto apresenta coloração preta e mede cerca de 1 mm de comprimento. No
259 interior do ovo do hospedeiro esses parasitoides passam pelas fases de ovo, larva e pupa,
260 sendo que entre 10-12 dias após o parasitismo ocorre à emergência dos adultos. Geralmente
261 os machos emergem de um a dois dias antes que as fêmeas (BUENO et al., 2012). Como
262 grande parte dos parasitoides da família Platygasteridae, *T. podisi* apresenta elevada
263 capacidade de busca por hospedeiros (ORR, 1988) e alto potencial reprodutivo, podendo
264 atingir uma fecundidade média de 211 ovos da espécie de percevejo *E. heros*.

265

266 **Controle químico**

267 O controle químico é realizado utilizando inseticidas, porém deve-se considerar que
268 o percevejo marrom tem inimigos naturais que auxiliam no controle natural, e que devem
269 ser preservados, recomendando-se a utilização de produtos seletivos.

270 Os produtos químicos mais comumente utilizados para o controle de *E. heros* na
271 cultura do milho são:

272

273 **Imidacloprid e Tiametoxam**

274 Imidacloprid e tiametoxam são inseticidas sistêmicos de contato e ingestão do grupo
275 químico dos neonicotinoides, indicado para o controle de pragas (FARIA, 2009).

276 Os neonicotinoides são sintetizados a partir da nicotina natural. Os neonicotinoides
277 imitam o neurotransmissor excitatório (acetilcolina) e competem com ele pelos seus

278 receptores nicotinérgicos embebidos na membrana pós-sináptica. Ao contrário da ligação
279 natural da acetilcolina com o seu receptor, esta ligação é persistente, uma vez que os
280 neonicotinóides são insensíveis à ação da enzima acetilcolinesterase. Ou seja, a
281 acetilcolinesterase degrada moléculas de acetilcolina, mas não consegue degradar as
282 moléculas de neonicotinóides. A ativação dos receptores de acetilcolina é prolongada de
283 modo anormal, causando hiperexcitabilidade do sistema nervoso central devido à
284 transmissão contínua e descontrolada de impulsos nervosos (WARE, 2003; COSTA, 2008).

285

286 **Acefato**

287 Os organofosforados atuam em algumas enzimas importantes do sistema nervoso,
288 ou seja, a colinesterase (ChE). Esta inibição resulta no acúmulo de acetilcolina (ACh) no
289 neurônio / neurônio e neurônio / muscular (neuromuscular) junções ou sinapses, causando
290 rápidas contrações dos músculos voluntários e finalmente, a paralisia (WARE, 2003;
291 KAMINSKI et al., 2008).

292

293 **Carbosulfano**

294 Inseticida pertencente ao grupo químico metilcarbamato de benzofuranila. Age
295 inibindo a enzima acetilcolinesterase. Estas substâncias ligam-se à enzima acetilcolinestase,
296 inibindo a sua atividade normal que é a de degradar as moléculas do neurotransmissor
297 excitatório, acetilcolina, após a transmissão de um impulso nervoso. O acúmulo de
298 acetilcolina nas sinapses provoca uma hiperatividade nervosa e conseqüente colapso do
299 sistema nervoso (FARIA, 2009).

300

301 **Lambda-cialotrina e bifentrina**

302 Inseticida pertencente ao grupo dos piretróides que possui seu modo de ação por
303 contato ou ingestão. Seus benefícios são a ação rápida na mortalidade dos insetos, maior
304 efeito de choque, maior penetração da cutícula das lagartas e outros insetos, alta eficiência
305 no controle das lagartas e maior quantidade de isômeros ativos (SANTOS et al., 2007).

306 **SELETIVIDADE DE INSETICIDAS**

307 O número de aplicações de inseticidas vem aumentando consideravelmente para o
308 controle de insetos-praga, ocasionando assim vários efeitos negativos tanto para saúde
309 humana quanto animal em relação ao Controle Biológico, a utilização de insetos tanto
310 predadores quanto parasitoides são afetados por diversos inseticidas não atingindo assim
311 sua função de controle natural (COSTA, 2013).

312 Por esse motivo, em 1974 foi criada a International Organisation of Biological
313 Control (IOBC) onde estudam a seletividade de agrotóxicos sobre organismos benéficos.
314 Desde então, testes padronizados de seletividade foram desenvolvidos, com o intuito de
315 reduzir os efeitos colaterais do controle químico sobre os insetos benéficos (BUENO et al.,
316 2017).

317 A seletividade é então classificada em ecológica e fisiológica. A fisiológica é
318 definida como a maior atividade de um inseticida sobre a praga em comparação ao inimigo
319 natural, quando ambos entram em contato direto com o inseticida ou seus resíduos. A
320 ecológica consiste em diferenças de comportamento ou hábitat entre pragas, inimigos
321 naturais e polinizadores, e possibilita que o produto químico entre em contato com
322 determinada espécie e não com outra (FOERSTER, 2002).

323 Nos últimos anos, muitos estudos estão sendo focados em seletividades sobre
324 inimigos naturais. A toxicidade dos produtos inseticidas clorantraniliprole, *Metarhizium*
325 *anisopliae*, triflumurom, fipronil, tiametoxam, lambda-cialotrina+tiametoxam e etiprole
326 sobre adultos *T. galloi*, foi avaliada por Oliveira et al. (2013). Os autores verificaram que
327 clorantraniliprole, *M. Anisopliae* e triflumurom foram inócuos aos adultos de *T. galloi*
328 quando entraram em contato com os ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794)
329 (Lepidoptera: Pyralidae) tratados com aqueles produtos, apresentando mortalidade menor
330 que 30%.

331 Diante de tantos trabalhos realizados objetivando a seletividade de produtos
332 fitossanitários a parasitoides, ainda é escassa a quantidade de estudos de seletividade de
333 inseticidas a *T. podisi* sobre *E. heros* na cultura do milho. Dessa forma, é de suma
334 importância a necessidade de mais pesquisas voltadas aos efeitos dos produtos inseticidas
335 utilizados sobre os insetos benéficos para obter informações que serão empregadas em
336 programas de MIP.

337

338 **OBJETIVO GERAL**

339 Avaliar os efeitos de inseticidas utilizados sobre o parasitoide de ovos *Telenomus*
340 *podisi* Ashmead 1893 (Hymenoptera: Platygasteridae) em ovos do hospedeiro *E. heros*.

341

342 **HIPÓTESES**

343 Os inseticidas utilizados afetam a sobrevivência de adultos e a fase imatura do
344 parasitoide de ovo *Telenomus podisi*.

345

346

347 **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

348

349 BARCELOS, J. A. V.; ZANUNCIO, J. C.; OLIVEIRA, A. C.; NASCIMENTO, E. C.
350 Performance em duas dietas e descrição dos adultos de *Brontocoris tabidus* (Signoret)
351 (Heteroptera: Pentatomidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. v. 23, p. 519-
352 524, 1994.

353

354 BARROS, R. **Pragas do milho**. 2012. In: Tecnologia e Produção: Soja e Milho 2011/2012,
355 Fundação MS. Acesso dia 10 de Julho de 2018. Disponível em:
356 [https://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/144/144/
357 newarchive-144.pdf](https://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/144/144/newarchive-144.pdf)

358

359 BRIDI, M. **Danos de Percevejos pentatomídeos (Heteroptera: Pentatomidae) nas**
360 **culturas da soja e do milho na região Centro-Sul do Paraná**. Dissertação Universidade
361 Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO). Guarapuava. p. 63, 2012.

362

363 BUENO, A. de F.; SOSA-GOMEZ, D. R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F.;
364 BUENO, R. C. O. de F. Inimigos naturais das pragas da soja. In: HOFFMANN-CAMPO,
365 C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. **Soja: manejo integrado de insetos e**
366 **outros artrópodespraga**. Brasília, DF: Embrapa, p. 493-630, 2012.

367

368 BUENO, A. F.; CARVALHO, G. A.; SANTOS, A. C.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; SILVA, D.
369 **M. Pesticide selectivity to natural enemies: challenges and constraints for research and**
370 **field recommendation**. *Ciência Rural*, 47 (6): 1-10, 2017.

371

372 CANTONE, W.; PISOLATO, R.; MARTINS, G. V.; HUTH, C.; CORRÊA-FERREIRA, B.
373 S.; ROGGIA, S. **Injúrias causada por percevejos fitófagos na fase inicial de**
374 **desenvolvimentos de plantas de milho e trigo**. VII Jornada Acadêmica da Embrapa Soja,
375 Resumos expandidos. 2012.

376

377 CARVALHO, G. A de.; PARRA, J. R. P.; BAPTISTA, G. C de. **Seletividade de alguns**
378 **produtos fitossanitários a duas linhagens de *Trichogramma pretiosum* RILEY, 1879**
379 **(Hymenoptera: Trichogrammatidae)**. *Ciência e Agrotecnologia*, 25 (3): 584-590, 2001.

380

- 381 CHIESA, A. C. M.; SISMEIRO, M. N. S.; PASINI, A.; ROGGIA, S. **Tratamento de**
382 **sementes para manejo do percevejo-barriga-verde na cultura de soja e milho em**
383 **sucessão**. Pesquisa Agropecuaria Brasileira, Brasília, 51 (4): 301-308, 2016.
- 384
- 385 CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Acompanhamento da safra brasileira
386 de grãos, safra 2017/18 – Décimo segundo levantamento- setembro 2018. Brasília, n, 12, p.
387 148, 2018.
- 388
- 389 COPAGRIL. 2013. Acesso dia 21 de setembro de 2018. Disponível em:
390 <http://www.copagril.com.br/noticia/176>
- 391
- 392 CORRÊA-FERREIRA, S. B. **Utilização do parasitóide de ovos *Trissolcus basal***
393 **(Wollaston) no controle de percevejos da soja**. Embrapa Soja. Circular Técnica 11.
394 Londrina. p. 40, 1993.
- 395
- 396 CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. Seasonal occurrence and host spectrum of
397 egg parasitoids associated with soybean stink bugs. **Biological Control**. 5: 196-202, 1995.
- 398
- 399 CORRÊA-FERREIRA, B. S.; PANIZZI, A. R. **Percevejos da soja e seu manejo**.
400 Londrina: Embrapa Soja, (Embrapa Soja. Circular Técnica, 24), p. 45, 1999.
- 401
- 402 CORRÊA-FERREIRA, B. S.; AZEVEDO, J. Soybean seed damage by different species of
403 stink bugs. **Agricultural and Forest Entomology**. 4: 145-150, 2002.
- 404
- 405 CORRÊA-FERREIRA, B. S.; ALEXANDRE, T. M.; PELIZZARRO, G. C.; MOSCARDI,
406 F.; BUENO, A. de F. **Práticas de manejo de pragas utilizadas na soja e seu impacto**
407 **sobre a cultura**. Londrina: Embrapa Soja, (Embrapa Soja. Circular Técnica, 78), p. 15,
408 2010.
- 409
- 410 CORRÊA-FERREIRA, B. S.; SOSA-GÓMEZ, D. R. **Percevejos e o sistema de produção**
411 **soja/milho**. Londrina: Embrapa Soja. p. 98, 2017.
- 412
- 413 CORTEZ, H. M.; TRUJILLO, J. A. **Incidence del gusano cogollero y sus enemigos**
414 **naturales em três agrossistemas de maiz**. Turrialba, 44 (1): 1-9, 1994.
- 415

- 416 COSTA, M. L. M.; BORGES, M.; VILELA, E. F. Biologia reprodutiva de *Euschistus heros*
417 (F.) (Heteroptera: Pentatomidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 27 (4):
418 559-568, 1998.
- 419
- 420 COSTA, L. G. Toxic effects of pesticides. Chater 22. In: CASSARETT, L. J.; KLAASSEN,
421 C. D. **Cassarett and Doull's Toxicology the basic science of poisons**. New Yourk, 7th ed,
422 p. 1309, 2008.
- 423
- 424 COSTA, M. A. **Toxicidade de produtos fitossanitários utilizados na cultura da cana-**
425 **de-açúcar para *Trichogramma galloi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae)**. Dissertação
426 (mestrado) - Lavras: UFLA. p. 64, 2013.
- 427
- 428 DEGRANDE, P. E.; VIVAN, L. M. **Pragas da soja. Boletim de Pesquisa de Soja.**
429 Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso. p. 229-269, 2009.
- 430
- 431 DOETZER, A. K.; FOERSTER, L. A. Efeito da temperatura no desenvolvimento,
432 longevidade e reprodução de *Trissolcus basal* (Wollaston) e *Telenomus podisi* Ashmead
433 (Hymenoptera: Scelionidae). **Neotropical Entomology**. 36: 233-242, 2007.
- 434
- 435 FARIA, A. B. C. Revisão sobre alguns grupos de inseticidas utilizados no manejo integrado
436 de pragas florestais. **Ambiência**, Paraná, 5 (2): 345-358, 2009.
- 437
- 438 FERNANDES, O. D. **Efeito do milho geneticamente modificado (MON810) em**
439 ***Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) e no parasitoide de ovos *Trichogramma* spp.**
440 Tese de doutorado, ESALQ, Piracicaba, p.164, 2003.
- 441
- 442 FOERSTER, L. A.; QUEIRÓZ, J. M. Incidência natural de parasitismo em ovos de
443 pentatomídeos da soja no Centro-Sul do Paraná. **Anais da Sociedade Entomológica do**
444 **Brasil**. 19: 221-232, 1990.
- 445
- 446 FOERSTER, L. A. Seletividade de inseticidas a predadores e parasitoides. In: PARRA, J.
447 R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle**
448 **biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, p. 635, 2002.
- 449

- 450 FORMIGONI, I. **Maiores exportadores mundiais de milho na safra 2017/18**. 2018.
451 Acesso dia 19 de setembro de 2018. Disponível:
452 <http://www.farmnews.com.br/gestao/maiores-exportadores-mundiais-de-milho/>
453
- 454 GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G.
455 C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM,
456 J. D. **Manual de entomologia agrícola**, 2º ed., São Paulo: Agronômica Ceres, p. 649,
457 1988.
458
- 459 GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G.
460 C. de.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.;
461 VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia**
462 **agrícola**. Piracicaba: FEALQ, p. 920, 2002.
463
- 464 GASSEN, D. **Manejo de pragas associadas à cultura do milho**. Passo fundo: Aldeia
465 Norte, p.127, 1996.
466
- 467 GAZZONI, D. L.; YORINORY, J. T. **Manual de identificação de pragas e doenças da**
468 **soja**. Brasília: Embrapa, p. 128, 1995.
469
- 470 GONÇALVES, P. C. T. **Guia de identificação das pragas da soja**. São Paulo:[s.n.] 2010.
471
- 472 HOFFMANN-CAMPO, C. B.; MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.;
473 OLIVEIRA, L. J.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; PANIZZI, A. R.; CORSO, I. C.; GAZZONI, D.
474 L.; OLIVEIRA, E. B. **Pragas da Soja no Brasil e seu manejo Integrado**. Embrapa Soja.
475 Circular técnica, (30): 70, 2000.
476
- 477 IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Indicadores IBGE. Levantamento
478 Sistemático da Produção Agrícola Estatística da Produção Agrícola. p. 81, 2018.
479
- 480 KAMINSK, N. E.; KAPLAN, B. L. F.; HOLSAPPLE, M. P. **Toxic responses of the**
481 **immune system**. Chaper 12. In: CASSARETT, L. J.; KLAASSEN, C. D. Cassarett and
482 Doull's Toxicology the basic science of poisons. New Yourk, 7th ed, p. 1309, 2008.
483

- 484 MOREIRA, H. J. C.; ARAGÃO, F. D. **Manual de pragas do milho**. Campinas: [s.n.], p.
485 132, 2009.
486
- 487 OLIVEIRA, H. N.; ANTIGO, M. R.; CARVALHO, G. A.; GLAESER, D. F.; PEREIRA,
488 F. F. Seletividade de inseticidas utilizados na cana-de-açúcar a adultos de *Trichogramma*
489 *galloi* ZUCCHI (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Bioscience Journal**, Uberlândia, 29
490 (5): 1267-1274, 2013.
491
- 492 ORR, D. B. Scelionidae wasps (Wollaston) as biological control agentes: a review. **Florida**
493 **Entomologist**. 71: 506-528, 1988.
494
- 495 PANIZZI, A. R.; BUENO, A. de F.; SILVA, F. A. C. da. **Insetos que atacam vagens e**
496 **grãos**. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F.
497 (Ed.). Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga. Brasília: Embrapa, p.
498 335-420, 2012.
499
- 500 PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S.
501 Controle Biológico uma visão inter e multidisciplinar. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P.
502 S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Ed.). **Controle biológico no**
503 **Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, Cap. 8, p. 125-142, 2002.
504
- 505 PEDIGO, L. P. **Entomology and pest management**. New York: MacMillan, p. 646, 1989.
506
- 507 SANTOS, M. A. T.; AREAS, M. A.; REYES, F. G. R. **Piretróides - uma visão geral**.
508 **Alimentos e Nutrição**, 18 (3): 339-349, 2007.
509
- 510 SILVA, G. V. **Efeito de plantas *Bt* de soja e milho sobre pragas não-alvo e seus**
511 **inimigos naturais**. Dissertação de Mestrado. UFPR, p. 84, 2013.
512
- 513 SMANIOTTO, L. F.; PANIZZI, A. R. **Interactions of selected species of stink bugs**
514 **(Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae) from leguminous crops with plants in the**
515 **Neotropics**. *Florida Entomologist*, 98: 7-17, 2015. DOI: 10.1653/024.098.0103.
516

517 TORRES, J. B.; ZANUNCIO, J. C.; ZANUNCIO, T. V. **Produção e uso de percevejos**
518 **predadores (Pentatomidae, Asopinae) no controle biológico de lagartas desfolhadoras,**
519 p. 41-51. In Workshop sobre Fitossanidade Florestal do Mercosul, 1, Santa Maria, Centro
520 de Pesquisas Florestais, p. 80, 1996.

521

522 VILLAS-BÔAS, G. L., PANIZZI, A. R. Biologia de *Euschistus heros* (Fabricius, 1789) em
523 soja (*Glicyne max* L. Merrill). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil.** v. 9, p. 105-
524 113, 1980.

525

526 WARE, G. W. **An introduction to insecticides. Department of Entomology,** University
527 of Arizona, Tucson, Arizona. 2003. Disponível em:
528 <<http://ipmworld.umn.edu/chapters/ware.htm>>. Acesso em: 23 de setembro de 2018.

529

530 **CAPÍTULO 2**

531

532

SELETIVIDADE DE INSETICIDAS SOBRE *Telenomus podisi* ASHMEAD

533

(HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE) NO MILHO

534

535

536

537

538

539

540

541

542

543

544

545

546

547

548

549

550

551

552

553

554

555

556

557

558

559

560

561

562

563

564

565

566

567

568

569

570

571

572 **Artigo publicado na revista Journal of Agricultural Science; Vol. 10, No. 12, 2018.**573 **ISSN 1916-9752. DOI: <https://doi.org/10.5539/jas.v10n12pxx>**574 **Qualis para Biodiversidade B1.**575 **Normas do texto com modificações**

576 SELETIVIDADE DE INSETICIDAS SOBRE *Telenomus podisi* ASHMEAD

577 (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE) NO MILHO

578

579 **Resumo**

580

581 O percevejo-marrom *Euschistus heros* (Fabricius, 1798), antes considerado uma praga
 582 secundária, vem se tornando uma das principais preocupações para os produtores da cultura
 583 do milho. O principal meio de controle é realizado através de inseticidas químicos. Porém,
 584 devido aos efeitos negativos que aplicações constantes desses produtos podem ocasionar,
 585 tanto para o meio ambiente como para a saúde humana, o controle biológico dessa praga
 586 com o parasitoide de ovos *Telenomus podisi* Ashmead vem sendo utilizado como mais uma
 587 tática do Manejo Integrado de Pragas (MIP) dessa cultura. Como a utilização de inseticidas
 588 químicos pode afetar o desempenho ou causar a morte deste parasitoide, é necessário que,
 589 em um programa de MIP, estes produtos sejam seletivos. Sendo assim, este trabalho
 590 objetivou avaliar os efeitos de inseticidas utilizados no milho sobre a mortalidade, o número
 591 de ovos parasitados pela geração F₀ de *T. podisi* e a emergência da geração F₁ de adultos de
 592 *T. podisi* obtidos em ovos de *E. heros*. Para tanto, foram testados os inseticidas mais
 593 comumente utilizados para o controle dessa praga: imidacloprid+bifentrina,
 594 bifentrina+carbosulfano, thiametoxam+lambdacyalotrina, acefato, bifentrina e
 595 imidacloprid, nas maiores concentrações indicadas à cultura do milho. Cada inseticida foi
 596 classificado quanto à sua seletividade, de acordo com a metodologia proposta pela
 597 IOBC/WPRS. Fêmeas de *T. podisi*, com até 24h de idade, receberam ovos de *E. heros* que
 598 foram imersos nas caldas químicas de cada produto. Apenas imidacloprid não afetou a
 599 sobrevivência de *T. podisi*, porém afetou o parasitismo das fêmeas da geração F₀, sendo
 600 classificado como levemente nocivo para essa característica biológica. Em relação à
 601 emergência (F₁) do parasitoide, o inseticida thiametoxam+lambdacyalotrina foi classificado
 602 como moderadamente nocivo e os produtos bifentrina+carbosulfano e bifentrina como
 603 nocivo, com percentual de redução de 100%. Conclui-se que os inseticidas avaliados foram
 604 classificados de levemente nocivo a nocivo ao parasitoide *T. podisi*, em condições de
 605 laboratório, para as características biológicas avaliadas. Entretanto, são necessários a
 606 realização de testes de semi-campo e campo, a fim de confirmar suas toxicidades sobre este
 607 parasitoide.

608

609 **Palavra-chave:** Manejo Integrado de Pragas; Controle Biológico; Parasitoides.

610

611 **Abstract**

612 Use of synthetic insecticides remains main control strategy for percevejo-marrom
 613 (*Euschistus heros*) in corn. However, indiscriminate use of these products can have adverse
 614 effects on the environment and human health. Thus, incorporation of bio-agents like
 615 *Telenomus podisi* a preferred option in corn pest management. Study was conducted to
 616 evaluate the effects of insecticides application on *T. podisi* mortality rates, the number of
 617 eggs parasitized by the F₀ generation, and number of emergent F₁ parasitoids. The
 618 insecticides tested were: imidacloprid+bifenthrin, bifenthrin+carbosulfan,
 619 thiametoxam+lambdacyhalothrin, acephate, bifenthrin, and
 620 imidacloprid at the highest concentrations indicated for corn. Each insecticide was
 621 classified according to its selectivity, based on the methodology proposed by IOBC/WPRS.
 622 Only imidacloprid did not affect parasitoid

623 survival however the parasitism rates of F0 females, were affected, classifying this product
624 as slightly harmful for this biological trait. Regarding parasitoid emergence (F1),
625 thiametoxam+lambda-cyhalothrin was classified as moderately harmful, while
626 bifenthrin+carbosulfan and bifenthrin were considered harmful, no parasitism occurred.
627 Thus the evaluated insecticides were classified as slightly harmful to the parasitoid T.
628 podisi under laboratory conditions for the biological characteristics evaluated. Further
629 studies under semi-field and field conditions are needed in order to confirm these toxicity
630 levels on T. podisi.

631

632 **Keywords:** Integrated Pest Management, Biological Control, parasitoids

633

634 **1 Introdução**

635

636 A cultura do milho *Zea mays* L. tem grande importância econômica no Brasil, sendo
637 utilizado de diversas formas, desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia
638 (MAPA, 2012). Porém, essa cultura é alvo de insetos pragas que podem ocasionar elevadas
639 perdas econômicas aos produtores (GRIGOLLI & LOURENÇÃO, 2013).

640 Dentre esses insetos-pragas, o percevejo-marrom *Euschistus heros* (Fabricius, 1798)
641 vem se tornando cada dia mais importante economicamente na cultura do milho
642 (QUINTELA et al., 2006), ocasionando enormes prejuízos, pois seu ataque resulta em
643 plantas de milho anãs, plantas perfilhadas sem produção, dominadas, ou seja, plantas que
644 apresentam um atraso em seu desenvolvimento em relação ao padrão das outras plantas da
645 lavoura e com menor produtividade (JANDREY, D, 2014; VIANA, 2016).

646 É importante ressaltar o aumento de importância de insetos sugadores, cuja área
647 tratada aumentou 65% na safra de 2015. O custo de cada aplicação subiu de 22 para 26
648 reais por hectare, isso porque os produtores estão fazendo mais aplicações contra insetos
649 sugadores e com mais produtos misturados no tanque em 11% da superfície tratada há
650 mistura de dois produtos, e em 96% da área realiza-se duas aplicações para percevejo
651 (KLEFFMANN GROUP, 2015).

652 O método de controle químico, por ser prático e efetivo, é o mais utilizado contra os
653 insetos sugadores na cultura do milho, porém, possui desvantagens em sua utilização, pois
654 sua grande utilização tem como consequências indesejáveis a toxicidade ao homem, aos
655 animais e ao meio ambiente (MENDES et al., 2011).

656 Dessa forma, outros métodos de controle de insetos-pragas vêm sendo realizados,
657 como o controle biológico com a utilização de parasitoides de ovos do gênero *Telenomus*
658 *sp.*, que têm a vantagem de controlar a praga antes da ocorrência de danos à cultura
659 (PARRA et al., 2002), sendo *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Platygasteridae)

660 considerado o principal fator de mortalidade de *E. heros* em condições de campo (GODOY
661 et al., 2005).

662 Porém, a utilização dos agrotóxicos não seletivos aos inimigos naturais acaba por
663 reduzir o potencial do controle biológico. Vários estudos mostram efeito negativo de
664 agrotóxicos quando entraram em contato com *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera:
665 Scelionidae) (CARMO et al., 2009, VIEIRA et al., 2012), *Trissolcus* sp., (GONZÁLEZ et
666 al., 2013), *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera, Trichogrammatidae) (OLIVEIRA
667 et al., 2013), *T. podisi* (SMANIOTTO et al., 2013; TURCHEN et al., 2015; PAZINI et al.,
668 2017) entre outros parasitoides de ovos.

669 Porém, o objetivo de um programa de Manejo Integrado de Pragas (MIP) é a
670 utilização harmoniosa de métodos de controle, para que eles se complementem e não
671 afetem a viabilidade um do outro. Por isso, é importante testar a seletividade de vários
672 agrotóxicos que possam ser usados juntamente com alguns inimigos naturais em programas
673 de MIP. Por exemplo, estudos demonstram que clorantraniliprole e *M. anisopliae* são
674 inócuos (classe 1) a adultos de *T. galloi*, pois não afetam a sobrevivência, o parasitismo,
675 nem a emergência desse parasitoide, possibilitando sua utilização conjunta com os
676 inseticidas (OLIVEIRA et al., 2013).

677 Da mesma forma, sabe-se que a abundância de *Chrysodeixis includens* Walker
678 (Lepidoptera: Noctuidae) é menor em soja tratada com o *Baculovírus anticarsia*
679 (AgMNPV), pois esse agente de controle microbiano não apresenta impacto nos agentes de
680 controle natural (CORRÊA-FERREIRA et al., 2010). Em contrapartida, os inseticidas
681 químicos, devido ao seu impacto negativo sobre os inimigos naturais, possibilitam
682 ocorrência de maior número de larvas de *C. includens* (BUENO et al., 2017). Portanto,
683 pode haver necessidade de uso simultâneo de parasitoides, entomopatógenos e produtos
684 químicos, sendo necessário verificar a compatibilidade entre eles (POLANCZYK et al.,
685 2010; OLIVEIRA et al., 2013).

686 A maioria dos estudos referentes à toxicidade sobre parasitoides de ovos são
687 designados à ordem Lepidoptera (CARMO et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2013; GOLIN,
688 2014), sendo escassos estudos toxicológicos visando os pentatomídeos, por isso é de suma
689 importância estudos que se estendam a outras ordens de insetos. Assim, o intuito do
690 presente trabalho foi avaliar a seletividade dos produtos químicos utilizados na cultura do
691 milho para controlar *E. heros* sobre o parasitoide de ovos *T. podisi*.

692

693 2. Material e Métodos

694 Os bioensaios referente à avaliação da seletividade de produtos fitossanitários ao
695 parasitoide *Telenomus podisi* foram realizados no Laboratório de Entomologia da
696 Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS. Todos os testes foram realizados
697 e mantidos em câmara climatizada a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Os
698 produtos testados foram formulações comerciais, dos inseticidas Galil 250+50 SC
699 (imidacloprid+bifentrina) 400 mL/ha, Talisman 50+150 (bifentrina+carbosulfano) 600
700 mL/ha, Engeo Pleno S 141+106 (thiamethoxam+lambd-cialotrina) 250 g/L, Perito 970 SG
701 (acefato) 300 L/ha, Talstar 100 CE (bifentrina) 200 L/ha e Provado 200 SC (imidacloprid)
702 200 g/L, por serem os mais comuns para o controle de *E. heros* na cultura do milho no
703 Brasil. Água destilada foi utilizada como tratamento controle.

704

705 2.1 Bioensaio I – Avaliação de Mortalidade dos Adultos

706 Vinte fêmeas de *T. podisi* com até 24 horas de idade recém-copuladas foram
707 individualizadas em tubos de vidro (10 x 90mm) e alimentadas com uma gotícula de mel
708 puro depositada na parede interna do tubo, o qual foi vedado com filmes de PVC,
709 perfurados com alfinete entomológico para aeração. Posteriormente, vinte cartelas (1,0 x
710 3,0 cm) de cartolina azul celeste, cada uma contendo 50 ovos de *E. heros* aderidos com
711 goma arábica diluída a 10%, foram imersas por cinco segundos em caldas químicas dos
712 tratamentos mencionados (BUENO et al., 2008). Em seguida, as cartelas foram retiradas
713 das caldas e colocadas sobre papel toalha à temperatura ambiente por uma hora para retirar
714 o excesso do produto. Em seguida, os ovos foram oferecidos, durante 24 horas, às fêmeas
715 individualizadas nos tubos, visando avaliar a seletividade dos inseticidas sobre os adultos
716 do parasitoide.

717 Foi avaliada a taxa de mortalidade das fêmeas que entraram em contato com os ovos
718 tratados no período de 24 horas.

719

720 2.2 Bioensaio II – Avaliação do Parasitismo

721 Para o bioensaio de avaliação do parasitismo nos ovos tratados com os inseticidas,
722 foram utilizadas vinte cartelas de ovos. As cartelas contendo os ovos foram
723 individualizadas em tubo de vidro juntamente com uma fêmea de *T. podisi*, de acordo com
724 metodologias proposta por Brugger et al. (2010) e Vianna et al. (2009).

725 Foi avaliada a taxa de parasitismo (número de ovos parasitados por fêmeas durante
726 24 horas).

727

728 2.3 Bioensaio III – Emergência dos Adultos em Ovos Tratados com os Inseticidas

729 Para verificar possíveis efeitos dos inseticidas em contato com os ovos sobre
730 desenvolvimento larval do parasitoide, após o parasitismo, avaliou-se a emergência
731 [(número de ovos com orifício de saída do parasitoide/número total de ovos parasitados) x
732 100] dos indivíduos oriundos dos ovos tratados em vinte repetições, de acordo com
733 metodologia mencionada no bioensaio anterior.

734

735 2.4 Análise Estatística e Classificação dos Inseticidas

736 O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com sete
737 tratamentos (seis inseticidas mais o tratamento controle). Cada tratamento foi composto por
738 20 repetições (cada repetição era composta por uma fêmea do parasitoide e por uma cartela
739 contendo 50 ovos de *E. heros*), sendo os dados obtidos submetidos à análise de variância e
740 as médias comparadas por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

741 Conforme recomendações da IOBC (International Organisation for Biological and
742 Integrated Control), os inseticidas testados foram atribuídos em classes toxicológicas em
743 função da porcentagem de redução (PR) de diferentes parâmetros do parasitoide
744 (mortalidade, parasitismo e emergência), em relação ao tratamento testemunha, calculados
745 da seguinte forma: $PR = [(100 - (\% \text{ média geral do tratamento com inseticida} / \text{média geral do tratamento testemunha}) \times 100]$.

747 Dessa forma, na classe 1 foram enquadrados os produtos inócuos (redução menor
748 que 30%), na classe 2 os produtos levemente nocivos (redução entre 30 a 79 %), na classe 3
749 os produtos moderadamente nocivos (redução entre 80 a 99%), e na classe 4 os tratamentos
750 nocivos (redução maior que 99%).

751 3. Resultados

752 3.1 Bioensaio I – Avaliação de mortalidade dos adultos

753 As taxas de mortalidade de fêmeas de *T. podisi* (F_0) que entraram em contato com os
754 ovos de *E. heros* tratados com os inseticidas thiametoxam+lambda-cialotrina, bifentrina,
755 imidacloprid+bifentrina, bifentrina+carbosulfano e acefato foram significativamente
756 maiores quando comparadas à testemunha e a imidacloprid. De acordo com o percentual de
757 redução da mortalidade, o produto thiametoxam+lambda-cialotrina foi classificado como

758 moderadamente nocivo (Classe 3), enquanto bifentrina, imidacloprid+bifentrina,
 759 bifentrina+carbosulfano e acefato foram levemente nocivos (Classe 2), sendo apenas o
 760 imidacloprid classificado como inócuo (Classe 1), não reduzindo a sobrevivência de *T.*
 761 *podisi* (Tabela 1).

762

763 **Tabela 1.** Mortalidade (%) (\pm SD), porcentagem de redução (PR) e classe de toxicidade a
 764 *Telenomus podisi* em ovos de *Euschistus heros* tratados com inseticidas utilizados em milho
 765 em teste de seletividade. As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não
 766 diferem pelo teste de Tukey ($p > 0.05$).

Tratamentos	Dose do Produto Comercial (P.C)	Mortalidade (%)	PR ¹ (%)	Classe ²
Controle	-	0,00 \pm 0,00 c	-	-
Imidacloprid+Bifentrina	400 mL/ha	65,0 \pm 0,10 a	65,0	2
Bifentrina+Carbosulfano	500 mL/ha	60,0 \pm 0,11 a	60,0	2
Thiamethoxam+Lambda-Cialotrina	250 mL/ha	80,00 \pm 0,11 a	80,00	3
Acefato	800 g/há	55,0 \pm 0,09 ab	55,0	2
Bifentrina	300 L/há	75,00 \pm 0,09 a	75,0	2
Imidacloprid	250 mL/há	15,0 \pm 0,08 c	15,0	1

767 ¹Porcentagem media de redução de parasitismo de *T. podisi*. ²Classes de toxicidade
 768 recomendada por Sterk et al. (1999).

769

770 3.2 Bioensaio II – Avaliação do parasitismo

771 Em relação ao número de ovos de *E. heros* parasitados de *T. podisi* após aplicação
 772 dos diferentes inseticidas, verificou-se que dentre os seis produtos testados, apenas acefato
 773 (redução do parasitismo mantém 67,08%) e imidacloprid (redução do parasitismo mantém
 774 32,01%) foram classificados como levemente prejudiciais (Classe 2). Os inseticidas
 775 thiametoxam+lambdacialotrina (reduziu o parasitismo em 97,55%) e
 776 imidacloprid+bifentrina (reduziu o parasitismo em 95,56%) foram classificados como
 777 moderadamente nocivos, enquanto os tratamentos bifentrina e bifentrina+carbosulfano
 778 (reduziram o parasitismo em mais de 99%) foram classificados como nocivos (Tabela 2).

779

780

781

782

783

784

785

786

787 **Tabela 2.** Número (\pm EP) de ovos parasitados, porcentagem de redução (PR) de *Telenomus*
 788 *podisi* em ovos de *Euschistus heros* tratados com inseticidas do milho em teste de
 789 seletividade. As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo
 790 teste de Tukey ($p > 0.05$).

Tratamentos	Dose do Produto Comercial (P.C)	Média do número de ovos parasitados por <i>T. podisi</i> (n=50*)	% de ovos parasitados dos <i>T. podisi</i>	PR ¹ (%)	Classe ²
Controle	-	32,65 \pm 1,49 a	65,30	-	-
Imidacloprid+Bifentrina	400 mL/ha	1,45 \pm 0,35 d	4,00	95,56	3
Bifentrina+Carbosulfano	600 mL/ha	0,15 \pm 0,08 d	2,00	99,55	4
Thiamethoxam+Lambda-Cialotrina	250 g/L	0,80 \pm 0,17 d	2,00	97,55	3
Acefato	300 L/ha	10,75 \pm 0,75c	21,50	67,08	2
Bifentrina	200 L/ha	0,10 \pm 0,06 d	2,00	99,70	4
Imidacloprid	200 g/L	22,20 \pm 2,53 b	44,40	32,01	2

791 * Número médio dos ovos parasitados com base no número total de ovos por repetição (50
 792 ovos por repetição). ¹Média da porcentagem de redução de parasitismo em *T. podisi*.
 793 ²Classes de Toxicidade recomendada por Sterk et al. (1999).

794

795 3.3 Bioensaio III – Emergência dos adultos em ovos tratados com os inseticidas

796 A emergência de *T. podisi* (F₁) à partir dos ovos de *E. heros* tratados com os
 797 inseticidas imidacloprid+bifentrina, acefato e imidacloprid, não foi prejudicada, quando
 798 comparada aos resultados da testemunha, sendo os mesmos classificados como inócuos
 799 (Classe 1) para essa característica avaliada. Apenas os produtos bifentrina+carbosulfano e
 800 bifentrina apresentaram efeitos nocivos (Classe 4), pois reduziram a emergência do
 801 parasitoide em mais de 99% (Tabela 3).

802

803

804

805

806

807

808

809

810

811

812

813 **Tabela 3.** Emergência (\pm EP) e porcentagem de redução (PR) de *Telenomus podisi* em ovos
 814 de *Euschistus heros* tratados com inseticidas do milho em teste de seletividade. Médias
 815 seguidos pela mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey ($p > 0.05$).

Tratamentos	Dose do Produto Comercial (P.C)	% de emergência <i>T. podisi</i>	PR ¹ (%)	Classes ²
Controle	-	87,05 \pm 0,02a	-	-
Imidacloprid+Bifentrina	400 mL/ha	65,30 \pm 0,11 a	24,99	1
Bifentrina+Carbosulfano	600 mL/ha	0,00 \pm 0,00 b	-	4
Thiamethoxam+Lambda-Cialotrina	250 g/L	10,25 \pm 0,07 b	88,25	3
Acefato	300 L/ha	82,40 \pm 0,03 a	5,35	1
Bifentrina	200 L/ha	0,00 \pm 0,00 b	-	4
Imidacloprid	200 g/L	80,05 \pm 0,04 a	8,05	1

816 ¹Porcentagem de média de redução de emergência de *T. podisi*. ²Classes de Toxicidade
 817 recomendado por Sterk et al. (1999).

818 4. Discussão

819 Avaliando-se o efeito do produto thiamethoxam+lambda-cialotrina sobre a
 820 mortalidade de fêmeas de *T. podisi*, observamos que o mesmo ocasionou 80% de
 821 mortalidade a esse parasitoide, visto que esse produto é composto por inseticidas dos
 822 grupos químicos neonicotinoide+piretróide, respectivamente, sendo dois ingredientes ativos
 823 considerado poucos seletivos aos inimigos naturais (CAÑETE, 2005; LIM e MAHMOUD
 824 2008; KOPPEL et al., 2011). Sabe-se que o mesmo composto químico causou mortalidade
 825 em *T. podisi* de até 100% (TURCHEN et al., (2015).

826 A mortalidade rápida e alta de insetos geralmente é esperada após aplicar inseticidas
 827 neurotóxicos, com base em seu modo de ação. Por exemplo, os piretróides são
 828 bloqueadores dos canais de sódio, atuando na neurotransmissão axonal em canais de
 829 neurônios nativos de tensão, enquanto os neonicotinoídes são agonistas de diferentes
 830 subtipos de receptores nicotínicos de acilcolina em sinapses do inseto sistema nervoso
 831 central (CASIDA e DURKIN, 2013; TURCHEN et al., 2015). Isso explica também os
 832 resultados apresentados para os inseticidas dos mesmos grupos químicos,
 833 imidacloprid+bifentrina, bifentrina e bifentrina+carbosulfano, onde todos esses produtos
 834 foram classificados como levemente nocivos, sendo prejudiciais a sobrevivência de *T.*
 835 *podisi*.

836 A sobrevivência de *T. podisi* foi afetada pelo produto à base de Acefato o qual
 837 pertence ao grupo químico organofosforado, que atinge os insetos principalmente por
 838 fosforilação da enzima acetilcolinesterase (AChE) nas terminações nervosas. Este tipo de
 839 envenenamento causa perda da AChE disponível e excesso de estimulação de órgãos por

840 excesso de acetilcolina nas terminações nervosas e afeta inimigos naturais e pragas de
841 forma semelhante, sendo também que esse produto é disponível ao comércio em valores
842 mais acessíveis aos produtores, sendo, assim, frequentemente usados em excesso (CARMO
843 et al., 2010). Porém, de acordo com os resultados apresentados no presente trabalho, esse
844 produto não é compatível com métodos de controle biológico.

845 Os produtos bifentrina+carbosulfano e bifentrina pertencentes aos grupos químicos
846 piretroide e metilcarbamato de benzofuranila, respectivamente, reduziram o parasitismo e a
847 emergência de *T. podisi*. Trabalhos com parasitoides *T. remus* (CARMO et al., 2010) e *T.*
848 *pretiosum* (PINTO et al., 2012) também apresentaram redução no parasitismo e emergência
849 dos respectivos parasitoides mencionados.

850 Os inseticidas acefato (organofosforado) e imidacloprid (neonicotinoide) agem por
851 contato e ingestão, atingindo e desorganizando o sistema nervoso dos insetos (CARMO et
852 al., 2009). Os efeitos desses inseticidas em relação ao parasitismo, no presente trabalho, os
853 classificou como levemente nocivos (Classe 2), o que pode estar relacionado ao modo de
854 ação desse inseticida, como já mencionado, que o mesmo causa uma desorganização no
855 sistema nervoso do inseto, impedindo assim, que o mesmo tenha uma alta taxa de
856 parasitismo, porém, quando avaliado a emergência do parasitoide testados nestes produtos,
857 o mesmo apresentou inocuidade (Classe 1). Resultados semelhantes utilizando o mesmo
858 grupo químico foram observados com os parasitoides *T. pretiosum* (CARVALHO 2003;
859 BUENO et al., 2008), *T. remus* (CARMO et al., 2010) e *T. podisi* (TURCHEN et al., 2015).

860 No entanto, esse mesmo produto, usado na mesma dosagem deste estudo, pode
861 variar de inofensivo a prejudicial, dependendo do estágio de desenvolvimento do inimigo
862 natural (SOUZA et al., 2014). A maior tolerância das pupas e larvas dos parasitoides aos
863 pesticidas, em comparação com adultos, pode estar ligada à localização dessa fase do
864 parasitoide dentro do ovo hospedeiro, que é protegido contra o contato de inseticidas pelo
865 córion (STECCA et al., 2016).

866 Os resultados apresentados para os pesticidas imidacloprid+bifentrina e
867 thiametoxam+lambdacialotrina foram considerados moderadamente nocivos. Outros estudos
868 recentes também apontam os mesmos resultados (TURCHEN et al., 2015).

869 Em contraste, apenas bifentrina+carbosulfano e bifentrina comprometeram a
870 emergência dos parasitoides (Tabela 3). Resultados semelhantes foram encontrados para o
871 inseticida bifentrina sobre a emergência de *T. remus* (CARMO et al., 2010). Estes
872 resultados estão dentro da expectativa, uma vez que esses inseticidas são mais propensos a
873 comprometer o parasitismo do que a emergência, pois não interferem muito no

874 desenvolvimento de larvas e pupas do parasitoide no interior do ovo hospedeiro, devido à
875 proteção fornecida pelo córion (CARMO et al. 2009; TURCHEN et al., 2014; TURCHEN
876 et al., 2015).

877 Independente das características biológicas avaliadas do parasitoide, podemos
878 observar no presente trabalho, que os inseticidas que tem em sua composição a adição de
879 mais de um ingrediente ativo ocasionaram os maiores danos aos parasitoides *T. podisi*.
880 Dentre os inseticidas utilizados podemos destacar os que possuem as características
881 mencionadas acima: thiametoxam+lambda-cialotrina (neonicotinoide+piretróide),
882 bifentrina+imidacloprid (piretróide+neonicotinoide) e bifentrina+carbosulfano
883 (piretróide+metilcarbamato de benzofuranila).

884

885 Referências

886

887 BRUGGER, K. E., COLE, P. G., NEWMAN, I. C., PARKER, N., SCHOLZ, B.,
888 SUVAGIA, P.,... & HAMMOND, T. (2010). Selectivity of chlorantraniliprole to
889 parasitoid wasps. *Pest Management Science*, 6:1075-1081.
890 <https://doi.org/10.1002/ps.1977>

891 BUENO, A. F., BUENO, R. C. O. F., PARRA, J. R. P., & VIEIRA, S. S. (2008). Effects of
892 pesticides used in soybean crops to the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum*.
893 *Ciência Rural*, Santa Maria, 38: 1495-1503. [http://dx.doi.org/10.1590/S0103-](http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782008000600001)
894 [84782008000600001](http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782008000600001)

895 BUENO, A. F., CARVALHO, G. A., SANTOS, A. C., SOSA-GÓMEZ, D. R., & SILVA,
896 D. M. (2017). Pesticide selectivity to natural enemies: challenges and constraints for
897 research and field recommendation. *Ciência Rural*, 47: 1-10.
898 <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20160829>

899 CARMO, E. L., BUENO, A. F., BUENO, R. C. O. F., VIEIRA, S. S., GOBBI, A. L., &
900 VASCO, F. R. (2009). Seletividade de diferentes agrotóxicos usados na cultura da
901 soja ao parasitoide de ovos *Telenomus remus*. *Ciência Rural*, 39: 2293-2300.
902 <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782009005000188>

903 CARMO, E. L., BUENO, A. F., & BUENO, R. C. O. F. (2010). Pesticide selectivity for
904 the insect egg parasitoid *Telenomus remus*. *BioControl*, 55: 455-464.
905 <https://doi.org/10.1007/s10526-010-9269-y>

906 CARVALHO, G. A., FUINI, L. C., ROCHA, L. C. D., REIS, P. R., MORAES, J. C., &
907 ECOLE, C. C. (2003). Avaliação da seletividade de inseticidas utilizados na
908 tomaticultura a *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera:
909 Trichogrammatidae). *Rev. Ecosistema*, 28.

910 CASIDA, J. E., & DURKIN, K. A. (2013). Neuroactive insecticides: targets, selectivity,
911 resistance, and secondary effects. *Annual Review of Entomology*, 58: 99-117.
912 [10.1146/annurev-ento-120811-153645](https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120811-153645)

913 CORRÊA-FERREIRA, B. S., ALEXANDRE, T. M., PELLIZZARO, E. C., MOSCARDI,
914 F., & BUENO, A. F. (2010). Pest management practices used in soybean and their
915 impact on the crop (In Portuguese). Londrina: Embrapa Soja, 15 p. (Embrapa Soja.
916 Circular Técnica, 78). Available from: <[https://www.embrapa.br/busca-de-](https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/859434/praticas-de-manejo-de-pragas-utilizadas-na-soja-e-seu-impacto-sobre-a-cultura)
917 [publicacoes/-/publicacao/859434/praticas-de-manejo-de-pragas-utilizadas-na-soja-](https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/859434/praticas-de-manejo-de-pragas-utilizadas-na-soja-e-seu-impacto-sobre-a-cultura)
918 [e-seu-impacto-sobre-a-cultura](https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/859434/praticas-de-manejo-de-pragas-utilizadas-na-soja-e-seu-impacto-sobre-a-cultura)>. Accessed: July 18th 2016.

919 GODOY, K. B., GALLI, J. C., & ÁVILA, C. J. (2005). Parasitismo em ovos de percevejos
920 da soja *Euschistus heros* (Fabricius) e *Piezodorus guildinii* (Westwood) (Hemiptera:

- 921 Pentatomidae) em São Gabriel do Oeste, MS. *Ciência Rural*, 35: 2, 455-458.
922 <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782005000200034>
- 923 GOLIN, V. Incidência natural, biologia, seletividade e efeito de liberações inoculativas de
924 parasitoides de ovos (Hymenoptera: Platygasteridae) no controle de *Euschistus heros*
925 (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) no Mato Grosso. Tese de Doutorado,
926 Universidade Federal do Paraná. p. 106, 2014.
- 927 GONZÁLEZ, W. J. O., LAUMANN, R. A., SILVEIRA, S., MORAES, M. C. B.,
928 BORGES, M., & FERRERO, A. A. (2013). Lethal and sublethal effects of four
929 essential oils on the egg parasitoids *Trissolcus basalus*. *Chemosphere*, 92: 5, 608-
930 615. [10.1016/j.chemosphere.2013.03.066](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.03.066)
- 931 GRIGOLLI, J. F. J., & LOURENÇÃO, A. L. F. (2013). Pragas do milho safrinha. In:
932 ROSCOE, R., LOURENÇÃO, A. L. F., GRIGOLLI, J. F. J., MELOTTO, A. M.,
933 PITOL, C. & MIRANDA, R. A. S. (Org.). *Tecnologia e Produção: Milho Safrinha e*
934 *Culturas de Inverno*. 1ed. Curitiba: Midiograf, 2013, p. 102-120.
- 935 JANDREY, D. (2014). Manejo de milho para altos rendimentos. Artigos. DuPont Pioneer.
936 2014. Last access: August 25th 2017. Available in:
937 [http://www.portalklff.com.br/publicacao/exclusivo-relatorio-de-fechamento-milho-](http://www.portalklff.com.br/publicacao/exclusivo-relatorio-de-fechamento-milho-safrinha-1245)
938 [safrinha-1245](http://www.portalklff.com.br/publicacao/exclusivo-relatorio-de-fechamento-milho-safrinha-1245)
- 939 KLEFFMANN GROUP (KLFF) (2016). Exclusivo: Relatório de fechamento Milho
940 Safrinha. Painel AMIS CPP milho safrinha 2015. Last access: October 08th 2017.
941 Available in: [http://www.portalklff.com.br/publicacao/exclusivo-relatorio-de-](http://www.portalklff.com.br/publicacao/exclusivo-relatorio-de-fechamento-milho-safrinha-1245)
942 [fechamento-milho-safrinha-1245](http://www.portalklff.com.br/publicacao/exclusivo-relatorio-de-fechamento-milho-safrinha-1245)
- 943 KOPPEL, A. L., HERBERT, JR. D. A., KUHAR, T. P., MALONE, S., & ARRINGTON,
944 M. (2011). Efficacy of selected insecticides against eggs of *Euschistus servus* and
945 *Acrosternum hilare* (Hemiptera: Pentatomidae) and the egg parasitoid *Telenomus*
946 *podisi* (Hymenoptera: Scelionidae). *Journal of economic entomology*. 104, 137-142.
947 <https://doi.org/10.1603/EC10222>
- 948 LIM, U. T., & MAHMOUD, A. M. A. (2008). Ecotoxicological effect of fenitrothion on
949 *Trissolcus nigripedius* (Hymenoptera: Scelionidae) an egg parasitoid of *Dolycoris*
950 *baccarum* (Hemiptera: Pentatomidae). *J. Asia Pac. Entomol.* 11: 207–210.
951 <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2008.09.004>
- 952 MAPA. Ministério da Agricultura. (2012). Vegetal - Culturas – Milho. Available
953 in: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/milho> Last access: August 30th
954 2017.
- 955 MENDES, S. M., BOREGAS, K. G., LOPES, M. E., WAQUIL, M. S., & WAQUIL, J. M.
956 (2011). Respostas da lagarta-do-cartucho a milho geneticamente modificado
957 expressando a toxina Cry 1A(b). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, 46: 3,
958 239-244. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2011000300003>
- 959 MOURA, A. P., CARVALHO, G. A., MOSCARDINI, V. F., LASMAR, O., REZENDE,
960 D. T., & MARQUES, M. C. (2010). Selectivity of pesticides used in integrated
961 apple production to the lacewings, *Chrysoperla externa*. *Journal of Insect Science*
962 10(121):1-20.
- 963 OLIVEIRA, H. N., ANTIGO, M. R., CARVALHO, G. A., GLAESER, D. F., & PEREIRA,
964 F. F. (2013). Seletividade de inseticidas utilizados na cana-de-açúcar a adultos de
965 *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Bioscience*
966 *Journal*. 29: 1267-1274.
- 967 PARRA, J. R. P., BOTELHO, P. S. M., CORRÊA, F. B. S., & BENTO, J. M. S. (2002).
968 *Controle Biológico no Brasil: parasitoides e predadores*. São Paulo: Manole.
- 969 PAZINI, J. B., PASINI, R. A., SEIDEL, E. J., RAKES, M., MARTINS, J. F. S., &
970 GRUTZMACHER, A. D. (2017). Side-effects of pesticides used in irrigated rice
971 areas on *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Platygasteridae). *Ecotoxicology*,
972 26: 782-791. <https://doi.org/10.1007/s10646-017-1809-0>
- 973 PINTO, C. C., MAGANO, D. A., PASINI, R. A., SPAGNOL, D., ANJOS, R. R., &
974 GRUTZMACHER, A. D. (2012). Seletividade de inseticidas neurotóxicos e
975 reguladores de crescimento de insetos registrados para a cultura da soja a adultos de

- 976 *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). In: XIV
977 ENPOS, 2012, Pelotas -RS. XIV ENPOS, 2012.
- 978 POLANCZYK, R. A., PRATISSOLI, D., DALVI, L. P., GRECCO, E. D., & FRANCO, C.
979 R. (2010). Efeito de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin e *Metarhizium anisopliae*
980 (Metsch.) Sorokin nos parâmetros biológicos de *Trichogramma atopovirilia* Oatman
981 & Platner, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Ciênc. Agrotec, 34: 1412-
982 1416. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542010000600008>
- 983 QUINTELA, E. D., FERREIRA, S. B., GUIMARÃES, W. F. F., OLIVEIRA, L. F. C. DE.,
984 OLIVEIRA, A. C., & CZEPAK, C. (2006). Desafios do MIP em soja em grandes
985 propriedades no Brasil Central. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 4.,
986 Londrina. Anais... Londrina: Embrapa Soja, 2006. p. 127-133. Organizado por
987 Antonio Ricardo Panizzi, Odilon Ferreira Saraiva, Simone Ery Grosskopf.
- 988 SMANIOTTO, L. F., GOUVEA, A., POTRICH, M., SILVA, E. R. L., SILVA, J., &
989 PEGORINI, C. S. (2013). Seletividade de produtos alternativos a *Telenomus podisi*
990 Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae). Semina, 34: 3295-3306. 10.5433/1679-
991 0359.2013v34n6Supl1p3295
- 992 SOUZA, J. R., CARVALHO, G. A., MOURA, A. P., COUTO, M. H. G., & MAIA, J. B.
993 (2014). Toxicity of some insecticides used in maize crop on *Trichogramma*
994 *pretiosum* (Hymenoptera, Trichogrammatidae) immature stages. Chilean Journal of
995 Agricultural Research, 74, 234-239. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392014000200016>
- 997 STECCA, C. S., BUENO, A. F., PASINI, A., SILVA, D. M., ANDRADE, K., & FILHO,
998 D. M. Z. (2016). Side-effects of glyphosate to the parasitoid *Telenomus*
999 *remus* Nixon (Hymenoptera: Platygasteridae). Neotropical Entomology, 45(2),192-
1000 200.
- 1001 TURCHEN, L. M., GOLIN, V., BUTNARIU, A. R., & PEREIRA, M. J. B. (2014).
1002 Selectivity of *Annona* (Annonaceae) extract on egg parasitoid *Trissolcus urichi*
1003 Crawford, 1913 (Hymenoptera: Platygasteridae). Revista Colombiana de
1004 Entomologia. 40: 176–180.
- 1005 TURCHEN, L. M., GOLIN, V., BUTNARIU, A. R., GUEDES, R. N. C., & PEREIRA, M.
1006 J. B. (2015). Lethal and sublethal effects of insecticides on the egg parasitoid
1007 *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae). Journal of Economic Entomology,
1008 109: 84–92. <https://doi.org/10.1093/jee/fov273>
- 1009 VIANA, F. F. Pragas Secundárias do Milho Safrinha. (2016). Last access 21 de August
1010 21th2017. Available in <http://www.pioneersementes.com.br/blog/85/pragas-secundarias-do-milho-safrinha>
- 1012 VIANNA, U. R., PRATISSOLI, D., ZANUNCIO, J. C., LIMA, E. R., BRUNNER, J.,
1013 PEREIRA, F. F., & SERRÃO, J. E. (2009). Insecticide toxicity to *Trichogramma*
1014 *pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) females and effect on descendant
1015 generation. Ecotoxicology, 18: 180-186. DOI: 10.1007/s10646-008-0270-5
- 1016 VIEIRA, S. S., BOFF, M. I. C., BUENO, A. F., GOBBI, A. L., LOBO, R. V., & BUENO,
1017 R. C. O. F. (2012). Efeitos dos inseticidas utilizados no controle de *Bemisia tabaci*
1018 (Gennadius) biótipo B e sua seletividade aos inimigos naturais na cultura da soja.
1019 Semina: Ciências Agrárias, Londrina, 33: 5, 1809-1818. DOI: 10.5433/1679-
1020 0359.2012v33n5p1809
- 1021
- 1022
- 1023
- 1024
- 1025

1026 **CAPÍTULO 3**

1027

1028 **EFEITOS DE INSETICIDAS EM ESTÁGIOS IMATUROS DE *Telenomus podisi***1029 **ASHMEAD 1893 (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE)**

1030

1031

1032

1033

1034

1035

1036

1037

1038

1039

1040

1041

1042

1043

1044

1045

1046

1047

1048

1049

1050

1051

1052

1053

1054

1055

1056

1057

1058

1059

1060

1061

1062

1063

1064

1065

1066

1067

1068

1069

1070

1071

1072

1073

1074

1075

1076 **Artigo submetido à Revista Journal of Applied Entomology, ISSN 1439-0418 versão**
1077 **on-line, Qualis para Biodiversidade A2.**1078 **Normas do texto com modificações.**

1079

1080

1081 **Efeitos de inseticidas em estágios imaturos de *Telenomus podisi* Ashmead 1893**
1082 **(Hymenoptera: Platygasteridae)**

1083 **Resumo**

1084 A utilização conjunta de inseticidas químicos e a liberação do parasitoide *Telenomus podisi*
1085 Ashmead (Hymenoptera: Platygasteridae) tem demonstrado elevada eficiência no controle
1086 de pragas. O percevejo-marrom *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera:
1087 Pentatomidae) vem tornando-se cada vez mais abundante e, conseqüentemente, de enorme
1088 importância econômica no binômio soja-milho no Brasil. No entanto, precisa ser definido
1089 quais inseticidas não afetam a eficiência de ação desses parasitoides. Para tanto, avaliaram-
1090 se os efeitos dos inseticidas imidacloprid+bifentrina, bifentrina+carbosulfano,
1091 thiametoxam+lambdaciotalina, acefato, bifentrina, e imidacloprid em fases imaturas de *T.*
1092 *podisi*. Ovos de *E. heros*, contendo estágios imaturos do parasitoide, foram mergulhados
1093 nos inseticidas em solução aquosa para avaliar suas toxicidades na emergência dos
1094 parasitoides. Cada inseticida foi classificado de acordo com sua seletividade, com base na
1095 metodologia proposta pelo IOBC/WPRS. Avaliando os resultados apresentados na fase de
1096 ovo-larva do parasitoide, os inseticidas bifentrina+carbosulfano e bifentrina foram
1097 classificados como nocivos, apresentando 100% de redução de emergência dos parasitoides,
1098 seguido de imidacloprid+bifentrina e thiametoxam+lambdaciotalina como
1099 moderadamente prejudiciais (redução entre 80 a 99%) e acefato e imidacloprid como
1100 ligeiramente prejudicial (redução de 30 a 79%). Nas fases de pré-pupa e pupa apenas o
1101 inseticida acefato apresentou ser inócuo, não reduzindo a emergência dos parasitoides.

1102

1103 **Palavra-chave:** Seletividade, Controle Biológico, Parasitoides.

1104

1105 **Introdução**

1106 O Brasil produziu um total de mais de 81 milhões de toneladas de milho *Zea mays*
1107 L., considerando as duas safras do ano, com área plantada de mais de 16 milhões de
1108 hectares (IBGE, 2018). Porém, um dos fatores que mais intensamente reduziu a produção de
1109 milho, é a incidência de insetos-praga (GRIGOLLI & LOURENÇÃO, 2013). Entre os
1110 insetos-praga que atacam essa cultura, destaca-se o percevejo-marrom *Euschistus heros*
1111 Fabricius, 1798 (Hemiptera: Pentatomidae), por ser a espécie de maior importância
1112 econômica, atualmente, para o sistema produtivo soja-milho (BUENO, CORRÊA-
1113 FERREIRA, ROGGIA & BIANCO, 2015).

1114 O método químico é o mais utilizado contra esse inseto-praga, sendo, atualmente,
1115 utilizado vários grupos de inseticidas. Porém, o controle biológico com parasitoide de ovos
1116 do gênero *Telenomus* sp. vem sendo realizado com grande sucesso, uma vez que esse
1117 método têm a vantagem de controlar a praga antes da ocorrência de danos à cultura
1118 (PARRA, BOTELHO, CORRÊA-FERREIRA & BENTO, 2002), sendo que *Telenomus*
1119 *podisi* Ashmead 1893 (Hymenoptera: Platygasteridae) é considerado o principal fator de
1120 mortalidade de *E. heros* em condições de campo no Brasil (GODOY, GALLI & ÁVILA,
1121 2005).

1122 A utilização conjunta do controle químico com os parasitoides de ovos apresenta
1123 imensa potencialidade para as reduções populacionais desse inseto-praga. Porém, muitas
1124 vezes, a utilização de inseticidas prejudica a fauna desses parasitoides, o que torna de suma
1125 importância a identificação de compostos químicos seletivos aos agentes de controle
1126 biológico, e investigar como esses inseticidas podem afetar o comportamento, o
1127 desenvolvimento e a reprodução desses organismos (MOURA, CARVALHO &
1128 RIGITANO, 2010; SOUZA, CARVALHO, MOURA, COUTO & MAIA, 2014).

1129 Vários estudos apontam resultados negativos na utilização de inseticidas químicos
1130 não seletivos aos parasitoides de ovos em programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP),
1131 reduzindo assim seu potencial de controle biológico, por exemplo, em pesquisas utilizando
1132 adultos de *T. podisi* (PAZINI, PASINI, SEIDEL, RAKES, MARTINS &
1133 GRUTZMACHER, 2017), e imaturos de *Trichogramma pretiosum* Riley (CARVALHO,
1134 GODOY, PERREIRA & REZENDE, 2010), *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner
1135 (MAIA, CARVALHO, OLIVEIRA, LASMAR & LEITE, 2013), *Trichogramma galloi*
1136 Zucchi, 1988 (Hymenoptera, Trichogrammatidae) (OLIVEIRA, ANTIGO, CARVALHO &
1137 GLAESER, 2014; SOUZA et al., 2014), entre outros.

1138 Neste contexto, o objetivo do presente estudo foi avaliar a seletividade de inseticidas
1139 usados na cultura do milho para controle de *E. heros* sobre imaturos de *T. podisi*, a fim de
1140 obter informações que possam contribuir para manter a população de *T. podisi* no
1141 agroecossistema, dentro do contexto do MIP.

1142 **Materiais e Métodos**

1143

1144 **Obtenção dos insetos**

1145 Adultos do percevejo *E. heros* foram coletados em janeiro de 2017 em áreas
1146 comerciais de milho no município de Dourados (22°13'6''S; 54° 48'20''W), MS, Brasil, os
1147 quais não haviam sido expostos a aplicações de inseticidas, até então. Os parasitoides, por

1148 sua vez, foram obtidos a partir de criação do Laboratório de Amostragem e Monitoramento
1149 de Insetos da Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, Brasil.

1150 A partir da obtenção inicial dos insetos, a criação desses visando a realização dos
1151 bioensaios referentes à avaliação da seletividade de inseticidas sobre as fases imaturas do
1152 parasitoide foi realizada em sala climatizada no Laboratório de Amostragem e
1153 Monitoramento de Insetos da Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS,
1154 Brasil, sob condições ambientais controladas (25 ± 2 °C, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e
1155 12h de fotoperíodo).

1156

1157 **Inseticidas utilizados**

1158 Utilizaram-se os inseticidas Galil 250+50 SC (imidacloprid+Bifentrina) 400 mL/ha,
1159 Talisman 50+150 (bifentrina+carbosulfano) 600 mL/ha, Engeo Pleno S 141+106
1160 (thiamethoxam+lambd-cialotrina) 250 g/L, Perito 970 SG (acefato) 300 L/ha, Talstar 100
1161 CE (bifentrina) 200 L/ha e Provado 200 SC (Imidacloprid) 200 g/L, mais comumente
1162 recomendados para controle de *E. heros*. Água destilada foi utilizada como testemunha.
1163 Para todos os produtos, a avaliação baseou-se nas doses mais elevadas utilizadas para
1164 cultura de acordo com recomendações técnicas, pois o uso da dose máxima é recomendada
1165 pela Organização Internacional de Controle Biológico e Integrado de Animais e Plantas
1166 Nocivas (IOBC) ao testar produtos fitossanitários para avaliar toxicidade em condições de
1167 laboratório (HASSAN et al., 2000).

1168 **Bioensaios realizados**

1169 Para avaliar o efeito dos inseticidas sobre a emergência de *T. podisi* da geração F₁,
1170 os parasitoides recém-emergidos foram mantidos em um recipiente de plástico (12,5 cm x 9
1171 cm de diâmetro) contendo algumas gotas de mel por 24 horas para propósitos de
1172 acasalamento. Após este período, indivíduos de *T. podisi* com até 24 horas de idade foram
1173 sexadas, com base nas características de suas antenas, e fêmeas foram colocadas em tubos
1174 de vidro (10 x 90mm) contendo uma gota de mel. Nestes tubos, cada fêmea recebeu 50
1175 ovos de *E. heros* com até 24 horas que foram aderidos com goma arábica diluída a 10% em
1176 retângulos de cartolina azul celeste (1,0 x 3,0 cm). Após 24 horas as fêmeas foram
1177 descartadas, e os ovos expostos ao parasitismo foram mantidos em sala climatizada até que
1178 os parasitoides atingissem as seguintes fases imaturas em desenvolvimento no interior do
1179 hospedeiro: ovo-larva, correspondendo ao período de 0-17 horas após o parasitismo; pré-
1180 pupa, correspondendo a 105 horas após o parasitismo; e pupa, correspondendo a 120 horas

1181 após o parasitismo (BUENO, SOSA-GOMÉZ, CORRÊA-FERREIRA, MOSCARDI &
1182 BUENO, 2012).

1183 Os ovos de *E. heros* contendo *T. podisi* em cada um dos estágios de
1184 desenvolvimento acima mencionados foram imersos durante cinco segundos nas caldas
1185 químicas dos inseticidas e/ou água destilada (controle) (CARVALHO, PARRA &
1186 BAPTISTA, 2003; MOURA et al., 2005). Para remover o excesso de líquido das diluições
1187 sobre a superfície dos ovos, eles foram mantidos durante uma hora à temperatura ambiente
1188 e depois transferidos para tubos de vidro (10 x 90mm) e mantidos nas mesmas condições
1189 descritas acima, até a emergência dos parasitoides.

1190 **Análise dos dados**

1191 Os experimentos foram conduzidos em um delineamento fatorial 3 x 6 +1 (3
1192 períodos de desenvolvimento e seis produtos químicos e controle) inteiramente
1193 casualizados, com 15 repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância
1194 (ANOVA) e as médias dos tratamentos foram comparadas ao nível de significância de 5%
1195 ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

1196 Os efeitos dos compostos sobre os espécimes da geração F_1 de *T. podisi* foram
1197 avaliados quanto à porcentagem de emergência [(número de ovos do parasitoide com
1198 orifícios de saída / número total de ovos parasitados) x 100]. Os produtos avaliados foram
1199 classificados como percentuais de redução (PR) na capacidade benéfica (parasitismo e
1200 emergência) dos parasitoides: inofensivo, classe 1 (<30%); ligeiramente prejudicial, classe
1201 2 (30-79%); moderadamente prejudicial, classe 3 (80 a 99%); e prejudicial, classe 4 (>
1202 99%), conforme recomendado pelo IOBC (STERK et al., 1999). O PR foi calculado da
1203 seguinte maneira: [100-(porcentagem média geral do tratamento com o produto /
1204 porcentagem média geral da testemunha) x 100].

1205

1206 **Resultados**

1207 Quando os agrotóxicos foram aplicados em ovos de *E. heros* contendo os
1208 parasitoides *T. podisi* na fase imatura de ovo-larva, a emergência da geração F_1 foi afetada
1209 significativamente. Os inseticidas bifentrina+carbosulfano e bifentrina reduziram 100% a
1210 emergência dos parasitoides, sendo classificados Classe 4 em todas as fases avaliadas. Os
1211 inseticidas thiamethoxam+lambdacyalotrina e imidacloprid+bifentrina apresentaram-se
1212 como Classe 3, com emergência de 2,13 a 9,2% respectivamente, e apenas imidacloprid foi
1213 classificado como Classe 2, nas fases ovo-larva e pré-pupa, com emergência entre 24 a 30%
1214 (Tabela 1).

1215 Os inseticidas bifentrina+carbosulfano e bifentrina foram os mais tóxicos na fase de
 1216 ovo-larva, pois a emergência foi de 0%, resultando em uma redução de 100% em relação
 1217 aos valores do controle. Em comparação, os inseticidas acefato e imidacloprid apresentaram
 1218 a menor toxicidade à fase ovo-larva do parasitoide, reduzindo a emergência dos
 1219 parasitoides em 61 a 68%, em relação ao controle.

1220 Avaliando a emergência da fase pré-pupa do parasitoide, dentre todos os inseticidas
 1221 testados, acefato foi o único que não afetou negativamente a emergência da geração F₁ dos
 1222 parasitoides, sendo classificado como inócuo (Classe 1), pois proporcionou emergência
 1223 acima de 50% (Tabela 2). Os inseticidas mais tóxicos para essa fase dos parasitoides foram
 1224 bifentrina+carbosulfano e bifentrina, que reduziram em 100% a emergência desses insetos.

1225 Na fase pupal, apenas os inseticidas acefato e imidacloprid apresentaram menor
 1226 impacto a emergência dos parasitoides, reduzindo a emergência em apenas 15 a 26%,
 1227 quando comparado ao controle.

1228 **Tabela 1.** Porcentagem de emergência (\pm EP) de *Telenomus podisi* (F₁) originados de ovos de *Euschistus*
 1229 *heros* tratados com agrotóxicos contendo parasitoides durante as fases de ovo-larva, pré-pupa e pupa.

Tratamentos	DC ¹	Fases de Desenvolvimento		
		Ovo-larva	Pré-pupa	Pupa
		Emergência ² (%)	Emergência ² (%)	Emergência ² (%)
Controle	-	75,47 \pm 0,02 aA	58,67 \pm 0,03 bA	64,73 \pm 0,03 bA
Imidacloprid+Bifentrina	400 mL/ha	9,27 \pm 0,01 aC	8,67 \pm 0,02 aC	9,13 \pm 0,01 aC
Bifentrina+Carbosulfano	600 mL/ha	0,00 \pm 0,00 aC	0,00 \pm 0,00 aC	0,00 \pm 0,00 aC
Thiamethoxam+Lambda-Cialotrina	250 g/L	2,13 \pm 1,00 aC	4,00 \pm 0,01 aC	7,53 \pm 0,01 aC
Acefato	300 L/ha	28,53 \pm 0,05 cB	57,93 \pm 0,05 aA	47,80 \pm 0,05 bB
Bifentrina	200 L/ha	0,00 \pm 0,00 aC	0,00 \pm 0,00 aC	0,00 \pm 0,00 aC
Imidacloprid	200 g/L	24,07 \pm 0,04 bB	30,80 \pm 0,05 bB	54,80 \pm 0,04 AB

1230 ¹Dose do produto comercial. ²Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas na coluna e em minúsculas
 1231 a linha, não diferem pelo teste de Tukey (p>0.05).

1232

1233

1234

1235

1236

1237 **Tabela 2.** Redução da emergência (RE) de *Telenomus podisi* (F₁) originados de ovos de *Euschistus*
 1238 *heros* tratados com agrotóxicos contendo parasitoides durante as fases de ovo-larva, pré-pupa e
 1239 pupa, e classes de toxicidade.

Tratamentos	DC ¹	Fases de Desenvolvimento					
		Ovo-larva		Pré-pupa		Pupa	
		RE ²	Classe ³	RE ²	Classe ³	RE ²	Classe ³
Controle	-	-		-	-	-	-
Imidacloprid+Bifentrina	400 mL/ha	87,79	3	85,32	3	85,9	3
Bifentrina+Carbosulfano	600 mL/ha	-	4	-	4	-	4
Thiamethoxam+Lambda-Cialotrina	250 g/L	97,21	3	93,17	3	88,4	3
Acefato	300 L/ha	61,8	2	1,19	1	26,1	1
Bifentrina	200 L/ha	-	4	-	4	-	4
Imidacloprid	200 g/L	68,16	2	47,44	2	15,3	1

1240 ¹Dose do produto comercial ²Porcentagem média de redução em emergência. ³Classe de toxicidade
 1241 recomendada pela IOBC (Sterk et al., 1999).

1242

1243 **Discussão**

1244 A maior redução de emergência da geração F₁ do parasitoide *T. podisi*, após
 1245 aplicação dos agrotóxicos em seu período ovo-larva ocorreu quando os ovos do hospedeiro
 1246 *E. heros* foram tratados com os inseticidas bifentrina+carbosulfano e bifentrina, os quais
 1247 foram classificados como nocivos aos parasitoides de acordo com IOBC, uma vez que
 1248 apresentaram redução acima de 99% na emergência desses inimigos naturais. A fase larval,
 1249 normalmente, apresenta maior suscetibilidade, uma vez que os parasitoides tendem a ser
 1250 mais afetados por inseticidas químicos nessa fase, provavelmente por causa do maior
 1251 período de penetração do produto através do córion do ovo hospedeiro e, também, pela
 1252 elevada atividade das larvas (CARVALHO, PARRA & BAPTISTA, 2001; CÔNSOLI,
 1253 BOTELHO & PARRA, 2001; MOURA et al., 2005, OLIVEIRA et al., 2014).

1254 Da mesma forma, efeito nocivo desses inseticidas foi observado nas fases de pré-
 1255 pupa e pupa. Esses resultados negativos de seletividade dos inseticidas avaliados, durante
 1256 diferentes estádios de desenvolvimento, podem estar relacionados ao local de ação, que
 1257 pode mudar durante o desenvolvimento e afeta a taxa de penetração através do tegumento

1258 dos insetos e/ou metabolização dos inseticidas (BUENO, CARVALHO, SANTOS, SOSA-
1259 GÓMEZ & SILVA, 2017).

1260 Avaliando os resultados obtidos com imidacloprid+bifentrina e
1261 thiametoxan+lambdaciotaltrina, classificados como moderadamente prejudiciais (redução
1262 de emergência entre 80 a 99%), observamos que esses inseticidas reduziram a emergência
1263 de adultos quando aplicados em todas as fases de desenvolvimento do parasitoide. Esses
1264 resultados podem ser entendidos com base na ingestão, pelo parasitoide, desses resíduos
1265 químicos de elevada toxicidade, durante a abertura do córion no momento da emergência
1266 (CÔNSOLI et al., 2001; MOURA et al., 2005; SOUZA et al., 2014). Assim que os
1267 parasitoides adultos começam a romper o córion do ovo de seu hospedeiro para emergirem,
1268 entram em contato com o inseticida por ingestão. Dessa forma, a partir da ingestão do
1269 córion, o inseticida começa a agir no organismo, desorganizando o sistema nervoso dos
1270 insetos (CARMO, BUENO, BUENO, VIEIRA, GOLBI & VASCO, 2009).

1271 Outro ponto a ser abordado em relação à acentuada redução de emergência da F₁
1272 resultante dos efeitos dos inseticidas mencionados acima, é a taxa de penetração desses
1273 inseticidas através do tegumento, uma vez que essa taxa é resultado da relação entre a
1274 afinidade do inseticida com o tegumento, a espessura e a composição química da cutícula
1275 dos insetos. Por exemplo, quanto maior lipofilia de um composto químico, mais facilmente
1276 ele consegue penetrar no corpo do inseto devido à sua semelhança com a cutícula. Além
1277 disso, mesmo dentro do ovo hospedeiro, a sensibilidade dos parasitoides aos produtos
1278 químicos pode variar dependendo do seu estágio de desenvolvimento (FERNANDES,
1279 BACCI & FERNANDES, 2010; BUENO et al., 2017), sendo que na fase de larva, *T. podisi*
1280 apresenta maior sensibilidade a inseticidas do que nas outras fases de desenvolvimento
1281 (BUENO et al., 2017).

1282 O mesmo inseticida usado na mesma dosagem pode variar de inofensivo a
1283 prejudicial, dependendo do estágio de desenvolvimento do inimigo natural (SOUZA et al.,
1284 2014). É o que se pode constatar pelos resultados apresentados com acefato e imidacloprid,
1285 que tiveram impacto na emergência dos parasitoides, sendo classificados como levemente
1286 nocivos, com redução de emergência entre 30-79% nas fases de ovo-larva e pré-pupa,
1287 enquanto os mesmos inseticidas foram inócuo para as pupas. Indivíduos na fase de pupa
1288 foram mais tolerantes a esses produtos, talvez pela menor taxa de penetração dos inseticidas
1289 nessa fase de desenvolvimento dos parasitoides (CARVALHO et al., 2001).

1290 Podemos observar que, muitas vezes, ocorre uma maior tolerância da fase de pupa
1291 dos parasitoides aos inseticidas em comparação com outras fases, podendo essa
1292 característica estar ligada à localização do parasitoide dentro do ovo hospedeiro, que é

1293 protegido contra o contato inseticida pelo córion (STECCA, BUENO, PASINI, SILVA,
1294 ANDRADE & FILHO, 2016), além do próprio tegumento da pupa.

1295 Os inseticidas bifentrina+carbosulfano, bifentrina, imidacloprid+bifentrina,
1296 thiamethoxam+lambd-cialotrina foram classificados como nocivos e moderadamente
1297 prejudiciais, ocasionando os maiores danos aos parasitoides *T. podisi* em todas as fases
1298 avaliadas. Apenas foram seletivos para *T. podisi* na fase de pupa e pré-pupa, portanto, a
1299 recomendação de utilização dos produtos imidacloprid e acefato sem interferência na
1300 capacidade benéfica do parasitoide *T. podisi* com os dados obtidos em laboratórios seria
1301 liberação dos parasitoides em campo e após o período de 105 horas (que compreende a
1302 idade de pré-pupa) poderiam realizar pulverizações, pois preservará os indivíduos imaturos
1303 desta espécie de parasitoide.

1304 Referências

1305

- 1306 BUENO, A. F., CORRÊA-FERREIRA, B. S., ROGGIA, S. & BIANCO, R. (2015).
1307 Silenciosos e daninhos. Revista Cultivar: Grandes Culturas, 6, 25-27.
- 1308 BUENO, A. de F., SOSA-GOMEZ, D. R., CORRÊA-FERREIRA, B. S., MOSCARDI, F.,
1309 & BUENO, R. C. O. de F. (2012). Inimigos naturais das pragas da soja. In:
1310 HOFFMANN-CAMPO, C. B., CORRÊA-FERREIRA, B. S., & MOSCARDI, F.
1311 Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes pragas. Brasília, DF:
1312 Embrapa, 493-630.
- 1313 BUENO, A. F., CARVALHO, G. A., SANTOS, A. C., SOSA-GÓMEZ, D. R., & SILVA,
1314 D. M. (2017). Pesticide selectivity to natural enemies: challenges and constraints for
1315 research and field recommendation. Ciência Rural. 47: 6.
1316 <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20160829>
- 1317 CARMO, E. L., BUENO, A. F., BUENO, R. C. O. F., VIEIRA, S. S., GOBBI, A. L., &
1318 VASCO, F. R. (2009). Seletividade de diferentes agrotóxicos usados na cultura da
1319 soja ao parasitoide de ovos *Telenomus remus*. Ciência Rural, 39, 2293-2300.
1320 <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782009005000188>
- 1321 CARVALHO, G. A. de., PARRA, J. R. P., & BAPTISTA, G. C. de. (2001). Seletividade de
1322 alguns produtos fitossanitários a duas linhagens de *Trichogramma pretiosum*
1323 RILEY, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Ciência e Agrotecnologia, 25: 3,
1324 583-591.
- 1325 CARVALHO, G. A., PARRA, J. R. P., & BAPTISTA, G. C. (2003). Bioatividade de
1326 produtos fitossanitários utilizados na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum*
1327 Mill.) a *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae)
1328 nas gerações F1 e F2. Ciência e Agrotecnologia, 27: 2, 261-270.
1329 <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542003000200003>
- 1330 CARVALHO, G. A., GODOY, M. S., PERREIRA, D. S., & REZENDE, D. T. (2010).
1331 Effect of chemical insecticides used in tomato crops on immature *Trichogramma*
1332 *pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Revista Colombiana de
1333 Entomologia. 36: 1, 10-15.
- 1334 CÔNSOLI, F. L., BOTELHO, P. S. M. & PARRA, J. R. P. (2001). Selectivity of
1335 insecticides to egg parasitoid *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988, (Hymenoptera:
1336 Trichogrammatidae). Journal of Applied Entomology, 125, 37-43.
1337 <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2001.00513.x>

- 1338 CORRÊA-FERREIRA, B. S., & SOSA-GÓMEZ, D. R. (2017). Percevejos e o sistema de
1339 produção soja/milho. Londrina: Embrapa Soja. 98.
- 1340 FERNANDES, F. L., BACCI, L., & FERNANDES, M. S. (2010). Impact and selectivity of
1341 inseticidas to predators and parasitoids. *EntomoBrasilis*. 3: 1, 1-10.
- 1342 GODOY, K. B., GALLI, J. C., & ÁVILA, C. J. (2005). Parasitismo em ovos de percevejos
1343 da soja *Euschistus heros* (Fabricius) e *Piezodorus guildinii* (Westwood) (Hemiptera:
1344 Pentatomidae) em São Gabriel do Oeste, MS. *Ciência Rural*, 35:2, 455-458.
1345 <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782005000200034>.
- 1346 GRIGOLLI, J. F. J., & LOURENÇÃO, A. L. F. (2013). Pragas do milho safrinha. In:
1347 ROSCOE, R., LOURENÇÃO, A. L. F., GRIGOLLI, J. F. J., MELOTTO, A. M.,
1348 PITOL, C., & MIRANDA, R. A. S. (Org.). *Tecnologia e Produção: Milho Safrinha*
1349 *e Culturas de Inverno*. 1ed. Curitiba: Midiograf, 102-120.
- 1350 IBGE. (2018). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores IBGE.
1351 Levantamento Sistemático da Produção Agrícola Estatística da Produção Agrícola.
1352 81.
- 1353 MAIA, J. B., CARVALHO, G. A., OLIVEIRA, R. L. de., LASMAR, O., & LEITE, M. I. S.
1354 (2013). Effects of insecticides used in corn on immature stages of *Trichogramma*
1355 *atopovirilia* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Revista Colombiana de*
1356 *Entomologia*. 39: 2, 205-210.
- 1357 MOURA, A. P., CARVALHO, G. A., & RIGITANO, R. L. O. (2005). Toxicidade de
1358 inseticidas utilizados na cultura do tomateiro a *Trichogramma pretiosum*. *Pesquisa*
1359 *Agropecuária*. Brasileira. 40: 3, 203-210. [http://dx.doi.org/10.1590/S0100-](http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2005000300002)
1360 [204X2005000300002](http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2005000300002)
- 1361 OLIVEIRA, H. N., ANTIGO, M. R., CARVALHO, G. A., & GLAESER, D. F. (2014).
1362 Effect of selectivity of herbicides and plant growth regulators used in sugarcane
1363 crops on immature stages of *Trichogramma galloi* (Hymenoptera:
1364 Trichogrammatidae). *Planta Daninha*, 32: 1, 125-131.
1365 <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582014000100014>
- 1366 PARRA, J. R. P., BOTELHO, P. S. M., CORRÊA, F. B. S., & BENTO, J. M. S. (2002).
1367 Controle Biológico no Brasil: parasitoides e predadores. São Paulo: Manole.
- 1368 PAZINI, J. B., PASINI, R. A., SEIDEL, E. J., RAKES, M., MARTINS, J. F. S., &
1369 GRUTZMACHER, A. D. (2017). Side-effects of pesticides used in irrigated rice
1370 areas on *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Platygasteridae). *Ecotoxicology*,
1371 26: 782-791. <https://doi.org/10.1007/s10646-017-1809-0>
- 1372 SOUZA, J. R., CARVALHO, G. A., MOURA, A. P., COUTO, M. H. G., & MAIA, J. B.
1373 (2014). Toxicity of some insecticides used in maize crop on *Trichogramma*
1374 *pretiosum* (Hymenoptera, Trichogrammatidae) immature stages. *Chilean Journal of*
1375 *Agricultural Research*, 74, 234-239. [http://dx.doi.org/10.4067/S0718-](http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392014000200016)
1376 [58392014000200016](http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392014000200016)
- 1377 STECCA, C. S., BUENO, A. F., PASINI, A., SILVA, D. M., ANDRADE, K., & FILHO,
1378 D. M. Z. (2016). Side-effects of glyphosate to the parasitoid *Telenomus remus*
1379 Nixon (Hymenoptera: Platygasteridae). *Neotropical Entomology*, 45: 2, 192-200.
1380 <https://doi.org/10.1007/s13744-016-0363-4>
1381