



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

GABRIELA VIEIRA SILVA

**ASPECTOS BIOLÓGICOS PARA CRIAÇÃO E UTILIZAÇÃO
DE *Telenomus podisi* (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE)
NO MANEJO DE *Euschistus heros* (HEMIPTERA:
PENTATOMIDAE)**

Londrina
2017

GABRIELA VIEIRA SILVA

**ASPECTOS BIOLÓGICOS PARA CRIAÇÃO E UTILIZAÇÃO
DE *Telenomus podisi* (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE)
NO MANEJO DE *Euschistus heros* (HEMIPTERA:
PENTATOMIDAE)**

Tese apresentada ao curso de Pós-Graduação em
Agronomia/Fitossanidade da Universidade Estadual
de Londrina, como requisito parcial a obtenção do
título de Doutora em Agronomia.

Orientador: Dr. Pedro M. J. O Neves.
Co-orientador: Dr. Adeney de Freitas Bueno.

Londrina
2017

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

Vieira Silva, Gabriela.

ASPECTOS BIOLÓGICOS PARA CRIAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE *Telenomus podisi* (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE) NO MANEJO DE *Euschistus heros* (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) / Gabriela Vieira Silva. - Londrina, 2017.
113 f. : il.

Orientador: Pedro Manuel J. O Neves.

Coorientador: Adeney de Freitas Bueno.

Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2017.

Inclui bibliografia.

1. Manejo integrado de pragas - Tese. 2. Controle biológico - Tese. 3. Criação massal - Tese. 4. Seletividade - Tese. I. J. O Neves, Pedro Manuel. II. de Freitas Bueno, Adeney. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.

GABRIELA VIEIRA SILVA

**ASPECTOS BIOLÓGICOS PARA CRIAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE
Telenomus podisi (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE) NO
MANEJO DE *Euschistus heros* (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)**

Tese apresentada ao curso de Pós-Graduação em Agronomia/Fitossanidade da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial a obtenção do título de Doutora em Agronomia.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Pedro M. J. O. Neves
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Coorientador Dr. Adeney de Freitas Bueno
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária –
Embrapa- Soja

Prof. Dr. Ayres de Oliveira Menezes Junior
Universidade Estadual de Londrina – UEL

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

Prof. Dr. Orcial Celin Bortolotto
Universidade do Centro-Oeste - Unicentro

Prof^a. Dra. Laila Herta Mihsfeldt
Universidade Estadual do Norte do Paraná –
UENP/CLM

SUPLENTE

Dra. Débora Melo da Silva
Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR

Dr. Samuel Roggia
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária –
Embrapa- Soja

Londrina, 10 de fevereiro de 2017

A todos os que buscam, através do estudo,
crescer como pessoa e contribuir para a
evolução do mundo. Dedico.

AGRADECIMENTO

A Deus, nosso grande criador e pai, ao nosso mestre Jesus Cristo e a todos os amigos espirituais que comigo estiveram ao longo desta caminhada;

Ao Professor Dr. Pedro Neves, pela orientação e conhecimento transmitido;

Ao Dr. Adeney de Freitas Bueno, pela coorientação, ensinamentos e possibilidade de realização dos experimentos;

À Universidade Estadual de Londrina, ao Programa de Pós-graduação em Agronomia e a todos os professores do programa que contribuíram para minha formação;

À Prof. Dra. Laila Herta Mihfeldt, pelas orientações, amizade e carinho, que me acompanham desde a graduação;

A todos os membros da banca examinadora, pelas contribuições;

Aos meus pais, Florisval e Simônica, aos quais não tenho palavras para agradecer tamanho amor e incentivo;

Às minhas irmãs Rafaela e Marcela e a Tia Célia, em nome das quais estendo minha gratidão a toda a família;

Ao meu namorado Luiz Guilherme, por me instigar a busca por alternativas e a superação;

Aos amigos e colegas de profissão Dr. Orcial C. Bortolotto e Dra. Aline Pomari-Fernandes pela amizade e orientações na condução dos experimentos, a companhia de orientação Ana Paula Queiroz por toda ajuda e ao amigo Dr. Higo Amaral pelo incentivo.

A todos os estagiários do laboratório de Entomologia da Embrapa-Soja pelo auxílio na condução dos experimentos, assim como aos técnicos de laboratório e campo pelo suporte para a realização deste trabalho;

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa-Soja, pela disponibilização da infra-estrutura para os trabalhos;

À Capes, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação Araucária, pela concessão da bolsa durante parte do doutorado;

A todos os que, de alguma forma, contribuíram para a realização do doutorado;

Agradeço!

“Todo efeito tem uma causa. Todo efeito inteligente tem uma causa inteligente.

O poder da causa inteligente está na razão da grandeza do efeito”.

Allan Kardec

SILVA, Gabriela Vieira. **Aspectos biológicos para criação e utilização de *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae) no manejo de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae)**. 2016. 113 f. Tese de Doutorado (Agronomia - Fitossanidade) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

RESUMO

Como alternativa ao controle de *Euschistus heros* (Fabricius, 1974) (Hemiptera: Pentatomidae) na cultura da soja tem-se o parasitoide de ovos *Telenomus podisi* (Ashmead, 1893) (Hymenoptera: Platygasteridae), espécie já registrada parasitando ovos de diferentes percevejos em condições naturais de campo. Entretanto, informações que permitam a criação massal deste parasitoide precisam ser conhecidas a fim de otimizá-la para posterior utilização em campo. Assim, o objetivo do presente estudo foi conhecer as características biológicas e capacidade de parasitismo de *T. podisi* sob diferentes condições de temperatura, a influência do armazenamento de ovos do hospedeiro e de pupas e adultos do parasitoide sobre o desenvolvimento dos mesmo, além da seletividade de inseticidas a esta espécie. Todos os bioensaios foram realizados nos Laboratórios de Entomologia da Embrapa-Soja, em Londrina, PR. Para isto, as espécies *E. heros* e *T. podisi* foram criadas em condições ambientais controladas para posterior utilização. Observou-se que o melhor método de armazenamento de ovos de *E. heros* é em nitrogênio líquido (-196°C) e que o armazenamento de adultos de *T. podisi* em condições de geladeira (5°C) pode ser realizados sem interferências negativas no desenvolvimento do parasitoide até 6 dias. Entretanto, o armazenamento de pupas não se mostrou favorável ao desenvolvimento do mesmo. Além disso, ovos de *E. heros* inicialmente armazenados em nitrogênio líquido por 60 dias podem ser mantidos em condições de geladeira (5°C) por até 6 dias para posterior parasitismo de *T. podisi*. Em relação ao acasalamento, observou-se que os parâmetros biológicos não são alterados quando há ou não a cópula, exceto quanto à razão sexual da prole, que apresenta-se totalmente compostas por machos na ausência de acasalamento. Assim, é possível a liberação de pupas isoladas do parasitoide em programas de Controle Biológico Aumentativo sem prejuízos em relação ao parasitismo das fêmeas. A capacidade de parasitismo de *T. podisi* é alterada de acordo com a temperatura, não ocorrendo aos 40°C devido a morte dos parasitoides, sendo 25° e 30°C as temperaturas mais favoráveis à espécie. Para complementar os estudos de biologia, avaliou-se também a seletividade de clorotraniliprole e clorotraniliprole + lambdacialotrina, princípios ativos utilizados para o controle de pragas que ocorrem concomitantemente ao percevejo marrom na lavoura, em diferentes doses. Clorotraniliprole foi mais seletivo ao parasitoide estudado que clorotraniliprole + lambdacialotrina, provavelmente devido à ausência do piretroide contido na combinação do tratamento com lambdacialotrina. Os resultados obtidos através do presente estudo servem como base à criação massal de *T. podisi* e norteiam a utilização do parasitoide em campo. Entretanto, estudos adicionais são necessários para a correta criação e utilização eficiente de *T. podisi* para o manejo de *E. heros*.

Palavras-chave: Armazenamento em baixas temperaturas. Acasalamento. Controle biológico. Exigências térmicas. Seletividade de inseticidas.

SILVA, Gabriela Vieira. **Biological aspects for creation and use of *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae) in *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) management.** 2017. 113 p. PhD Thesis (Agronomy - Phytosanitary) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

ABSTRACT

An alternative for *Euschistus heros* (Fabricius, 1974) (Hemiptera: Pentatomidae) control in soybean crop is the egg parasitoid *Telenomus podisi* (Ashmead, 1893) (Hymenoptera: Platygasteridae), a species already registered parasitizing eggs of different bedbugs in natural field conditions. However, information that allows mass creation of this parasitoid must be known in order to optimize it for field use. Thus, the objective of this study was to know biological characteristics and parasitism capacity of *T. podisi* under different temperature conditions, influence of egg storage of the host and pupae and adults of the parasitoid on their development, besides the selectivity of insecticides to this species. All bioassays were performed at Embrapa-Soja's Entomology Laboratories, in Londrina, PR. Species *E. heros* and *T. podisi* were created under controlled environmental conditions. It was observed that the best storage method of *E. heros* eggs was in liquid nitrogen (-196°C) and that the storage of adults of *T. podisi* under refrigerator conditions (5°C) can be carried out without negative interferences on the parasitoid development up to 6 days. However, storage of pupae did not support its development. In addition, *E. heros* eggs initially stored in liquid nitrogen for 60 days can be kept in refrigerator conditions (5°C) for up to 6 days for subsequent parasitism of *T. podisi*. Regarding mating, it was observed that biological parameters are not altered when there is or not copulation, except about offspring sexual ratio, which are totally composed of males in the absence of mating. Thus, it is possible the release of isolated parasitoid pupae in programs of Increasing Biological Control without losses related to female parasitism. The parasitism capacity of *T. podisi* is altered according to the temperature, not occurring at 40°C due to parasitoid death, being 25° and 30°C the most favorable temperatures to the species. In addition to biology studies, selectivity of chlorantraniliprole and chlorantraniliprole + lambda-cyhalothrin, active principles used to pest control that occur concomitantly to the brown bug at crop, at different doses, were also evaluated. Chlorantraniliprole was more selective to the studied parasitoid than chlorantraniliprole + lambda cyhalothrin, probably due to the absence of the pyrethroid contained at combination of the treatment with lambda cyhalothrin. The results obtained through the present study serve as basis for mass establishment of *T. podisi* and to guide parasitoid use in the field. However, additional studies are necessary for the correct creation and efficient use of *T. podisi* for the management of *E. heros*.

Key-words: Low temperature storage. Mating. Biological control. Thermal requirements. Insecticide selectivity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1 –	Estágios de desenvolvimento do percevejo-marrom <i>Euschistus heros</i>	21
Figura 2.2 –	Parasitismo de ovos de <i>Euschistus heros</i> por <i>Telenomus podisi</i>	24
Figura 3.1 –	Condução de ensaio de parasitismo de ovos de <i>Euschistus heros</i> por <i>Telenomus podisi</i> em condições ambientais controladas (temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 14/10 h C/E).....	46
Figura 5.1 –	Torre de Potter e gaiola de contato para testes de seletividade de inseticidas a inimigos naturais em laboratório	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Parasitismo (%) de <i>Telenomus podisi</i> em ovos de <i>Euschistus heros</i> após armazenamento por diferentes períodos e temperaturas.....	61
Tabela 3.2 – Influência da temperatura e do tempo de armazenamento de ovos de <i>Euschistus heros</i> na emergência, razão sexual e período ovo-adulto de <i>Telenomus podisi</i>	62
Tabela 3.3 – Parâmetros biológicos de fêmeas copuladas de <i>Telenomus podisi</i> em ovos de <i>Euschistus heros</i> armazenados em nitrogênio líquido e posteriormente mantidos a 5°C por diferentes períodos, em umidade relativa (UR) de 60±10%	63
Tabela 3.4 – Parâmetros biológicos de pupas de <i>Telenomus podisi</i> armazenadas a 5°C e da geração F1 provenientes dessas pupas armazenadas, com umidade relativa (UR) de 60±10% e fotofase de 14h sobre o hospedeiro <i>Euschistus heros</i>	64
Tabela 3.5 – Sobrevivência de machos e fêmeas de <i>Telenomus podisi</i> armazenados a 5°C por diferentes períodos.....	65
Tabela 3.6 – Aspectos biológicos de adultos e a geração F1 de <i>Telenomus podisi</i> armazenados a 5°C, com umidade relativa (UR) de 60±10 % e fotofase de 14h.....	66
Tabela 4.1 – Parâmetros biológicos de fêmeas não-acasaladas e acasaladas de <i>Telenomus podisi</i> em ovos de <i>Euschistus heros</i> a 25 ± 2°C, umidade relativa (UR) de 60 ± 10% e fotofase de 14h C/E	81
Tabela 4.2 – Capacidade de parasitismo de <i>Telenomus podisi</i> em ovos de <i>Euschistus heros</i> sob diferentes temperaturas (Umidade relativa (UR) de 60 ± 10% e fotofase de 14 h).....	82
Tabela 5.1 – Inseticidas testados contra o parasitoide de ovos <i>Telenomus podisi</i> sob condições controladas de laboratório (temperatura de 25°±2°C e UR 50 ± 10%).....	103
Tabela 5.2 – Emergência de <i>Telenomus podisi</i> pulverizadas na fase de pupa com clorfantraniliprole e clorfantraniliprole + lambda-cialotrina em diferentes concentrações, em condições de laboratório.....	104

Tabela 5.3 – Parasitismo da geração F0 e emergência da geração F1 de <i>Telenomus podisi</i> oriunda de pupas pulverizadas com clorantraniliprole e clorantraniliprole + lambda-ciatotrina em condições de laboratório	105
Tabela 5.4 – Redução da emergência de <i>Telenomus podisi</i> provenientes de ovos de <i>E. heros</i> pulverizados com clorantraniliprole e clorantraniliprole + lambda-cialotrina, de acordo com a classificação da IOBC	106
Tabela 5.5 – Total acumulado de ovos parasitados, emergência, razão sexual e longevidade das fêmeas parentais de <i>Telenomus podisi</i> sob pulverização, quando na fase de pupa, de clorantraniliprole e clorantraniliprole + lambdacialotrina em diferentes concentrações	107
Tabela 5.6 – Porcentagem de parasitismo de ovos de <i>Euschistus heros</i> e emergência de <i>Telenomus podisi</i> pulverizados com clorantraniliprole e clorantraniliprole + lambda-cialotrina em diferentes concentrações	110
Tabela 5.7 – Classificação da seletividade de clorantraniliprole e clorantraniliprole + lambda-cialotrina a <i>Telenomus podisi</i> , de acordo com as normas da IOBC, em diferentes períodos após o contato com os adultos	111

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 4.1** – Capacidade de parasitismo de *Telenomus podisi* em ovos de *Euschistus heros* sob difentes temperaturas 83
- Gráfico 4.2** – Razão sexual de *Telenomus podisi* sob diferentes temperaturas 84
- Gráfico 5.1** – Capacidade de parasitismo de *Telenomus podisi* em ovos de *Euschistus heros* sob aplicação de Clorantraniliprole em laboratório..... 108
- Gráfico 5.2** – Capacidade de parasitismo de *Telenomus podisi* em ovos de *Euschistus heros* sob aplicação de Clorantraniliprole + lambdacialotrina em laboratório..... 109

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	18
2	REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1	O CULTIVO DE SOJA NO BRASIL	19
2.2	Percevejo-marrom <i>Euschistus heros</i>	20
2.3	Controle biológico aumentativo	22
2.4	Parasitoide de ovos <i>Telenomus podisi</i>	23
2.5	Criação massal de parasitoides.....	25
2.6	Seletividade de inseticidas químicos a inimigos naturais	26
	REFERÊNCIAS.	29
3	ARTIGO A: ARMAZENAMENTO DE <i>Telenomus podisi</i> (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE) E SEU HOSPEDEIRO <i>Euschistus heros</i> (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)	41
	RESUMO	41
	ABSTRACT	42
3.1	INTRODUÇÃO	43
3.2	MATERIAL E MÉTODOS	44
3.2.1	CRIAÇÃO E MANUTENÇÃO DO HOSPEDEIRO <i>E. HEROS</i> E DO PARASITOIDE DE OVOS <i>T. PODISI</i>	44
3.2.2	EFICIÊNCIA DO ARMAZENAMENTO DE OVOS DE <i>E. HEROS</i> A BAIXAS TEMPERATURAS PARA POSTERIOR MULTIPLICAÇÃO DE <i>T. PODISI</i>	45
3.2.2.1	BIOENSAIO 1: ARMAZENAMENTO DE OVOS DE <i>E. HEROS</i> EM DIFERENTES TEMPERATURAS E TEMPOS DE ARMAZENAMENTO.....	45
3.2.2.2	BIOENSAIO 2: VIABILIDADE DOS OVOS DE <i>E. HEROS</i> MANTIDOS EM TEMPERATURA DE GELADEIRA (5°C) APÓS O ARMAZENAMENTO EM NITROGÊNIO LÍQUIDO (- 196°C).....	46
3.2.3	INFLUÊNCIA DO ARMAZENAMENTO DE PUPAS E ADULTOS DE <i>T. PODISI</i> NOS PARÂMETROS BIOLÓGICOS DO PARASITOIDE.....	47
3.2.3.1	BIOENSAIO 3: INFLUÊNCIA DO ARMAZENAMENTO DE PUPAS DE <i>T. PODISI</i> NOS PARÂMETROS BIOLÓGICOS DO PARASITOIDE.....	47

3.2.3.2	BIOENSAIO 4: PARÂMETROS BIOLÓGICOS DE ADULTOS DE <i>T. PODISI</i> APÓS DIFERENTES PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO.....	48
3.2.4	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	49
3.3	RESULTADOS	49
3.3.1	EFICIÊNCIA DO ARMAZENAMENTO DE OVOS DE <i>E. HEROS</i> A BAIXAS TEMPERATURAS PARA POSTERIOR MULTIPLICAÇÃO DE <i>T. PODISI</i>	49
3.3.1.1	BIOENSAIO 1: ARMAZENAMENTO DE OVOS DE <i>E. HEROS</i> EM DIFERENTES TEMPERATURAS E TEMPOS DE ARMAZENAMENTO.....	49
3.3.1.2	BIOENSAIO 2: VIABILIDADE DOS OVOS DE <i>E. HEROS</i> MANTIDOS EM TEMPERATURA DE GELADEIRA (5°C) APÓS O ARMAZENAMENTO EM NITROGÊNIO LÍQUIDO (-196°C).....	50
3.3.2	INFLUÊNCIA DO ARMAZENAMENTO DE PUPAS E ADULTOS DE <i>T. PODISI</i> NOS PARÂMETROS BIOLÓGICOS DO PARASITOIDE.....	50
3.3.2.1	BIOENSAIO 3: INFLUÊNCIA DO ARMAZENAMENTO DE PUPAS DE <i>T. PODISI</i> NOS PARÂMETROS BIOLÓGICOS DO PARASITOIDE.....	50
3.3.2.2	BIOENSAIO 4: PARÂMETROS BIOLÓGICOS DE ADULTOS DE <i>T. PODISI</i> APÓS DIFERENTES PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO.....	51
3.4	DISCUSSÃO	51
3.5	CONCLUSÃO	55
	REFERÊNCIAS	56
4	ARTIGO B: CAPACIDADE DE PARASITISMO E INFLUÊNCIA DA CÓPULA NO DESENVOLVIMENTO DE <i>TELENOMUS PODISI</i> (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE) EM OVOS DE <i>EUSCHISTUS HEROS</i> (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)	67
	RESUMO	67
	ABSTRACT	68
4.1	INTRODUÇÃO	69
4.2	MATERIAL E MÉTODOS	70
4.2.1	CRIAÇÃO E MANUTENÇÃO DO HOSPEDEIRO <i>E. HEROS</i> E DO PARASITOIDE DE OVOS <i>T. PODISI</i>	70
4.2.2	INFLUÊNCIA DO ACASALAMENTO NO PARASITISMO <i>T. PODISI</i> EM OVOS DE <i>E. HEROS</i>	71

4.2.3	PARÂMETROS BIOLÓGICOS E CAPACIDADE DE PARASITISMO DE <i>T. PODISI</i> EM OVOS DE <i>E. HEROS</i> SOB DIFERENTES TEMPERATURAS	71
4.2.4	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	72
4.3	RESULTADOS	72
4.3.1	INFLUÊNCIA DO ACASALAMENTO NO PARASITISMO <i>T. PODISI</i> EM OVOS DE <i>E. HEROS</i>	72
4.3.2	PARÂMETROS BIOLÓGICOS E CAPACIDADE DE PARASITISMO DE <i>T. PODISI</i> EM OVOS DE <i>E. HEROS</i> SOB DIFERENTES TEMPERATURAS	73
4.4	DISCUSSÃO	74
4.5	CONCLUSÃO	76
	REFERÊNCIAS	77
5	ARTIGO C: SELETIVIDADE DE CLORANTRANILIPROLE E LAMBDA-CIALOTRINA AO PARASITOIDE DE OVOS <i>TELENOMUS PODISI</i> (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE) EM LABORATÓRIO	85
	RESUMO	85
	ABSTRACT	86
5.1	INTRODUÇÃO	87
5.2	MATERIAL E MÉTODOS	88
5.2.1	SELETIVIDADE DE CLORANTRANILIPROLE E CLORANTRANILIPROLE + LAMBDA-CIALOTRINA A PUPAS DE <i>T. PODISI</i>	88
5.2.1.1	CAPACIDADE DE PARASITISMO DE <i>T. PODISI</i> PULVERIZADOS COM CLORANTRANILIPROLE E CLORANTRANILIPROLE + LAMBDA-CIALOTRINA NA FASE DE PUPA.....	89
5.2.2	SELETIVIDADE DE CLORANTRANILIPROLE E CLORANTRANILIPROLE + LAMBDA-CIALOTRINA A ADULTOS DE <i>T. PODISI</i>	90
5.2.3	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	90
5.3	RESULTADOS	91
5.3.1	SELETIVIDADE DE CLORANTRANILIPROLE E CLORANTRANILIPROLE + LAMBDA-CIALOTRINA A PUPAS DE <i>T. PODISI</i>	91
5.3.1.1	CAPACIDADE DE PARASITISMO DE <i>T. PODISI</i> PULVERIZADOS COM CLORANTRANILIPROLE E CLORANTRANILIPROLE + LAMBDA-CIALOTRINA NA FASE DE PUPA.....	92

5.3.2	SELETIVIDADE DE CLORANTRANILIPROLE E CLORANTRANILIPROLE + LAMBDA-CIALOTRINA A ADULTOS DE <i>T. PODISI</i>	93
5.4	DISCUSSÃO	94
5.5	CONCLUSÃO	97
	REFERÊNCIAS	98
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	112

1 INTRODUÇÃO GERAL

Diferentes estratégias de manejo são buscadas para que problemas ambientais sejam minimizados no cenário agrícola brasileiro (BRUSSE; BARBOSA; VEIGA, 2012). No tocante aos inseticidas para o controle de insetos-praga, estudos são realizados para viabilizar seu uso racional, diminuindo assim os possíveis efeitos adversos, como a perda de eficácia, a ressurgência de pragas, e a contaminação ambiental (BUENO et al., 2013).

Com o uso errôneo de agrotóxicos, como aplicações preventivas e aumento de doses, o efeito nas grandes culturas como soja e milho, muitas vezes, é grave. No caso da soja [*Glycine max* (L.) Merrill], cultivada em diversos países, é comum o ataque de inúmeras espécies de percevejos pentatomídeos (GUEDES et al., 2012). No Brasil, em regiões que vão do norte do Paraná ao Centro-Oeste do país, destaca-se a espécie *Euschistus heros* (Fabricius, 1974) (Hemiptera: Pentatomidae) (CIVIDANES; PARRA, 1994; HOFFMANN-CAMPO et al., 2000, GODOY et al., 2010), por causar prejuízos relacionados ao rendimento e qualidade do produto colhido (PANIZZI; SLANSKY, 1985; CORRÊA-FERREIRA, 1993; DEPIERI, PANIZZI, 2011)

O método mais utilizado para controle dessa praga é o químico, que muitas vezes apresenta-se ineficiente por diferentes motivos, como a seleção de populações resistentes, o que dificulta seu manejo e encarece a produção (SOSA-GÓMEZ et al., 2009). Para *E. heros*, a resistência comprovada a alguns agrotóxicos existentes (SOSA-GÓMEZ; SILVA, 2010; SALUSO et al., 2011), faz com que novas estratégias de manejo sejam buscadas.

A liberação de inimigos naturais é uma alternativa ao uso exclusivo de agrotóxicos para o controle de pragas, sendo que algumas espécies desses agentes de controle biológico são atualmente comercializadas no Brasil e outros países (VAN LENTEREN, 2011) como os parasitoides de ovos do gênero *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (Westwood, 1833), utilizados no controle de lepidópteros-pragas em diferentes culturas, como tomate, cana-de-açúcar e milho (PRATISSOLI et al., 2005; ARRUDA et al., 2014; FIGUEIREDO et al., 2015).

Para manejo de *E. heros*, uma opção é o microhimenóptero *Telenomus podisi* (Ashmead, 1893) (Hymenoptera: Platygasteridae) que, entre outras características, apresenta preferência por ovos deste hospedeiro (DOETZER; FOERSTER, 2007). Suas características biológicas são conhecidas para diferentes espécies-hospedeiras (ZACHRISSON; MARTÍNEZ, 2011) e sua utilização já ocorre no Panamá, para controle do

percevejo do arroz, *Oebalus insularis* (Stal, 1872) (Hemiptera: Pentatomidae) (ZACHRISSON et al., 2014). No entanto, para que *T. podisi* seja utilizado no manejo de *E. heros* na cultura da soja, é importante a realização de estudos que evidenciem e tornem possível sua criação massal.

Desta forma, o presente trabalho objetivou determinar características biológicas de *T. podisi* em ovos de *E. heros* em diferentes condições ambientais, assim como melhores condições de armazenamentos de ovos do hospedeiro. Tais informações contribuem para que lacunas, hoje existentes na criação desta espécie, sejam preenchidas, com a finalidade de tornar a criação massal mais eficiente e menos onerosa. Além disso, avaliou-se a seletividade de inseticidas químicos utilizados no controle de pragas que ocupam o mesmo nicho que *E. heros* na cultura da soja, a fim de gerar informações que contribuam para manutenção e melhor utilização de *T. podisi* como ferramenta do Controle Biológico Aumentativo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O CULTIVO DE SOJA NO BRASIL

Conhecida e utilizada em grande parte do mundo, a soja é uma leguminosa subtropical, pertencente à família Fabaceae e que pode ser produzida em diferentes localidades. Utilizada desde a alimentação animal até a produção de cosméticos, farelo, óleos, entre outros, essa leguminosa se caracteriza como principal produto agrícola em termos de exportações brasileiras (ESPÍNDOLA; CUNHA, 2015; RAUCCI et al., 2015) e representa 49% da área plantada de grãos no país (MAPA, 2016a).

Na década de 1920, agricultores norte-americanos iniciaram o cultivo da soja nos Estados Unidos da América (E.U.A.), onde era usada principalmente como um insumo para ração animal (HIN, 2002). No Brasil, o grão foi introduzido no estado do Rio Grande do Sul em 1901 (SCHNEPF; DOHLMAN; BOLLING, 2001) e desde então vem sendo cultivado em grande parte do território nacional (CONAB, 2016).

Atualmente o Brasil é um dos principais produtores do grão, ao lado dos E.U.A. e Argentina, que juntos são responsáveis por mais de 80% da produção mundial (CONAB, 2016). Na safra 2015/2016, cultivou-se no Brasil mais de 33 milhões de hectares, obtendo-se uma produção que ultrapassou 95 milhões de toneladas (CONAB, 2016). Porém, mesmo com essa produtividade sabe-se que perdas ocorrem por diferentes fatores, entre os

quais a ocorrência de pragas durante todo o período de desenvolvimento da cultura, merece destaque.

A partir da sementeira e, ao longo do período vegetativo da cultura, observa-se principalmente a ocorrência de lepidópteros-pragas, como as lagartas *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Erebidae), *Chrysodeixis includens* (Walker, 1858) (Lepidoptera: Noctuidae), algumas espécies de Heliothinae e lagartas do complexo *Spodoptera* (Guenée, 1852) (Lepidoptera: Noctuidae), entre outras (RIFFEL et al., 2012; CONTE et al., 2016). A partir do período reprodutivo, tem-se a ocorrência de lagartas que atacam as vagens, como as espécies do complexo *Spodoptera* (BERNARDI et al., 2015; BORTOLOTTO et al., 2014) e principalmente de percevejos sugadores de grãos, sendo a espécie *Euschistus heros* (Fabricius, 1974) (Hemiptera: Pentatomidae) a de maior ocorrência no Brasil (GODOY et al., 2010).

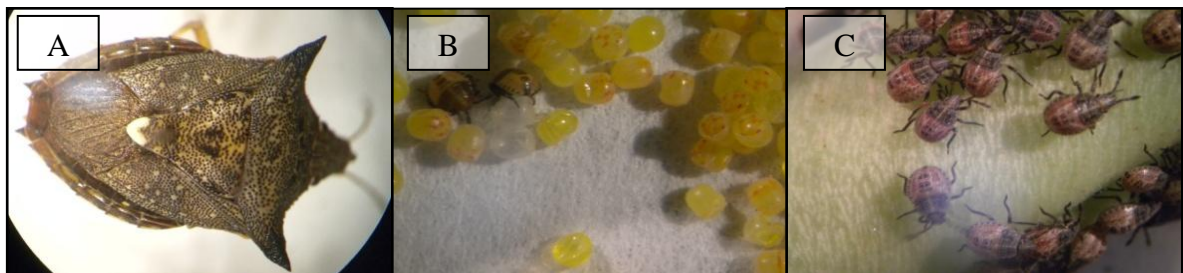
2.2 PERCEVEJO-MARROM *EUSCHISTUS HEROS*

Dentro da família Pentatomidae, que compreende várias espécies de percevejos sugadores, *E. heros*, conhecido popularmente como percevejo-marrom da soja (Figura 2.1A), merece destaque, pois é o que apresenta maior ocorrência nesta cultura na região neotropical (GODOY et al., 2010; GUEDES et al., 2012). Inicialmente mais abundante em áreas com temperaturas mais elevadas, que vão do norte do Paraná ao centro-oeste do Brasil (PANIZZI; SLANSKY JR 1985; CIVIDANES; PARRA, 1994), mais recentemente a espécie passou a apresentar predominância em todo o território nacional, principalmente nos estados da Bahia, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Goiás, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (SOSA-GÓMEZ et al., 2009; ROGGIA et al., 2011).

Quanto ao seu desenvolvimento, *E. heros* oviposita sobre as vagens ou folhas de soja posturas com 5 a 8 ovos em média, de onde eclodem ninfas de coloração marrom-avermelhada (Figura 2.1B). O período ovo-adulto dura aproximadamente 24 dias quando em 25°C em condições controladas de temperatura (25°C ± 2), umidade (60% ± 10) e fotoperíodo (14/10 claro/escuro) (SILVA et al, 2014) e, a longevidade da fase adulta pode variar de acordo com as condições ambientais (VILLAS BÔAS; PANIZZI, 1980). Costa, Borges e Vilela, (1998) observaram que adultos de *E. heros* podem viver mais de 99 dias dependendo do sexo e, segundo Panizzi, Bueno e Silva, 2012, a longevidade média da espécie é de 116 dias.

As ninfas de 1º ínstar do percevejo (Figura 2.1C) possuem comportamento gregário e não se alimentam durante este estágio. Sua ocorrência prejudicial na cultura da soja se dá a partir do 3º ínstar ninfal, estágio em que iniciam as injúrias através da inserção do estilete de seu aparelho bucal nas vagens, atingindo a semente e afetando assim o desenvolvimento e qualidade dos grãos (LEONARD et al., 2011) com consequente redução na produção (DEPIERI; PANIZZI, 2011).

Figura 2.1 - Estágios de desenvolvimento do percevejo-marrom *Euschistus heros*



Legenda: **A)** Ovos de *Euschistus heros* e ninfas recém-emergidas; **B)** Ninfas de *E. heros* de primeiro e segundo instares; **C)** Percevejo *E. heros* adulto (Fotos: Gabriela V. Silva).

O controle de *E. heros* é realizado, em sua maior parte, através de inseticidas, havendo registrados mais de 30 produtos para controle dessa espécie na cultura da soja (MAPA, 2016b). Apesar do grande número de produtos, os mesmos pertencem a quatro grupos químicos: organofosforados, neonicotinoides, piretroides e metilcarbamato de benzofuranila (MAPA, 2016b). A restrição de grupos químicos de inseticidas pode favorecer a seleção de populações resistentes (SOSA-GÓMEZ; SILVA, 2010) quando usados de maneira incorreta, como por exemplo, em aplicações preventivas ou com densidades populacionais da praga abaixo do nível de ação, ou seja, antes do momento correto da aplicação (CORRÊA-FERREIRA, 2005; BUENO et al., 2013).

Além disso, o uso indiscriminado destes inseticidas, além dos malefícios ambientais como eliminação de indicadores biológicos e contaminação das águas (BELO et al., 2012) reduzem as populações de inimigos naturais e polinizadores (BUENO et al., 2011; COSTA et al., 2014; LUNDIN et al., 2015). Assim, diferentes alternativas para o monitoramento e manejo de *E. heros* estão sendo estudadas, como seleção de plantas resistentes (GODOI; PINHEIRO, 2009), a utilização de feromônio (SILVA et al., 2014), aplicação de extratos vegetais (PITON et al., 2014; TURCHEN et al., 2016) e a liberação e manutenção de parasitoides (GOLIN, 2014; CONTE et al., 2016). Entretanto, em relação à liberação de parasitoides, ainda são necessários estudos que tornem possível a utilização desta

ferramenta de manejo de forma viável, desde a criação do inimigo natural à sua dispersão e garantia de eficiência.

2.3 CONTROLE BIOLÓGICO AUMENTATIVO

A elevação das pressões sociais e políticas no mundo por melhores condições de vida, qualidade ambiental e alimentar, leva diversos agricultores ao interesse por novas táticas de manejo. O controle biológico é um processo natural de regulação populacional de insetos através de inimigos naturais, que se constituem nos agentes de mortalidade biótica (PARRA et al., 2002). O controle biológico aumentativo (CBA), que constitui-se como uma das alternativas ao controle químico, consiste na supressão de pragas agrícolas através de liberações, únicas ou sucessivas, de seus inimigos naturais (PARRA, 2006; NARANJO; ELLSWORTH; FRISVOLD, 2015) e tem sido uma realidade crescente, com viabilidade econômica já comprovada para espécies como o ácaro-rajado da macieira (MONTEIRO; SOUZA; PASTORI, 2006).

O sucesso de um programa de controle biológico baseia-se no conhecimento de todos os organismos envolvidos, desde a planta, passando pela praga, até o inimigo natural (DINIZ; RODRIGUES; ROSSI, 2008). O primeiro caso de controle biológico no Brasil ocorreu em 1921, quando se introduziu *Prospaltela berlesi* (Howard, 1908) (Hymenoptera: Aphelinidae), proveniente dos Estados Unidos, para o controle de *Pseudaulacaspis pentagona* (Targioni-Tozzetti, 1886) (Hemiptera: Diaspididae), conhecida como cochonilha-branca-do-pessegueiro (PARRA et al, 2002). Mas foi a partir da década de 60, com o início da criação de insetos de forma massal, que esta prática se intensificou, principalmente nas culturas da cana-de-açúcar, soja, tomate e em cultivos florestais (PRATISSOLI et al., 2005).

Na Europa, mais de 170 espécies de inimigos naturais são utilizadas em programas de CBA (COCK et al., 2010) e aproximadamente 230 espécies em todo o mundo. Destas, mais de 50% são organismos pertencentes à ordem Hymenoptera (VAN LENTEREN, 2011), o que pode ser explicado pela especificidade dos parasitoides em relação a seus hospedeiros, aumentando assim a eficiência no controle.

Os parasitoides de ovos apresentam, como uma de suas principais características, o poder de interrupção do desenvolvimento da praga antes mesmo que esta comece a causar injúrias na cultura (WITTING; ORR; LINKER, 2007). Outra vantagem dos parasitoides é que estes podem alcançar a praga em regiões das plantas aonde os agrotóxicos

não alcançam (BUENO et al., 2012) devido a barreiras físicas, como estruturas da própria planta.

Na cultura da soja, encontram-se algumas espécies de parasitoides de ovos de hemípteros da família Platygasteridae, como *Trissolcus urichi* (Crawford, 1913) (Hymenoptera: Platygasteridae), *Trissolcus teretis* (Johnson, 1987) (Hymenoptera: Platygasteridae), *Telenomus podisi* (Ashmead, 1893) (Hymenoptera: Platygasteridae) e *Phanuropsis semiflaviventris* (Girault, 1916) (Hymenoptera: Platygasteridae) (PAZ-NETO; QUERINO; MARGARÍA, 2015). A espécie *Trissolcus basalis* (Wollaston, 1858) (Hymenoptera: Platygasteridae) já foi considerada como uma opção para a supressão de percevejos há décadas, quando os maiores danos eram causados por *Nezara viridula* (Linnaeus 1758) (Hemiptera: Pentatomidae), devido a sua preferência por ovos desta espécie (POWELL; SHEPARD, 1982, SUJII et al., 2002). Porém, em decorrência da mudança da espécie da praga-chave na cultura da soja, passando *E. heros* a ocupar este status (PANIZZI et al., 2000), *T. podisi* apresenta-se como principal opção para utilização em programas de controle biológico para estes percevejos, por apresentar preferência por ovos deste hospedeiro (MORAES et al., 2005).

2.4 PARASITOIDE DE OVOS *TELENOMUS PODISI*

Apresentando vida livre e alimentação composta por néctar de plantas, na fase adulta, *T. podisi* é um microhimenóptero (Figura 2.2) que possui coloração preta, com aproximadamente 1 mm de comprimento e deposita seus ovos no interior dos ovos de diferentes hospedeiros (CORRÊA-FERREIRA, 1993). Sua distribuição geográfica vai desde a região Centro-Oeste (MEDEIROS et al., 1997), até o sul do país (MOREIRA; BECKER 1986) e a espécie já foi registrada parasitando ovos de inúmeros pentatomídeos (CORRÊA-FERREIRA; MOSCARDI, 1995; TORRES; ZANUNCIO; ZANUNCIO, 1996), apresentando elevada capacidade de busca pelos hospedeiros (ORR, 1988).

A superfamília Platygasteroidea, à que *T. podisi* pertence, é atualmente composta pela família Platygasteridae, entretanto, era composta pelas famílias Platygasteridae e Scelionidae, a qual *T. podisi* compunha. Alterações ocorreram quando estudos cladísticos propuseram que Scelionidae era parafilética, passando suas subfamílias a pertencerem aos platygasterídeos (HANSON, GAULD, 2006). Desta forma, a classificação taxonômica de *T. podisi* ainda é dúbia, mas adotou-se para este estudo, *T. podisi* como membro de Platygasteridae.

No interior do ovo do hospedeiro esses parasitoides passam pelas fases de ovo, larva e pupa e em 12 a 15 dias após o parasitismo ocorre a emergência dos adultos. Geralmente os machos emergem de um a dois dias antes que as fêmeas, as quais apresentam fecundidade média de 250 ovos, depositados principalmente nos primeiros dias de vida (CORRÊA-FERREIRA, 1993) (Figura 2.2).

Em ovos de *E. heros*, fêmeas de *T. podisi* são capazes de realizar posturas desde o primeiro dia de vida, entretanto, no segundo dia ocorre a maior produção de descendentes e maior proporção de fêmeas em relação ao número de machos gerados (PACHECO; CORRÊA-FERREIRA, 2000). Segundo os mesmos autores, em ovos de *E. heros* a longevidade média da espécie foi de 30,9 dias e de modo geral, os machos tiveram longevidade média maior que as fêmeas.

Figura 2.2 - Parasitismo de ovos de *Euschistus heros* por fêmea de *Telenomus podisi*



(Fonte: Adair V. Carneiro)

Por apresentar eficiência em condições naturais de campo e preferência por ovos de *E. heros* (CORRÊA-FERREIRA; AZEVEDO, 2002; SUJII et al., 2002; DOETZER; FOERSTER, 2007) *T. podisi* é considerado uma possível ferramenta para o manejo biológico do percevejo-marrom. Entretanto, a criação massal para posterior liberação desta espécie em campo ainda é falha, exigindo esforços para aprimoramento das técnicas já existentes.

Fatores como o armazenamento de ovos do hospedeiro e dos próprios inimigos naturais (LÓPEZ; BOTTO, 2005; DOETZER; FOERSTER, 2013), adaptação a variações térmicas (FRAZER; MCGREGOR, 1992; TORRES; PRATISSOLI; ZANUNCIO, 1997) e capacidade de parasitismo sob diferentes condições, além dos parâmetros biológicos como porcentagem de parasitismo, razão sexual e número de parasitoides produzidos por ovo do hospedeiro (HOFFMANN et al, 2001; QUEIROZ et al, 2016) são de extrema importância para o sucesso de um programa de CBA. Ou seja, o bom desempenho do agente de controle

biológico, no campo, depende de variáveis ambientais além da qualidade do próprio agente, o que está diretamente relacionada à qualidade da criação massal dos parasitoides (DINIZ; RODRIGUES; ROSSI, 2008).

2.5 CRIAÇÃO MASSAL DE PARASITOIDES

A criação massal dos agentes de controle ainda é um grande entrave ao desenvolvimento de programas de manejo de diversas pragas (VASCONCELOS, 2012; GOUVEA et al., 2014). Porém, a criação destes insetos em laboratório se torna indispensável para o estabelecimento do programa (DINIZ; RODRIGUES; ROSSI, 2008), exigindo assim estudos que estabeleçam as melhores condições para criação dos agentes de controle biológico.

De acordo com Chambers (1977), a criação massal deve sempre apresentar uma relação aceitável entre custo e benefício. Para isso, estudos sobre a biologia do parasitoide, sua adaptação a diferentes ambientes, o desenvolvimento de táticas de produção, envio e liberação, devem ser realizados, com o objetivo de reduzir o custo de produção e aumentar a qualidade do produto, viabilizando sua utilização (COHEN; NORDLUND; SMITH, 1999; VAN LENTEREN 1992; TAUBER et al., 2000).

Além disso, é necessário que a criação seja estável durante o ano todo, evitando-se queda na produção do inimigo natural (SALMERON; WIENDL; WALDER, 1986). Para tanto, conhecer técnicas de armazenamento do parasitoide e do hospedeiro é importante, visto que o inimigo natural será utilizado em épocas específicas, de acordo com a cultura (BAYRAM; OZCAN; KORNOSOR, 2005; DOETZER; FOERSTER, 2013; FAVETTI; BUTNARIU, DOETZER, 2014; CINGOLANI; GRECO; LILJESTHROM, 2015).

No Brasil, desde meados dos anos 2000, mais de 10 milhões de vespas de *Trichogramma* são produzidas e liberadas anualmente (PARRA; ZUCCHI, 2004). Estudos realizados com a espécie *Trichogramma pretiosum* (Riley, 1879) (Hymenoptera: Trichogrammatidae), parasitoide de ovos de lepidópteros, mostram que sua criação massal é viável baseando-se em testes que avaliaram suas características de acordo com a temperatura, umidade, hospedeiros alternativos e materiais utilizados na criação, além de técnicas de liberação e sua interação com o ambiente (BORBA et al. 2006; FIGUEIREDO; MARTINS-DIAS; CRUZ, 2006; PASTORI et al., 2008; PASTORI; MONTEIRO; BOTTON, 2008; PASTORI et al., 2013).

Quanto à família *Platygastridae*, inúmeras espécies podem ser utilizadas para o controle de percevejos (LUCK, 1981; VAN LENTEREN; BUENO, 2003). A espécie *T. podisi* pode ser utilizada para o controle de *E. heros*, *Piezodorus guildinii* (Weestwood, 1837) (Hemiptera: Pentatomidae) e *N. viridula* em cultivos de soja orgânica, porém sua utilização em grandes áreas sojicultoras ainda não ocorre. Entretanto, a ocorrência do parasitoide é relatada em diversas localidades, constituindo um dos principais fatores de mortalidade natural de ovos de *E. heros* em condições de campo nos Estados do Paraná (CORRÊA-FERREIRA, MOSCARDI, 1995), Mato Grosso do Sul (GODOY; GALLI; ÁVILA, 2005) e Distrito Federal (MEDEIROS et al., 1997).

Apesar da importância destes agentes de controle biológico, o uso de agrotóxicos é ainda necessário na agricultura (CARMO; BUENO; BUENO, 2010). Assim, além da necessidade de estudos para estabelecer a melhor forma de criação e armazenamento de *T. podisi*, tem-se também a demanda por estudos acerca da utilização de agrotóxicos seletivos que possibilitem a manutenção dos parasitoides em campo (WEINZIERL, 2009).

2.6 SELETIVIDADE DE INSETICIDAS QUÍMICOS A INIMIGOS NATURAIS

Os inimigos naturais exercem importante função no agroecossistema sendo supressores das populações de pragas e auxiliando assim na manutenção da população em níveis seguros. Entretanto, em elevadas populações da praga, os agentes de controle biológico podem não serem capazes de suprimir-las, sendo necessária, em algumas ocasiões, a utilização de agrotóxicos (CARMO; BUENO; BUENO, 2010). Assim, a base de um programa de manejo integrado de pragas está na associação de métodos de controle compatíveis entre si e que se complementem (POLANCZYK et al., 2010), que pode ser através da utilização de produtos seletivos aos inimigos naturais.

O termo seletividade pode ser interpretado de diferentes maneiras, mas dentro de um sistema agrícola, considera-se como produto seletivo aquele que possui baixo efeito negativo, ou seja, mortalidade inferior a 30% (HASSAN, 1992), sobre os inimigos naturais quando usado nas mesmas condições em que a praga-alvo é controlada com sucesso (GAZZONI, 1994). Entende-se assim que a seletividade esta intimamente relacionada a características dos inimigos naturais como o nicho e comportamento, e do produto, como dose e concentração (PARRA et al., 2002).

Sabe-se que alguns agrotóxicos utilizados no controle de determinadas pragas, podem extinguir populações de inimigos naturais como *Trichogramma pretiosum*

(Riley, 1879) (Hymenoptera: Trichogrammatidae), por serem não seletivos, como o (SANTOS; DONNICE, 2007, BUENO et al., 2008; STEFANELLO-JÚNIOR et al., 2008). Portanto, há a necessidade de aplicação dos chamados inseticidas seletivos, que possibilitam um melhor manejo da cultura, com efeitos negativos mínimos sobre as populações de inimigos naturais (BACCI et al., 2009).

Trabalhos tem sido desenvolvidos mostrando a seletividade de determinados inseticidas químicos a inimigos naturais (BUENO et al., 2008; GOLIN, 2014; PAZINI et al., 2016a; PAZINI et al., 2016b; SANTOS et al., 2016), através de metodologias pré-estabelecidas pela IOBC (International Organization for Biological Control) como forma de padronizar e melhor disponibilizar estas informações (STERK et al., 1999). Porém, algumas situações exigem a adaptação destes métodos para o inimigo natural em avaliação (HASSAN, 1992; CARMO; BUENO; BUENO, 2010).

Dentre os inimigos naturais, as pupas dos parasitoides de ovos são menos susceptíveis a ação de agrotóxicos pelo fato de serem protegidos pelo córion do ovo do hospedeiro (GARCIA, 2011), o que pode ser considerada como vantagem para sua utilização em campo. Mas ainda assim podem ter suas características alteradas pela ação desses produtos, como por exemplo, a capacidade de parasitismo, que pode ser drasticamente reduzida pela utilização de agrotóxicos em *T. pretiosum* (BUENO et al., 2008; STEFANELLO-JÚNIOR et al., 2008).

Grande parte do conhecimento sobre seletividade de produtos, tanto sintéticos quanto orgânicos, diz respeito àqueles que parasitam ovos de lepidópteros, sendo que os estudos sobre parasitoides de ovos de percevejos ainda são escassos. González et al. (2013) verificaram a ação de óleos essenciais e sua possível toxicidade sobre *T. basalis* para utilização no controle de *N. viridula*. Para *T. podisi*, Koppel et al. (2011) verificaram mortalidade de 100% dos indivíduos quando expostos a espinosina e lambda-cialotrina, agrotóxicos utilizados para o controle de *Euschistus servus* (Say, 1832) (Hemiptera: Pentatomidae) e *Acrosternum hilare* (Say, 1831) (Hemiptera: Pentatomidae).

Turchen et al., (2015) observaram através de testes laboratoriais que a utilização de imidacloprido e da mistura lambda-cialotrina + tiametoxan causam efeitos negativos sobre *T. podisi*, como a mortalidade aguda, resultado também observado por Pazini et al., (2016a). Já, de acordo com os mesmos autores, os inseticidas clorantprilprole, flubendiamida e diflubenzurom foram inócuos para *T. podisi* e *T. pretiosum*. Ainda, o uso de clorpirifós deve ser evitado para o controle de pragas, visto que se apresenta pouco seletivo a *T. podisi*, como reafirmado por Silva e Bueno (2014).

Além da seletividade dos produtos que tem como alvo a mesma praga utilizada como hospedeira pelo parasitoide, é importante que se conheça a ação de outros produtos utilizados concomitantemente na lavoura. Nos últimos anos foi registrada a ocorrência da lagarta *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) e seu consumo de vagens na cultura da soja (BUENO; SOSA-GOMÉZ, 2014), ou seja, seu período de ocorrência pode coincidir com o de *E. heros*. Devido a suas características, doses mais altas de inseticidas são utilizadas para o controle, o que pode interferir ainda mais na entomofauna benéfica presente na lavoura, o que ainda foi pouco estudado até o momento. Dessa forma, o conhecimento da seletividade ou toxicidade dos agrotóxicos utilizados para o controle das diversas pragas na cultura da soja sobre os organismos benéficos, entre eles o parasitoide *T. podisi*, é necessário para a correta escolha das táticas de controle dentro do Manejo Integrado de Pragas (MIP).

REFERÊNCIAS

- ARRUDA, L. A. de et al. Eficiência do parasitismo de três espécies de *Trichogramma* (*T. galloi*, *T. atopovirilia* e *T. bruni*) sobre ovos da praga *Diatraea saccharalis*. **Global Science And Technology**, Rio Verde, v. 7, n. 3, p.67-75, ago. 2014.
- BACCI, L et al. Seletividade fisiológica de inseticidas aos inimigos naturais de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) em brássicas. **Ciência e Agrotecnologia**, [s.l.], v. 33, p.2045-2051, maio 2009.
- BAYRAM, A; OZCAN, H; KORNOSOR, S. Effect of cold storage on the performance of *Telenomus busseolae* Gahan (Hymenoptera: Scelionidae), an egg parasitoid of *Sesamia nonagrioides* (Lefebvre) (Lepidoptera. **Biological Control**, [s.l.], v. 35, n. 1, p.68-77, out. 2005.
- BELO, M. S. da S. P. et al. Uso de agrotóxicos na produção de soja do estado do Mato Grosso: um estudo preliminar de riscos ocupacionais e ambientais. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, [s.l.], v. 37, n. 125, p.78-88, mar. 2012.
- BERNARDI, O. et al. Frequency of resistance to Vip3Aa20 toxin from *Bacillus thuringiensis* in *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) populations in Brazil. **Crop Protection**, [s.l.], v. 76, p.7-14, out. 2015.
- BORBA, R. da S. et al. Biologia e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) sobre ovos de *Bonagota cranaodes* (Meyrick) (Lepidoptera. **Ciência Rural**, [s.l.], v. 36, n. 5, p.1345-1352, out. 2006.
- BORTOLOTTO, O. C. et al. Development and reproduction of *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae) and its egg parasitoid *Telenomus remus* (Hymenoptera. **Bulletin of Entomological Research**, [s.l.], v. 104, n. 06, p.724-730, set. 2014.
- BRUSSE, F. P. de L.; BARBOSA, W; VEIGA, R. F. de A. Desenvolvimento de um modelo de educação ambiental agrícola no centro experimental central e jardim botânico, do instituto agrônomo (IAC). **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental: Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental**, Rio Grande, RS, v. 29, p.1-14, dez. 2012.
- BUENO, A. F. et al. Effects of pesticides used in soybean crops to the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum*. **Ciência Rural**, [s.l.], v. 38, n. 6, p.1495-1503, set. 2008.

BUENO, A. F. et al. Effects of integrated pest management, biological control and prophylactic use of insecticides on the management and sustainability of soybean. **Crop Protection**, [s.l.], v. 30, n. 7, p.937-945, jul. 2011.

BUENO, A. F. et al. Inimigos naturais das pragas da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (Ed.). **Soja: manejo integrado de insetos e outros Artrópodes-praga**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 493-630.

BUENO, A. F. et al. Economic Thresholds in Soybean-Integrated Pest Management: Old Concepts, Current Adoption, and Adequacy. **Neotropical Entomology**, [s.l.], v. 42, n. 5, p.439-447, 13 set. 2013.

BUENO, A. F.; SOSA-GÓMEZ, D. R. The Old World Bollworm in the Neotropical Region: The Experience of Brazilian Growers with *Helicoverpa Armigera*. **Outlooks on Pest Management**, [s.l.], v. 25, n. 4, p.261-264, 1 ago. 2014.

CARMO, E. L.; BUENO, A. F.; BUENO, R. C. O. F. Pesticide selectivity for the insect egg parasitoid *Telenomus remus*. **BioControl**, [s.l.], v. 55, n. 4, p.455-464, 21 fev. 2010.

CHAMBERS, D. L. Quality Control in Mass Rearing. **Annual Review Of Entomology**, [s.l.], v. 22, n. 1, p.289-308, jan. 1977.

CINGOLANI, M. F.; GRECO, N. M.; LILJESTHRÖM, G. G. Cold-Storage of *Piezodorus guildinii* (Hemiptera: Pentatomidae) Eggs for Rearing *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae). **Journal of Agricultural Science and Technology**, [n.i.], v. 17, p.1507-1516, nov/dez. 2015.

CIVIDANES F.; PARRA J. R. P. Zoneamento ecológico de *Nezara viridula* (L.), *Piezodorus guildinii* (West.) e *Euschistus heros* (Fabr.) (Heteroptera: Pentatomidae) em quatro estados produtores de soja do Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 23; p. 219-226, 1994.

COCK, M. J. W. et al. Do new Access and Benefit Sharing procedures under the Convention on Biological Diversity threaten the future of biological control?. **BioControl**, [s.l.], v. 55, n. 2, p.199-218, 1 dez. 2010.

COHEN, A. C.; NORDLUND, D. A.; SMITH, R. A. Mass rearing of entomophagous insects and predaceous mites: are the bottlenecks biological, engineering, economic, or cultural? **BioControl**, News and Information, v. 20, n. 3, p. 85-90, 1999.

CONAB, COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de grãos: Safra 2014/2015.12 ed. Brasília, DF. Sumac, 2015. 134 p. Disponível em http://www.conab.gov.br/olalaCMS/uploads/arquivos/15_09_11_10_42_03_boletin_graos_setembro_2015.pdf. Acesso em: 15 dez. 2016.

CONTE, O. et al. Resultados do manejo integrado de pragas da soja na safra 2015/16 no Paraná. **Documentos / Embrapa Soja**, ISSN 1516-781X; n.375, 59 p. Londrina: Embrapa Soja, 2016.

CORRÊA-FERREIRA, B. S. **Utilização do parasitóide de ovos *Trissolcus basalis* (Wollaston) no controle de percevejos da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 1993. 42 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 11).

CORRÊA-FERREIRA, B. S. Suscetibilidade da soja a percevejos na fase anterior ao desenvolvimento das vagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s.l.], v. 40, n. 11, p.1067-1072, nov. 2005.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; AZEVEDO, J. Soybean seed damage by different species of stink bugs. **Agriculture and Forest Entomology**, v.4, p.145-150, maio. 2002.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. Seasonal Occurrence and Host Spectrum of Egg Parasitoids Associated with Soybean Stink Bugs. **Biological Control**, [s.l.], v. 5, n. 2, p.196-202, jun. 1995.

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

COSTA, M. A. et al. Sublethal and transgenerational effects of insecticides in developing *Trichogramma galloi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ecotoxicology**, New York, v. 23, p. 1399-1408, jul. 2014.

DEPIERI, R. A.; PANIZZI, A. R. Duration of feeding and superficial and in-depth damage to soybean seed by selected species of stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, [s.l.], v. 40, n. 2, p.197-203, mar/abr. 2011.

DINIZ, F. R.; RODRIGUES, K. F.; ROSSI, M. M. Produção do parasitóide *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) para controle biológico da broca da cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*) (Lepidoptera: Crambidae). **Nucleus**, [s.l.], v. 5, n. 2, p.39-48, 26 set. 2008.

DOETZER, A. K.; FOERSTER, L. A. Desenvolvimento, Longevidade e Reprodução de *Trissolcus basalis* (Wollaston) e *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae) em Condições Naturais durante a Entressafra da Soja no Sul do Paraná. **Neotropical Entomology**, Curitiba, v. 36, n. 2, p.233-242, mar/abr. 2007.

DOETZER, A. K.; FOERSTER, L. A. Storage of Pentatomid Eggs in Liquid Nitrogen and Dormancy of *Trissolcus basalis* (Wollaston) and *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Platygasteridae) Adults as a Method of Mass Production. **Neotropical Entomology**, [s.l.], v. 42, n. 5, p.534-538, 10 set. 2013.

ESPÍNDOLA, C. J.; CUNHA, R. C. C.. A dinâmica geoeconômica recente da cadeia produtiva da soja no Brasil e no mundo. **Geotextos**, São Carlos, SP, v. 11, n. 1, p.217-238, jul. 2015.

FAVETTI, B. M.; BUTNARIU, A. R.; DOETZER, A. K. Storage of *Euschistus heros* Eggs (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) in Liquid Nitrogen for Parasitization by *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera). **Neotropical Entomology**, [s.l.], v. 43, n. 3, p.291-293, 21 mar. 2014.

FIGUEIREDO, M. de L. C.; MARTINS-DIAS, A. M. P; CRUZ, I. Relação entre a lagarta-do-cartucho e seus agentes de controle biológico natural na produção de milho. **Revista Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 12, p.1693-1698, dez. 2006.

FIGUEIREDO, M. de L. C. et al. Biological control with *Trichogramma pretiosum* increases organic maize productivity by 19.4%. **Agronomy For Sustainable Development**, [s.l.], v. 35, n. 3, p.1175-1183, 4 jun. 2015.

FRAZER, B. D.; MCGREGOR, R. R.. Temperature-dependent survival and hatching rate of eggs of seven species of Coccinellidae. **The Canadian Entomologist**, [s.l.], v. 124, n. 02, p.305-312, abr. 1992.

GARCIA, P. Sublethal Effects of Pyrethroids on Insect Parasitoids: What We Need to Further Know. **Pesticides - Formulations, Effects, Fate**, [s.l.], p.477-486, 21 jan. 2011.

GAZZONI, D. L. Pesquisa em seletividade de inseticidas no Brasil: uma abordagem conceitual e metodológica. In: **Simpósio de Controle Biológico**, n. 4, 1994, Pelotas, RS. Anais... Pelotas: EMBRAP CACT, 1994. p. 119-124

GODOI, C. R. C. de; PINHEIRO, A. J. B. Genetic parameters and selection strategies for soybean genotypes resistant to the stink bug-complex. **Genetics And Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 32, n. 2, p.328-336, abr. 2009.

GODOY, K. B.; GALLI, J. C.; ÁVILA, C. J. Parasitismo em ovos de percevejos da soja *Euschistus heros* (Fabricius) e *Piezodorus guildinii* (Westwood) (Hemiptera: Pentatomidae) em São Gabriel do Oeste, MS. **Ciência Rural**, [s.l.], v. 35, n. 2, p.455-458, abr. 2005.

GODOY, K. B. et al. Parasitismo e sítios de diapausa de adultos do percevejo marrom, *Euschistus heros*, na região da Grande Dourados, MS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 5, p. 1199-1202, maio. 2010.

GOLIN, V. Incidência natural, biologia, seletividade e efeito de liberações inoculativas de parasitoides de ovos (Hymenoptera: Platygasteridae) no controle de *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) no Mato Grosso. 2014. 107 f. Tese (Doutorado – Zoologia) - Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

GONZÁLEZ, W. J. O. et al. Lethal and sublethal effects of four essential oils on the egg parasitoids *Trissolcus basalis*. **Chemosphere**, [s.l.], v.92, n. 5, p. 608-615, mar. 2013.

GOUVEA, A. de et al. Análise Econômica da Produção de *Trichogramma pretiosum* Riley em Diferentes Escalas. **Entomobrasilis**, [s.l.], v. 7, n. 1, p.41-47, abr. 2014.

GUEDES, J. V. C. et al. Percevejos da soja: novos cenários, novo manejo. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo v. 12 , n. 1, p.28-34, jan/fev. 2012.

HANSON, P.E; GAULD, I. D. Hymenoptera de la Región Neotropical. Memoirs of the American Entomological Institute, v. 77, p1-994, 2006

HASSAN, S. A. et al. Results of the fifth joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS - working group "Pesticides and Beneficial Organisms". **Entomophaga**, v.36, p.55-67, mar. 1991

HASSAN S. A. Guideline for the evaluation of side-effects of plant protection product on *Trichogramma cacoeciae*. In: Hassan SA (Ed.). Guidelines for testing the effects of pesticides on beneficial organisms: description of test methods. **IOBC/WPRS Bulletin**, v. 15, n. p.18-39, 1992

HIN, C. J. A. Perspectivas de mercado para soja sustentável na Holanda. CLM **Onderzoek en Advies BV** (Centro de Pesquisa para a Agricultura e Meio Ambiente) Utrecht, Holanda. 2002. Disponível em: <<http://www.bothends.org/strategic/soy10.pdf>> Acesso em: 25 jun. 2015.

HOFFMANN, M. et al. Performance of *Trichogramma ostriniae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) reared on factitious hosts, including the target host, *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae). **Biological Control**, v. 21, p. 1-10, maio 2001.

HOFFMANN-CAMPO, C. B. et al. Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado. Londrina: Embrapa Soja, 2000. 70p. (Embrapa Soja. **Circular Técnica**, 30).

KOPPEL, A. L. et al. Efficacy of Selected Insecticides Against Eggs of *Euschistus servus* and *Acrosternum hilare* (Hemiptera: Pentatomidae) and the Egg Parasitoid *Telenomus podisi* (Hymenoptera). **Journal of Economic Entomology**, [s.l.], v. 104, n. 1, p.137-142, 1 fev. 2011.

LEONARD B. R. et al. Soybean green plant malady contributing factors and mitigation. **Louisiana Agriculture Magazine** v, 54, n. 4. p. 32-34, 2011.

LÓPEZ, S. N.; BOTTO, E. Effect of cold storage on some biological parameters of *Eretmocerus corni* and *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae). **Biological Control**, [s.l.], v. 33, n. 2, p.123-130, maio 2005.

LUCK, R. F. Parasitic Insects Introduced as Biological Control Agents for Arthropod Pests. In: PIMENTEL, D. (Ed.). **Handbook of Pest Management in Agriculture**. CRC Press, Boca Raton, USA, PP. 1981. p.125-284.

LUNDIN, O. et al. Neonicotinoid Insecticides and Their Impacts on Bees: A Systematic Review of Research Approaches and Identification of Knowledge Gaps. **Plos One**, [s.l.], v. 10, n. 8, p.1-20, 27 ago. 2015.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, MAPA. **Culturas: Soja. Disponível em:** < <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/soja> > Acesso em: 17dez. 2016a.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, MAPA. **Agrotóxicos Fitossanitários. Disponível em:** < http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons > Acesso em: 17dez. 2016b.

MEDEIROS, M. A. et al. Parasitismo e predação em ovos de *Euschistus heros* (Fab.)(Heteroptera: Pentatomidae) no Distrito Federal, Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. v.26, p. 397-401, 1997.

MONTEIRO, L. B.; SOUZA, A; PASTORI, P. L. Comparação econômica entre controle biológico e químico para o manejo de ácaro-vermelho em macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p.514-517, dez. 2006.

- MORAES, M. C. B. et al. Induced volatiles in soybean and pigeon pea plants artificially infested with the neotropical stink bug, *Euschistus heros*, and their effect on the egg parasitoid, *Telenomus podisi*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.115, p.227-237, 21 abr. 2005.
- MOREIRA, G. R. P.; BECKER, M. Mortalidade de *Nezara viridula* (Linnaeus,1758) (Heteroptera: Pentatomidae) no estágio de ovo na cultura da soja: II.Parasitóides. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**.v.15, p.291-308. 1986.
- NARANJO, S. E.; ELLSWORTH, P. C.; FRISVOLD, G. B. Economic Value of Biological Control in Integrated Pest Management of Managed Plant Systems. **Annual Review Of Entomology**, [s.l.], v. 60, n. 1, p.621-645, 7 jan. 2015.
- ORR, D. B. Scelionid wasps a biological control agents: a review. **The Florida Entomologist**, v.71, p. 506-527, dez. 1988.
- PACHECO D. J. P., CORRÊA-FERREIRA, B. S. Parasitism by *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae) on the soybean stink bugs population. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. v. 29, p. 295-302, jun. 2000.
- PANIZZI, A. R.; BUENO, A. F.; SILVA, F. A. C. Insetos que atacam vagens e grãos. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. **Soja Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-Praga**. Ed. Embrapa Soja, ed. 1ª, Londrina, PR, 2012. p.335-420.
- PANIZZI, A.R. et al. Stink bugs (Pentatomidae). In: SCHAEFER, C.W.; PANIZZI, A.R. (Ed.). **Heteroptera of economic importance**. Boca Raton, Florida, USA: CRC, 2000. p. 432-434.
- PANIZZI, A. R.; SLANSKY, F. Review of Phytophagous Pentatomids (Hemiptera: Pentatomidae) Associated with Soybean in the Americas. **The Florida Entomologist**, [s.l.], v. 68, n. 1, p.184-214, mar. 1985.
- PARRA, J. R. P. et al. Controle biológico: uma visão inter e multidisciplinar. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 125-142.

PARRA, J. R. P. A prática do controle biológico no Brasil. In: Pinto, A. S.; Nava, D. E.; Rossi, M. M.; Malerbo-Souza, D.T. (Ed.). **Controle biológico de pragas na prática**. Piracicaba: Prol, 2006. p. 11-24.

PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. *Trichogramma* in Brazil: Feasibility of Use after Twenty Years of Research. **Neotropical Entomology**, v. 33, p. 271-281, maio/jun. 2004.

PASTORI, P. L. et al. Parasitismo de ovos da lagarta-enroladeira-maçã em função do número de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) liberado. **Scientia Agraria**, v. 9, n. 4, p. 497-504, 2008.

PASTORI, P. L.; MONTEIRO, L. B.; BOTTON, M. Biologia e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae) “linhagem bonagota” criado em ovos de *Bonagota salubricola* (Meyrick) (Lepidoptera, Tortricidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 52, n. 03, p. 472-476, set. 2008.

PASTORI, P. L. et al. Temperatura e tempo de refrigeração de pupas de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) afetam parâmetros biológicos de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera). **Semina: Ciências Agrárias**, [s.l.], v. 34, n. 4, p.1493-1508, jul/ago. 2013.

PAZINI, J. B. et al. Selectivity of pesticides used in rice crop on *Telenomus podisi* and *Trichogramma pretiosum*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 46, n. 3, p. 327-335, jul/set. 2016.a

PAZINI, J. B. et al. Seletividade fisiológica de tratamentos fitossanitários empregados em áreas de arroz sobre *Trichogramma pretiosum*. **Revista da Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa-Congrega Urcamp**, p. 19, 2016.b

PAZ-NETO, A. de; QUERINO, R. B.; MARGARÍA, C. B. Egg Parasitoids of Stink Bugs (Hemiptera: Coreidae and Pentatomidae) on Soybean and Cowpea in Brazil. **Florida Entomologist**, [s.l.], v. 98, n. 3, p.929-932, set. 2015.

PITON, L. P. et al. Natural insecticide based-leaves extract of *Piper aduncum* (Piperaceae) in the control of stink bug brown soybean. **Ciência Rural**, [s.l.], v. 44, n. 11, p.1915-1920, nov. 2014.

POWELL, J. E; SHEPARD, M. Biology of Australian and United States strains of *Trissolcus basalus*, a parasitoid of the green vegetable bug, *Nezara viridula*. **Australian Journal of Ecology**. v.7, p. 181-186, jun. 1982

POLANCZYK, R. A. et al. Efeito de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin nos parâmetros biológicos de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ciência e Agrotecnologia, Lavras**, v. 34, n. 6, p. 1412-1416, nov/dez. 2010.

PRATISSOLI, D. et al. Estimativa de *Trichogramma pretiosum* para o controle de *Tuta absoluta* em tomateiro estaqueado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p.715- 718. jul. 2005.

QUEIROZ, A. P. et al. Influence of host preference, mating, and release density on the parasitism of *Telenomus remus* (Nixon) (Hymenoptera, Platygasteridae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 61, n. 1, p. 86-90, jan/mar. 2016.

RAUCCI, G. S. et al. Greenhouse gas assessment of Brazilian soybean production: a case study of Mato Grosso State. **Journal of Cleaner Production**. v.96, n.1, p.418-425, jun. 2015.

RIFFEL, C. T. et al. Densidade amostral aplicada ao monitoramento georreferenciado de lagartas desfolhadoras na cultura da soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 42, n. 12, p.2112-2119, dez. 2012.

ROGGIA, S. et al. Efeito de inseticidas reguladores de crescimento sobre a sobrevivência, desempenho reprodutivo e atividade alimentar do percevejo marrom da soja. In: **Reunião de Pesquisa da Soja da Região Central do Brasil**. 32, 2011, São Pedro. Resumos...Londrina, Embrapa-Soja, 2011. Resumo 44.

SALUSO, A. et al. An invasive pentatomid pest in Argentina: the Neotropical brown stink bug, *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, v.40, p.704-705, nov/dez. 2011.

SALMERON, E.; WIENDL, F. M.; WALDER, J. M. M. Influência da temperatura na manutenção de ovos de *Diatraea saccharalis* (F.) (Lep., Pyralidae) para programas de criação massal. **Revista de Agricultura**, v. 61, n. 1, p.17-25, jun. 1986.

SANTOS, V. M. R; DONNICI, C. L. Compostos organofosforados pentavalentes: histórico, métodos sintéticos de preparação e aplicações como inseticidas e agentes antitumorais. **Química Nova**, v.30, n.1, p.159- 170, 2007.

SANTOS, V. P. et al. Desempenho de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) submetido a inseticidas e fungicidas em dois hospedeiros. **Revista Ceres**, [s.l.], v. 63, n. 5, p.653-660, out. 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737x201663050009>

SCHNEPF, R. D.; DOHLMAN, E.; BOLLING, C. Agriculture in Brazil and Argentina: developments and prospects for major field crops. **ERS Agriculture and trade report WRS013**, Washington, 2001.

SILVA, V. P. da et al. Monitoramento do percevejo marrom *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) por feromônio sexual em lavoura de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s.l.], v. 49, n. 11, p.844-852, nov. 2014.

SILVA, D. M. da; BUENO, A. de F. Toxicity of organic supplies for the egg parasitoid *Telenomus podisi*. **Ciência Rural**, [s.l.], v. 44, n. 1, p.11-17, jan. 2014.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; SILVA, J. J. Neotropical brown stink bug (*Euschistus heros*) resistance to methamidophos in Paraná, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s.l.], v. 45, n. 7, p.767-769, jul. 2010.

STEFANELLO-JÚNIOR, G. J. et al. Efeito de inseticidas usados na cultura do milho sobre a capacidade de parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.75, n.2, p.187-194, abr/jun. 2008.

STERK, G. et al. Results of the seventh joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS-working group - Pesticides and Beneficial Organisms. **BioControl**, v.44, p.99-117, mar.1999.

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

SUJII, E.R. et al. Inter and intra-guild interactions in egg parasitoid species of the soybean stink bug complex. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.1541-1549, nov. 2002.

TAUBER, M. J. et al. Commercialization of predators: recent lessons from green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae: Chrosoperla). **American Entomologist**, v. 46, n. 1, p. 26-38, 2000.

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

TORRES, J. B.; PRATISSOLI, D.; ZANUNCIO, J. C. Exigências térmicas e potencial de desenvolvimento dos parasitóides *Telenomus podisi* Ashmead e *Trissolcus brochymenae* (Ashmead) em ovos do percevejo predador *Podisus nigrispinus* (Dallas). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, [s.l.], v. 26, n. 3, p.445-453, dez. 1997.

TURCHEN, L. M. et al. Lethal and Sublethal Effects of Insecticides on the Egg Parasitoid *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae). **Journal of Economic Entomology**, [s.l.], v. 109, n. 1, p.84-92, 9 set. 2015. Oxford University Press (OUP). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1093/jee/tov273>>. Acesso em: 19/11/2016

TURCHEN, L. M. et al. Potential phytoinsecticide of *Annona mucosa* (Jacq) (Annonaceae) in the control of brown stink bug. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 32, n. 3, p. 581-587, maio/jun. 2016

VAN LENTEREN, J. C. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. **BioControl**, [s.l.], v. 57, n. 1, p.1-20, fev. 2011.

VAN LENTEREN, J. C.; BUENO, V. H. P. Augmentative biological control of arthropods in Latin America. **BioControl**, [s.l.], v. 48, n. 2, p.123-139, abr. 2003.

VAN LENTEREN, J. C. Quality control for natural enemies used in greenhouses. **OILB-SROP Bulletin**, California, USA, v. 16, p. 89-92, abr. 1992.

VASCONCELOS, Y. Inseto contra inseto. **Pesquisa FAPESP**; Boletim técnico em Biotecnologia, Edição 195 - Maio de 2012. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2012/05/11/inseto-contra-inseto/>>. Acesso em: 30/10/2015.

VILLAS BÔAS, G. L.; PANIZZI, A. R. Biologia de *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) em soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. v. 9, p. 105-113, 1980.

WEINZIERL, R. Integrating pesticides with biotic and biological control for arthropod pest management. In: RADCLIFFE, E. B.; HUTCHISON, W. D.; CANCELADO, R.E. (Ed). **Integrates pest management: concepts, tactics, strategies and case studies**. Cambridge: Cambridge University Press, 2009. p. 179-191.

WITTING, B. E.; ORR, D. B.; LINKER, H. M. Attraction of insect natural enemies to habitat plantings in North Carolina. **Journal of Entomological Science**, Georgia, v. 42, n. 4, p.439-456, out. 2007.

ZACHRISSON, B et al. Parasitismo de huevos de *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae), en arroz (*Oryza sativa*) en Panamá. **Revista Colombiana de Entomología**, [n.i], v. 40, n. 2, p.185-186, jul/dez. 2014.

ZACHRISSON, B. A.; MARTÍNEZ, O. Bioecología de *Telenomus podisi* (Ashmead) y *Trissolcus basalis* (Wollaston) (Hymenoptera: Scelionidae), parasitoides óofagos de *Oebalus insularis* (Kulghast) (Heteroptera: Pentatomidae). **Tecnociência** n, 13, v.1, p. 65-76, 2011.

3 ARTIGO A: ARMAZENAMENTO DE *Telenomus podisi* (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE) E SEU HOSPEDEIRO *Euschistus heros* (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

RESUMO

Este trabalho objetivou avaliar o armazenamento de ovos de *Euschistus heros* (Fabricius, 1974) (Hemiptera: Pentatomidae) e de pupas e adultos de *Telenomus podisi* (Ashmead, 1893) (Hymenoptera: Platygastriidae) em diferentes condições. Os bioensaios foram realizados nos Laboratórios de Entomologia da Embrapa-Soja. Inicialmente, verificou-se a influência do armazenamento de ovos de *E. heros* em freezer (-20°C), ultrafreezer (-80°C) e nitrogênio líquido (-196°C), por 20, 40, 50 e 70 dias, em delineamento fatorial (3x4, sendo três temperaturas e quatro períodos), sobre os parâmetros biológicos de *T. podisi*. Ovos armazenados nas diferentes condições foram ofertados a fêmeas individualizadas dos parasitoide para as posteriores avaliações. Para a porcentagem de parasitismo, verificou-se interação entre os fatores, mostrando que o maior parasitismo ocorreu sobre os ovos armazenados por 70 dias à -196°C. A maior temperatura de armazenamento, -20°C, diminuiu significativamente a emergência dos parasitoides quando e aumentou o período ovo-adulto. Também verificou-se a viabilidade de ovos de *E. heros* previamente armazenados em nitrogênio líquido e posteriormente mantidos a 5°C (geladeira) por períodos que variaram entre 0 e 9 dias. O período ovo-adulto, a porcentagem de parasitismo e a viabilidade deste, foram alterados de acordo com o tempo de manutenção a 5°C, sendo viável a manutenção dos ovos em geladeira por até 6 dias. Em relação ao armazenamento de *T. podisi*, testou-se a viabilidade de pupas armazenadas por 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56 e 63 dias. O período ovo-adulto das pupas armazenadas aumentou significativamente com o aumento do tempo de armazenamento e a viabilidade das pupas diminuiu, sendo inferior a 1% após os 21 dias de armazenamento. Houve emergência apenas nos tratamentos onde as pupas foram armazenadas por 0, 7 e 14 dias. Para estes adultos emergidos, foram ofertados ovos de *E. heros* para parasitismo, permitido por 24h. A porcentagem de parasitismo foi superior 40% apenas na testemunha e a viabilidade do parasitismo não diferiu entre os tratamentos. O período ovo-adulto foi maior para a prole oriunda de pupas armazenadas a 7 e 14 dias e a razão sexual foi inferior (0,17) na prole oriunda das pupas armazenadas por 14 dias. Com relação ao armazenamento de adultos, casais foram mantidos a 5°C por 0, 2, 4 e 6 dias. Tanto machos quanto fêmeas mostraram-se tolerantes ao armazenamento, com taxas de sobrevivência superiores a 93% em ambos os casos. Para os aspectos biológicos da geração F₁, observou-se diferença no período ovo-adulto, que aumentou de acordo com o tempo de armazenamento dos adultos e na longevidade das fêmeas, que também foi maior conforme o armazenamento das mesmas. Com os resultados obtidos no presente estudo, é possível concluir que a melhor condição para armazenamento de ovos de *E. heros* para parasitismo de *T. podisi* é obtida com nitrogênio líquido (-196°C), que os ovos de *E. heros* retirados do nitrogênio líquido podem ser mantidos em geladeira (5°C) por até seis dias sem que os parâmetros biológicos de *T. podisi* sejam significativamente impactados. Além disso, verificou-se que o armazenamento de pupas de *T. podisi* à 5°C não é viável, pois interfere negativamente nos parâmetros biológicos da espécie e que o armazenamento de adultos à 5°C por até 6 dias não impacta negativamente os parâmetros biológicos de *T. podisi*.

Palavras-chave: baixas temperaturas; criação massal; controle biológico.

***Telenomus podisi* (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE) STORAGE AND ITS HOST *Euschistus heros* (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)**

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the storage of *Euschistus heros* (Fabricius, 1974) (Hemiptera: Pentatomidae) eggs and of pupae and adults of *Telenomus podisi* (Ashmead, 1893) (Hymenoptera: Platygastridae) under different conditions. The bioassays were carried out at Embrapa-Soja's Entomology Laboratories. Influence of *E. heros* storage eggs in freezer (-20°C), ultrafreezer (-80°C) and liquid nitrogen (-196°C) for 20, 40, 50 and 70 days in a factorial design were studied, being three temperatures and four periods, at biological parameters of *T. podisi*. Eggs stored under different conditions were offered to individualized parasitoid females for subsequent evaluations. For parasitism percentage, there was statistical interaction between the factors, showing that the highest parasitism occurred on the eggs stored for 70 days at -196°C. The higher storage temperature, -20°C, significantly diminished the parasitoids emergence when the egg-adult period increased. Viability of *E. heros* eggs previously stored in liquid nitrogen and later maintained at 5°C (refrigerator) for periods ranging from 0 to 9 days was also verified. Egg-adult period, parasitism percentage and its viability were altered according to the maintenance time at 5°C, and it was viable to maintain the eggs in a refrigerator for up to 6 days. In relation to *T. podisi* storage, viability of pupae stored for 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56 and 63 days was tested. The egg-adult period of the pupae stored increased significantly with increasing storage time and the viability of the pupae decreased, being less than 1% after 21 days of storage. There was emergency only in the treatments where the pupae were stored for 0, 7 and 14 days. For these emerged adults, *E. heros* eggs were offered for parasitism, allowed for 24 hours. The parasitism percentage was 40% higher only in the control and the viability of parasitism did not differ between treatments. The egg-adult period was higher for the offspring from pupae stored at 7 and 14 days and the sex ratio was lower (0.17) in the offspring from the pupae stored for 14 days. Regarding to adults storage, couples were kept at 5°C for 0, 2, 4 and 6 days. Both males and females were tolerant to storage, with survival rates above 93% in both cases. For the biological aspects of the F1 generation, a difference was observed in the egg-adult period, which increased according to the adults storage time and the longevity of the females, which was also higher according to their storage. With the results obtained in this study, it is possible to conclude that the best condition for storage of *E. heros* eggs for parasitism of *T. podisi* is obtained with liquid nitrogen (-196°C), that the eggs of *E. heros* removed from the liquid nitrogen can be kept in a refrigerator (5°C) for up to six days without the biological parameters of *T. podisi* being significantly impacted. In addition, storage of *T. podisi* pupae at 5 ° C is not feasible because it interferes negatively with the biological parameters of the species and storage of adults at 5 ° C for up to 6 days does not negatively impact the biological parameters of *T. podisi*.

Key-words: low temperatures; Mass creation; biological control.

3.1 INTRODUÇÃO

A busca por alternativas ao uso excessivo de agrotóxicos vem aumentando nos últimos anos (MÉLO-FILHO; GUENTHER, 2015; SOUZA; LOPES; SARCINELLI, 2015). Entre as opções mais sustentáveis de manejo de pragas está o controle biológico aplicado (CBA) com liberações inundativas de inimigos naturais, entre os quais, os parasitoides de ovos merecem destaque por atuarem na fase de ovo, estágio de desenvolvimento anterior a ocorrência de injúrias na lavoura (QUERINO; SILVA; ZUCCHI, 2016; VALENTE et al., 2016).

Para que programas de CBA sejam bem sucedidos, existe a necessidade da criação massal dos agentes de controle biológico, de forma eficiente e com baixo custo (CORRÊA-FERREIRA; MOSCARDI, 1993), durante todo o ano, pois interrupções na criação impossibilitariam que, em curto prazo, os níveis requeridos para atender as liberações em campo fossem retomados (PRATISSOLI et al., 2003). Neste contexto, uma das adversidades encontradas para a continuidade das criações é o ciclo rápido dos insetos associado ao período de vida curto dos mesmos, o que reduz drasticamente o tempo para sua utilização, conhecido como “tempo de prateleira” (MACEDO; MARACAJÁ; BEZERRA, 2006)

Um dos principais obstáculos para o aumento do “tempo de prateleira” é o desconhecimento de técnicas apropriadas de armazenamento dos inimigos naturais (parasitoides) assim como de seus hospedeiros (LÓPEZ; BOTTO, 2005; DOETZER; FOERSTER, 2007). Neste contexto o estudo de técnicas apropriadas para o armazenamento em baixas temperaturas é de grande interesse teórico e prático, pois poderia propiciar o aumento desse “tempo de prateleira” o que pode representar a diferença entre a viabilidade e inviabilidade econômica do programa de CBA (MACEDO; MARACAJÁ; BEZERRA, 2006; CARVALHO et al., 2008; COLINET; BOIVIN, 2011).

Entre as diferentes espécies de parasitoides de ovos, *Telenomus podisi* (Ashmead, 1893) (Hymenoptera: Platygasteridae) é um microhimenóptero já registrado parasitando ovos de inúmeros pentatomídeos pragas (CORRÊA-FERREIRA; MOSCARDI, 1995) e apresenta elevada capacidade de busca por seus hospedeiros (ORR, 1988). Atualmente este agente de controle biológico é multiplicado em ovos de hospedeiros naturais como *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae), o que é um processo oneroso e que aumenta, demasiadamente, o custo de produção. Assim, a fim de reduzir esses

custos e atender à grande demanda de parasitoides necessária para liberações em campo, técnicas de armazenamento do hospedeiro (*E. heros*) e de pupas e adultos do parasitoide (*T. podisi*) são importantes para utilização deste agente de controle biológico em campo, de forma economicamente viável (BERNARDO et al., 2008). Estudos iniciais de armazenamento de *T. podisi* (NAKAMA, FOERSTER, 2001), assim como de ovos de *E. heros* (FAVETTI, BUTNARIU, DOETZER, 2014) foram realizados, mostrando resultados promissores à otimização da criação massal. Entretanto, estudos adicionais, como os realizados no presente trabalho, são importantes para verificar a real possibilidade de armazenamento dos organismos em diferentes condições sem alteração das características biológicas.

É importante salientar que o armazenamento pode causar danos tanto ao hospedeiro quanto ao parasitoide, interferindo na qualidade dos insetos produzidos (COLINET; BOIVIN, 2011). Estes danos dependem da temperatura adotada e da duração da exposição a esse fator (LYSYK, 2004) o que precisa ser detalhadamente avaliado. Essa avaliação da qualidade dos insetos produzidos após o seu armazenamento a baixa temperatura pode ser feita através do estudo de parâmetros biológicos e reprodutivos como parasitismo, emergência, longevidade, fecundidade e número de indivíduos viáveis em sua prole. Assim, este trabalho objetivou avaliar o armazenamento de ovos de *E. heros* e de pupas e adultos de *T. podisi* em diferentes condições através do estudo de parâmetros biológicos e reprodutivos de *T. podisi*, com o intuito de otimizar a criação massal deste parasitoide em laboratório.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 CRIAÇÃO E MANUTENÇÃO DO HOSPEDEIRO *E. HEROS* E DO PARASITOIDE DE OVOS *T. PODISI*

Os percevejos foram criados em salas climatizadas (temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 14/10 h C/E) no Laboratório de Criação de Percevejos da Embrapa-Soja. Conforme metodologia descrita por Corrêa-Ferreira (1985), os espécimes (machos e fêmeas) foram acondicionados em gaiolas de plástico, onde receberam como alimentação vagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), grãos de soja (*Glycine max* L.), amendoim-cavalo (*Arachis hypogaea* L.), sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) e frutos de ligustro (*Ligustrum lucidum* Ainton), renovada a cada 48 h. Dentro das gaiolas era oferecido aos percevejos um tecido branco de algodão (30 cm x 10 cm) para oviposição. Os ovos retirados deste tecido eram direcionados para a criação de manutenção

dos percevejos ou armazenados em galões de nitrogênio líquido (-196°C) para posterior utilização na criação dos parasitoides ou nos bioensaios.

Os parasitoides de ovos *T. podisi* foram multiplicados no Laboratório de Parasitoides da Embrapa-Soja, em salas climatizadas (temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 14/10 h C/E). Para a criação, foram utilizados potes plásticos, onde foi acondicionada uma cartela de papel cartão branco, contendo os ovos de *E. heros*, oferecida aos parasitoides para parasitismo. Para alimentação dos espécimes, gotículas de mel foram disponibilizadas na parede das gaiolas, que foram vedadas com filme plástico para evitar a fuga dos insetos.

3.2.2 EFICIÊNCIA DO ARMAZENAMENTO DE OVOS DE *E. HEROS* A BAIXAS TEMPERATURAS PARA POSTERIOR MULTIPLICAÇÃO DE *T. PODISI*

O presente estudo foi dividido em dois bioensaios: o primeiro objetivou avaliar o armazenamento de ovos de *E. heros* em diferentes condições de temperatura e tempo de armazenamento e o segundo, verificar a viabilidade dos ovos de *E. heros* mantidos em geladeira (5°C) após o armazenamento em nitrogênio líquido (-196°C), o que é usualmente necessário nas atividades diárias da criação de insetos, visto que nem todos os ovos retirados do armazenamento em nitrogênio líquido são imediatamente utilizados.

3.2.2.1 BIOENSAIO 1: ARMAZENAMENTO DE OVOS DE *E. HEROS* EM DIFERENTES TEMPERATURAS E TEMPOS DE ARMAZENAMENTO

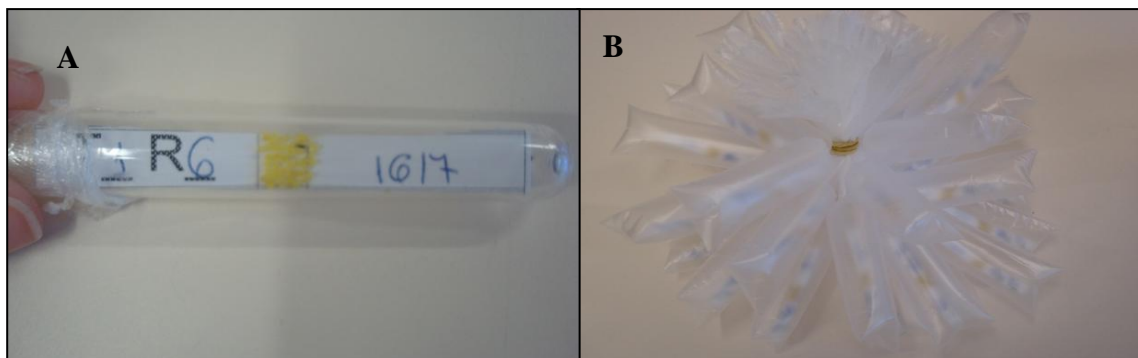
O experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado, no esquema fatorial 3 x 4, sendo 3 temperaturas (-196°C, -80°C, e -20°C) e 4 períodos de armazenamento (20, 40, 50 e 70 dias), com quatro repetições, cada uma composta por dez fêmeas individualizadas (n=40 fêmeas/tratamento). O armazenamento dos ovos a -196°C ocorreu em galões de nitrogênio líquido, a -80°C em ultra-freezer, e a -20°C em freezer comum. Para cada tratamento (temperatura x período de armazenamento) foi utilizada aproximadamente 1g (2000 ovos) de ovos do percevejo, os quais foram armazenados em papel alumínio.

Fêmeas de *T. podisi* provenientes da criação descrita anteriormente (item 3.2.1), previamente acasaladas (após 48h de emergência), foram individualizadas em tubos de acrílico do tipo Duran (1 cm de diâmetro x 6 cm de altura) que continham uma gotícula de

mel para alimentação. Cada fêmea recebeu em média 25 ovos de *E. heros* (previamente armazenados de acordo com os tratamentos), sendo estes colados com cola branca em cartelas de 0,8 cm x 5 cm de cartolina branca (Figura 3.1A). Os ovos permaneceram disponíveis para o parasitismo das fêmeas do parasitoide por 24h, sendo retirados após este período e transferidos para sacos plásticos (4 cm de diâmetro x 23 cm de altura) (Figura 3.1B) onde permaneceram até emergência.

As fêmeas parentais permaneceram nos tubos Duran até a morte e, tanto as fêmeas quanto as cartelas com ovos parasitados foram mantidas nas mesmas condições (temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 14/10 h C/E). Os parâmetros avaliados foram: a porcentagem de parasitismo dos ovos de *E. heros* armazenados, o período de desenvolvimento ovo-adulto (dias) de *T. podisi* nos ovos de *E. heros* armazenados, a emergência (%) de *T. podisi* dos ovos de *E. heros* armazenados e a razão sexual de *T. podisi* oriundos dos ovos de *E. heros* armazenados.

Figura 3.1 - Condução de ensaio de parasitismo de ovos de *Euschistus heros* por *Telenomus podisi* em condições ambientais controladas (temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 14/10 h C/E)



Legenda: A) Tubos do tipo Duran contendo uma fêmea de *T. podisi* e uma cartela com ovos de *E. heros* para parasitismo; B) Sacos plásticos para acondicionamento das cartelas com ovos de *E. heros* após o parasitismo por *T. podisi* (Foto: Gabriela V. Silva).

3.2.2.2 BIOENSAIO 2: VIABILIDADE DOS OVOS DE *E. HEROS* MANTIDOS EM TEMPERATURA DE GELADEIRA (5°C) APÓS O ARMAZENAMENTO EM NITROGÊNIO LÍQUIDO (-196°C)

O experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado com onze tratamentos e cinco repetições, cada uma composta por aproximadamente 40 ovos oferecidos por fêmea individualizada ($n=25$ fêmeas/tratamento). Frações de aproximadamente 1g (2000 ovos) de ovos de *E. heros* provenientes da criação de

percevejo (item 3.2.1), foram armazenadas em galões de nitrogênio líquido por 60 dias. Decorrido este tempo de armazenamento, os ovos foram transferidos para BOD regulada a temperatura de geladeira (temperatura de $5 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 14/10 h C/E) onde ficaram por diferentes períodos, totalizando os onze tratamentos, sendo: 1) Ovos frescos; 2) Ovos recém retirados do galão de nitrogênio líquido; 3) Ovos armazenados a 5°C por 1 dia; 4) Ovos armazenados a 5°C por 2 dias; 5) Ovos armazenados a 5°C por 3 dias; 6) Ovos armazenados a 5°C por 4 dias; 7) Ovos armazenados a 5°C por 5 dias; 8) Ovos armazenados a 5°C por 6 dias; 9) Ovos armazenados a 5°C por 7 dias; 10) Ovos armazenados a 5°C por 8 dias; 11) Ovos armazenados a 5°C por 9 dias. A metodologia de avaliação e parâmetros biológicos avaliados foram os mesmos descritos anteriormente para o bioensaio um (item 3.2.2.1).

3.2.3 INFLUÊNCIA DO ARMAZENAMENTO DE PUPAS E ADULTOS DE *T. PODISI* NOS PARÂMETROS BIOLÓGICOS DO PARASITOIDE

O estudo foi dividido em dois bioensaios (bioensaios 3 e 4), sendo o primeiro (bioensaio 3) para avaliação da influência do armazenamento de pupas nos parâmetros biológicos de *T. podisi* e, o segundo (bioensaio 4), para avaliação dos parâmetros biológicos de adultos de *T. podisi* após passarem por diferentes períodos de armazenamento, ambos avaliando também as alterações na geração subsequente do parasitoide (F_1).

3.2.3.1 BIOENSAIO 3: INFLUÊNCIA DO ARMAZENAMENTO DE PUPAS DE *T. PODISI* NOS PARÂMETROS BIOLÓGICOS DO PARASITOIDE

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com dez tratamentos e cinco repetições (cada uma composta por 80 pupas de *T. podisi*). As pupas (ovos de *E. heros* treze dias após o parasitismo por *T. podisi*) foram coladas em cartelas de cartolina branca, posteriormente acondicionadas em tubos de vidro de fundo chato (2 cm de diâmetro x 8 cm de altura), vedados com filme plástico e armazenadas em câmara climatizada (BOD) a temperatura de $5 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 14/10 h C/E.

A cada sete dias, durante dez semanas, cinco tubos eram retirados do armazenamento e transferidos para uma segunda câmara climatizada (BOD) regulada a temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 14/10 h C/E, para avaliação da emergência dos parasitoides e sua razão sexual. Portanto, os tratamentos

avaliados foram: 1) 0 dias de armazenamento à 5°C (testemunha); 2) 7 dias de armazenamento à 5°C; 3) 14 dias de armazenamento à 5°C; 4) 21 dias de armazenamento à 5°C; 5) 28 dias de armazenamento à 5°C; 6) 35 dias de armazenamento à 5°C; 7) 42 dias de armazenamento à 5°C; 8) 49 dias de armazenamento à 5°C; 9) 56 dias de armazenamento à 5°C e 10) 63 dias de armazenamento à 5°C.

Foram armazenadas 200 pupas a mais por tratamento para avaliação do efeito do armazenamento de pupas sobre a biologia da geração F₁ de *T. podisi*. Para este teste, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três tratamentos (0, 7, 14, dias de armazenamento de pupas) e quatro repetições, cada uma composta por cinco fêmeas (n=20 fêmeas/tratamento). Os parâmetros avaliados foram a longevidade e porcentagem de parasitismo das fêmeas parentais e a porcentagem de emergência e período ovo-adulto da geração F₁. Estes parâmetros não foram avaliados nos outros tratamentos (21, 28, 35, 42, 49, 56 e 63 dias) devido à indisponibilidade de fêmeas em decorrência da morte das pupas armazenadas.

3.2.3.2 BIOENSAIO 4: PARÂMETROS BIOLÓGICOS DE ADULTOS DE *T. PODISI* APÓS DIFERENTES PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e nove repetições, cada uma composta por nove casais de *T. podisi*. Os casais, provenientes da criação (item 3.2.1), 48 h após a emergência, foram acondicionados em tubos de vidro de fundo chato (2 cm de diâmetro x 8 cm de altura), onde receberam uma gotícula de mel para alimentação. Os tratamentos equivalem ao tempo de armazenamento dos adultos à 5°C em BOD regulada a temperatura de $5 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 14/10 h C/E, sendo: 1) 0 dias de armazenamento à 5°C (testemunha); 2) 1 dia de armazenamento à 5°C; 3) 2 dias de armazenamento à 5°C; 4) 3 dias de armazenamento à 5°C; 5) 4 dias de armazenamento à 5°C; 6) 5 dias de armazenamento à 5°C. A cada 24 h as repetições referentes a cada tratamento (9 tubos) eram transferidas para câmara climatizada (BOD) regulada a temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 14/10 h C/E para avaliação da mortalidade dos machos e fêmeas de *T. podisi*.

Aproximadamente 30 fêmeas a mais por tratamento foram utilizadas para avaliar a influência do armazenamento de adultos na geração F₁ de *T. podisi*. A oferta de ovos seguiu a mesma metodologia descrita no bioensaio 3 (item 3.2.3.1.) e os parâmetros avaliados

foram: longevidade e porcentagem do parasitismo das fêmeas parentais, e emergência, período ovo-adulto e razão sexual da geração F_1 .

3.2.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os resultados dos diferentes ensaios foram submetidos às análises exploratórias para avaliar as pressuposições de normalidade dos resíduos (SHAPIRO; WILK, 1965), a homogeneidade de variância dos tratamentos e a aditividade do modelo (BURR, FOSTER, 1972) para permitir a aplicação da ANOVA. As médias foram comparadas pelo teste F ou teste de Tukey ($p \leq 0,05$) (SAS Institute 2009).

3.3 RESULTADOS

3.3.1 EFICIÊNCIA DO ARMAZENAMENTO DE OVOS DE *E. HEROS* A BAIXAS TEMPERATURAS PARA POSTERIOR MULTIPLICAÇÃO DE *T. PODISI*

3.3.1.1 BIOENSAIO 1: ARMAZENAMENTO DE OVOS DE *E. HEROS* EM DIFERENTES TEMPERATURAS E TEMPOS DE ARMAZENAMENTO

Verificou-se a interação entre os fatores temperatura e tempo de armazenamento (dias) em relação à porcentagem de ovos armazenados de *E. heros* que foram parasitados por *T. podisi* (Tabela 3.1). No menor tempo de armazenamento (20 dias) a porcentagem de parasitismo foi maior à -80°C (Tabela 3.1). Diferentemente, com tempos de armazenamento mais prolongados (40 a 70 dias) as temperaturas de armazenamento inferiores de -196°C e -80°C se mostram mais adequadas para a conservação dos ovos de *E. heros* para posterior parasitismo por *T. podisi* (Tabela 3.1). A menor taxa de parasitismo foi observada quando os ovos foram armazenados pelo maior tempo de armazenamento (70 dias) na maior temperatura (-20°C , congelador) (Tabela 3.1).

Para os demais parâmetros avaliados (o período de desenvolvimento ovo-adulto de *T. podisi* nos ovos de *E. heros* armazenados, a emergência (%) de *T. podisi* dos ovos de *E. heros* armazenados e a razão sexual de *T. podisi* oriundos dos ovos de *E. heros* armazenados) não se observou interação entre a temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e o tempo de armazenamento (dias) (Tabela 3.2). Em relação à temperatura, a emergência de *T. podisi* em ovos armazenados a -20°C (46,59%) foi menor comparada àqueles armazenados a -80°C e -

196°C (60,03 e 65,70%, respectivamente). Já para a razão sexual da prole, a temperatura de armazenamento dos ovos não influenciou nos resultados, diferentemente para o período ovo-adulto, que se mostrou maior (14,27 dias) para ovos armazenados a -20°C e menor para aqueles armazenados a -196°C (13,47 dias) (Tabela 3.2). Quanto ao tempo de armazenamento dos ovos de *E. heros* para posterior parasitismo de *T. podisi*, verificou-se que nenhum dos tratamentos influenciou nos aspectos biológicos avaliados (Tabelas 3.2).

3.3.1.2 BIOENSAIO 2: VIABILIDADE DOS OVOS DE *E. HEROS* MANTIDOS EM TEMPERATURA DE GELADEIRA (5°C) APÓS O ARMAZENAMENTO EM NITROGÊNIO LÍQUIDO (-196°C)

É possível verificar que o tempo de armazenamento de ovos de *E. heros* a 5°C, após estes terem sido retirados do nitrogênio líquido (-196°C), interfere nos parâmetros biológicos de *T. podisi* (Tabela 3.3). A porcentagem de parasitismo variou entre os tratamentos, sendo os maiores valores observados nos menores tempos de armazenamento avaliados, um e dois dias, com 54,29% e 49,36%, respectivamente.

Para a duração da fase ovo-adulto, os ovos frescos propiciaram o menor tempo de desenvolvimento, 12,8 dias, comparado com aqueles que ficaram armazenados, havendo variação de 13,36 a 14,79 dias entre os ovos imediatamente retirados no nitrogênio líquido e os que ficaram armazenados a 5°C por até 9 dias. O único parâmetro que não apresentou diferença entre os tratamentos foi a razão sexual da prole (Tabela 3.3).

3.3.2 INFLUÊNCIA DO ARMAZENAMENTO DE PUPAS E ADULTOS DE *T. PODISI* NOS PARÂMETROS BIOLÓGICOS DO PARASITOIDE

3.3.2.1 BIOENSAIO 3: INFLUÊNCIA DO ARMAZENAMENTO DE PUPAS DE *T. PODISI* NOS PARÂMETROS BIOLÓGICOS DO PARASITOIDE

O armazenamento de pupas de *T. podisi* interferiu de forma significativa no período ovo-adulto e na viabilidade das pupas armazenadas (Tabela 3.4). O maior período ovo-adulto, desconsiderando-se o período de armazenamento, foi observado para as pupas armazenadas por 28 dias, seguido das pupas armazenadas por 21 dias, que foram de 22 e 18 dias respectivamente. Para as pupas armazenadas por 0, 7 e 14 dias o período ovo adulto não diferiu (Tabela 3.4). A porcentagem de parasitismo das pupas armazenadas a 7 e 14 dias não diferiu, sendo de 23,15 e 24,13% respectivamente, comparadas a da testemunha (42,86%). A

viabilidade deste parasitismo não diferiu entre os tratamentos, assim como a longevidade das fêmeas parentais (Tabela 3.4).

A emergência dos parasitoides não diferiu entre as pupas armazenadas por 7 dias em relação a testemunha, apresentando 40,54 e 45,29% de emergência respectivamente. Já, a partir daquelas armazenadas por 14 dias, houve redução da porcentagem de emergência (Tabela 3.4). Os aspectos biológicos referentes à progênie das pupas armazenadas foram passíveis de avaliação apenas até o 14º dia de armazenamento, pois as fêmeas provenientes de pupas armazenadas 21 e 28 dias morreram imediatamente após a emergência. Já a razão sexual da geração F1 foi inferior quando o armazenamento das pupas se deu por 14 dias (0,17), comparado a testemunha (0,86) e ao armazenamento por 7 dias (0,82) (Tabela 3.4).

3.3.2.2 BIOENSAIO 4: PARÂMETROS BIOLÓGICOS DE ADULTOS DE *T. PODISI* APÓS DIFERENTES PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO

Em relação aos adultos de *T. podisi*, a sobrevivência de machos e fêmeas ao longo do tempo não foi influenciada pelo armazenamento a 5°C, mostrando-se sempre superior a 93% para ambos os sexos (Tabela 3.5).

Quanto à progênie de adultos de *T. podisi* armazenados a 5°C, o período ovo-adulto mostrou-se maior quando os adultos que deram origem a prole foram armazenados por 6 dias comparados àqueles não armazenados (13,67 e 12,94 dias respectivamente). Já a razão sexual não diferiu entre as proles dos adultos armazenados por diferentes períodos, assim como o parasitismo e a porcentagem de emergência para cada tratamento. As fêmeas armazenadas por 4 dias apresentaram a maior longevidade (30,40 dias) comparadas as testemunhas (22,5 dias) (Tabela 3.6).

3.4 DISCUSSÃO

Diversos fatores bióticos e abióticos exercem influência sobre os aspectos biológicos dos parasitoides, interferindo em sua eficiência (MCDUGALL; MILLS, 1997; THOMSON; HOFFMANN, 2002). Em relação aos testes de armazenamento de ovos do hospedeiro *E. heros* realizados como forma de possibilitar quantidade suficiente de inimigos naturais quando necessário, verificou-se que tanto a temperatura quanto o tempo de armazenamento interferem na qualidade dos ovos e desenvolvimento do parasitoide, assim como relatado por outros autores para diferentes ovos hospedeiros (GAUTAM, 1986;

CORRÊA-FERREIRA; OLIVEIRA 1998; ALBUQUERQUE et al., 2000, FAVETTI; BUTNARIU; DOETZER, 2014).

Observou-se que o nitrogênio líquido (-196°C) e ultrafreezer (-80°C) foram melhores para o armazenamento em relação, principalmente, ao parasitismo de *T. podisi*. Entretanto, na avaliação geral dos parâmetros biológicos, o nitrogênio líquido mostrou-se melhor para o armazenamento. É importante salientar que, mesmo obtendo médias de parasitismo que não ultrapassam os 65% em todos os tratamentos, ao observar o número que ovos parasitados, vê-se uma maior quantidade do que o relatado na literatura (PACHECO, CORRÊA-FERREIRA 2000).

Trabalhos realizados por outros autores que mostram que ovos de *E. heros* mantidos em nitrogênio líquido por até 6 meses são viáveis ao parasitismo de *T. podisi* (FAVETTI; BUTINARIU; DOETZER, 2014), assim como ovos de *Graphsoma lineatum* (Linnaeus, 1758.) (Hemiptera: Pentatomidae) são viáveis ao parasitismo de *Trissolcus simoni* (Mayr, 1879) (Hymenoptera: Platygasteridae) após cinco anos de armazenamento em nitrogênio líquido (GENNADIEV; KHLISTOVSKII, 1980). Características biológicas de *T. podisi* também foram observadas em ovos de *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) (Hemiptera: pentatomidade) armazenados em baixas temperaturas, mostrando a viabilidade destes quanto ao parasitismo e alta taxa de emergência dos parasitoides (CINGOLANI; GRECO; LILJESTROM, 2015).

Não foi observada interação entre temperatura e tempo de armazenamento de ovos de *E. heros* para outras variáveis biológicas de *T. podisi*, sendo a viabilidade do parasitismo, a razão sexual e o período ovo-adulto o mesmo para todos os períodos de armazenamento testados. Já o armazenamento a -20°C se mostrou desfavorável à viabilidade do parasitismo assim como para o período de desenvolvimento do parasitoide, sendo maior nesta temperatura. Zhenwey e Qiyao (1988) citam que é provável que o armazenamento de ovos a temperaturas muito baixas, prejudique a qualidade nutricional do hospedeiro, o que leva o parasitoide a se desenvolver mais lentamente. Entretanto, as temperaturas estudadas por estes autores foram positivas, o que justifica a diferença encontrada no presente estudo, onde as temperaturas mais baixas (negativas) se mostraram mais favoráveis ao armazenamento.

Corrêa-Ferreira e Moscardi (1993) observaram que de maneira geral o tempo para desenvolvimento de *Trissolcus basalis* (Wollaston, 1958) (Hymenoptera: Platygasteridae) em ovos congelados de *Nezara viridula* (Linneus, 1758) (Hemiptera: Pentatomidae) é maior que o de espécimes desenvolvidos em ovos fresco, fato também

observado no presente trabalho. Entretanto, o período ovo-adulto, mesmo sendo maior quando o armazenamento foi feito a -20°C , está de acordo com o observado para a espécie em diferentes condições (CORRÊA-FERREIRA, 1993; SILVA et al., 2014). Além disso, em casos de aumento do período ovo-adulto de parasitoides oriundos de ovos armazenados em criações massais, o tempo excedido pode ser compensado com o aumento de temperatura nas salas de criação, favorecendo o rápido desenvolvimento.

Para eventuais excedentes de ovos retirados do armazenamento em nitrogênio líquido, uma opção ao descarte é a manutenção destes em ambiente refrigerado (geladeira), que apresenta temperatura variável, em torno dos 5°C . Os resultados deste estudo mostram que os ovos após retirados do nitrogênio líquido podem ser armazenados em geladeira por até 6 dias sem comprometimento da qualidade do mesmo para o desenvolvimento do parasitoide. Entretanto, quanto mais tempo mantidos nestas condições, menos adequados os ovos se tornam, interferindo negativamente nos aspectos biológicos de *T. podisi*. Os dados relacionados a estas condições são escassos na literatura, mas infere-se que a qualidade nutricional dos ovos decresce com o passar do tempo. Segundo Roitberg, Boivin, Vet (2001) a adequação nutricional do hospedeiro é extremamente importante para os parasitoides, sendo que hospedeiros não adequados afetam, diretamente, características como o desenvolvimento, mortalidade, longevidade e fecundidade.

Ainda, segundo Foerster e Doetzer (2006), o armazenamento prolongado reduz a emergência do parasitoide devido aos efeitos da nutrição e respiração insuficiente, alteração da dureza e espessura das estruturas do hospedeiro, além de mudanças no teor de água do hospedeiro armazenado. Em relação a geração F_1 oriundas de pupas armazenadas, apenas a razão sexual obtida não diferiu, mas pode-se observar que o período ovo-adulto, a porcentagem de parasitismo e a emergência dos parasitoides foram favoráveis até o 2º dia de armazenamento.

Além do hospedeiro, o armazenamento do parasitoide também pode ser uma importante ferramenta para a otimização de programas de CBA, devendo-se considerar além do período de armazenamento, a fase em que os insetos serão armazenados. Segundo Carvalho et al. (2008), massas de pupas de *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891) (Hymenoptera: Braconidae) podem ser armazenadas antes da emergência. Para *T. basalis* e *T. podisi*, diferenças significativas foram observadas quando armazenados no início ou final da fase pupal em relação a sua sobrevivência (FOERSTER; NAKAMA, 2002), o que pode ser explicado pelo gasto energético, ou seja, os parasitoides armazenados no início da fase pupal

gastam mais energia para completar seu desenvolvimento, apresentando menor longevidade (FOERSTER; DOETZER; CASTRO, 2004).

A viabilidade das pupas é fator essencial para a avaliação do armazenamento (PEREIRA et al., 2009). O presente estudo mostrou que o armazenamento de pupas de *T. podisi* não é viável à 5°C nos períodos testados, assim como já observado para as temperaturas de 12°C e 15°C (FOERSTER; DOETZER; CASTRO, 2004). Embora parte dos parâmetros biológicos analisados não tenha mostrado diferença entre os tratamentos, o período ovo-adulto, a viabilidade das pupas armazenadas e a porcentagem de parasitismo foram significativamente menores conforme o maior tempo de armazenamento. Este fato pode estar relacionado ao prolongamento do tempo de armazenamento e conseqüente paralisação das funções vitais dos parasitoides e até mesmo ao esgotamento de energia durante este período.

Para as pupas armazenadas por mais de 14 dias a 5°C, não foi observado parasitismo, embora tenha ocorrido emergência, o que pode ser explicado pelo fato de que as pupas armazenadas por períodos maiores gastam mais energia para o desenvolvimento, diminuindo assim atividades posteriores como o parasitismo. Fato semelhante foi constatado por Foerster, Doetzer e Castro, (2004) para fêmeas de *T. podisi*, que não parasitaram ovos de *E. heros* quando armazenadas por longos períodos a 15°C. Quanto aos parâmetros relacionados à geração F₁, observa-se que o período ovo-adulto aumentou com o armazenamento dos ovos, o que já foi verificado para outras espécies (TEZZE; BOTTO, 2004). Porém, o aumento pode ser desconsiderado por ser menor que um dia, comparado as condições normais de desenvolvimento.

O parasitismo das fêmeas foi significativamente reduzido de acordo com o aumento do tempo de armazenamento, o que pode estar relacionada à menor fecundidade. Tal fato foi verificado para o parasitoide *Telenomus evanescens* (Westwood, 1937) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) provenientes de pupas armazenadas a mais de três semanas a 4°C (AYVAZ et al. 2008), assim como para *Trichogramma oleae* (Voegelé e Pointel, 1979) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) armazenadas por 3 semanas a 4°C (GHARBI, 2014). A razão sexual também foi significativamente reduzida na prole das fêmeas que foram armazenadas por mais tempo quando pupas, mostrando assim que este período de armazenamento é menos viável, sendo a razão sexual alta considerada como fator importante para programas de CBA (NAVARRO, 1998).

De acordo com Foerster, Doetzer e Castro (2004), a fase adulta dos parasitoides é a mais favorável ao armazenamento, visto que muitas espécies apresentam

diferentes maneiras de dormência em estações/períodos mais frios quando adultos (MANSINGH, 1971), o que corrobora com o presente estudo. Ou seja, o armazenamento da fase adulta é o mais adequado para *T. podisi*, garantindo maiores possibilidades no que diz respeito ao período de liberação em campo. Segundo Gardner et al., (2012) o armazenamento de adultos também fornece flexibilidade na produção massal.

De acordo com López e Botto, (2005), as condições adequadas para o armazenamento de parasitoides variam de acordo com diversos fatores. Com os resultados obtidos no presente trabalho pode-se concluir que os adultos são, de fato, mais resistentes ao armazenamento quando comparados as pupas. A porcentagem do parasitismo manteve-se, independente do tempo de armazenamento, assim como a emergência dos parasitoides, sempre superior a 70%.

A longevidade dos adultos foi afetada pelo armazenamento, sendo proporcional ao maior tempo de exposição à baixa temperatura. Da mesma forma, o período ovo-adulto também diferiu de acordo com o maior tempo de armazenamento, mas manteve-se dentro do esperado para a espécie (CORRÊA-FERREIRA, 1993; SILVA et al., 2014). Em relação à sobrevivência dos adultos armazenados, não foram observadas diferenças entre machos e fêmeas, sendo esta superior a 90% em todas as situações. Resultados diferentes foram observados para *Telenomus remus* (Nixon, 1937) (Hymenoptera: Platygasteridae), onde as fêmeas mostram-se mais resistentes ao armazenamento (QUEIROZ et al., 2017). Entretanto, é importante ressaltar que o potencial biótico de cada espécie pode interferir nos resultados obtidos pelo armazenamento (LÓPEZ; BOTTO, 2005).

3.5 CONCLUSÃO

É possível concluir que: 1) as temperaturas de -80°C e -160°C fornecem melhores condições de armazenamento de ovos de *E. heros* 2) Ovos de *E. heros* retirados do nitrogênio líquido podem ser mantidos em geladeira (5°C) por até seis dias sem que os parâmetros biológicos de *T. podisi* sejam significativamente impactados; 3) O armazenamento de pupas de *T. podisi* à 5°C não é viável, pois interfere negativamente nos parâmetros biológicos da espécie e; 4) O armazenamento de adultos à 5°C por até 6 dias não altera os parâmetros biológicos de *T. podisi*.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE et al. Viabilidade de ovos de *Nezara viridula* (L.) armazenados a baixas temperaturas para o parasitismo por *Trissolcus basal* (Woll.) (Woll.). **Acta Scientiarum**, Maringá, v.22, n.4, p. 963-967, jul. 2000.

AYVAZ, A. et al. Effects of cold storage, rearing temperature, parasitoid age and irradiation on the performance of *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Journal of Stored Products Research**, v. 44, n. 3, p. 232-240, 2008.

BERNARDO, U. et al. Effects of cold storage on *Thripobius javae* (= *T. semiluteus*) (Hymenoptera: Eulophidae). **Biological Sciences Technology**, v. 18, n. 9, p. 921- 933, dez. 2008.

CARVALHO, J. S. et al. Efeito do armazenamento de pupas de *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891) (Hymenoptera: Braconidae) em baixa temperatura. **Boletín de Sanidad Vegetal**, v. 34, n. 1, p. 21-26, dez. 2008.

CINGOLANI, M. F; GRECO, N. M.; LILJESTHRÖM, G. G. Cold-Storage of *Piezodorus guildinii* (Hemiptera: Pentatomidae) eggs for rearing *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygastridae). **Journal of Agricultural Science and Technology**, Tehran, v. 17, p.1507-1516, nov/dez. 2015.

COLINET, H.; BOIVIN, G. Insect parasitoids cold storage: a comprehensive review of factors of variability and consequences. **Biological Control**, v. 58, n. 2, p. 83-166, abr. 2011

CORRÊA-FERREIRA, B.S.; OLIVEIRA, M.C.N. Viability of *Nezara viridula* (L.) eggs for parasitism by *Trissolcus basal* (Woll.), under different storage techniques in liquid nitrogen. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.27, n.1, p.101-107, mar. 1998.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. Técnicas de armazenamento de ovos do percevejo-verde visando à multiplicação do parasitóide *Trissolcus basal* (Wollaston). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 11, p. 1247-1253, nov. 1993.

CORRÊA-FERREIRA, B. S. **Utilização do parasitóide de ovos *Trissolcus basal* (Wollaston) no controle de percevejos da soja**. Londrina: Embrapa/ CNPSoja, 1993. 40 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 11).

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. Seasonal occurrence and host spectrum of egg parasitoids associated with soybean stink bugs. **Biological Control**, n.5, p.196-202, jun. 1995.

CORRÊA-FERREIRA, B. S. **Criação massal do percevejo verde *Nezara viridula* (L.)**. Londrina: Embrapa/ CNPSoja, 1985. 16 p. (Doc. 11).

DOETZER, A. K; FOERSTER, L. A. Desenvolvimento, longevidade de reprodução de *Trissolcus basal* (Wollaston) e *Telenomus podisi* Ashmed. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.2, n. 36, p.233-242, mar/abr. 2007.

FAVETTI, B, M; BUTNARIU, A, R, DOETZER, A, K. Storage of *Euschistus heros* eggs (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) in liquid nitrogen for parasitization by *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Platygasteridae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 1, n. 43, p.291-293, jun. 2014.

FOERSTER, L A.; NAKAMA, P. A. Efeito da Estocagem em Baixa Temperatura na Capacidade Reprodutiva e Longevidade de *Trissolcus basal* (Wollaston) e *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 1, n. 31, p.115-120, mar. 2002.

FOERSTER, L. A.; DOETZER, A. K. Cold storage of the egg parasitoids *Trissolcus basal* (Wollaston) and *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae). **Biological Control**, v. 36, n. 2, p. 232-237, fev. 2006.

FOERSTER, L. A.; DOETZER, A. K.; CASTRO, L. C. F. de. Emergence, longevity and fecundity of *Trissolcus basal* and *Telenomus podisi* after cold storage in the pupal stage. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 9, p.841-845, set. 2004.

GARDNER, J. et al. Recurrent warming to improve cold storage of Trichogrammatids (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Biological Science Technician**, v. 22, n. 3, p. 261-270, jan. 2012.

GAUTAM, R.D. Effect of cold storage on the adult parasitoid *Telenomus remus* Nixon (Scelionidae: Hymenoptera) and the parasitized eggs of *Spodoptera litura* (Fabr.) (Noctuidae). **Journal of Entomology Research**, v. 10, p. 125–131, 1986.

GENNADIEV, V. G; KHLISTOVSKII, E. D. Long term cold storage of host eggs and reproduction in them of egg parasites of insect pest. **Biological Control**, 41: 314-319, 1980.

GHARBI, N. Influences of cold storage period and rearing temperature on the biological traits of *Trichogramma oleae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Tunisian Journal of Plant Protection**, v. 9, n. 2, p.143-153, 2014.

LÓPEZ, S. N.; BOTTO, E. Effect of cold storage on some biological parameters of *Eretmocerus corni* and *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae). **Biological Control**, v. 33, n. 2, p.123-130, maio. 2005.

LYSYK, T. J. Effects of cold storage on development and survival of three species of parasitoids (Hymenoptera: Pteromalidae) of house fly, *Musca domestica* L. **Environmental Entomology**, v. 33, n. 4, p. 823-831, abr. 2004.

MACEDO, L. P. M.; MARACAJÁ, P. B.; BEZERRA, C. E. S. Técnicas de armazenamento de ovos de insetos para programas de controle biológico. **Revista Verde**, v. 1, n. 1, p. 01-19, jan/jun. 2006.

MANSINGH, A. Physiological classification of dormancies in insects. **The Canadian Entomologist**, v.103, p.983-1009, jul.1971.

MCDOUGALL, S. J; MILLS, N. J. The influence of hosts, temperature and food sources on the longevity of *Trichogramma platneri*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 83, 195-203. maio.1997.

MÉLO-FILHO, L. R; GUENTHER, M. A resistência sistêmica induzida como alternativa sustentável ao uso de agrotóxicos. **Revista Agroambiente.**, v.8, n. Edição Especial, p. 27-38, jan/abr. 2015.

NAKAMA, P. A.; FOERSTER, L. A. Efeito da Alternância de Temperaturas no Desenvolvimento e Emergência de *Trissolcus basalis* (Wollaston) e *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae). **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 2, p.269-275, jun. 2001.

NAVARRO, A. M. *Trichogramma* spp.: producción, uso y manejo em Colombia. Guadalajara de Buga: **Impretec**, p.177, 1998

ORR, D. B. Scelionid wasps a biological control agents: a review. **Florida Entomologisty** 71: 506-527.1988.

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

- PEREIRA, F. F. et al. Reproductive performance of *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) with previously refrigerated pupae of *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae). **Brazil Journal of Biology**, v. 69, n. 3, p. 865-869, ago. 2009.
- PRATISSOLI, D. et al. Efeito do armazenamento de ovos de *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) nas características biológicas de três espécies de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Revista Ceres**, v. 50, n. 4, p. 95-105, 2003.
- QUEIROZ, A. P. et al. Low Temperature Storage of *Telenomus remus* (Nixon) (Hymenoptera: Platygasteridae) and its Factitious Host *Corcyra cephalonica* (Stainton) (Lepidoptera: Pyralidae). **Neotropical Entomology**. v. 46, n. 2, p.182-192. 2017.
- QUERINO, R. B., SILVA, N. N; ZUCCHI, R. A. Natural parasitism by *Trichogramma* spp. in agroecosystems of the Mid-North, Brazil. **Ciência Rural**, v. 46, n. 9, set, 2016.
- ROITBERG, B.D.; BOIVIN, G.; VET, L. E. M. Fitness, parasitoids, and biological control: An opinion. **Canadian Entomology**. n, 133, p. 429-438, maio. 2001.
- SAS Institute**. 2009. SAS/STAT: user's guide. Version 9.2. Cary, NC.
- SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete sample). **Biometrika** , v. 52, n. 3, p. 591-611, 1965.
- SILVA, G. V. et al. No impact of Bt soybean that express Cry1Ac protein on biological traits of *Euschistus heros* (Hemiptera, Pentatomidae) and its egg parasitoid *Telenomus podisi* (Hymenoptera, Platygasteridae). **Revista Brasileira de Entomologia**. v. 58, n. 3, p.285-290. jul/set. 2014.
- SOUZA, D. S., LOPES, R. M; SARCINELLI, P. N. de. Educational intervention in exposure to pesticides: an integrative review. **Revista Trabalho e Educação**. v. 24, n. 2, p.247-265. maio/ago. 2015
- TEZZE, A. A.; BOTTO, E. N. Effect of cold storage on the quality of *Trichogramma nerudai* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Biological Control**, v. 30, n. 1, p.11-16, maio. 2004.
- THOMSON, L. J; HOFFMANN, A. A. Laboratory fecundity as predictor of field success in *Trichogramma carverae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 95, n. 5, p.912-917, out. 2002.

VALENTE et al. Desempenho de *Trichogramma galloi* sobre ovos de *Diatraea* spp. (Lepidoptera: Crambidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira.**, v. 51, n. 4, p.293-300, abr. 2016.

ZHENWEI, H.; QIYAO, X. Studies on frozen storage of eggs of rice moth and oak silkworm. In: International Symposium On *Trichogramma* And Other Parasites, 2, Guanzhou, 1986. Paris: **INRA**, 1988. p.325- 338. (Les colloques de l' INRA, 43).

Tabela 3.1 - Parasitismo (%) de *Telenomus podisi* em ovos de *Euschistus heros* após armazenamento por diferentes períodos e temperaturas.

Armazenamento (dias)	Temperatura		
	-196°C ¹	-80°C ¹	-20°C ¹
20	46,17 ± 3,11 Bb (8) ²	64,12 ± 1,92 Aa (16) ²	52,67 ± 3,06 Aba (14) ²
40	51,91 ± 3,21 Aab (11) ²	42,75 ± 4,78 ABb (13) ²	37,12 ± 2,99 Bb (10) ²
50	43,97 ± 4,93 Ab (7) ²	44,94 ± 4,12 Ab (11) ²	19,99 ± 2,11 Bc (6) ²
70	60,04 ± 2,98 Aa (13) ²	59,38 ± 5,61 Aa (12) ²	4,88 ± 1,47 Bd (2) ²
CV (%)		16,25	
F _{temp*arm}		16,43	
P _{temp*arm}		<0,0001	

¹Médias ± EPM seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05). ²Média do número de ovos parasitados por tratamento.

Tabela 3.2 - Influência da temperatura e do tempo de armazenamento de ovos de *Euschistus heros* na emergência, razão sexual e período ovo-adulto de *Telenomus podisi*.

	Parâmetro	Emergência (%) ^{1,2}	Razão Sexual ^{1,3}	Período Ovo-adulto ^{1,4}
Temperatura (°C)	-196	65,70 ± 2,91a	0,86 ± 0,03 ^{ns}	13,47 ± 0,04c
	-80	60,03 ± 3,31a	0,86 ± 0,01	13,94 ± 0,06b
	-20	46,59 ± 3,68b	0,90 ± 0,02	14,27 ± 0,08a
Armazenamento (dias)	20	59,27 ± 4,05 ^{ns}	0,87 ± 0,03 ^{ns}	13,93 ± 0,14 ^{ns}
	40	63,45 ± 4,88	0,91 ± 0,02	13,98 ± 0,12
	50	54,91 ± 4,26	0,87 ± 0,03	13,85 ± 0,12
	70	52,12 ± 4,28	0,85 ± 0,04	13,82 ± 0,11
	CV (%)	21,67	12,06	2,05
	F _{temp}	9,95	0,67	30,85
	P _{temp}	0,0004	0,5155	< 0,0001
	F _{arm}	1,92	0,75	0,83
	P _{arm}	0,1443	0,5283	0,4865
	F _{temp*arm}	1,56	0,43	0,52
	P _{temp*arm}	0,1871	0,8536	0,7866

¹Médias ± EPM seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05).

²Emergência (%) de *T. podisi* dos ovos de *E. heros* armazenados. ³Razão sexual de *T. podisi* oriundos dos ovos de *E. heros* armazenados. ⁴Período de desenvolvimento ovo-adulto (dias) de *T. podisi* nos ovos de *E. heros* armazenados. ^{ns}ANOVA não significativa

Tabela 3.3 – Parâmetros biológicos de fêmeas copuladas de *Telenomus podisi* em ovos de *Euschistus heros* armazenados em nitrogênio líquido e posteriormente mantidos a 5°C por diferentes períodos, em umidade relativa (UR) de 60±10%.

Ovos a 5°C	Parasitismo (número de ovos parasitados) ^{1,2}	Emergência (%) ^{1,3}
Frescos	42,96 ± 3,53 (15,5)abc	76,75 ± 4,31 abc
Recém-tirados do N ₂	45,61 ± 2,12 (16,7)abc	82,33 ± 0,93 ab
1 dia	54,29 ± 4,44 (18,5)a	84,81 ± 0,67 a
2 dias	49,36 ± 5,07 (18,7)ab	70,71 ± 1,85 bcd
3 dias	40,59 ± 3,40 (14)abc	57,91 ± 2,60 e
4 dias	36,98 ± 2,56 (12,4)bc	63,49 ± 2,41 de
5 dias	38,32 ± 2,60 (12,9)abc	72,49 ± 3,51 abcd
6 dias	44,45 ± 2,32 (13,7)abc	75,12 ± 2,16 abcd
7 dias	31,52 ± 1,59 (10,3)c	72,72 ± 2,59 abcd
8 dias	32,73 ± 4,35(10,2)c	68,68 ± 2,00 cde
9 dias	35,35 ± 3,37 (12,2)bc	69,39 ± 3,51 cde
CV (%)	18,4	8,14
F	4,34	8,58
P	0,0003	<0,0001
Ovos a 5°C	Período ovo - adulto (dias) ^{1,4}	Razão Sexual ^{1,5}
Frescos	12,80 ± 0,08 e	0,73 ± 0,04 ^{ns}
Recém-tirados do N ₂	13,60 ± 0,12 bcd	0,88 ± 0,01
1 dia a	13,36 ± 0,07 de	0,90 ± 0,01
2 dias a	13,52 ± 0,13 cd	0,89 ± 0,01
3 dias	14,32 ± 0,14 a	0,80 ± 0,04
4 dias	14,24 ± 0,09 ab	0,72 ± 0,07
5 dias	14,16 ± 0,19 abc	0,75 ± 0,02
6 dias	14,28 ± 0,08 ab	0,88 ± 0,02
7 dias	14,52 ± 0,08 a	0,84 ± 0,07
8 dias	14,79 ± 0,28 a	0,83 ± 0,04
9 dias	14,48 ± 0,12 a	0,86 ± 0,04
CV (%)	2,28	11,79
F	17,73	2,31
P	<0,0001	0,0277

¹Médias ± EPM seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05).

²Parasitismo (%) dos ovos de *E. heros* armazenados por *T. podisi* e número de ovos parasitados. ³Emergência (%) de *T. podisi* dos ovos de *E. heros* armazenados. ⁴Período de desenvolvimento ovo-adulto (dias) de *T. podisi* nos ovos de *E. heros* armazenados. ⁵Razão sexual de *T. podisi* oriundos dos ovos de *E. heros* armazenados. ^{ns} ANOVA não significativa.

Tabela 3.4 – Parâmetros biológicos de pupas de *Telenomus podisi* armazenadas a 5°C e da geração F1 provenientes dessas pupas armazenadas, com umidade relativa (UR) de 60±10% e fotofase de 14h sobre o hospedeiro *Euschistus heros*.

Armazenamento (dias)	Período Ovo-adulto ^{1,2}	Emergência (%) ^{1,3}	Longevidade das fêmeas parentais ^{1,4}
0	15,00 ± 0,00c	45,29 ± 2,63a	19,45 ± 0,73 ^{ns}
7	15,00 ± 0,00c	40,54 ± 3,09a	24,30 ± 2,42
14	16,00 ± 0,27c	16,43 ± 1,76b	20,90 ± 1,91
21	18,00 ± 0,00b	1,60 ± 0,81c	*
28	22,00 ± 0,84 ^a	1,15 ± 0,47c	*
CV (%)	3,66	21,53	17,04
F	698,08	107,71	1,84
p	< 0,0001	< 0,0001	0,2141

Armazenamento (dias)	Período ovo-adulto (F1) ^{1,5}	Parasitismo (%) (F1) ^{1,6}	Razão Sexual (F1) ^{1,7}	Emergência(%) (F1) ^{1,8}
0	14,80 ± 0,14b	42,86 ± 1,53a	0,86 ± 0,03 ^a	69,28 ± 4,60 ^{ns}
7	15,30 ± 0,13a	23,15 ± 1,66b	0,82 ± 0,03 ^a	71,47 ± 3,82
14	15,45 ± 0,05a	24,13 ± 2,34b	0,17 ± 0,05b	55,66 ± 9,26
CV (%)	1,5	12,5	25,97	19,45
F	8,87	34,98	1,98	1,81
p	0,0074	<0,0001	<0,0001	0,2186

¹Médias ± EPM seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05).

²Período de desenvolvimento de pupas (dias) de *T. podisi* armazenadas a 5°C desprezando-se o período de armazenamento. ³Emergência (%) da pupas de *T. podisi* armazenadas a 5°C. ⁴Longevidade das fêmeas parentais de *T. podisi* armazenadas a 5°C durante a fase de pupa. ⁵Período de desenvolvimento (dias) da geração F1 de *T. podisi*, oriundas das pupas armazenadas. ⁶Parasitismo (%) da geração F1 de *T. podisi*. ⁷Razão sexual da prole da geração F1 de *T. podisi*; ⁸Emergência (%) da geração F1 de *T. podisi*. ^{ns}ANOVA não significativa. *Dados inexistentes.

Tabela 3.5 – Sobrevivência de machos e fêmeas de *Telenomus podisi* armazenados a 5°C por diferentes períodos.

Tempo de armazenamento (dias)	Número de machos vivos/ (%) ^{1,2}	Número de fêmeas vivas/(%) ^{1,3}
0	9,00 ± 0,00 ^{ns} (100)	9,00 ± 0,00 ^{ns} (100)
2	8,66 ± 0,16 (96,2)	9,00 ± 0,00 (100)
4	8,55 ± 0,24 (95)	9,00 ± 0,00 (100)
6	8,44 ± 0,24 (93,7)	8,89 ± 0,11(98,7)
CV (%)	6,59	1,85
F	1,59	1,00
p	0,2114	0,4055

¹Médias ± EPM seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05).

²Número e porcentagem (%) de machos de *T. podisi* vivos após armazenamento a 5°C. ³Número e porcentagem (%) de fêmeas de *T. podisi* vivas após armazenamento a 5°C. ^{ns}ANOVA não significativa.

Tabela 3.6 – Aspectos biológicos de adultos e a geração F1 de *Telenomus podisi* armazenados a 5°C, com umidade relativa (UR) de 60±10 % e fotofase de 14h.

Tempo de armazenamento (dias)	Período ovo-adulto (F1) ^{1,2}	Parasitismo (%) ^{1,3}	Emergência (%) ^{1,4}
0	12,94 ± 0,16b	55,86 ± 4,68 ^{ns}	81,73 ± 3,56 ^{ns}
2	13,50 ± 0,10ab	50,41 ± 4,04	73,09 ± 2,10
4	13,19 ± 0,22ab	50,51 ± 3,98	78,34 ± 4,23
6	13,67 ± 0,13 ^a	42,85 ± 3,49	77,66 ± 3,46
CV (%)	2,39	16,30	8,81
F	3,75	1,08	1,93
P	0,0447	0,2141	0,3949
Tempo de armazenamento (dias)	Razão sexual ^{1,5}	Longevidade das fêmeas parentais (dias) ^{1,6}	
0	0,83 ± 0,04 ^{ns}	22,50 ± 2,12b	
2	0,87 ± 0,03	27,35 ± 0,46ab	
4	0,88 ± 0,01	30,40 ± 1,93a	
6	0,80 ± 0,05	26,25 ± 1,42ab	
CV (%)	8,86	12,16	
F	0,95	4,06	
P	0,4484	0,0331	

¹Médias ± EPM seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

²Período de desenvolvimento da geração F1 de *T. podisi* oriunda de adultos armazenados a 5°C. ³Parasitismo (%) de ovos de *E. heros* por adultos armazenados a 5°C. ⁴Emergência da geração F1 (%) de *T. podisi*. ⁵Razão sexual da geração F1 de *T. podisi*. ⁶Longevidade das fêmeas de *T. podisi* armazenadas a 5°C ^{ns}ANOVA não significativa.

4 ARTIGO B: CAPACIDADE DE PARASITISMO E INFLUÊNCIA DA CÓPULA NO DESENVOLVIMENTO DE *TELENOMUS PODISI* (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE) EM OVOS DE *EUSCHISTUS HEROS* (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

RESUMO

O Controle Biológico Aplicado como parte do Manejo Integrado de Pragas (MIP) é cada vez mais visado e, para que novos agentes de controle possam ser utilizados é necessário que se conheça suas características biológicas a fim de otimizar sua criação e liberação em campo. Assim, o objetivo deste trabalho foi verificar a influência da cópula no desenvolvimento de *Telenomus podisi* (Ashmead, 1893) (Hymenoptera: Platygastridae) assim como sua capacidade de parasitismo de ovos de *Euschistus heros* (Fabricius, 1974) (Hemiptera: Pentatomidae) sob diferentes condições de temperatura. Para tanto, realizaram-se teste no laboratório de Entomologia da Embrapa-Soja, em Londrina-PR, sob condições controladas de temperatura, umidade e fotoperíodo. Para avaliar a possibilidade da liberação de pupas isoladas em campo, o que reduziria o encontro entre machos e fêmeas e, conseqüentemente a cópula, fêmeas foram mantidas isoladas e observou-se as características da geração F₁ comparada com a geração F₁ de fêmeas previamente copuladas. Os parâmetros longevidade das fêmeas parentais (dias), período ovo-adulto (dias) da geração F₁, porcentagem de parasitismo das fêmeas parentais e emergência dos parasitoides (%) não foram influenciados pela ocorrência ou não de cópula, entretanto a prole de fêmeas não copuladas mostrou-se composta totalmente por machos, ou seja, ocorre em *T. podisi* partenogênese arrenótoca. Foi observada também a capacidade de parasitismo de *T. podisi* em ovos de *E. heros* nas temperaturas de 20°C, 25°C, 30°C, 35°C e 40°C, entretanto as que se mostram mais favoráveis ao parasitoide foram as de 25°C e 30°C. Observou-se também que, mesmo as fêmeas previamente copuladas, dão origem a proles que em sua maioria são compostas por machos, após alguns dias de oviposição. Com os resultados obtidos no presente estudo, é possível concluir que a partenogênese arrenótoca não interfere nos parâmetros biológicos de *T. podisi* sendo possível a liberação de pupas isolada a campo; que a capacidade de parasitismo de *T. podisi* sofre influência da temperatura, não ocorrendo a 40°C devido a morte dos insetos e apresentando as melhores características nas temperaturas de 25° e 30°C e que, com o passar dos dias de oviposição, após a cópula, a razão sexual de *T. podisi* diminui.

Palavras-chave: Acasalamento; arrenotoquia; controle biológico; razão sexual; temperatura.

PARASITISM CAPACITY AND COPULATION INFLUENCE ON *Telenomus podisi* (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE) IN *Euschistus heros* (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) EGGS

ABSTRACT

Applied Biological Control as part of Integrated Pest Management (IPM) has been increasingly targeted and, in order to new control agents to be used, it is necessary to know its biological characteristics in order to optimize its creation and release in the field. Thus, the objective of this work was to verify the influence of copulation on *Telenomus podisi* (Ashmead, 1893) (Hymenoptera: Platygasteridae) development as well as its parasitism capacity of *Euschistus heros* (Fabricius, 1974) eggs (Hemiptera: Pentatomidae) conditions. For that, a test was carried out in the Embrapa-Soja Entomology laboratory, in Londrina-PR, under controlled conditions of temperature, humidity and photoperiod. To evaluate the possibility of isolated pupae release in the field, which would reduce the meeting between males and females and, consequently, copulation, females were kept isolated and the characteristics of F₁ generation compared to F₁ generation of females previously copulated. The longevity parameters of the parental females (days), egg-adult period (days) of the F₁ generation, percentage of parental females parasitism and emergence of parasitoids (%) were not influenced by the occurrence or not of copulation, however the females offspring did not copulated was shown to be composed entirely of males, that is, occurs in *T. podisi* arrhenotocal parthenogenesis. It was also observed parasitism capacity of *T. podisi* in eggs of *E. heros* at temperatures of 20°C, 25°C, 30°C, 35°C and 40°C, however the ones that were more favorable to the parasitoid were 25°C and 30°C. It was also observed that, even females previously copulated, gave proles that are mostly composed by males, after a few days of oviposition. With the results obtained in the present study, it is possible to conclude that the arrhenotocal parthenogenesis does not interfere on biological parameters of *T. podisi* being possible to release of pupae isolated on the field; that the parasitism capacity of *T. podisi* is influenced by temperature, not occurring at 40°C due to the death of the insects and presenting the best characteristics at temperatures of 25° and 30°C and that, after the days of oviposition, after copulation, the *T. podisi* sexual ratio decreases.

KEYWORDS: MATING; ARRHENOTOKY; BIOLOGICAL CONTROL; SEXUAL REASON; TEMPERATURE

4.1 INTRODUÇÃO

Entre as pragas encontradas atualmente na cultura da soja, destaca-se o percevejo-marrom, *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae) (PANIZZI; BUENO; SILVA, 2012), responsável por grandes perdas em diversas regiões do Brasil e do mundo. Para o manejo desta espécie, atualmente são utilizados agrotóxicos, aplicados de forma abusiva, situação que se agrava devido à baixa disponibilidade de inseticidas com diferentes mecanismos de ação, favorecendo a seleção de populações resistentes (SOSA-GÓMEZ; CORSO; MORALES, 2001; SOSA-GÓMEZ; SILVA, 2010). Além disso, tornou-se comum o uso “calendarizado” destes produtos, geralmente aplicado na “carona” com herbicidas e/ou fungicidas (PANIZZI, 2013), o que contribui ainda mais para o desequilíbrio ambiental e ressurgência de pragas (BUENO et al., 2013; PANIZZI, 2013).

Como alternativa ao uso indiscriminado de agrotóxicos, está o Controle Biológico Aplicado (CBA), com o uso de inimigos naturais. De acordo com Van Lenteren e Bueno (2003), diversos platygastrideos são utilizados em programas de CBA, sendo que a espécie *Telenomus podisi* (Ashmead, 1893) (Hymenoptera: Platygastriidae) tem preferência por ovos de *E. heros* (FOERSTER; QUEIROZ, 1990; CORRÊA-FERREIRA; AZEVEDO, 2002; DOETZER; FOERSTER, 2007), tornando-se uma ferramenta com grande potencial para o manejo desse percevejo.

Para que um agente de controle biológico possa ser utilizado em programas de CBA, é necessário o conhecimento de suas características biológicas visando a correta utilização em campo. Entre essas características, a cópula está diretamente ligada ao sucesso dos parasitoides e sua liberação. Para parasitoides de famílias bem estudadas como Trichogrammatidae, a ocorrência de arrenotoquia é comum (HOHMANN; LUCK; STOUHAMER, 2001; PRATISSOLI et al., 2009) embora tenham sido reportados indivíduos com características telítocas em população de *Trichogramma pretiosum* (Riley, 1879) (Hymenoptera: Thichogrammatidae) (PRATISSOLI et al., 2014). Entretanto, ainda não há dados sobre estas características para *T. podisi* disponíveis na literatura. Portanto, a busca por informações que caracterizem o comportamento deste inimigo natural em relação à cópula, ou ausência da mesma, é de extrema importância, considerando-se a possibilidade de liberação de parasitoides isolados, o que diminuiria a probabilidade de cópula entre eles. Ou seja, é necessário que o desenvolvimento da prole oriunda de fêmeas não copuladas seja não seja afetada para que a liberação de pupas isoladas a campo seja possível.

Além das características intrínsecas ao parasitoide, fatores abióticos interferem significativamente em seu desempenho. Dentre estes, destaca-se a temperatura, a qual vem sendo estudada em diferentes platygastros (CANTO-SILVA; ROMANOWSKI; REDAELLI, 2005; BUENO et al., 2008). Assim, fatores como a capacidade de parasitismo, razão sexual, viabilidade de ovos, emergência, entre outros, podem ser alterados de acordo com as variações térmicas, o que necessita ser verificado a fim de subsidiar os programas de CBA para *E. heros*, tendo em vista que esta espécie é encontrada em regiões com diferentes características climáticas no Brasil (GODOY et al., 2010; GUEDES et al., 2012). Desta forma, objetivou-se com o presente estudo, verificar a influência da cópula no parasitismo de ovos de *E. heros* por *T. podisi*, assim como as possíveis interferências da temperatura na capacidade de parasitismo e características biológicas desta espécie.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 CRIAÇÃO E MANUTENÇÃO DO HOSPEDEIRO *E. HEROS* E DO PARASITOIDE DE OVOS *T. PODISI*

Os percevejos foram criados em salas climatizadas (temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 14/12 h C/E) no Laboratório de Criação de Percevejos da Embrapa-Soja. Os espécimes (machos e fêmeas), de acordo com a metodologia descrita por Correia-Ferreira (1985), foram acondicionados em gaiolas de plástico, onde receberam como alimentação vagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), grãos de soja (*Glycine max* L.), amendoim-cavalo (*Arachis hypogaea* L.), sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) e frutos de ligustro (*Ligustrum lucidum* Ainton), renovada a cada 48 h. Dentro das gaiolas era oferecido aos percevejos um tecido branco de algodão (30 cm x 10 cm) para oviposição. Os ovos retirados deste tecido eram direcionados para a criação e manutenção dos percevejos ou armazenados em galões de nitrogênio líquido (-196°C) para posterior utilização na criação dos parasitoides ou sua utilização nos ensaios.

Os parasitoides de ovos *T. podisi* foram multiplicados no Laboratório de Parasitoides da Embrapa-Soja, em salas climatizadas (temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 14/10 h C/E). Para a criação, foram utilizados potes plásticos, onde foi acondicionada uma cartela de papel cartão branco, contendo os ovos de *E. heros*, oferecida aos parasitoides para parasitismo. Para alimentação dos espécimes, gotículas de mel foram disponibilizadas na parede das gaiolas, que foram vedadas com filme plástico para evitar a fuga dos insetos.

4.2.2 INFLUÊNCIA DO ACASALAMENTO NO PARASITISMO *T. PODISI* EM OVOS DE *E. HEROS*

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos (fêmeas não-acasaladas e fêmeas acasaladas) e cinco repetições, cada uma composta pelo resultado médio observado em oito fêmeas mantidas isoladas dentro de tubos de vidro (8 cm de altura x 2 cm de diâmetro).

Para obtenção das fêmeas virgens, ovos soltos de *E. heros* foram oferecidos aos parasitoides da criação em potes plásticos de 2L e, 24h após o parasitismo foram individualizados em tubos do tipo Duran (1 cm x 6 cm) onde permaneceram até a emergência. Os parasitoides emergidos foram separados por sexo e as fêmeas utilizadas no bioensaio 48h após sua emergência. As fêmeas acasaladas foram obtidas através da metodologia descrita no item 4.2.1, e permaneceram com os machos durante as primeiras 48 h de vida. Após este período foram individualizadas em tubos do tipo Duran (1 cm x 6 cm) para a utilização no experimento. Em cada tubo Duran foi adicionada uma gotícula de mel para alimentação dos parasitoides em ambos os tratamentos.

Cada fêmea recebeu em média 25 ovos de *E. heros*, sendo estes colados com cola atóxica em cartelas de 0,8 cm x 5 cm, de cartolina branca. Os ovos permaneceram disponíveis para o parasitismo das fêmeas por 24h, sendo retirados após este período e transferidos para sacos plásticos (4 cm x 23 cm) onde permaneceram até emergência. As fêmeas parentais permaneceram nos tubos Duran até a morte e, tanto as fêmeas quanto as cartelas com ovos parasitados permaneceram nas mesmas condições (temperatura de $25^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 14/10 h C/E). Os parâmetros avaliados foram: a longevidade das fêmeas parentais (dias), o período ovo-adulto (dias), a porcentagem de parasitismo, a emergência dos parasitoides (%) e a razão sexual.

4.2.3 PARÂMETROS BIOLÓGICOS E CAPACIDADE DE PARASITISMO DE *T. PODISI* EM OVOS DE *E. HEROS* SOB DIFERENTES TEMPERATURAS

O bioensaio foi realizado em delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (temperaturas) e 5 repetições, cada uma composta por 6 fêmeas individualizadas (n=30 fêmeas/tratamento). Os ovos de *E. heros* utilizados durante o experimento foram diariamente retirados do galão de nitrogênio líquido, onde estavam armazenados.

Aproximadamente 40 ovos de *E. heros* foram colados em cartelas de cartolina branca de aproximadamente 2,5 cm x 5 cm, com cola branca. As cartelas foram introduzidas em tubos do tipo Duran, para parasitismo das fêmeas de *T. podisi* com 48h de vida. Em cada tubo havia uma fêmea e uma gotícula de mel para alimentação da mesma.

Após a introdução das cartelas, os tubos foram vedados com filme plástico e mantidos em câmaras climatizadas reguladas a 20°, 25°, 30°, 35° e 40°C ($\pm 2^\circ\text{C}$). A cada 24h, as cartelas eram retiradas e novas cartelas colocadas, até a morte das fêmeas. As cartelas retiradas dos tubos foram acondicionadas em sacos plásticos e mantidas nas mesmas condições de temperatura, umidade relativa e fotoperíodo que a fêmea que as parasitou. Após a emergência da prole, foram avaliados o número de ovos parasitados diariamente, a porcentagem acumulada de parasitismo, o número total de ovos parasitados por fêmea, a longevidade de fêmeas parentais e a razão sexual dos parasitoides emergidos.

4.2.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os resultados dos diferentes bioensaios foram submetidos às análises exploratórias para avaliar as pressuposições de normalidade dos resíduos (SHAPIRO; WILK, 1965), a homogeneidade de variância dos tratamentos e a aditividade do modelo (BURR; FOSTER, 1972) para permitir a aplicação da ANOVA. As médias foram comparadas pelo teste F ou teste de Tukey ($p \leq 0,05$) (SAS Institute 2001). Para o bioensaio de capacidade de parasitismo, os dados referentes à longevidade de fêmeas parentais e totais de ovos parasitados por fêmea foram transformados em \sqrt{x} . Já os dados referentes à emergência dos parasitoides foram transformados em $\sin^{-1} \sqrt{\left(\frac{x}{LUV}\right)}$.

4.3 RESULTADOS

4.3.1 INFLUÊNCIA DO ACASALAMENTO NO PARASITISMO *T. PODISI* EM OVOS DE *E. HEROS*

Os parâmetros avaliados, longevidade das fêmeas, período ovo-adulto, porcentagem de parasitismo e emergência dos parasitoides não diferiram entre os tratamentos. Entretanto, foi observada diferença entre a razão sexual, sendo 0, ou seja, uma progênie com 100% de machos, para as fêmeas não-acasaladas e 0,54 (46% de machos) para as fêmeas

acasaladas, mostrando a ocorrência de partenogenia arrenótoca na ausência da cópula (Tabela 4.1).

4.3.2 PARÂMETROS BIOLÓGICOS E CAPACIDADE DE PARASITISMO DE *T. PODISI* EM OVOS DE *E. HEROS* SOB DIFERENTES TEMPERATURAS

Os insetos mantidos à 40°C morreram nas primeiras 24 h, não havendo avaliação dos parâmetros biológicos. O número total de ovos parasitados por fêmea ao longo de seu desenvolvimento a 20, 25 e 30°C não apresentou diferença, apresentando uma média de 97 ovos (Tabela 4.2). Já na temperatura de 35°C, a média de ovos parasitados por fêmea foi de apenas 18 ao longo de seu desenvolvimento. A porcentagem de emergência dos parasitoides foi diferente para cada temperatura, sendo que a 35°C apenas 0,83% dos parasitoides emergiram. A 30°C observou-se a maior emergência (50%), seguido das temperaturas de 20 e 25°C, que apresentaram emergência de 35,82 e 25,56%, respectivamente. Para a razão sexual da prole, observou-se que a 35°C, ocorre a emergência apenas de fêmeas. A 30°C, a prole apresentou-se compostapor 85% de fêmeas e a 25° e 20°C não houve diferença, sendo as proles de 37% e 35% compostas por fêmeas, respectivamente. A longevidade das fêmeas parentais sofreu interferência da temperatura de desenvolvimento, apresentando-se maior a 20°C (36,74 dias) e decrescendo com o aumento da temperatura, sendo de aproximadamente 20, 16 e 10 dias nas temperaturas de 25°, 30° e 35°C, respectivamente (Tabela 4.2).

Para as temperaturas de 20°, 25° e 35°C, a maior porcentagem de parasitismo foi verificada nas primeiras 24h, sendo o número médio de ovos parasitados 14,30, 14,23 e 6,67 respectivamente. Já aos 30°C, a maior taxa de parasitismo foi verificada no terceiro dia, sendo de 13,22 a média de ovos parasitados por fêmea (Gráfico 4.1). De maneira geral, em todas as temperaturas o parasitismo diário tendeu ao decréscimo, mostrando a diminuição ao longo do tempo. As fêmeas de *T. podisi* atingiram 80% de parasitismo aos 23, 15, 10 e 4 dias, nas temperaturas de 20, 25, 30 e 35°C, respectivamente.

Em relação à razão sexual da prole de *T. podisi* nas diferentes temperaturas, observou diferença ao longo do tempo. Até aproximadamente 10 dias de parasitismo, aos 20, 25 e 30°C, a prole é composta em grande parte por fêmeas, já a 35°C inicialmente a prole é composta em grande parte por machos aumentando a quantidade de fêmeas após os primeiros dias. Entretanto, para todas as temperaturas estudadas, a razão sexual diminuiu, mostrando que a porcentagem de fêmeas decresce ao longo do tempo (Gráfico 4.2).

4.4 DISCUSSÃO

Diversos fatores bióticos e abióticos exercem influência sobre os aspectos biológicos dos parasitoides, interferindo em sua eficiência (MCDOUGALL; MILLS, 1997; THOMSON; HOFFMANN, 2002). Em relação à utilização dos parasitoides em programas de CBA, uma das formas de liberação é através da soltura de pupas isoladas, o que consequentemente diminui as chances de encontro e posterior cópula entre machos e fêmeas.

Na ordem Hymenoptera várias espécies apresentam reprodução por partenogênese, seja telítoca, onde a prole é composta apenas por fêmeas, como observado para a vespa-da-galha *Leptocybe invasa* Fisher & LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) (ZHENG et al., 2014), ou arrenótoca, como espécies dos gêneros *Trichogramma* (HOHMANN; LUCK; STOUTHAMER, 2001) e *Cirrospilus* (FOELKEL et al., 2008), que originam apenas machos. Para programas de CBA, é interessante maior quantidade de fêmeas, visto que são elas as responsáveis pelo parasitismo (NAVARRO, 1998; BUENO et al., 2008).

De acordo com o observado no presente estudo, *T. podisi* apresenta partenogênese arrenótoca, ou seja, fêmeas não-copuladas dão origem, exclusivamente, a machos haplóides. Queiroz et al (2016) observaram o mesmo tipo de partenogênese em *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Platygasteridae) que apresentou uma progênie oriunda de fêmeas acasaladas com razão sexual de 0,6 e 0 para as não acasaladas. Porém, mesmo as fêmeas acasaladas no presente trabalho apresentaram razão sexual inferior a 80%, média observada por outros autores (SILVA et al., 2014) o que pode ser devido a diferentes fatores, como a qualidade nutricional do hospedeiro (VINSON, 1997), que interfere diretamente no aspectos biológicos dos parasitoides.

Assim, seria desvantajosa a liberação de ovos isolados de *T. podisi* por aumentar a possibilidade de arrenotoquia, visto que estudos comprovam que populações que se reproduzem por telitoquia são mais vantajosas por apresentarem maior taxa de crescimento e estabelecimento em campo (STOUTHAMER, 1993; FARROKHI et al. 2010). Porém, deve-se considerar a cultura em que a espécie será utilizada: em culturas anuais, como a da soja, onde não é necessário o estabelecimento do parasitoide em campo, é viável a utilização de espécies que se reproduzem por arrenotoquia (PRATISSOLI et al., 2009), levando-se em consideração a necessidade de sucessivas liberações durante o ciclo da cultura.

Outros parâmetros avaliados, como a longevidade das fêmeas parentais, o período ovo-adulto, porcentagem de parasitismo e a emergência (acima de 80% para ambas as

situações) foram semelhantes para as fêmeas acasaladas e não-acasaladas. Tal fato contribui para a utilização de *T. podisi* para controle de *E. heros* em culturas anuais, como a soja, mesmo através da liberação de ovos soltos, no que diz respeito ao parasitismo das fêmeas virgens.

Em relação a capacidade de parasitismo de *T. podisi*, os resultados encontrados no presente estudo mostram que a temperatura interfere em todos os aspectos biológicos testados. A espécie, assim como outros platygastrídeos sofre grande interferência das variações de temperatura, como por exemplo a necessidade de valores superiores a 16°C para emergência (NAKAMA; FOERSTER, 2001).

De maneira geral, o desenvolvimento a 30°C foi o mais favorável ao parasitoide, já a 35°C os aspectos biológicos foram prejudicados. O total de ovos parasitados por fêmea mostrou-se inferior apenas aos 35°C, o que está relacionado a baixa longevidade das fêmeas parentais na mesma condição. Desta forma é possível inferir que 35°C está próximo a temperatura máxima fatal para a espécie, assim como observado para *T. remus* (BUENO et al., 2010). Este fato pode ser observado também pela baixa viabilidade de parasitismo, ou seja, apenas uma pequena quantidade de parasitoides (menos de 1%) consegue emergir nestas condições.

Observações realizadas em condições naturais durante a entressafra de soja no Sul do Paraná, Brasil, mostraram que a maior porcentagem de fêmeas ocorreu naquelas posturas parasitadas nos meses mais frios, sugerindo a maior tolerância de fêmeas a temperaturas mais amenas (DOETZER; FOERSTER, 2007), assim como testes laboratoriais com temperaturas flutuantes, que mostraram maior suscetibilidade dos machos a temperaturas mais baixas (YEARGAN, 1980). Entretanto, no presente estudo, a maior porcentagem de fêmeas foi verificada aos 35°C (proles 100% compostas por fêmeas). Essa diferença pode estar relacionada a fatores como a flutuação da temperatura, que não ocorreu no presente estudo mas que ocorrem em condições naturais.

Em relação a longevidade, é visível seu decréscimo em relação ao aumento de temperatura. Tal fato corrobora com o verificado por outros autores (KIVAN; KILIC, 2006; DOETZER; FOERSTER, 2007; BUENO et al., 2010), indicando maior longevidade em decorrência de um baixo metabolismo, ou seja, baixo gasto energético (GERLING, 1972). Entretanto, em temperaturas mais amenas, próximas aos 20°C, as fêmeas mesmo com maior longevidade não parasitam maior quantidade de ovos, devido à queda do metabolismo.

A razão sexual dos parasitoides emergidos em todas as temperaturas testadas sofreu alterações ao longo do tempo, sendo que nos últimos dias de vida da fêmea

parental observou-se que a maior parte dos parasitoides eram machos. Fatores como a qualidade nutricional do hospedeiro (VINSON, 1997), assim como sua idade, sanidade e alimentação (CINGOLANI, GRECO, LILJESTROM, 2015) podem influenciar a razão sexual da prole, porém é possível que, por terem acasalado apenas uma vez, os últimos ovos colocados pelas fêmeas não estivessem fecundados, dando origem a machos.

Adendo ao fato dos óvulos estarem ou não fecundados, a qualidade e a quantidade de esperma armazenados na espermateca também interferem na razão sexual (DAMIENS; BRESSAC; CHEVRIER, 2003). Além disso, a fêmea pode regular a razão sexual de sua prole liberando ou não os espermatozoides contidos na espermateca, levando em consideração fatores como a qualidade do hospedeiro, visto que as fêmeas tem maior dificuldade de desenvolvimento em condições não favoráveis (KING, 1987). Enfim, mesmo apresentando arrenotoquia, a liberação de pupas isoladas de *T. podisi* para controle de *E. heros* é viável, entretanto estudos adicionais são necessários para verificar possíveis alterações comportamentais, como por exemplo, o investimento energético na busca por machos ao invés do parasitismo.

4.5. CONCLUSÃO

Conclui-se que: 1) A partenogênese arrenótoca não interfere nos parâmetros biológicos de *T. podisi*; 2) A capacidade de parasitismo de *T. podisi* mostra-se mais efetiva aos 30°C e não ocorre aos 40°C devido a morte dos espécimes; 3) Em aproximadamente dez dias após a cópula, a prole de *T. podisi* passa a ser composta majoritariamente por machos nas temperaturas de 25°C e 30°C.

REFERÊNCIAS

BUENO, A. F. et al. Effects of pesticides used in soybean crops to the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum*. **Ciência Rural**, [s.l.], v. 38, n. 6, p.1495-1503, set. 2008.

BUENO, A. F. et al. Economic Thresholds in Soybean-Integrated Pest Management: Old Concepts, Current Adoption, and Adequacy. **Neotropical Entomology**, [s.l.], v. 42, n. 5, p.439-447, out. 2013.

BUENO, R. C. O. F. et al. Parasitism capacity of *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) on *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) eggs. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 53, n. 1, p. 133-139, jan/fev. 2010.

BURR, I. W.; FOSTER. L. A. A test for equality of variances. **West Lafayette: University of Purdue**, p.26, 1972.

CANTO-SILVA, C. R.; ROMANOWSKI, H. P.; REDAELLI, L. R.. Effect of temperature on the development and viability of *Gryon gallardoi* (Brethes) (Hymenoptera: Scelionidae) parasitizing *Spartocera dentiventris* (Berg) (Hemiptera: Coreidae) eggs. **Brazilian Journal Of Biology**, [s.l.], v. 65, n. 3, p.415-421, ago. 2005.

CINGOLANI, M. F.; GRECO, N. M.; LILJESTHRÖM, G. G. Cold-Storage of *Piezodorus guildinii* (Hemiptera: Pentatomidae) Eggs for Rearing *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae). **Journal of Agricultural Science and Technology.**, [n.i.], v. 17, n. 6, p.1507-1516, nov/dez. 2015.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; AZEVEDO, J. Soybean seed damage by different species of stink bugs. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 4, p. 145-150, maio. 2002.

DAMIENS, D.; BRESSAC, C.; CHEVRIER, C. The effect of age on sperm stock and egg laying in the parasitoid wasp, *Dinarmus basalis*. **Journal of Insect Science**, v. 22, n. 3, jul. 2003.

DOETZER, A. K.; FOERSTER, L. A. Desenvolvimento, Longevidade e Reprodução de *Trissolcus basalis* (Wollaston) e *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae) em Condições Naturais durante a Entressafra da Soja no Sul do Paraná. **Neotropical Entomology**, v. 2, n. 36, p.233-242, mar/abr. 2007.

FARROKHI, S. et al. A Comparative Study on the Functional Response of *Wolbachia-Infected* and Uninfected Forms of the Parasitoid Wasp *Trichogramma brassicae*. **Journal of Insect Science**, [s.l.], v. 10, n. 167, p.1-11, out. 2010.

FOELKEL, E. et al. Aspectos Biológicos de *Cirrospilus neotropicus* Diez & Fidalgo (Hymenoptera: Eulophidae), Parasitóide de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae). **Neotropical Entomology**, ., v. 3, n. 37, p.279-287, maio/jun. 2008.

FOERSTER, L.A., QUEIROZ, J. M.. Incidência natural de parasitismo em ovos de pentatomídeos da soja no centro-sul do Paraná. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** v. 19, 1990. Jaboticabal. Anais... [s.l.], 1990. p.221-231.

GERLING, D. The developmental biology of *Telenomus remus* Nixon (Hym.: Scelionidae). **Bulletin of Entomological Research**, v.61, n. 3, p.385-488, fev. 1972.

GODOY, K. B., et al. Parasitismo e sítios de diapausa de adultos do percevejo marrom, *Euschistus heros* na região da Grande Dourados, MS. **Ciência Rural**, v. 40, n. 5, p.1199-1202, maio. 2010

GUEDES, J. V. C. et al. Percevejos da soja: novos cenários, novo manejo. **Revista Plantio Direto**, v. 12, n. 1, p.24-30, jan/fev. 2012.

HOHMANN, C. L.; LUCK, R. F.; STOUTHAMER, R. Effect of *Wolbachia* on the survival and reproduction of *Trichogramma kaykai* Pinto and Stouthamer (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 4, p. 607-612, dez. 2001.

KING, B. H. Offspring sex ratios in parasitoid wasps. **The Quarterly Review of Biology**, v. 62, n. 4, p.367-369, dez. 1987

KIVAN, M.; KILIC, N. Age-specific fecundity and life table of *Trissolcus semistriatus*, an egg parasitoid of the sunn pest *Eurygaster integriceps*. **Entomological Science**, [s.l.], v. 9, n. 1, p.39-46, mar. 2006.

MCDUGALL, S. J.; MILLS, N. J. The influence of hosts, temperature and food sources on the longevity of *Trichogramma platneri*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.83, n. 2, p.195-203, maio. 1997.

NAKAMA, P. A.; FOERSTER, L. A. Efeito da Alternância de Temperaturas no Desenvolvimento e Emergência de *Trissolcus basalis* (Wollaston) e *Telenomus podisi*

Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae). **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 2, p.269-275, jun. 2001.

NAVARRO, A. M. *Trichogramma* spp.: producción, uso y manejo em Colombia. Guadalajara de Buga: **Impretec**, p.177, 1998

PANIZZI, A. R. History and Contemporary Perspectives of the Integrated Pest Management of Soybean in Brazil. **Neotropical Entomology**, [s.l.], v. 42, n. 2, p.119-127, 30 jan. 2013.

PANIZZI, A. R.; BUENO, A. F.; SILVA, F. A. C. Insetos que atacam vagens e grãos, In HOFFMANN-CAMPO, C.B., CORRÊA-FERREIRA, B.S. & MOSCARDI, F. **Soja Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-Praga**. Ed. Embrapa Soja, Londrina, PR, 2012. p.335-420.

PRATISSOLI, D. et al. Adult Feeding and Mating Effects on the Biological Potential and Parasitism of *Trichogramma pretiosum* and *T. acacioi* (Hym.: Trichogrammatidae). **Brazilian Archives of Biology And Technology**, v. 52, n. 5, p.1057-1052, set/out. 2009.

PRATISSOLI, D. et al. Does mating interfere in the biological characteristics of a population of *Trichogramma pretiosum*? v. 86, n. 1, 2014, Rio de Janeiro. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, [s.l.], 2014. p.459-464.

QUEIROZ, et al. Influence of host preference, mating, and release density on the parasitism of *Telenomus remus* (Nixon) (Hymenoptera, Platygasteridae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 61, n. 1, p.86-90, 2016.

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide**: statistics, version 8e. Cary, NC: SAS Institute 2001.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete sample). **Biometrika**, v. 52, n. 3, p. 591-611, dez. 1965.

SILVA, G. V. et al. No impact of Bt soybean that express Cry1Ac protein on biological traits of *Euschistus heros* (Hemiptera, Pentatomidae) and its egg parasitoid *Telenomus podisi* (Hymenoptera, Platygasteridae). **Revista Brasileira de Entomologia**, [s.l.], v. 58, n. 3, p.285-290, jul/set. 2014.

SOSA-GOMEZ, D. R.; CORSO, I. C.; MORALES, L. Insecticide Resistance to Endosulfan, Monocrotophos and Metamidophos in the Neotropical Brown Stink Bug, *Euschistus heros* (F.). **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 2, p.317-320, jun. 2001.

- SOSA-GÓMEZ, D. R.; SILVA, J. J. Neotropical brown stink bug (*Euschistus heros*) resistance to methamidophos in Paraná, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 7, p.767-769, jul. 2010.
- STOUTHAMER, R. The use of sexual versus asexual wasps in biological control. **Entomophaga**, v. 38, n. 1, p.3-6, mar.1993.
- THOMSON, L. J; HOFFMANN, A. A. Laboratory fecundity as predictor of field success in *Trichogramma carverae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 95, n. 5, p.912-917, mar. 2002.
- VAN LENTEREN, J. C.; BUENO, V. H. P. Augmentative biological control of arthropods in Latin America. **Biocontrol**, v. 48, n. 2, p.123-139, abr. 2003.
- VINSON, S. B. Comportamento de seleção hospedeira de parasitóide de ovos com ênfase na família Trichogrammatidae. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. **Trichogramma e o controle biológico**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 324 p.
- YEARGAN, K.V. Effects of temperature on developmental rate of *Telonomus podisi* (Hymenoptera: Scelionidae). v. 73, n. 3, 1980. **Annals of Entomological Society of America**. [s.l.], 1980. p.339-342.
- ZHENG, X. L. et al. A review of invasive biology, prevalence and management of *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle (Hymenoptera: Eulophidae: Tetrastichinae). **African Entomology**, v. 22, n. 1, p.68-79, mar. 2014.

Tabela 4.1 – Parâmetros biológicos de fêmeas não-acasaladas e acasaladas de *Telenomus podisi* em ovos de *Euschistus heros* a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa (UR) de $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 14/10 h C/E.

Fêmeas	Longevidade das fêmeas parentais (dias) ¹	Período ovo - adulto (dias) ¹	Parasitismo (%) ¹
Não-copuladas	$18,02 \pm 2,79^{\text{ns}}$	$14,30 \pm 0,14^{\text{ns}}$	$47,84 \pm 1,86^{\text{ns}}$
Copuladas	$21,57 \pm 2,09$	$14,70 \pm 0,14$	$48,31 \pm 3,17$
CV (%)	27,81	2,20	12,09
F	1,04	3,91	0,02
P	0,03379	0,0834	0,9010
Fêmeas	Emergência (%) ¹	Razão Sexual ¹	
Não-copuladas	$81,85 \pm 4,42^{\text{ns}}$	$0 \pm 0,0a$	
Copuladas	$82,43 \pm 2,35$	$0,54 \pm 0,04b$	
CV (%)	9,65	25,61	
F	0,01	152,47	
P	0,9094	<0,001	

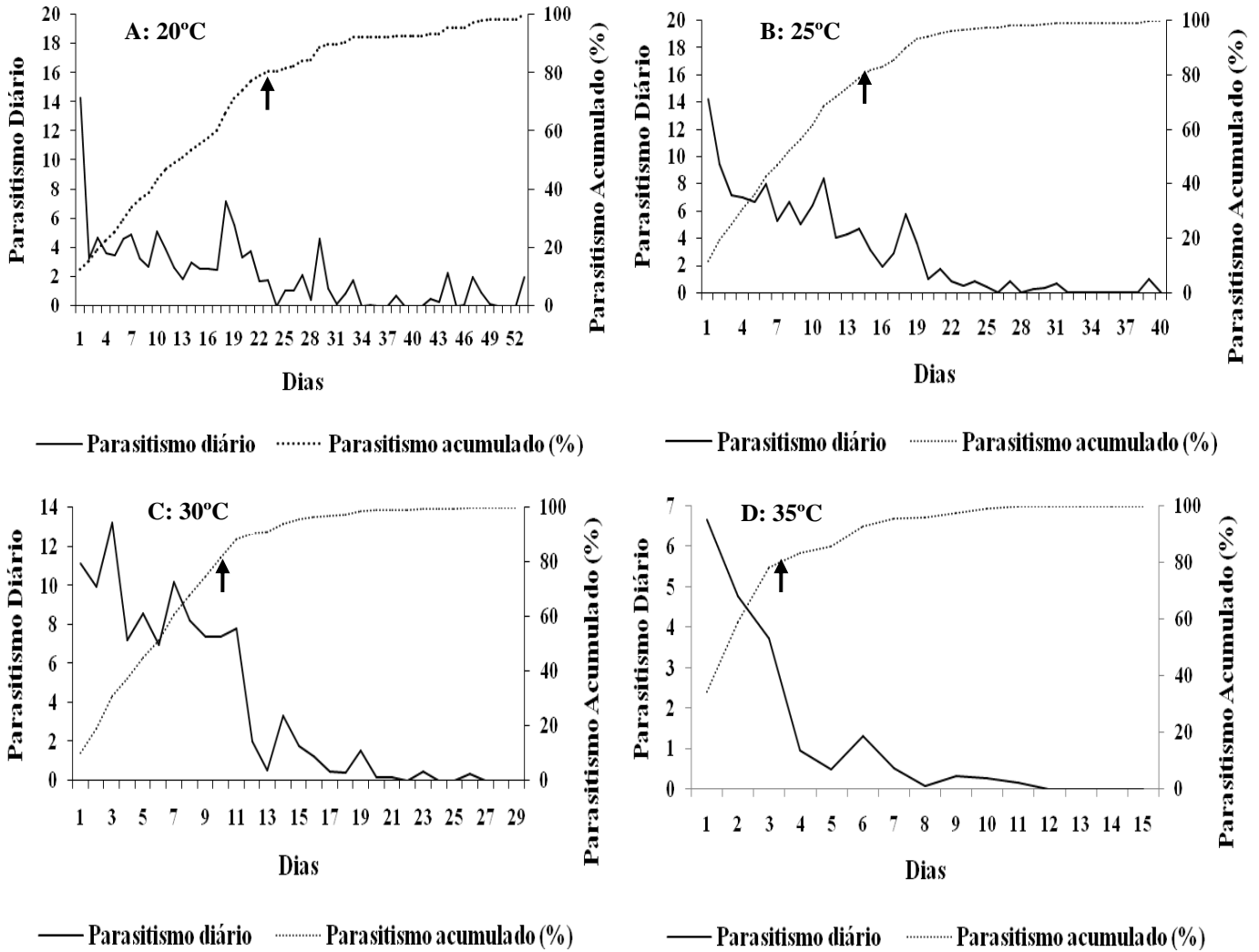
¹Médias \pm EPM seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste F ($p > 0,05$). ^{ns} ANOVA não significativa.

Tabela 4.2 – Capacidade de parasitismo de *Telenomus podisi* em ovos de *Euschistus heros* sob diferentes temperaturas (Umidade relativa (UR) de $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 14/10 h C/E).

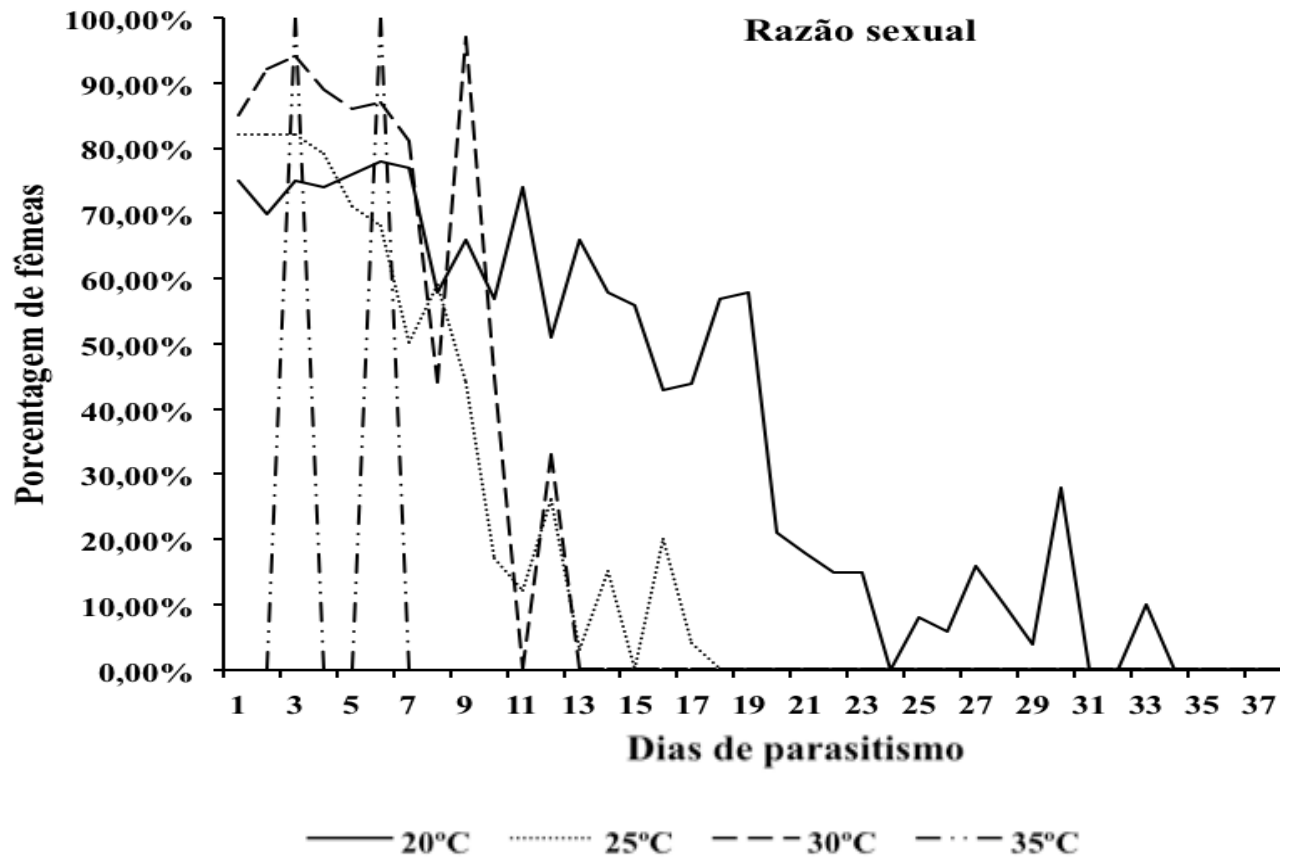
Temperaturas	Total de ovos parasitados/fêmea ^{1,2}	Emergência ^{1,3}	Razão Sexual ¹	Longevidade das fêmeas parentais ^{1,2}
20°C	97,47 ± 5,37a	35,82 ± 2,39b	0,35 ± 0,03c	36,74 ± 3,42a
25°C	104,10 ± 16,15a	25,56 ± 2,11c	0,37 ± 0,03c	20,20 ± 2,16b
30°C	90,47 ± 14,25a	50,13 ± 0,79 ^a	0,85 ± 0,01b	16,03 ± 1,75bc
35°C	18,37 ± 1,68b	0,83 ± 0,12d	1,00 ± 0,00a	9,80 ± 0,75c
CV (%)	15,67	8,35	7,74	11,7
F	22,14	245,28	195,69	28,17
P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

¹Médias ± EPM seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de tukey ($p \leq 0,05$). ²Dados transformados em \sqrt{x} . ³Dados transformados em $\sin^{-1} \sqrt{\left(\frac{x}{100}\right)}$.

Gráfico 4.1 - Capacidade de parasitismo de *Telenomus podisi* em ovos de *Euschistus heros* sob diferentes temperaturas



Legenda: A) Parasitismo diário e parasitismo acumulado de *Telenomus podisi* em ovos de *Euschistus heros* em à 20°C; B) Parasitismo diário e parasitismo acumulado de *Telenomus podisi* em ovos de *Euschistus heros* em à 25°C; C) Parasitismo diário e parasitismo acumulado de *Telenomus podisi* em ovos de *Euschistus heros* em à 30°C; D) Parasitismo diário e parasitismo acumulado de *Telenomus podisi* em ovos de *Euschistus heros* em à 35°C; As setas indicam 80% de parasitismo.

Gráfico 4.2 – Razão sexual de *Telenomus podisi* sob diferentes temperaturas

Legenda: Razão sexual de *T. podisi* ao longo do tempo em diferentes temperaturas. UR: 70±10% e fotofase de 14 h.

5 ARTIGO C: SELETIVIDADE DE CLORANTRANILIPROLE E LAMBDA-CIALOTRINA AO PARASITOIDE DE OVOS *TELENOMUS PODISI* (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE) EM LABORATÓRIO

RESUMO

A soja apresenta um diversificado complexo de pragas, sendo que algumas delas ocorrem no mesmo período de desenvolvimento da cultura. Assim, a utilização de parasitoides de ovos para o manejo de *heros* (Fabricius, 1974) (Hemiptera: Pentatomidae) depende da seletividade dos agrotóxicos utilizados para o controle de pragas que podem atacar a lavoura concomitantemente ao perceivero. Desta forma, o presente estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a seletividade dos princípios ativos clorantraniliprole e clorantraniliprole + lambdacialotrina no desenvolvimento do parasitoide *Telenomus podisi* (Ashmead, 1893) (Hymenoptera: Platygastriidae). Os bioensaios foram realizados no laboratório de Entomologia da Empraba-Soja, Londrina, PR, sob condições ambientais controladas. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com dez tratamentos e cinco repetições compostas por; T1 a T5: inseticida clorantraniliprole nas doses de 10, 15, 20, 30 e 50 g i.a.ha⁻¹, respectivamente; T6 a T8: clorantraniliprole + lambdacialotrina nas doses de 10 + 5, 30 + 15 e 50 + 25 g i.a.ha⁻¹, respectivamente; T9 controle positivo com clorpirifós na dose de 960 g i.a.ha⁻¹ e T10 controle negativo com água corrente. As aplicações foram feitas com o auxílio de uma Torre de Potter, previamente calibrada para depositar 1,25 ± 0,25 mg de calda por cm² e as avaliações realizadas as 24h, 72h e 120h após as aplicações. Os parasitoides permaneceram em gaiolas confeccionadas com placas de vidro. Os mesmos tratamentos foram utilizados nas avaliações com pupas e nas avaliações com adultos e, a classificação utilizada para determinar a nocividade dos produtos aos insetos foi de acordo com a escala da IOBC (International Organization for Biological and Integrated Control). De maneira geral observou-se que clorantraniliprole em todas as doses testadas foi menos nocivo ao parasitoide, principalmente quando verificada sua influência sobre adultos, onde as doses se enquadraram na classe 1, enquanto a mistura clorantraniliprole + lambdacialotrina em sua maior dose foi enquadrada na classe 4 às 72 e 120h após a aplicação. Para as avaliações com pupas, não observou-se diferenças significativas para a nocividade dos produtos, que ficaram em sua maioria na classe 1, exceto para a maior dose de clorantraniliprole, pertencente a classe 2 às 24h após a aplicação. Clorantraniliprole pode ser considerado uma ferramenta no manejo de pragas da soja em relação a sua seletividade a *T. podisi* nas condições testadas, pois apresenta baixa ou nenhuma interferência negativa no desenvolvimento do mesmo quando pulverizado sobre pupas e adultos. Entretanto, a mistura clorantraniliprole + lambdacialotrina deve ser utilizada com cautela, respeitando-se o momento de aplicação e as doses recomendadas, pois interfere negativamente no desenvolvimento do parasitoide, devendo ser substituída quando possível.

Palavras-chave: Agrotóxico; controle biológico; controle químico; dose; parasitoide de ovos.

CLORANTRANILIPROLE AND LAMBDA-CIALOTRINA SELECTIVITY TO *Telenomus podisi* (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE) EGGS IN LABORATORY

ABSTRACT

Soybean presents a diverse pest complex, some of which occur in the same period of crop development. Thus, the use of egg parasitoids for the management of *Euschistus heros* (Fabricius, 1974) (Hemiptera: Pentatomidae) depends on the selectivity of the pesticides used to control pests that can attack the crop concomitantly to bed bug. Thus, the present study was carried out with the objective of evaluating selectivity of chlorantraniliprole and chlorantraniliprole + lambda-cyhalothrin on *Telenomus podisi* (Ashmead, 1893) development of the parasitoid (Hymenoptera: Platygasteridae). The bioassays were carried out in the Entomology Laboratory of Empraba-Soja, Londrina, PR, under controlled environmental conditions. The experimental design was completely randomized, with ten treatments and five replications composed of; T1 to T5: chlorantraniliprole insecticide at doses of 10, 15, 20, 30 and 50 g i.a.ha⁻¹, respectively; T6 to T8: chlorantraniliprole + lambda-cyhalothrin in the doses of 10 + 5, 30 + 15 and 50 + 25 g i.a.ha⁻¹, respectively; T9 positive control with chlorpyrifos at the dose of 960 g a.i.ha⁻¹ and T10 negative control with water. The applications were made with the aid of a Potter Tower, previously calibrated to deposit 1.25 ± 0.25 mg of syrup per cm² and the evaluations carried out at 24h, 72h and 120h after the applications. The parasitoids remained in cages made of glass plates. The same treatments were used in the evaluations with pupae and in the evaluations with adults, and the classification used to determine the harmfulness of the products to the insects was according to the scale of IOBC (International Organization for Biological and Integrated Control). In general, it was observed that chlorantraniliprole in every doses tested was less harmful to the parasitoid, especially when its influence on adults was verified, where the doses were classified in class 1, while the chlorantraniliprole + lambda-cyhalothrin mixture at its highest dose was classified in class 4 at 72 and 120 hours after application. For evaluations with pupae, no significant differences were observed for the harmfulness of the products, which were mostly in class 1, except for the highest dose of chlorantraniliprole, belonging to class 2 at 24 hours after application. Chlorantraniliprole can be considered a tool in the management of soybean pests in relation to its selectivity to *T. podisi* under the conditions tested, since it presents low or no negative interference in the development of the same when sprayed on pupae and adults. However, the chlorantraniliprole + lambda-cyhalothrin mixture should be used with caution, respecting the moment of application and the recommended doses, as it interferes negatively in the development of the parasitoid and should be replaced when possible.

Keywords: Agrototoxic; biological control; Chemical control; dose; Parasitoid of eggs.

5.1 INTRODUÇÃO

O manejo integrado de pragas (MIP) preconiza a utilização integrada de diversas táticas de controle de forma harmônica, visando complementar o controle biológico natural e manter as populações de pragas abaixo do nível de dano, conservando o ambiente e os artrópodes benéfico. Portanto, parasitoides e agrotóxicos podem ser utilizados simultaneamente em programas de MIP, desde que haja compatibilidade entre esses métodos de controle (REIS et al., 1998; POLANCZYK et al., 2010). Assim, a seletividade dos inseticidas aos inimigos naturais é de grande importância teórica e prática e deve ser avaliada para a tomada de decisão em programas de MIP (BUENO et al., 2012).

A seletividade de inseticidas a inimigos naturais é estudada há décadas (HASSAN et al., 1998; ZOTTI et al., 2008; FONSECA et al., 2012; DIAMANTINO et al., 2014). Entretanto, além de específica para o organismo biológico em estudo e sua fase de desenvolvimento, a seletividade de um determinado produto é também diretamente relacionada à concentração do inseticida avaliado (DESNEUX; RAFALIMANANA; KAISER, 2004). Neste cenário, após a constatação de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) em lavouras no Brasil em 2013 (CZEPAK et al., 2013), agrotóxicos vem sendo empregados em seu controle em concentrações maiores do que as recomendadas, visto que populações desta praga já apresentavam resistência a diversos inseticidas utilizados (WYCKHUYS et al 2016). Assim, a utilização intensificada destes produtos pode levar a mudanças no manejo desses cultivos e impactar significativamente a entomofauna benéfica (BUENO et al., 2008).

A espécie *H. armigera* ganhou atenção na cultura da soja, onde é daninha durante todo o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, quando consome folhas e vagens (WANG; LI, 1984; CZEPAK et al., 2013), ocorrendo simultaneamente a outras pragas importantes, como o percevejo-marrom *Euschistus heros* (Fabricius, 1974) (Hemiptera: Pentatomidae). Levando-se em consideração o cultivo de soja como um sistema, onde diversos organismos coexistem, o controle químico de *H. armigera* pode impactar o controle de outras pragas, como na ação deletéria sobre as populações de inimigos naturais do percevejo-marrom quando produtos ou concentrações não seletivas forem utilizados.

Entre os inimigos naturais de *E. heros*, o parasitoide de ovos *Telenomus podisi* (Ashmead, 1893) (Hymenoptera: Platygasteridae) destaca-se por ser uma espécie que apresenta preferência por ovos deste percevejo (CORRÊA-FERREIRA; AZEVEDO, 2002, DOETZER; FOERSTER, 2007). Isso reforça ainda mais a importância da integração de

diferentes táticas de controle no MIP e o estudo da seletividade de novos produtos ou novas dosagens de inseticidas utilizadas no controle de pragas à esse parasitoide.

Entre os produtos utilizados no manejo de *H. armigera* estão o clorantraniliprole e sua mistura com a lambda-cialotrina. Entretanto, são escassos os relatos de estudos que avaliam o efeito do clorantraniliprole ou da lambda-cialotrina sobre *T. podisi*. Portanto, o presente trabalho apresentou como objetivo identificar os possíveis impactos da pulverização de clorantraniliprole e lambda-cialotrina às pupas e adultos de *T. podisi* e determinar a toxicidade de diferentes doses utilizadas em campo para este parasitoide.

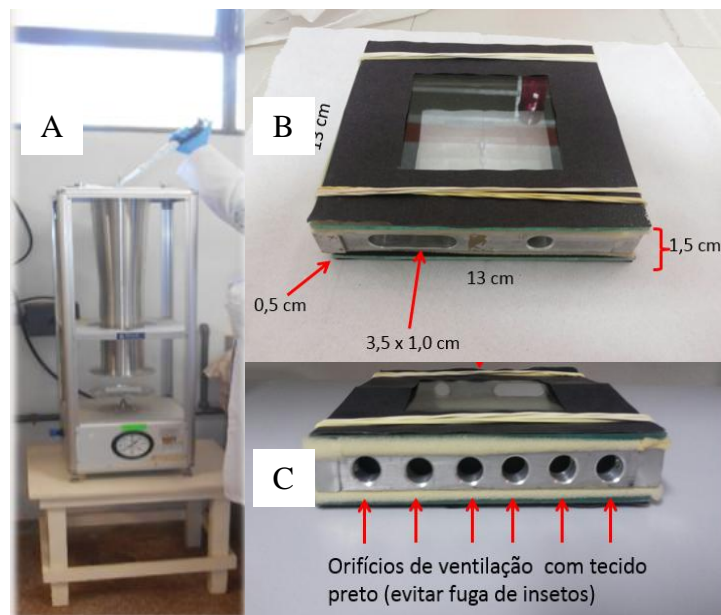
5.2 MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1 SELETIVIDADE DE CLORANTRANILIPROLE E CLORANTRANILIPROLE + LAMBDA-CIALOTRINA A PUPAS DE *T. PODISI*

Para a realização do presente estudo, utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado, com dez tratamentos (Tabela 5.1) e cinco repetições. Os inseticidas foram preparados considerando um volume de calda de 150 L/ha e as soluções referentes a cada tratamento foram pulverizadas, através de uma Torre de Potter (Figura 5.1A) previamente calibrada para depositar $1,25 \pm 0,25$ mg de calda por cm^2 , sobre cartelas de papel cartão branco contendo pupas de *T. podisi* em ovos de *E. heros*. As pupas utilizadas eram selecionadas 13 dias após o parasitismo, período em que são liberadas em condições de campo. Posteriormente, as cartelas permaneceram em condições ambientais (temperatura de $27^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e UR $50 \pm 10\%$) por duas horas, para completa evaporação da calda aplicada, originando uma película do produto sobre os ovos.

Foram confeccionadas gaiolas de contato (Figuras 5.1B e 5.1C), de acordo com a metodologia proposta por Degrande et al. (2002), sendo que placas de vidro compuseram o fundo e a cobertura do interior da gaiola. A superfície exterior das placas de vidro foi coberta com papel cartão preto que teve o quadrado central (7 cm x 7 cm) removido. As cartelas contendo as pupas de *T. podisi* foram inseridas nas gaiolas e, após 24 h, 72 h e 120 h da emergência dos parasitoides, foram inseridas novas cartelas com aproximadamente 70 ovos do hospedeiro *E. heros* para avaliação da capacidade de parasitismo dos parasitoides que haviam emergido das pupas pulverizadas. Os parâmetros avaliados foram a emergência dos adultos e a porcentagem de parasitismo pela geração F_0 , além da emergência da geração F_1 .

Figura 5. 1 - Torre de Potter e gaiola de contato para testes de seletividade de inseticidas a inimigos naturais em laboratório.



Legenda: A) Torre de Potter utilizada para as pulverizações dos tratamentos; B) Vista superior das gaiolas de contato (13 cm x 13cm) com indicação da altura do suporte de alumínio de 1,5 cm e da abertura para inserção de ovos hospedeiros (3,5 cm x 1,0cm); C) Vista lateral da gaiola de contato com indicação dos orifícios de ventilação no diâmetro de aproximadamente 1 cm (Foto: Ana Flávia Godoy).

5.2.1.1 CAPACIDADE DE PARASITISMO DE *T. PODISI* PULVERIZADOS COM CLORANTRANILIPROLE E CLORANTRANILIPROLE + LAMBDA-CIALOTRINA NA FASE DE PUPA

O delineamento experimental do presente estudo foi inteiramente casualizado, com dez tratamentos e cinco repetições, sendo cada uma delas composta por quatro fêmeas, as quais receberam as pulverizações com clorantraniliprole e clorantraniliprole + lambda-cialotrina, quando na fase de pupa, em diferentes concentrações (Tabela 5.1). Os ovos de *E. heros* utilizados durante o experimento para parasitismo das fêmeas foram diariamente retirados do galão de nitrogênio líquido, onde eram armazenados.

Aproximadamente 40 ovos de *E. heros* foram fixados, com cola branca líquida, em cartelas de cartolina branca de aproximadamente 2,5 cm x 5 cm. As cartelas foram introduzidas em tubos do tipo Duran, para o parasitismo das fêmeas de *T. podisi*, sendo que em cada tubo havia uma fêmea e uma gotícula de mel para alimentação.

Após a introdução das cartelas, os tubos foram vedados com filme plástico e mantidos em câmaras climatizadas reguladas a $25^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 14/10h Claro/Escuro. A cada 24 h as cartelas eram retiradas e novas cartelas colocadas em seu

lugar. Esse procedimento foi repetido diariamente por um período de 15 dias. As cartelas retiradas dos tubos foram acondicionadas em sacos plásticos e mantidas nas mesmas condições ambientais de onde foram parasitadas. Foram avaliados o número total de ovos parasitados por fêmea, a porcentagem de emergência dos adultos, a longevidade de fêmeas parentais e a razão sexual dos parasitoides emergidos.

5.2.2 SELETIVIDADE DE CLORANTRANILIPROLE E CLORANTRANILIPROLE + LAMBDA-CIALOTRINA A ADULTOS DE *T. PODISI*

Para a realização do presente estudo, utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado, com dez tratamentos (Tabela 5.1) e cinco repetições. Os inseticidas foram preparados considerando um volume de calda de 150 L/ha e as soluções referentes a cada tratamento foram pulverizadas, através de uma Torre de Potter (Figura 5.1A) previamente calibrada para depositar $1,25 \pm 0,25$ mg de calda por cm^2 , sobre placas de vidro (13 x 13 cm e 2 mm de espessura). Imediatamente após a pulverização, as placas permaneceram em condições ambientais (temperatura de $27^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e UR $50 \pm 10\%$) por duas horas, para completa evaporação da calda, deixando uma película do produto sobre o vidro. Gaiolas de contato foram confeccionadas com as placas, sendo que a superfície pulverizada de cada placa ficou voltada para o interior da gaiola, para permitir o contato dos parasitoides com o produto. Externamente, as placas foram cobertas com papel cartão preto, cujo quadrado central (7 cm x 7 cm) foi removido (Figura 5.1B).

Adultos de *T. podisi* com 48 h de vida foram inseridos nas gaiolas de contato através de tubos de emergência (CARMO et al., 2009), que foram conectados às gaiolas através de orifícios contidos em sua estrutura (Figura 5.1C). Foram oferecidas aos parasitoides no interior de cada gaiola, cartelas contendo ovos de *E. heros* não pulverizados, após 24h, 72h e 120h, para avaliação do parasitismo da geração F_0 e emergência dos adultos além da razão sexual da geração F_1 . O efeito dos agrotóxicos também foi determinado para adultos de *T. podisi*, baseado na fórmula descrita em 5.2.3. Dentro de cada gaiola foram colocadas cartelas de cartolina contendo gotículas de mel para alimentação dos parasitoides.

5.2.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os resultados dos diferentes ensaios foram submetidos às análises exploratórias para avaliar as pressuposições de normalidade dos resíduos (SHAPIRO; WILK,

1965), a homogeneidade de variância dos tratamentos e a aditividade do modelo (BURR; FOSTER, 1972) para permitir a aplicação da ANOVA. As médias foram comparadas pelo teste F ou teste de Tukey ($p \leq 0,05$) (SAS Institute 2009). Adicionalmente, o efeito dos tratamentos em *T. podisi* foi determinado através da comparação com a testemunha negativa (água), calculada por meio da fórmula de Hassan et al., (1985) para:

- Adultos: $E_1(\%) = (1 - \text{Parasitismo no tratamento} / \text{Parasitismo na testemunha negativa}) \times 100$ para os ensaios com adultos;

- Pupas: $E_2(\%) = (1 - \text{Viabilidade das pupas pulverizadas com o tratamento} / \text{viabilidade das pupa na testemunha negativa}) \times 100$ (modificado de HASSAN et al., 1985).

Assim, os tratamentos foram classificados de acordo com sua toxicidade: classe 1 = inócuo ($E < 30\%$), classe 2 = levemente nocivo ($30\% \leq E < 80$), classe 3 = moderadamente nocivo ($80\% \leq E < 99$), classe 4 = nocivo ($E \geq 99\%$).

5.3 RESULTADOS

5.3.1 SELETIVIDADE DE CLORANTRANILIPROLE E CLORANTRANILIPROLE + LAMBDA-CIALOTRINA A PUPAS DE *T. PODISI*

Observou-se que a maior emergência de *T. podisi*, 79,84%, ocorreu na pulverização com água, seguida das menores concentrações de clorantraniliprole 10 e 15 g.i.a.ha⁻¹ com 71,34 e 73,53% respectivamente e da menor concentração da mistura clorantraniliprole + lambda-cialotrina 10 + 5 g.i.a.ha⁻¹, com 70,86% de emergência (Tabela 5.2). Nas maiores concentrações de clorantraniliprole 20, 30 e 50 g.i.a.ha⁻¹ houve, respectivamente, 66,00, 67,02 e 63,28% de emergência, e não diferiram entre si, assim como o a mistura clorantraniliprole + lambda-cialotrina 20 + 10 g.i.a. ha⁻¹, com 64,73%. A mistura com maiores concentrações de clorantraniliprole + lambda-cialotrina 30 + 15 g.i.a. ha⁻¹, resultou em emergência de 54,05%, superior apenas ao clorpirifós, com 51,09% de emergência de adultos pulverizados na fase de pupa (Tabela 5.2).

Para a porcentagem de parasitismo, em todos os períodos testados a pulverização com clorpirifós resultou nos menores valores, sendo de 28,24%, 29,12 e 16,85% de viabilidade respectivamente para 24, 72 e 120 h. A porcentagem de parasitismo após 24h de emergência apresentou-se mais elevada na pulverização com água (77,48%) e

clorantraniliprole 20 g.i.a./ha (73,48%). Os demais tratamentos apresentaram parasitismo superior a 50%, o clorantraniliprole 50 g.i.a./ha com 53,12% o mais baixo (Tabela 5.3).

Com 72 h após a emergência, a maior porcentagem de parasitismo foi observada para clorantraniliprole 15 g.i.a. ha⁻¹ (77,4%). Para clorantraniliprole 50 g.i.a. ha⁻¹ foi observada menor porcentagem de parasitismo, apenas 52,93%. Os outros tratamentos obtiveram valores próximos, variando de 58,28% para a mistura clorantraniliprole + lambda-cialotrina 30 + 15 g.i.a.ha⁻¹ a 69,4% em clorantraniliprole + lambda-cialotrina 10 + 5 g.i.a. ha⁻¹. Para o parasitismo realizado com 120 h, observou-se valores sempre superiores a 70, não havendo diferença entre os tratamentos, exceto pela pulverização de clorpirifós (Tabela 5.3).

Quanto à toxicidade, os produtos e concentrações utilizadas enquadraram-se na classe 1 (inócuos) de acordo com a classificação da IOBC, exceto por clorantraniliprole 50 g.i.a./ha, classificado como levemente nocivo (Tabela 5.4).

5.3.1.1 CAPACIDADE DE PARASITISMO DE *T. PODISI* PULVERIZADOS COM CLORANTRANILIPROLE E CLORANTRANILIPROLE + LAMBDA-CIALOTRINA NA FASE DE PUPA

O número total de ovos parasitados foi significativamente inferior apenas na testemunha positiva, clorpirifós, onde cada fêmea parasitou 0,5 ovos de *E. heros* não pulverizados (Tabela 5.5). As fêmeas que receberam a pulverização de clorantraniliprole e clorantraniliprole + lambda-cialotrina, em todas as concentrações, assim como água, parasitaram quantidade próximas de ovos, variando entre 79,20 ovos em clorantraniliprole 20 g.i.a. ha⁻¹ e 106,6 ovos em água (Tabela 5.5).

Na emergência também obteve-se diferença significativa apenas para clorpirifós, com 8,33% de emergência de parasitoides. Os outros tratamentos variaram entre 47,93 e 58,20% de viabilidade para clorantraniliprole 15 g.i.a. ha⁻¹ e clorantraniliprole + lambda-cialotrina 30 + 15 g.i.a. ha⁻¹, respectivamente. A razão sexual mostrou-se variável de acordo com o produto/concentração testado. Observou-se emergência de 100% de machos na testemunha positiva, clorpirifós e 86% na mistura clorantraniliprole + lambda-cialotrina 20 + 10 g.i.a. ha⁻¹. Para os outros tratamentos, a razão sexual não diferiu e apresentou valores que variaram de 0,36 para a mistura clorantraniliprole + lambda-cialotrina 30 + 15 g.i. ha⁻¹ a 0,66 em clorantraniliprole 50 g.i.a. ha⁻¹.

A longevidade das fêmeas parentais foi inferior para clorpirifós (1 dia) e superior para água (19,55 dias). Entre as cinco concentrações testadas de clorantraniliprole e as mistura clorantraniliprole + lambda-cialotrina 10 + 5 e 20 + 10 g.i.a. ha⁻¹, não verificou-se

diferença, com variações entre 14,85 e 17,85 dias para os tratamento clorantraniliprole 30 g.i.a. ha⁻¹ e clorantraniliprole + lambda-cialotrina 10 + 5 g.i.a. ha⁻¹, respectivamente. As fêmeas na mistura de maior concentração (30 + 10 g.i.a ha⁻¹) tiveram longevidade de aproximadamente 14,20 dias (Tabela 5.5).

O parasitismo diário diminuiu ao longo da vida das fêmeas, entretanto, para todos os tratamentos observou-se picos de parasitismo no primeiro e terceiro dia de exposição de ovos exposição de ovos (Gráfico 5.1 e 5.2), sendo que a quantidade máxima de ovos parasitados por dia foi verificada para clorantraniliprole 30 g.i.a. ha⁻¹ (Gráfico 5.1 e 5.2). Neste mesmo tratamento, os 80% de parasitismo foram alcançados entre o oitavo e nono dias, anterior ao verificado para os outros, que variaram entre o nono e décimo dias, além da menor quantidade de ovos parasitados por dia (1,2 ovos), no 15º dia. Para clorpirifós não foi possível a observação da capacidade de parasitismo das fêmeas devido a mortalidade de 100% dos espécimes.

5.3.2 SELETIVIDADE DE CLORANTRANILIPROLE E CLORANTRANILIPROLE + LAMBDA-CIALOTRINA A ADULTOS DE *T. PODISI*

A porcentagem de parasitismo variou entre os tratamentos em todos os períodos testados, sendo que, com 24 h, não ultrapassou os 47%. O menor parasitismo foi observado para clorpirifós (1,27%), seguido da mistura clorantraniliprole + lambda-cialotrina 30 + 15 g.i.a.ha⁻¹, com 15,12%, clorantraniliprole + lambda-cialotrina 20 + 10 g.i.a. ha⁻¹, com 28,45% e clorantraniliprole + lambda-cialotrina 10 + 5 g.i.a. ha⁻¹, apresentando 31,15% de parasitismo. Os tratamentos com clorantraniliprole, assim como a água, apresentaram porcentagens semelhantes. Setenta e duas horas após o contato dos adultos com os respectivos produtos, a porcentagem de parasitismo mostrou-se semelhante para as concentrações de clorantraniliprole e água, com valores entre 63,30 e 82,53% para clorantraniliprole 30 g.i.a. ha⁻¹ e 10 g.i.a. ha⁻¹, respectivamente. Para as misturas clorantraniliprole + lambda-cialotrina 10 + 5 g.i.a. ha⁻¹ e 20 + 10 g.i.a. ha⁻¹, obteve-se parasitismo inferior ao observado para os outros tratamentos, com 53 e 25,33% respectivamente. Para a maior concentração da mistura clorantraniliprole + lambda-cialotrina 30 + 15 g.i.a. ha⁻¹ e a testemunha positiva clorpirifos, após 72h, não foi observado parasitismo (Tabela 5.6). Na última avaliação, 120 h após o contato dos adultos com os agrotóxicos, o parasitismo não diferiu entre as diferentes doses de clorantraniliprole e a água, com valores entre 67,04% (clorantraniliprole 30 g.i.a. ha⁻¹) e 83,54% (clorantraniliprole 10 g.i.a.ha⁻¹). A mistura clorantraniliprole + lambda-cialotrina 10 +

5 g.i.a. ha⁻¹ apresentou a menor porcentagem de parasitismo (11,33%) e nas misturas com as maiores doses, assim como na testemunha positiva clorpirifós, não foi observado parasitismo devido à morte dos espécimes utilizados no ensaio (Tabela 5.6).

A emergência mostrou diferença apenas com 24 h, onde o menor valor foi observado para clorpirifós (25%), e os maiores valores para a mistura clorantraniliprole + lambda-cialotrina 30 + 15 g.i.a. ha⁻¹ (64,63%), clorantraniliprole 20 g.i.a. ha⁻¹ (61%), clorantraniliprole 10 g.i.a. ha⁻¹ (60%) e clorantraniliprole + lambda-cialotrina 10 + 5 g.i.a. ha⁻¹ (58,17%). Os outros tratamentos obtiveram porcentagens intermediárias de emergência (Tabela 5.6).

Quanto à classificação de toxicidade dos inseticidas de acordo com os parâmetros da IOBC (HASSAN et al., 1991), todas as concentrações testadas de clorantraniliprole, não se apresentaram tóxicas aos parasitoides nos períodos de 24, 72 e 120 h após o contato dos adultos. A mistura clorantraniliprole + lambda-cialotrina 10 + 5 g.i.a. ha⁻¹ também não foi tóxicas aos parasitoides após 24 e 72 h do contato dos adultos. Assim, essas concentrações foram classificadas como inócuas (classe 1) (Tabela 5.7). Entretanto, a mistura clorantraniliprole + lambda-cialotrina 10 + 5 g.i.a. ha⁻¹, 120 h após o contato com os parasitoides, reduziu em 86,31% o parasitismo dos adultos, classificada assim como moderadamente nociva (Tabela 5.7).

As maiores concentrações das misturas, clorantraniliprole + lambda-cialotrina 20 + 10 g.i.a. ha⁻¹ e 30 + 15 g.i.a. ha⁻¹, apresentaram após 24 h, redução do parasitismo de 31,23% e 63,44%, respectivamente, e foram classificadas como pouco nocivas (Tabela 5.7). Com 72 h após o contato com os parasitoides, as mesmas misturas reduziram o parasitismo em 60,13 e 100%, respectivamente, classificadas assim como pouco nociva a 20 + 10 g.i.a. ha⁻¹ e nociva a 30 + 15 g.i.a. ha⁻¹. Após 120 h, ambas reduziram em 100% o parasitismo de *T. podisi*, classificadas como nocivas (Tabela 5.7).

A pulverização com clorpirifós foi classificada como moderadamente nociva 24 h após o contato com os parasitoides, com redução de 96,92% do parasitismo (Tabela 5.7). Nos outros períodos testados, 72 e 120 h após o contato, a redução do parasitismo foi de 100%, classificando-o como nocivo a adultos de *T. podisi* (Tabela 5.7).

5.4 DISCUSSÃO

A utilização de agrotóxicos seletivos a inimigos naturais é uma das principais premissas do manejo integrado de pragas e a seletividade está relacionada ao modo

de ação de cada um dos produtos utilizados (NICHOLLS; ALTIERI; PONTI, 2007). Tanto clorraniliprole, quanto lambda-cialotrina, são princípios ativos presentes em diversos inseticidas, amplamente utilizados em culturas como a soja, milho, feijão, entre outras (MAPA, 2016b) e pertencem, respectivamente ao grupo das antralinamida e piretroide (IRAC, 2016).

O modo de ação das moléculas reflete na sua interferência sobre os insetos, alvos ou não. As antranilamidas são moléculas que atuam diretamente nos receptores de rianodina na célula muscular (TEIXEIRA; ANDALORO, 2013), ativando a liberação irregular do cálcio nelas estocado. Assim, devido a diversas alterações moleculares (CAMPBELL; LANDIS; REGARD, 1986; SATTELLE; CORDOVA; CHEEK, 2008), o inseto contaminado por estas moléculas cessam a alimentação, sofre letargia e morte (HANNING; ZEIGLER; MARÇON, 2009). Já os piretroides tem ação pela ativação das células nervosas nos canais de sódio, com alteração da repolarização da membrana neuronal e conseqüente paralisia e morte, atuando no sistema nervoso periférico assim como no sistema nervoso central (MILLER, 1988), ou seja, apresentam um efeito “knock-down” contra os insetos, de ação mais rápida comparado às antranilamidas. Este modo de ação pode estar relacionado às alterações biológicas negativas da mistura clorraniliprole + lambda-cialotrina sobre *T. podisi* encontrada no presente trabalho quando comparado apenas à ação de clorraniliprole.

Mesmo sendo relatada a nocividade de clorraniliprole em diferentes doses a organismos não-alvo pertencentes a diversas classes, como *Daphnia magna* (Crustacea) (LAVTIZAR et al., 2015) e a ninfas de *Amphiareus constrictus* (Stal, 1860) e *Blaptostethus pallescens* (Poppius, 1859) (Heteroptera: Anthocoridae) (GONTIJO et al., 2015), no presente estudo não foi observada, de maneira geral, influencia significativa no desenvolvimento de *T. podisi* mediante a utilização deste produto, que apresenta características que permitem considerá-lo seletivo (LAHM; CORDOVA; BARRY, 2009; BRUGGER et al., 2010; SPARKS; NAUEN; IRAC, 2015). Além disso, esta molécula age principalmente sobre insetos da ordem Lepidoptera (IRAC, 2016), o que pode estar relacionado a sua baixa interferência no parasitoide *T. podisi*, observada no presente estudo. Entretanto, é importante levar em consideração os padrões de nocividade determinados pelo IOBC, que necessitam atualização frente as condições atuais, o que provavelmente diminuiria o limiar de 30% para produtos inócuos.

Assim, clorraniliprole foi classificado como inócuo a adultos e a pupas, exceto em sua maior dose testada (50 g.i.a.ha⁻¹). Resultados semelhantes foram observados

para outras espécies de parasitoides de ovos da família Trichogrammatidae (PREETHA et al., 2009; BRUGGER et al., 2010; UMA; JACOB; LYLA, 2014), assim como para *T. podisi* na cultura do arroz (PAZINI et al., 2016a; PAZINI et al., 2016b), onde clorraniliprole foi classificado como inócuo na dose de 31,5 g i. a./ha. Entretanto, mesmo a maior dose de clorraniliprole pode-se apresentar como inócua em condições de campo, onde as variáveis, como chuva, vento, radiação solar e outras, acabam por minimizar a ação do produto sobre o organismo, sendo necessários estudos adicionais para determinar esta atividade.

Em testes com *Trichogramma galloi* (Zucchi, 1988) (Hymenoptera: Trichogrammatidae), clorraniliprole apresentou redução de mortalidade menor que 30%, classificado assim como inócuo na dose de 350 g i.a/kg (OLIVEIRA et al., 2013). Para pupas de *Trichogramma pretiosum* (Riley, 1879) (Hymenoptera: Trichogrammatidae), clorraniliprole apresentou-se como levemente nocivo (BARROS, 2016), o que no presente estudo foi observado apenas na utilização da maior dose do produto, nas primeiras 24 h de avaliação para *T. podisi*. Para os adultos, em todas as concentrações e períodos testados, clorraniliprole mostrou-se inócuo. A maior nocividade sobre pupas pode ser explicada pela penetração do produto através do córion dos ovos e inviabilização da emergência do parasitoide devido à sua lipofilicidade (MACBEAN, 2008).

De acordo com Brugger et al. (2010), não há redução significativa na emergência de *T. pretiosum* após a aplicação de clorraniliprole em ovos de *H. armigera*. Segundo os mesmos autores, este inseticida apresenta-se viável para a utilização em programas de manejo integrado de pragas devido a sua seletividade a organismos não-alvos, especialmente parasitoides, resultado também encontrado no presente estudo. Desse modo, produtos a base de clorraniliprole se tornam uma alternativa para utilização de controle biológico e controle químico concomitantemente, no que diz respeito a *T. podisi*.

A lambda-cialotrina pertence ao grupo químico dos piretroides, um dos mais utilizados na cultura da soja para o controle de percevejos e lagartas, apresenta como característica a baixa toxicidade a mamíferos, baixo impacto ambiental, e efetividade contra grande quantidade de insetos (SANTOS; AREAS; REYES, 2007), mas não apresenta-se seletivo a inúmeras espécies de insetos não alvos. Beserra e Parra (2005) observaram que o desempenho do parasitoide *T. pretiosum* é afetado negativamente quando estes entraram em contato com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) previamente tratados com lambda-cialotrina. Também, Carvalho, Parra e Batista (2001), observaram a diminuição da capacidade de parasitismo de *T. pretiosum* sob efeito de lambda-cialotrina.

Entretanto, não constam na literatura os efeitos deste produto sobre *T. podisi*, ressaltando a importância do presente trabalho.

Observou-se neste estudo que a mistura das moléculas, clorotraniliprole + lambda-cialotrina, reduziu significativamente o parasitismo de *T. podisi*, tendo seu efeito negativo intensificado no decorrer das avaliações, classificada à 120 h como nociva nas maiores concentrações testadas. Segundo Paiva, (2016) o efeito da mistura de piretroide e neonicotinoide também foi nociva ao parasitoide *T. pretiosum*. Observa-se também com os presentes resultados, a diminuição no parasitismo de *T. podisi* sob efeito de clorotraniliprole + lambda-cialotrina, mostrando a interferência negativa na performance do inseto. Este fato pode ser explicado pela diferença de modo de ação dos inseticidas, que em conjunto intensificaram a ação sobre a atividade do parasitoide.

Em relação à capacidade de parasitismo da geração F₁ de *T. podisi*, tanto clorotraniliprole quanto a mistura clorotraniliprole + lambda-cialotrina não interferiram no total de ovos parasitados, assim como a viabilidade do parasitismo e razão sexual. Entretanto, em todos os tratamentos os 80% de parasitismo foram atingidos entre o 8º e 10º dias, aproximadamente 5 dias antes de acordo com os resultados obtidos no presente trabalho em condições ambientais semelhantes.

De forma geral, observou-se que os adultos de *T. podisi* foram mais sensíveis aos produtos aplicados, o que já foi observado para outras espécies (BUENO et al., 2008). Assim, deve-se considerar tais informações para a melhor escolha do inseticida a ser utilizado dentro do manejo de pragas, com a intenção de maior preservação de inimigos naturais.

5.5 CONCLUSÃO

Clorotraniliprole pode ser considerado uma ferramenta no manejo de pragas da soja em relação a sua seletividade a *T. podisi* nas condições testadas, pois apresenta baixa ou nenhuma interferência negativa no desenvolvimento do mesmo quando pulverizado sobre pupas e adultos. Entretanto, a mistura clorotraniliprole + lambda-cialotrina deve ser utilizada com cautela, pois interfere negativamente no desenvolvimento do parasitoide, devendo ser substituída quando possível. Além disso, deve-se atentar para a utilização de altas doses, erroneamente utilizadas em campo, pois contribuem para seleção de populações resistentes de pragas assim como para a degeneração de populações de inimigos naturais.

REFERÊNCIAS

- BARROS, L. S. Seletividade de Inseticidas Ao Parasitoide De Ovos *Trichogramma Pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). 2016. 82 f. **Dissertação** (Mestrado) - Curso de Agronomia, Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp, Botucatu, 2016.
- BESERRA, E. B.; PARRA, J. R. P. Impact of the number of *Spodoptera frugiperda* egg layers on parasitism by *Trichogramma atopovirilia*. **Scientia Agricola**. (Piracicaba, Braz.), [s.l.], v. 62, n. 2, p.190-193, abr. 2005.
- BRUGGER, K. E. et al. Selectivity of chlorantraniliprole to parasitoid wasps. **Pest Management Science**, Sussex, v. 66, n. 10, p. 1075-1081, jun. 2010.
- BUENO, A. F. et al. Effects of pesticides used in soybean crops to the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum*. **Ciência Rural**, [s.l.], v. 38, n. 6, p.1495-1503, set. 2008.
- BUENO, A. F. et al. Inimigos naturais das pragas da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (Ed.). **Soja: manejo integrado de insetos e outros Artrópodes-praga**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 493-630.
- BURR, I. W.; FOSTER. L. A. A test for equality of variances. **West Lafayette: University of Purdue**, p.26, 1972.
- CAMPBELL, R.; LANDIS, T.; REGARD, M. Face recognition and lipreading: A neurological dissociation. **Brain** v. 109, n. 3, p.509-521, jun.1986.
- CARMO, E. L. do et al. Seletividade de diferentes agrotóxicos usados na cultura da soja ao parasitoide de ovos *Telenomus remus*. **Ciência Rural**, [s.l.], v. 39, n. 8, p.2293-2300, nov. 2009.
- CARVALHO, G. A., PARRA, J. R; BATISTA, G. C. Seletividade de alguns produtos fitossanitários a duas linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25 n. 3, p. 583-591, maio/jun2001.
- CORRÊA-FERREIRA, B. S.; AZEVEDO, J. Soybean seed damage by different species of stink bugs. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 4, p. 145-150, maio. 2002.

CZEPAK, C et al. Primeiro registro da ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, GO, v. 43, n.1, p. 110-113, mar, 2013.

DEGRANDE, P. E. et al., Metodologia para avaliar o impacto de pesticidas sobre inimigos naturais In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, p. 71-93, 2002.

DESNEUX, N., RAFALIMANANA, H. KAISER, L. Dose response relationship in lethal and behavioural effects of different insecticides on the parasitic wasp *Aphidius*. **Chemosphere**, v.54, n. 5, p. 619-627, 2004.

DIAMANTINO, E. P. et al. Seletividade de inseticidas a alguns dos inimigos naturais na cultura do algodão. **Arquivos do Instituto Biológico**, [s.l.], v. 81, n. 2, p.150-158, jan. 2014.

DOETZER, A. K.; FOERSTER, L. A. Desenvolvimento, Longevidade e Reprodução de *Trissolcus basalis* (Wollaston) e *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae) em Condições Naturais durante a Entressafra da Soja no Sul do Paraná. **Neotropical Entomology**, v. 2, n. 36, p.233-242, mar/abr. 2007.

FONSECA, P. R. B. da et al. Seletividade de inseticidas utilizados no controle da *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) nos inimigos naturais epigéicos na cultura do milho. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 1, p.14-19, jan/mar. 2012.

GONTIJO, L. M. et al. Impacts of azadirachtin and chlorantraniliprole on the developmental stages of pirate bug predators (Hemiptera: Anthocoridae) of the tomato pinworm *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Florida Entomologist**, v. 98, n. 1, p. 59-64, mar. 2015

HANNING, G. T.; ZEIGLER, M.; MARÇON, P. G. Feeding cessation effects of chlorantraniliprole, a new anthranilic diamide insecticide in comparison with several insecticides in distinct chemical classes and mode-of-action groups. **Pest Management Science**, v. 65, p. 969-974, set. 2009.

HASSAN, S. A. et al. Results of the fifth joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS - working group "Pesticides and Beneficial Organisms". **Entomophaga**, v.36, p.55-67, mar. 1991

HASSAN, S. A. et al. The side-effects of pesticides on the egg parasitoid *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae), acute dose-response and persistence tests. **Journal Of Applied Entomology**, [s.l.], v. 122, n. 1-5, p.569-573, 12 jan. 1998.

IRAC. Comitê de Ação à Resistência de Inseticidas. Classificação Modo de ação de inseticidas. Disponível em:

<http://media.wix.com/ugd/2bed6c_91333a97a3db478cbb1d363af09cf84.pdf>. Acesso em 05 out. 2016.

LAHM, G. P.; CORDOVA, D.; BARRY, J. D. New and selective ryanodine receptor activators for insect control. **Bioorganic and Medicinal Chemistry**, v.17, 24 p.4127-4133, jun. 2009.

LAVTIZAR, et al. Daphnid Life Cycle Responses to the Insecticide Chlorantraniliprole and Its Transformation Products. **Environmental Science and Technology**, n.49, v.6, p. 3922-3929, fev, 2015.

MACBEAN, C. **e-Pesticide Manual**. (Ed.) Crop Protection Council, Alton, v. 15, 2008.

MILLER, T.A. 1988. Mechanisms of resistance to pyrethroid insecticides. *Parasitol. Today* 4: S8-12. 1988

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, MAPA. **Agrotóxicos Fitossanitários**. Disponível em:< http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons> Acesso em: 17 dez. 2016b.

NICHOLLS, C. I.; ALTIERI, M. A.; PONTI, L. Controle biológico de pragas através do manejo de agroecossistemas. **Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento Agrário, Departamento de Assistência Técnica e Extensão Rural**, 2007. p.31 2007.

OLIVEIRA, H. N. et al. Seletividade de inseticidas utilizados na cana-de-açúcar a adultos de *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Bioscience Journal**, v.29, n.5, p.1267-1274, set/out. 2013.

PAIVA, A. C. R. **Toxicidade e efeito subletal dos principais inseticidas utilizados na cultura da soja para *Trichogramma pretiosum* (hymenoptra: platygastridae)**. 2016. 64 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, USP, Piracicaba, 2016.

PAZINI, J. B. et al. Selectivity of pesticides used in rice crop on *Telenomus podisi* and *Trichogramma pretiosum*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 46, n. 3, p. 327-335, jul/set. 2016.

POLANCZYK, R. A. et al. Efeito de *Beauveria bassiana* (Bals) e *Metarhizium anisopliae* nos parâmetros biológicos de *Trichogramma atopovirilia* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 6, p.1412-1416, dez. 2010.

PREETHA, G. et al. Toxicity of selected insecticides to *Trichogramma chilonis*: assessing their safety in the rice ecosystem. **Phytoparasitica**, v. 37, n. 3, p. 209-215, jul. 2009.

REIS, P. R. et al. Seletividade de agroquímicos ao ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). **Anais de Sociedade Entomológica do Brasil**, [s.l.], v. 27, n. 2, p.265-274, jun. 1998.

SANTOS, M. A. T.; AREAS, M. A.; REYES, F. G. R. Piretróides uma visão geral. **Alimentos e Nutrição**., Araraquara, v.18, n.3, p. 339-349, set. 2007.

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

SAS Institute. 2009. SAS/STAT: User's Guide. Version 9.2. Cary, NC: SAS.

SATTELLE, D.B., CORDOVA, D. CHEEK, T.R. Insect ryanodine receptors: molecular targets for novel pest control chemical. **Invertebrate Neuroscience**, v.8, p. 107-119. set. 2008.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete sample). **Biometrika** , v. 52, n. 3, p. 591-611, dez, 1965.

TEIXEIRA, L. A.; ANDALORO, J. T. Diamide insecticides: Global efforts to address insect resistance stewardship challenges. **Pesticide Biochemistry And Physiology**, [s.l.], v. 106, n. 3, p.76-78, jul. 2013.

UMA, S.; JACOB, S.; LYLA, K. R. Acute contact toxicity of selected conventional and novel insecticides to *Trichogramma japonicum* Ashmead (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Journal of Biopesticides**, v. 7, n. 1, p. 133-136, maio, 2014.

WANG, N. C.; LI, Z. H. Studies on the biology of cotton bollworm (*Heliothis armigera* Hübner) and tobacco budworm (*Heliothis assulta* Quenee). **Journal of the Shandong Agricultural University**, Taian, v. 1-2, n. 1, p. 13-25, 1984.

WYCKHUYS, K. A, et al. Current status and potential of conservation biological control for agriculture in the developing world. **Biological Control**. v.65, n. 1, p.152–167. abr. 2016.

ZOTTI, M. J. et al. Seletividade de inseticidas usados na cultura do milho para ninfas e adultos do predador *Doru lineare* (Eschscholtz, 1822) (Dermaptera: Forficulidae) em condições de semi-campo. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 14, n. 3, p. 96-105, jul/set. 2008.

Tabela 5.1 Inseticidas testados contra o parasitoide de ovos *Telenomus podisi* sob condições controladas de laboratório (temperatura de $25^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$ e UR $50 \pm 10\%$).

Produto comercial (p.c.)	Formulação	Ingrediente ativo (i.a.)	Dose p.c. (mL. ha⁻¹)	Dose i.a. (g i.a. ha⁻¹)
Premio [®]	200 SC	clorantraniliprole ¹	50	10
Premio [®]	200 SC	clorantraniliprole ¹	75	15
Premio [®]	200 SC	clorantraniliprole ¹	100	20
Premio [®]	200 SC	clorantraniliprole ¹	150	30
Premio [®]	200 SC	clorantraniliprole ¹	250	50
Ampligo [®]	100/50 SC	clorantraniliprole+ lambdacialotrina ²	100	10 + 5
Ampligo [®]	100/50 SC	clorantraniliprole+ lambdacialotrina ²	300	30 + 15
Ampligo [®]	100/50 SC	clorantraniliprole+ lambdacialotrina ²	500	50 + 25
Água (controle negativo)	-	-	-	-
Lorsban 480BR [®] (controle positivo)	480 EC	Clorpirifos	2000	960

¹Inseticida do grupo químico das antranilamida. ²Inseticida do grupo químico dos piretróides.

Tabela 5.2 – Emergência de *Telenomus podisi* pulverizadas na fase de pupa com clorantraniliprole e clorantraniliprole + lambda-cialotrina em diferentes concentrações, em condições de laboratório.

Tratamento (g.i.a. ha⁻¹)	Emergência (%)^{1,2}
Clorantraniliprole 10	71,34 ± 3,07ab
Clorantraniliprole 15	73,53 ± 3,96ab
Clorantraniliprole 20	66,00 ± 3,33abc
Clorantraniliprole 30	67,02 ± 1,71abc
Clorantraniliprole 50	63,28 ± 3,32abc
Clorantraniliprole 10 + lambda-cialotrina 5	70,86 ± 2,93ab
Clorantraniliprole 20 + lambda-cialotrina 10	64,73 ± 1,90abc
Clorantraniliprole 30 + lambda-cialotrina 15	54,05 ± 1,09dc
Água	79,84 ± 4,30a
clorpirifós 960	51,09 ± 3,32d
CV (%)	10,32
F	8,04
P	<0,0001

¹Médias ± EPM seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05). ²Emergência (%) de *T. podisi* pulverizados, na fase de pupa, com clorantraniliprole e clorantraniliprole + lambda-cialotrina em diferentes concentrações. ^{ns}ANOVA não significativa

Tabela 5.3. Parasitismo da geração F0 e emergência da geração F1 de *Telenomus podisi* oriunda de pupas pulverizadas com clorraniliprole e clorraniliprole + lambda-cialotrina em condições de laboratório

Tratamento (g.i.a. ha ⁻¹)	Horas após a emergência					
	24 h		72 h		120 h	
	¹ Parasitismo	¹ Emergência	¹ Parasitismo	¹ Emergência	¹ Parasitismo	¹ Emergência
Clorraniliprole 10	71,05 ± 2,39ab	40,15 ± 4,21 ^{ns}	66,31 ± 1,52ab	60,04 ± 10,41 ^{ns}	81,67 ± 3,20a	69,8 ± 3,79 ^{ns}
Clorraniliprole 15	69,27 ± 3,43ab	39,95 ± 4,79	77,4 ± 3,06a	63,73 ± 11,27	78,45 ± 2,74a	66,47 ± 1,97
Clorraniliprole 20	73,48 ± 3,95a	38,38 ± 3,40	63,81 ± 2,76ab	68,52 ± 13,26	75,69 ± 5,56a	64,36 ± 3,43
Clorraniliprole 30	61,372 ± 4,18ab	51,75 ± 5,01	66,72 ± 4,71ab	47,96 ± 1,76	73,82 ± 1,92a	72,63 ± 2,93
Clorraniliprole 50	53,12 ± 4,65b	47,87 ± 2,04	52,93 ± 2,30b	72,52 ± 16,05	74,81 ± 4,15a	64,64 ± 4,1
Clorraniliprole 10 + lambda-cialotrina 5	66,512 ± 5,35ab	45,54 ± 4,16	69,4 ± 2,00ab	64,2 ± 9,69	81,66 ± 3,17a	67,68 ± 4,03
Clorraniliprole 20 + lambda-cialotrina 10	66,742 ± 1,83ab	45,7 ± 4,63	59,98 ± 5,20ab	67,4 ± 13,49	71,2 ± 3,39a	73,31 ± 1,88
Clorraniliprole 30 + lambda-cialotrina 15	61,09 ± 4,76ab	51,77 ± 2,47	58,28 ± 7,31ab	67,92 ± 13,96	82,68 ± 1,37a	63,69 ± 2,1
Água	77,48 ± 1,83a	50,04 ± 3,51	61,91 ± 6,12ab	66,91 ± 8,53	71,02 ± 3,48a	71,06 ± 2,45
Clorpirifós 960	28,24 ± 3,69c	55,44 ± 4,25	29,12 ± 0,83c	70,15 ± 11,44	16,85 ± 7,11b	73,23 ± 5,1
CV	13,48	18,86	15,46	38,99	12,36	10,49
F	13,63	2,06	7,99	0,36	19,69	1,35
P	<0,0001	0,0583	<0,0001	0,945	<0,0001	0,2433

¹Médias ± EPM seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05).

^{ns}ANOVA não significativa.

Tabela 5.4 – Redução da emergência de *Telenomus podisi* provenientes de ovos de *E. heros* pulverizados com clorantraniliprole e clorantraniliprole + lambda-cialotrina, de acordo com a classificação da IOBC.

Tratamento (g.i.a. ha ⁻¹)	24h		72h		120h	
	E% ¹	Classe ²	E% ¹	Classe ²	E% ¹	Classe ²
Clorantraniliprole 10	8,3	1	0	1	0	1
Clorantraniliprole 15	10,6	1	0	1	0	1
Clorantraniliprole 20	5,1	1	0	1	0	1
Clorantraniliprole 30	20,8	1	0	1	0	1
Clorantraniliprole 50	31,4	2	14,5	1	0	1
Clorantraniliprole 10 + lambda-cialotrina 5	14,1	1	0	1	0	1
Clorantraniliprole 20 + lambda-cialotrina 10	13,9	1	3,1	1	0	1
Clorantraniliprole 30 + lambda-cialotrina 15	21,1	1	5,9	1	0	1
T10 - clorpirifós 960	63,5	2	52,9	2	76,3	2

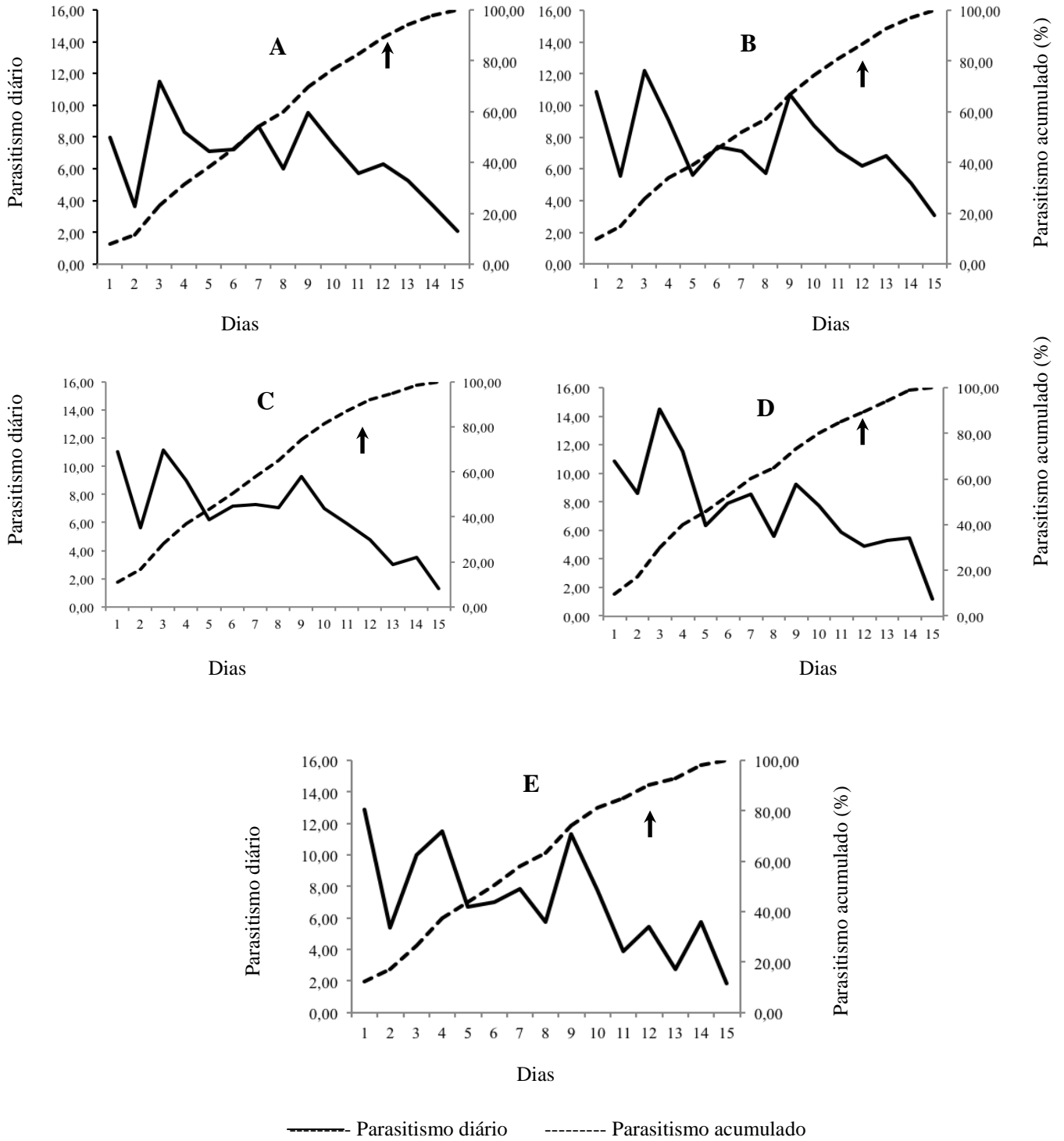
¹E (%) = $(1 - V_t/V_c) \times 100$, onde: E (%) é a porcentagem de redução no parasitismo ou emergência de parasitoides; ² Classes: 1 = inócuo (E <30%), 2 = pouco nocivo (30 ≤ E ≤ 79%), 3 = moderadamente nocivo (80 ≤ E ≤ 99%), 4 = nocivo (E > 99%).

Tabela 5.5 - Total acumulado de ovos parasitados, emergência, razão sexual e longevidade das fêmeas parentais de *Telenomus podisi* sob pulverização, quando na fase de pupa, de clorantraniliprole e clorantraniliprole + lambdacialotrina em diferentes concentrações.

Tratamentos (dose/150L - H ₂ O)	Total de ovos parasitados/fêmea ¹	Emergência ¹	Razão Sexual ¹	Longevidade das fêmeas parentais ¹
Clorantraniliprole 10	84,85 ± 7,63a	58,05 ± 3,16a	0,47 ± 0,01a	15,70 ± 1,12ab
Clorantraniliprole 15	95,07 ± 9,88a	47,93 ± 4,85a	0,45 ± 0,07ab	15,85 ± 1,56ab
Clorantraniliprole 20	79,20 ± 10,23a	55,04 ± 3,57a	0,58 ± 0,02a	15,75 ± 1,38ab
Clorantraniliprole 30	102,85 ± 3,86a	55,41 ± 2,99a	0,61 ± 0,04a	14,85 ± 0,80ab
Clorantraniliprole 50	96,30 ± 3,94a	55,22 ± 2,79a	0,66 ± 0,05a	15,65 ± 1,34ab
Clorantraniliprole 10 + lambda-cialotrina 5	99,95 ± 6,85a	56,15 ± 2,39a	0,49 ± 0,09a	17,85 ± 1,09ab
Clorantraniliprole 20 + lambda-cialotrina 10	93,55 ± 4,10a	53,98 ± 2,96a	0,14 ± 0,05bc	15,55 ± 0,49ab
Clorantraniliprole 30 + lambda-cialotrina 15	92,06 ± 9,51a	58,20 ± 1,59a	0,36 ± 0,03ab	14,20 ± 1,56b
Água	106,60 ± 7,44a	54,81 ± 3,67a	0,40 ± 0,05ab	19,55 ± 0,17a
Clorpirifós 960	0,5 ± 0,36b	8,33 ± 8,33b	0c	1,00 ± 0,00c
CV (%)	16,18	14,18	24,44	14,47
F	20,05	13,20	8,67	22,42
p	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

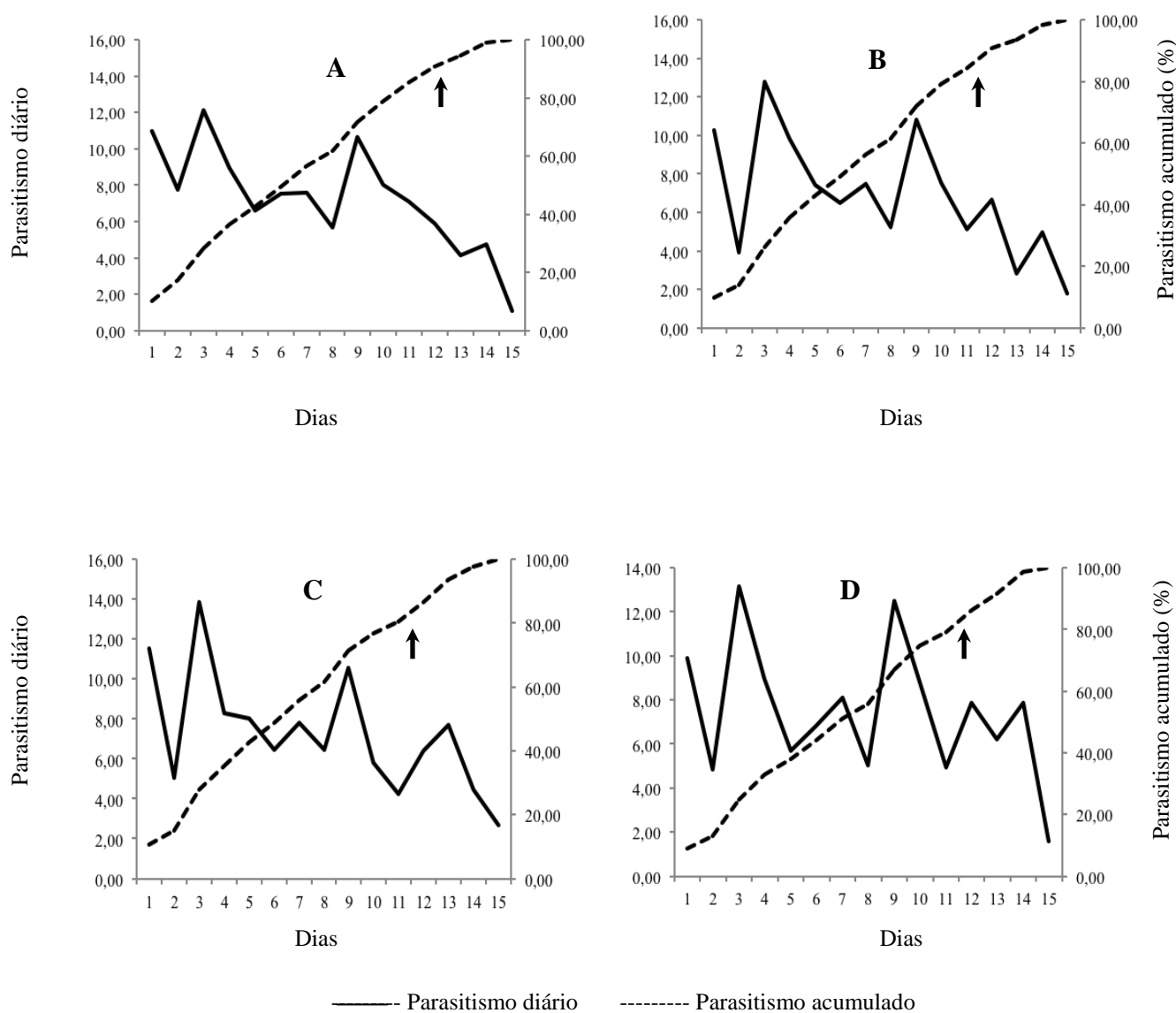
¹Médias ± EPM seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Tukey (p>0.05).

Gráfico 5.1 - Capacidade de parasitismo de *Telenomus podisi* em ovos de *Euschistus heros* sob aplicação de Clorantianiliprole em laboratório



Legenda: Parasitismo diário e acumulado de *T. podisi*, a $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $60\% \pm 10\%$, sob diferentes tratamentos. A) clorantianiliprole (Premio®) 10 g i.a.ha⁻¹; B) clorantianiliprole (Premio®) 15 g i.a.ha⁻¹; C) clorantianiliprole (Premio®) 20 g i.a.ha⁻¹; D) clorantianiliprole (Premio®) 30 g i.a.ha⁻¹; E) clorantianiliprole (Premio®) 50 g i.a.ha⁻¹; As setas indicam 80% de parasitismo acumulado.

Gráfico 5.2 – Capacidade de parasitismo de *Telenomus podisi* em ovos de *Euschistus heros* sob aplicação de Clorantraniliprole + lambdacialotrina em laboratório



Legenda: Parasitismo diário e acumulado de *T. podisi* sob diferentes tratamentos. A) clorantraniliprole + lambdacialotrina (Ampligo®) 10 + 5 g i.a.ha⁻¹; B) clorantraniliprole + lambdacialotrina (Ampligo®) 20 + 10 g i.a.ha⁻¹; C) clorantraniliprole + lambdacialotrina (Ampligo®) 30 + 15 g i.a.ha⁻¹; D) testemunha negativa – água corrente. As setas indicam 80% de parasitismo acumulado.

Tabela 5.6. - Porcentagem de parasitismo de ovos de *Euschistus heros* e emergência de *Telenomus podisi* pulverizados com clorraniliprole e clorraniliprole + lambda-cialotrina em diferentes concentrações.

Tratamentos g. i.a. ha ⁻¹	24h ²		72h ²		120h ²	
	Parasitismo ¹	Emergência ¹	Parasitismo ¹	Emergência ¹	Parasitismo ¹	Emergência ¹
Clorraniliprole 10	41,90 ± 1,97 ^a	60,05 ± 5,25 ^a	82,53 ± 1,74 ^a	50,72 ± 10,61 ^{ns}	83,54 ± 2,94 ^a	65,45 ± 3,31 ^{ns}
Clorraniliprole 15	43,53 ± 2,62 ^a	46,39 ± 5,48 ^{ab}	72,62 ± 5,52 ^a	67,68 ± 5,66	79,84 ± 0,28 ^a	64,07 ± 6,17
Clorraniliprole 20	42,96 ± 1,05 ^a	61,00 ± 3,70 ^a	67,59 ± 5,69 ^a	61,26 ± 6,10	72,06 ± 7,11 ^a	65,00 ± 5,27
Clorraniliprole 30	43,45 ± 3,28 ^a	55,43 ± 5,78 ^{ab}	63,30 ± 8,40 ^a	74,55 ± 7,17	67,04 ± 4,51 ^a	63,93 ± 9,69
Clorraniliprole 50	46,69 ± 1,48 ^a	50,81 ± 5,21 ^{ab}	71,08 ± 8,65 ^a	53,19 ± 9,43	81,50 ± 5,38	59,70 ± 9,60
Clorraniliprole 10 + lambda-cialotrina 5	31,15 ± 3,52 ^{bc}	58,17 ± 4,51 ^a	53,00 ± 6,05 ^{ab}	64,73 ± 13,30	11,33 ± 11,33 ^b	70,36 ± 4,20
Clorraniliprole 20 + lambda-cialotrina 10	28,45 ± 1,12 ^c	51,02 ± 6,43 ^{ab}	25,33 ± 11,0 ^{bc}	87,83 ± 5,98	. ³	. ³
Clorraniliprole 30 + lambda-cialotrina 15	15,12 ± 2,10 ^d	64,63 ± 10,39 ^a	0,00 ± 0,00 ^c	. ³	. ³	. ³
Água	41,37 ± 2,10 ^{ab}	51,42 ± 4,79 ^{ab}	63,50 ± 11,29 ^a	54,06 ± 12,59	82,81 ± 6,45 ^a	63,03 ± 4,78
Clorpirifós 960	1,27 ± 0,77 ^e	25,00 ± 25,00 ^b	0,00 ± 0,00 ^c	. ³	. ³	. ³
CV	14,34	26,72	30,53	26,63	17,70	21,94
F	45,25	1,69	20,14	2,54	94,75	0,20
p	<0,0001	0,1258	<0,0001	0,0566	<0,0001	0,9720

¹ Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Tukey (p>0.05); ² Dados originais transformados em arcoseno $\sqrt{x/100}$. ³ não houveram insetos para avaliação.

Tabela 5.7 - Classificação da seletividade de clorantraniliprole e clorantraniliprole + lambda-cialotrina a *Telenomus podisi*, de acordo com as normas da IOBC, em diferentes períodos após o contato com os adultos.

Tratamentos g. i.a. ha ⁻¹	24h		72h		120h	
	E%	Classe ²	E%	Classe ²	E%	Classe ²
Clorantraniliprole 10	0	1	0	1	0	1
Clorantraniliprole 15	0	1	0	1	3,6	1
Clorantraniliprole 20	0	1	0	1	12,9	1
Clorantraniliprole 30	0	1	0,4	1	19,0	1
Clorantraniliprole 50	0	1	0	1	1,6	1
Clorantraniliprole 10 + lambda-cialotrina 5	24,7	1	19,6	1	86,3	3
Clorantraniliprole 20 + lambda-cialotrina 10	31,2	2	60,1	2	100	4
Clorantraniliprole 30 + lambda-cialotrina 15	63,4	2	100	4	100	4
Clorpirifós 960	96,9	3	100	4	100	4

¹E (%) = $(1 - V_t/V_c) \times 100$, onde: E (%) é a porcentagem de redução no parasitismo ou emergência de parasitoides; ²Classes: 1 = inócuo (E < 30%), 2 = pouco nocivo (30 ≤ E ≤ 79%), 3 = moderadamente nocivo (80 ≤ E ≤ 99%), 4 = nocivo (E > 99%).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O controle do percevejo-marrom *Euschistus heros* em determinadas regiões do Brasil apresenta-se ineficiente em decorrência da má utilização de agrotóxicos, seja por aplicações em momentos desnecessários ou por alteração de doses. Tais ações são, muitas vezes, recomendadas por profissionais e empresas que desconsideram as conseqüências, já observadas, como resistência de pragas e degeneração de populações de inimigos naturais, levando ao desequilíbrio ambiental.

Neste sentido, a prática do Manejo Integrado de Pragas, com utilização do controle biológico, é uma alternativa ao controle químico, sendo *Telenomus podisi* um parasitoide de ovos promissor ao controle de *E. heros*. Entretanto, seu processo de criação massal ainda apresenta-se oneroso. A exigência de mão de obra associada ao baixo tempo de vida do parasitoide dificultam sua utilização a campo. Portanto, a otimização do processo de criação do mesmo, com o estabelecimento de protocolos de armazenamento de insetos pode auxiliar na redução destes custos. Neste contexto, o presente trabalho gerou conhecimentos que permitem avanço no que diz respeito à criação de *T. podisi* em ovos do hospedeiro *E. heros*. Além disso, geraram-se informações que contribuem para a utilização do parasitoide em campo.

O impacto da temperatura na biologia do parasitoide e de seu hospedeiro foi comprovado nos diferentes experimentos conduzidos nesse estudo. Com isso, foi comprovada que a alteração da temperatura ambiente pode ser uma estratégia para aperfeiçoar a criação massal do parasitoide. Enquanto temperaturas elevadas (40°C) se mostraram letais para *T. podisi*, o melhor desenvolvimento do parasitoide se deu nas temperaturas de 25° e 30°C. Assim como as temperaturas elevadas de 40°C, baixas temperaturas como 5°C são também letais ao desenvolvimento das pupas, mas não dos adultos. A temperatura de 5°C pode inclusive ser utilizada para armazenar os adultos por um período de 6 dias em laboratório para posterior liberação em campo aumentando o tempo de vida para o uso do parasitoide após sua produção. A alteração da temperatura pode ainda ser utilizada para armazenar ovos de *E. heros* para posterior utilização na criação do parasitoide, sendo o armazenamento em nitrogênio líquido (-196°C) a forma mais favorável.

O estudo do impacto da alteração da temperatura sobre o parasitoide e hospedeiro, além da avaliação de outros aspectos do parasitismo como a capacidade do parasitoide parasitar mesmo na ausência da cópula respondem a parte das dúvidas relativas ao parasitoide *T. podisi* e seu hospedeiro *E. heros*, mostrando que a espécie tem, de fato,

potencial para ser utilizada em programas de Controle Biológico Aplicado. Entretanto, apesar de toda importância do controle biológico o controle químico pode vir a ser necessário. Parasitoides e agrotóxicos podem ser utilizados simultaneamente em programas de MIP, desde que haja seletividade dos agrotóxicos utilizados. Clorantraniliprole, ingrediente ativo de diversos produtos, de maneira geral não se apresenta prejudicial à espécie ao longo de 120h após a aplicação, exceto em concentrações mais elevadas. Entretanto, a mistura de clorantraniliprole + lambda-cialotrina apresentou-se tóxica ao parasitoide em grande parte das condições testadas, devendo assim não ser preferida para o controle de pragas em momentos próximos à atividade do parasitoide.

Apesar de todos os avanços obtidos no desenvolvimento dessa tese de doutoramento, é importante ressaltar a necessidade de estudos adicionais, em condições de campo principalmente, que comprovem a eficiência da *T. podisi*.