

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

Oscilações térmicas sobre o parasitoide de ovos *Telenomus podisi*  
(Ashmead) (Hymenoptera: Scelionidae)

Andressa Mariani

Dourados-MS  
Fevereiro de 2019

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

Andressa Mariani

OSCILAÇÕES TÉRMICAS SOBRE O PARASITOIDE DE OVOS *Telenomus*  
*podisi* (ASHMEAD) (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE)

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de MESTRE EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE.

Área de Concentração: Biodiversidade e conservação

Orientador: Harley Nonato de Oliveira

Dourados-MS  
Fevereiro de 2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

M333o Mariani, Andressa

Oscilações térmicas sobre o parasitoide de ovos *Telenomus podisi* (Ashmead) (Hymenoptera: Scelionidae) [recurso eletrônico] / Andressa Mariani. -- 2019.

Arquivo em formato pdf.

Orientador: Harley Nonato de Oliveira .

Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2019.

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

1. parasitoide. 2. soja. 3. controle biológico. 4. percevejo marrom. I. Oliveira, Harley Nonato De. II. Título.

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

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

**“OSCILAÇÕES TÉRMICAS SOBRE O PARASITOIDE DE OVOS *Telenomus podisi*  
ASHMEAD (HYMENOPTERA: SCHELIONIDAE)”.**

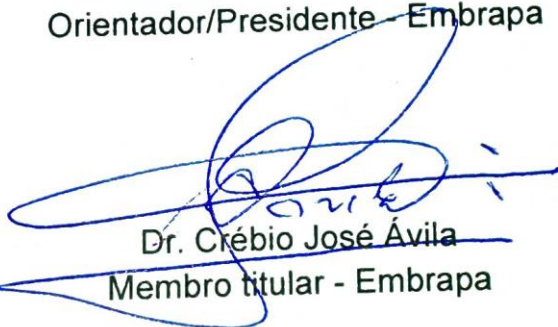
Por

**ANDRESSA MARIANI**

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



Dr. Harley Nonato de Oliveira  
Orientador/Presidente - Embrapa



Dr. Crébio José Ávila  
Membro titular - Embrapa



Dr.ª Cácia Leila Tigre Pereira Viana  
Membro titular - Unigran

## **BIOGRAFIA DO ACADÊMICO**

ANDRESSA MARIANI, filha de Luiz Pedro Mariani e Lorena de Lima Mariani, nascida na cidade de Mondai, Santa Catarina, Brasil, no dia 25 de dezembro de 1993.

Cursou o ensino fundamental em rede pública na escola "Eulina Alves de Gouveia Marcelino" em Riqueza – SC.

Cursou o ensino médio completo em rede pública na escola "Izabel Bassani" também localizada no município de Riqueza – SC.

Em março de 2012 ingressou no curso de Agronomia na Faculdade Anhanguera de Dourados – F.A.D, onde formou-se em dezembro de 2016.

Em abril de 2014 ingressou no curso Técnico em Zootecnia na Faculdade Anhanguera de Dourados – F.A.D, onde formou-se em outubro de 2015.

Entre julho de 2013 a maio de 2014, durante a graduação realizou seu primeiro estágio não obrigatório, desenvolvendo atividades de pesquisa na área de agroecologia, na Embrapa Agropecuária Oeste – CPAO, Dourados- MS.

Entre julho de 2014 a maio de 2015 realizou seu segundo estágio não obrigatório, desenvolvendo atividades de pesquisa na área de agroecologia com a elaboração de substratos orgânicos, na Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados- MS.

Entre julho de 2015 a maio de 2016 realizou estágio de iniciação científica desenvolvendo atividades de pesquisa no laboratório de Entomologia da Embrapa Agropecuária Oeste – CPAO, Dourados- MS.

Atualmente é aluna de Mestrado do programa de pós-graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, oferecido pela Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD no período de março de 2017 a março de 2019.

Iniciará o curso de Doutorado no programa de pós-graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, oferecido pela Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD no período de março de 2019 a março de 2021.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pela saúde, por me guiar a cada passo nessa jornada e iluminar minha mente nos momentos de escolha.

Ao Dr. Harley Nonato de Oliveira, pela oportunidade na orientação, pelos ensinamentos e conselhos de vida que levarei comigo, pela seriedade e competência do seu trabalho.

Ao programa de pós-graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), pela oportunidade de realizar o curso de mestrado.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro concedido através de bolsa de estudo.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) - Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste (CPAO), por ter permitido a realização do trabalho de conclusão do curso de mestrado através da infraestrutura cedida para a realização do experimento.

Aos Professores do Curso de Pós-Graduação em Entomologia pelos ensinamentos transmitidos.

A todos os professores que fizeram parte da minha caminhada acadêmica desde os primeiros anos de formação.

Aos companheiros e amigos do Laboratório de Entomologia da Embrapa Agropecuária Oeste.

Aos incomparáveis amigos que a Embrapa me proporcionou Henrique Bonin e Izabela Vessoni, pela amizade e os bons momentos compartilhados.

Aos colegas da Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade pela convivência e ensinamentos.

A Ivana Fernandes, pelo incentivo nos momentos difíceis, pela amizade divertida e inestimável companhia.

À aquela que foi mais que uma companheira de moradia, Maiara Kawana Aparecida Rezende, pela cumplicidade, companheirismo e força nos momentos difíceis dessa caminhada.

A Tania Caraiba Mariani, por não me deixar desistir jamais, pela paciência, cuidados comigo e tornar os meus dias mais alegres.

A minha amada família pelo carinho e compreensão nos momentos em que não estive presente, e pelo amor incondicional.

Ao Vítor Cunha Gomes Sfeir atual secretário da Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade pela eficiência e dedicação nos serviços prestados.

Aos amigos distantes não citados, que se fizeram presentes, agradeço a amizade verdadeira de sempre.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus Amados pais Luiz Pedro Mariani e Lorena de Lima Mariani,  
e ao meu querido irmão Andrei Mariani por todo zelo, confiança e  
incentivo que sempre depositaram em mim.

Dedico



## SUMÁRIO

RESUMO GERAL .....	9
GENERAL ABSTRACT .....	10
INTRODUÇÃO GERAL .....	11
REVISÃO DE LITERATURA .....	15
O cultivo da soja no Brasil .....	15
Controle de pragas na soja.....	17
Aspectos bioecológicos do percevejo-marrom <i>Euschistus heros</i> .....	18
Controle biológico.....	19
Parasitoide de ovos <i>Telenomus podisi</i> .....	20
Efeito da temperatura no desenvolvimento de parasitoides de ovos.....	22
OBJETIVOS.....	23
Objetivo geral .....	23
Objetivos específicos.....	23
Hipótese.....	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	24
CAPÍTULO I.....	31
OSCILAÇÕES TÉRMICAS SOBRE O PARASITOIDE DE OVOS <i>Telenomus podisi</i> (ASHMEAD) (HYMENOPTERA:SCELIONIDAE) .....	31
RESUMO .....	32
ABSTRACT .....	33
INTRODUÇÃO.....	34
MATERIAIS E MÉTODOS .....	36
Criação de <i>E. heros</i> .....	36
Criação de <i>T. podisi</i> .....	36
EXPERIMENTO 1.Oscilações de temperatura. ....	37
EXPERIMENTO 1.Choque térmico .....	38
Análise estatística.....	39

RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	40
Exposição do parasitoide as oscilações de temperatura.....	40
Exposição do parasitoide ao choque térmico .....	44
CONCLUSÕES.....	48
Considerações finais.....	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51

## RESUMO GERAL

MARIANI, A. **OSCILAÇÕES TÉRMICAS SOBRE O PARASITOIDE DE OVOS *Telenomus podisi* (ASHMEAD) (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE)**. (Dissertação - Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2019.

Condições climáticas inadequadas podem afetar negativamente a performance e até mesmo a sobrevivência da maioria dos insetos. A temperatura é um dos principais fatores que interfere no sucesso dos agentes de controle biológico de pragas. O parasitoide de ovos *Telenomus podisi* (Ashmead) (Hymenoptera: Scelionidae) tem sido amplamente utilizado para o controle do percevejo *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae). Liberações desse parasitoide nas lavouras de soja, em condições de temperaturas inadequadas podem resultar no insucesso do controle desse percevejo fitófago, comprometendo assim a produtividade final da cultura. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de oscilações térmicas sobre o parasitoide *T. podisi*. Os parâmetros biológicos do parasitoide foram avaliados em dois experimentos. Para isso, fêmeas do parasitoide com até 24 horas de idade e previamente alimentadas com mel foram individualizadas em tubos de vidro. No primeiro experimento, os parasitoides foram submetidos a oscilações de temperaturas acima e abaixo de 25°C, sendo, a menor temperatura estudada de 17°C e a maior de 41°C, com oscilações de 2°C a cada hora, totalizando 13 tratamentos com 20 repetições cada. No segundo experimento, novas fêmeas do parasitoide eram individualizadas em tubos de vidro e submetidas a choques térmicos, no qual os parasitoides eram transferidos da temperatura inicial de 25°C diretamente para diferentes temperaturas ( 27°C, 29°C, 31°C, 33°C, 35°C, 37°C, 39°C e 41°C) e após uma hora voltando a temperatura de 25°C. Após a exposição às oscilações de temperatura e ao choque térmico, foi avaliado a sobrevivência das fêmeas de *T. podisi*, e posteriormente, cada fêmea recebeu dez ovos viáveis de *E. heros*. Após 24 horas, esses ovos foram individualizados em tubos de vidro, e mantidos em câmara climatizada tipo B.O.D 25±1° C, 60%±10% de umidade relativa e fotofase de 12 horas até a emergência dos parasitoides, visando avaliar a porcentagem de ovos parasitados, de emergência e a razão sexual. As fêmeas, após o parasitismo, também foram mantidas em câmara climatizada, para posteriormente avaliar a longevidade. A exposição do parasitoide *T. podisi* a temperaturas superiores a 33°C nos experimentos de oscilação de temperatura e de choque térmico causaram diminuição na sobrevivência, longevidade, parasitismo, emergência e na razão sexual. Temperaturas inferiores a 21°C sob a condição de oscilação causaram também redução no parasitismo, emergência e na razão sexual. Porém, nessas condições de oscilação e choque térmico, temperaturas superiores a 33°C e inferiores a 21°C afetam drasticamente

emergência da progênie. Já a temperatura de 41°C foi letal aos parasitoides nos dois experimentos. As características biológicas do parasitoide *T. podisi* quando submetidos a oscilações de temperatura e a choque térmicos entre 21°C a 31°C não sofrem interferência, ou seja, nessa ampla faixa de temperatura esse parasitoide consegue se desenvolver e parasitar sem comprometer as suas características biológicas e a sua eficiência no controle do percevejo *E. heros*.

**PALAVRAS-CHAVE:** Controle biológico, parasitoide de ovos, percevejo-marrom, soja

## GENERAL ABSTRACT

MARIANI, A. **THERMAL OSCILLATIONS ON THE PARASITOIDE OF EGGS *Telenomus podisi* (ASHMEAD) (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE)**. (Dissertação - Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2019.

Inadequate weather conditions can adversely affect the performance and even the survival of most insects. Temperature is one of the major factors that interferes with the success of biological pest control agents. The parasitoid of *Telenomus podisi* (Ashmead) (Hymenoptera: Scelionidae) has been widely used for the control of *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae). Release of the parasitoid in soybean crops under conditions of inadequate temperatures may result in the failure of the control of this phytophagous bug, compromising the final productivity of the crop. The objective of this work was to evaluate the effect of thermal oscillations on the *T. podisi* parasitoid. The biological parameters of the parasitoid were evaluated in two experiments. For this, females of the parasitoid with up to 24 hours of age and previously fed with honey were individualized in glass tubes. In the first experiment the parasitoids were submitted to oscillations of temperatures above and below 25°C, being the minimum studied temperature of 17°C and the maximum of 41°C, with oscillations of 2°C every hour, totaling 13 treatments with 20 repetitions each. In the second experiment, new females of the parasitoid were individualized in glass tubes and subjected to thermal shocks, in which the parasitoids were transferred from the initial temperature of 25°C directly to the extreme temperature, with shocks of 2°C, until reaching the temperature maximum of 41°C. After exposure to temperature fluctuations and thermal shock, the survival of the *T. podisi* females was evaluated, and afterwards, each female received ten viable eggs from *E. heros*. After 24 hours, these eggs were individualized in glass tubes and kept in a B.O.D 25 ± 1 C conditioned room, 60% ± 10% relative humidity and 12 hours photophase until the emergence of the parasitoids, aiming to evaluate the percentage of eggs parasites, emergency

and sexual reason. Females, after parasitism, were also kept in an air-conditioned room, to later evaluate longevity. Exposure of the *T. podisi* parasitoid at temperatures above 33 ° C in temperature and temperature shock experiments caused a decrease in survival, longevity, parasitism, emergence and sexual ratio, temperatures below 21°C under the oscillation condition also caused reduction in parasitism, emergence and sex ratio, but in these conditions of oscillation and thermal shock, temperatures above 33°C and below 21°C drastically affect progeny emergence. While the temperature of 41°C was lethal to the parasitoids in the two experiments. The biological characteristics of the *T. podisi* parasitoid when subjected to temperature oscillations and thermal shock between 21°C to 33°C do not suffer interference, that is, in this wide temperature range this parasitoid can develop and parasite without compromising its characteristics and its efficiency in the control of the *E. heros* stink bug.

**KEY - WORDS:** Biological control, parasitoid to eggs, brown stink bug, soybean

## INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja (*Glycine max* (L.) Merrill, 1917 (Fabales: Fabaceae) ficando atrás apenas dos Estados Unidos. A cultura se estende da região Sul até o Norte do país, tendo a região Centro-Oeste como o principal polo produtivo, onde ocorre a maior parte das áreas plantadas com a cultura (CONAB, 2018). Mais da metade das áreas cultivadas com grãos no país correspondem a cultura da soja, com uma produção média de aproximadamente 95,43 milhões de toneladas e uma área cultivada de 33,2 milhões de hectares, e com perspectiva de crescimento para a próxima safra 2018/2019 (CONAB, 2018). Porém, apesar de tal representatividade nacional e mundial a cultura da soja sofre perdas significantes e crescentes a cada nova safra devido à grande incidência de insetos-praga que atacam a cultura, causando conseqüentemente redução de produtividade (ÁVILA & GRIGOLLI, 2014). Estes, por sua vez, podem atacar as plantas desde o início do seu desenvolvimento até a sua completa maturação fisiológica. Os corós (Coleoptera: Melonthidae) e o percevejo-castanho (Hemiptera: Cydnidae) se alimentam sugando a seiva da planta através das raízes (OLIVEIRA et al., 2012). Na parte aérea lagartas de diferentes famílias ganham destaque por causarem redução na área foliar como é o caso das lagartas *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae), *Chrysodeixis* (= *Pseudoplusia*) *includens* (Walker, [1858]) e algumas espécies de *Spodoptera*, e também por causarem perfurações no caule como no caso da lagarta elasmó (*Elasmopalpus lignosellus*) podendo levar as plantas de soja a morte (HOFFMAN-CAMPO et al., 2012; MOSCARDI et al., 2012; PANIZZI et al., 2012). Em plântulas e pecíolos além da ordem Lepidoptera a ordem Coleoptera, e representantes da ordem Hemiptera causam grandes danos, bem como, outros organismos como as lesmas e caracóis que também podem se alimentar dessas partes vegetativas das plantas de soja (HOFFMAN-CAMPO et al., 2012; ÁVILA & SANTOS, 2018)

No entanto, as pragas que constituem o maior risco a cultura da soja estão relacionadas ao complexo de percevejos fitófagos, devido as injúrias causadas estarem ligadas diretamente as sementes e grãos, reduzindo a sua qualidade e o seu rendimento (PANIZZI et al., 2012). Durante sua alimentação os percevejos inserem seu estilete bucal nas vagens e ao atingir os grãos causam redução no rendimento e qualidade das sementes, além da possibilidade de transmissão de patógenos e distúrbios foliares para a cultura (PANIZZI, 2000; LUCINI & PANIZZI, 2018). O período de maior ataque desses insetos a cultura da soja está diretamente relacionado com a presença de vagens nas plantas, que se verifica ao final do período

vegetativo e início do reprodutivo. Nessa ocasião, os percevejos que se encontravam em diapausa ou em hospedeiros alternativos migram para a cultura da soja que se encontra em um momento de extrema sensibilidade como no início da frutificação e permanece até o próximo ao ponto de acúmulo máximo de matéria seca no grão (CORRÊA-FERREIRA & PANIZZI, 1999; PANIZZI et al., 2012). Esse momento é chamado de período crítico da cultura, ou seja, momento de alerta do ponto de vista do manejo dessas pragas, onde a soja está suscetível e os insetos começam o processo de reprodução e aumento populacional (CORRÊA-FERREIRA & PANIZZI, 1999).

Dentre os percevejos pertencentes ao complexo, o *Euscistus heros*, tem chamado atenção devido aos severos danos que causam a cultura da soja. A espécie já foi considerada uma praga secundária, porém, atualmente com os avanços da cultura e com o seu aumento populacional, passou a ser considerada como uma das principais pragas da cultura da soja. Com incidência da região Sul ao Norte do país, sendo mais abundante no Norte do Paraná e com uma forte pressão na região Centro-Oeste, devido a sua adaptação a temperaturas mais elevadas que ocorrem com frequência nessas regiões (MEDEIROS & MEGIER, 2009; GODOY et al., 2010). A utilização de produtos químicos ainda é a forma mais utilizada para o controle dos percevejos na cultura da soja. No entanto, o uso contínuo desse método de controle pode causar não só problemas ambientais como pode também acarretar a seleção de indivíduos resistentes e causar a perda da eficiência dos inseticidas (SOSA-GÓMEZ et al., 2009; SOSA-GÓMEZ & SILVA, 2010). Além de afetar negativamente alimentos, o meio ambiente e trabalhadores, os inseticidas podem diminuir a diversidade de inimigos naturais e ocasionar aumento de custos na produção (HOFFMANN-CAMPO et al., 2012; STECCA et al., 2018).

Diante disso, a busca por novas alternativas e métodos de controle ao percevejo-marrom se tornou necessário. O uso de agentes de controle biológico, especialmente parasitoides de ovos, mostrou ser uma tática viável e ecologicamente mais sustentável. Atualmente o controle biológico é um importante método de redução populacional de pragas, tornando o controle químico um aliado ao manejo dos insetos-praga e não a principal estratégia de controle (BUENO et al., 2012). Sendo assim, avaliações do potencial de controle dos inimigos naturais sobre insetos pragas com estudos de campo e laboratório, garantem o sucesso dos programas de controle biológico. Nesse contexto, a utilização de parasitoides de ovos como o *Telenomus podisi*, tem se mostrado como boa opção no controle de pentatomídeos de várias espécies no cultivo de soja, regulando suas populações a níveis que não causem danos econômicos (MACIEL et al., 2007). Esse parasitoide tem sido criado massalmente em ovos do percevejo-marrom e paralelamente, tem sido também utilizado em

programas de manejo dessa praga na cultura da soja (PERES & CORRÊA-FERREIRA, 2004). Em condições de campo a eficiência do parasitoide *T. podisi* pode sofrer interferência por condições bióticas e abióticas. Como exemplo, a sobrevivência, o desenvolvimento e a reprodução são alguns dos pontos que podem ser facilmente influenciados negativamente pela temperatura (CHAPMAN, 1998). Portanto, as condições ambientais extremas devem ser fatores estudados e empregados em programas de controle biológico inferindo sobre a capacidade de os inimigos naturais sobreviverem e se reproduzirem em oscilações e condições extremas de temperatura (PANIZZI & PARRA, 2009).

Considerando as diversas regiões produtoras de soja do país, podem ser observadas grandes diferenças climáticas, especialmente com relação a oscilações de temperatura em cada região, que podem ter interferência direta nas atividades biológicas dos parasitoides, tais como, as taxas de parasitismo, fecundidade, a razão sexual, a longevidade e sua progênie (DUALE, 2005; EMANA, 2007). Sabendo-se mais sobre a temperatura ótima determinada em laboratório é possível compreender mais sobre a relação entre temperatura e desenvolvimento da espécie, fornecendo assim subsídio para a produção de uma geração de indivíduos adaptados a diferentes condições, sem interferência negativa em sua performance biológica (PRATISSOLI & PARRA, 2000; PEREIRA et al., 2004).

Uma vez que, variações climáticas podem comprometer o sucesso de um programa de controle biológico com a utilização do parasitoide *T. podisi* para controle de *E. heros*, este estudo objetivou avaliar o efeito da oscilação de temperatura e de choque térmico sobre o parasitoide de ovos *Telenomus podisi*.



## REVISÃO DE LITERATURA

### O cultivo da soja no Brasil

Pertencente à família Fabaceae a soja (*Glycine max* (L.)) (Merrill, 1917) é uma leguminosa subtropical, cultivada em diversas regiões do Brasil. Se caracteriza como o principal produto agrícola de exportação brasileira, podendo ser utilizada na alimentação humana e de animais, na produção de óleos, farelos bem como em linhas de cosméticos (ESPINDOLA & CUNHA, 2015). A introdução da soja no país aconteceu no início do século XIX, porém somente a partir de 1970, através da abertura de novas áreas para a agricultura que houve expansão da cultura (BORÉM, 2005). A soja é uma das culturas que mais cresceu nos últimos 30 anos e seu cultivo se estende da região Sul ao Norte do país, mas é na região Centro-Oeste que se concentram as maiores áreas de produção (CONAB, 2018).

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja ficando atrás apenas dos EUA, sendo que aproximadamente 57% da área plantada com grãos no território nacional corresponde a cultura da soja, com uma área cultivada de 33,5 milhões de hectares e uma produção estimada em 95,43 milhões de toneladas na safra 2017/2018 (CONAB, 2018). Os principais fatores de impulso da produção da cultura se devem ao significativo aumento do preço dos produtos primários no início da década de 70, das condições favoráveis a comercialização da soja brasileira, da adaptação de novas cultivares ao território brasileiro e, principalmente, do apoio da assistência técnica especializada (GURGEL, 2007). A soja foi uma das principais culturas que contribuiu para o surgimento do conceito de agronegócio no país, devido à necessidade por parte dos produtores em administrar a atividade, por parte dos fornecedores de insumos, processadores de matéria prima e negociantes (BRUM, 2005).

No entanto, diferentes fatores ambientais podem contribuir para uma redução significativa da produção de soja a cada nova safra, os quais podem estar relacionados a fatores bióticos e abióticos. Com destaque a cultura sofre uma forte incidência de insetos-praga que atacam as plantas desde o início do seu desenvolvimento até a sua completa maturação fisiológica, atacando tanto a parte radicular como parte aérea das plantas durante seu ciclo fenológico.

Entre os insetos que atacam as raízes destacam-se os coros (Coleoptera: Melonthidae), cujos danos são causados pelas larvas destes besouros que se alimentam das raízes, e o percevejo castanho *Scaptocoris castanea* (Hemiptera: Cydnidae) que se alimenta através da inserção de seu aparelho bucal nas raízes sugando a seiva da planta de soja (OLIVEIRA et al., 2012). As ordens Lepidoptera e Hemiptera também podem atacar a cultura especialmente

na fase de plântula, consumindo pecíolos e hastes, além de outros organismos como os do filo (Molusca: Gastropoda) lesmas e caracóis, que podem também causar danos a cultura especialmente durante os estádios iniciais de desenvolvimento (HOFFMAN-CAMPO et al., 2012; ÁVILA & SCHLICK-SOUZA, 2015).

A parte aérea sofre redução da área foliar através do ataque de diversas lagartas como a *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Erebidae), *Chrysodeixis* (= *Pseudoplusia*) *inclusens* (Walker, 1858) (Lepidoptera: Noctuidae) e também espécies do gênero *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae), além do ataque de outros artrópodes como os crisomelídeos (Coleoptera), moscas brancas (Hemiptera) e ácaros (Acari) e tripés (Thysanoptera) (MOSCARDI et al., 2012). Porém, as pragas de maior importância na cultura estão relacionadas a um grupo de percevejos da família Pentatomidae (Hemiptera), que causam danos diretamente relacionados com a fase reprodutiva da planta, diminuindo a qualidade e a produção das sementes (PANIZZI et al., 2012). Ao se alimentarem introduzem o aparelho bucal nas vagens e injetam saliva e sugam o conteúdo liquefeito, comprometendo a qualidade das sementes, tornando-as enrugadas e muitas vezes inviabilizando a sua comercialização (PANIZZI & SLANSKY JUNIOR, 1985; PANIZZI, 2000; ÁVILA & SCHLICK-SOUZA, 2015; LUCINI & PANIZZI, 2018).

Durante a fase reprodutiva da cultura da soja ocorre a colonização destes insetos, com o início da fase reprodutiva (R3), e com o aparecimento das primeiras vagens, os percevejos iniciam sua reprodução e a colonização da cultura da soja. Esse período da cultura é caracterizado como estado de alerta do ponto de vista do manejo de pragas, devido a rápida reprodução dos insetos. Nos estádios reprodutivos (R4) e (R5) caracterizados respectivamente pelo final do desenvolvimento das vagens e enchimentos dos grãos é considerado um período crítico onde a soja se encontra suscetível ao ataque dos percevejos, porém é na fase final do enchimento dos grãos (R6) que ocorre o pico populacional destes percevejos na cultura (CORRÊA-FERREIRA & PANIZZI, 1999).

As espécies *Euschistus heros*, *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) e *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) são consideradas as de maior importância econômica para a cultura da soja (CORRÊA-FERREIRA & PANIZZI, 1999; PANIZZI & SLANSKY JUNIOR, 1985). Entretanto, a espécie *E. heros* que se tornou a principal praga da cultura, por estar amplamente distribuída em todas as regiões de cultivo dessa leguminosa (PANIZZI, 2015). É uma espécie bem adaptada a temperaturas mais elevadas, predominando desde o Norte do Paraná até região Centro-Oeste do Brasil, sendo também relatada na região do Rio Grande do Sul onde antes ocorria esporadicamente (CIVIDANES & PARRA, 1994; CORRÊA-FERREIRA & PANIZZI, 1999; CORRÊA-FERREIRA et al., 2010).

## Controle de pragas na soja

A utilização de inseticidas químicos ainda é a tática de controle populacional destes insetos mais utilizada, sendo muitas vezes empregada como método de prevenção. No Brasil, a maior parte dos inseticidas químicos utilizados estão associados a cultura da soja, sendo em alguns casos obtidos resultados insatisfatórios, especialmente quando os produtores utilizam inseticidas químicos de forma abusiva, não seguindo as recomendações técnicas, ou até mesmo, optando em fazer aplicações em doses mais altas, o que pode acabar selecionando indivíduos cada vez mais resistentes aos ingredientes ativos utilizados (BUENO et al., 2013; BORTOLOTTO et al., 2015; CORRÊA-FERREIRA et al., 2009; PANIZZI, 2013). Em contrapartida novas tendências impostas pela sociedade estão causando pressões em busca cada vez mais de qualidade de vida, de preservação do meio ambiente, gerando expectativas quanto a novos métodos de controle. Tem-se como objetivo conscientizar que há a necessidade de reduzir o uso abusivo de agrotóxicos e dos resíduos deixados no agroecossistema, o que tem gerado uma mudança no perfil da sociedade (CASTELO BRANCO et al., 2003; STECCA et al., 2018).

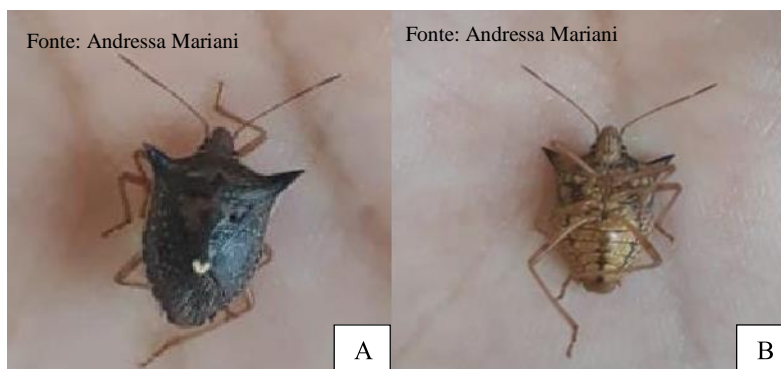
O manejo integrado de pragas MIP é uma filosofia de controle baseada na tomada de decisão, o qual tem sido amplamente discutido, levando em consideração diferentes táticas de controle de maneira integrada que visam, em conjunto, manter as populações dos insetos-praga a baixo do nível de dano econômico (PEDIGO, 2002). O controle biológico é uma das principais ferramentas do MIP, e uma via para uma agricultura mais sustentável que auxilia na redução do uso de agrotóxicos (NAVA, 2007). A principal tática é as liberações de parasitoides que é utilizada em programas de controle biológico aumentativo (CBA). Essa técnica tem sido utilizada em mais de 30 milhões de hectares em todo o mundo, e apresenta grande potencial de controle (PARRA et al., 2002; VAN LENTEREN et al., 2017; ÁVILA & SANTOS 2018). Para o controle biológico de percevejos, os inimigos naturais mais utilizados e estudados em diversos aspectos biológico, ecológico e comportamentais são os parasitoides de ovos (CORRÊA-FERREIRA & PANIZZI, 1999). Sendo a espécie de microhimenóptero da família Scelionidae, *Telenomus podisi*, o mais utilizado no controle do *Euschistus heros* (CORRÊA-FERREIRA & MOSCARDI, 1995; MEDEIROS et al., 1997; PACHECO & CORRÊA-FERREIRA, 2000).

## Aspectos bioecológicos do percevejo-marrom *Euschistus heros*

*Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae), também conhecido como percevejo-marrom, tornou-se a principal praga da cultura da soja no Brasil, pois ocorre nas diversas regiões do país, especialmente naquelas de temperatura mais elevada (GODOY et al., 2010; GUEDES et al., 2012). As decorrentes mudanças climáticas que o planeta vem sofrendo têm alterado as fronteiras agrícolas colonizadas por esses percevejos, ou seja, o aquecimento global e o conseqüente aumento da temperatura atmosférica favoreceram a espécie pouco encontrada na cultura no início da expansão das terras agrícolas. No entanto, nas safras atuais são observados severos danos causado por esse percevejo na soja em todas as áreas de cultivo do país (PANIZZI & LUCINI, 2016).

Os percevejos, preferencialmente, se alimentam das vagens da soja, mas estão presentes na cultura durante todo seu período de cultivo sendo observado com maior incidência nas fases reprodutivas da planta, época que se estende normalmente de dezembro a março. Nesse período, causam perdas significativas por se alimentarem diretamente de vagens e grãos após a inserção do aparelho bucal, ocasionando o aborto de sementes, enrugamento de vagens e grãos, redução de massa e volume, redução de teor de óleo dos grãos, podendo inviabilizar a germinação e o vigor das sementes, causam distúrbios fisiológicos, e ainda ser uma porta de entrada a doenças nas plantas de soja (PANIZZI et al., 2012; LUCINI & PANIZZI, 2018).

Os adultos apresentam coloração marrom escura, com dois prolongamentos laterais do pronoto (Figura 1), em forma de espinhos (SMANIOTTO & PANIZZI, 2015). O período entre ovo até a fase adulta do percevejo-marrom é de aproximadamente 24 dias, apresentando uma longevidade média superior a 116 dias. Em plena maturação sexual, as fêmeas ovipositam pequenas massas contendo 5-8 ovos com uma coloração inicial amarela sobre as vagens ou folhas da soja. Ao eclodir, as ninfas são de coloração marrom-avermelhada, e apresentam um comportamento gregário, começando a causar danos a cultura somente a partir do 3º instar, momento em que são capazes de inserir o estilete bucal nas vagens e atingir as sementes afetando o desenvolvimento e a qualidade grãos (LEONARD et al., 2011). Logo após a colheita, os insetos migram para plantas hospedeiras ou se alocam nas folhas secas onde iniciam o estado de hibernação parcial, conhecido como diapausa e conseguem se manter vivos até a próxima safra (PANIZZI & NIVA, 1994).



**Figura 1.** Características biológica de *Euschistus heros*, (A) vista dorsal, (B) vista ventral.

### Controle biológico

O controle biológico é um fenômeno que acontece naturalmente, onde ocorre a regulação da população de insetos considerados pragas através da utilização de inimigos naturais, que se constituem nos agentes de mortalidade biótica (PARRA et al., 2002). Os parasitoides e os predadores se destacam como os principais inimigos naturais, devido seu amplo potencial de controle (BERTI FILHO & CIOCIOLA, 2002), e de modo mais sustentável (VAN LENTEREN et al., 2017). No entanto o sucesso de um programa de controle depende de diversos fatores bióticos e abióticos, passando pela planta, pela praga até chegar ao inimigo natural (DINIZ & ROSSI, 2008).

Em 1921 aconteceu o primeiro caso de controle biológico no Brasil com a introdução de um inimigo natural proveniente dos Estados Unidos, mas foi apenas com o início das criações massais na década de 60 que a utilização dessa tática se intensificou, principalmente em grandes culturas como a soja, as áreas florestais e a cana de açúcar (PRATISSOLI et al., 2005). Existem três tipos de controle biológico, o (CBN) controle biológico natural, que consiste em populações de inimigos naturais que controlam pragas naturalmente no ambiente, fazendo a manutenção e o controle das pragas de uma forma natural (PARRA et al., 2002). Esse tipo de controle é encontrado em áreas que não sofreram impacto ambiental, ou de uso indiscriminado de inseticidas (BUENO et al., 2012).

Controle biológico clássico (CBC), esse método requer a importação de inimigos naturais da região de origem da praga-alvo a ser controlada, há necessidade de que o mesmo passe por uma avaliação e por um período de quarentena, para aí sim fazer a sua liberação para a utilização a campo visando o controle de uma praga invasora (PARRA et al., 2002; VAN LENTEREN et al., 2017).

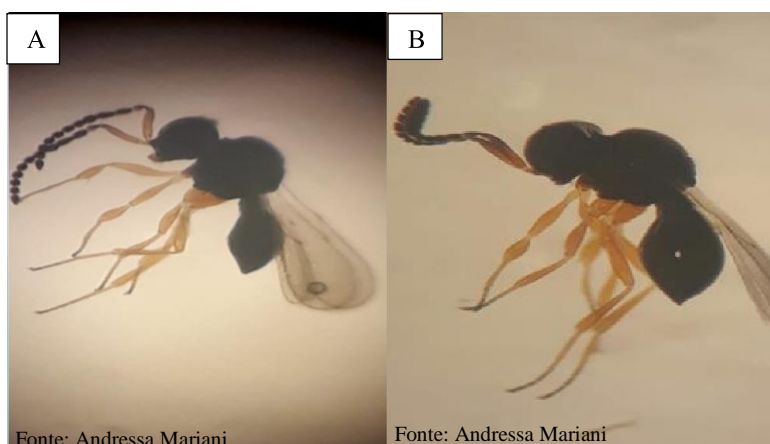
E por final o controle biológico aumentativo (CBA), que se refere a utilização de uma grande quantidade de inimigos naturais com o objetivo de controlar uma ou mais pragas (BUENO et al., 2012). Esses organismos são produzidos em laboratório empregando-se

criações massais e liberações em grandes quantidades para controlar rapidamente a população da praga alvo (PARRA et al., 2002; BUENO et al., 2012; VAN LENTEREN et al., 2017). Atualmente esse tipo de controle tem sido utilizado em mais de 30 milhões de hectares em todo o mundo, para o controle das mais variadas espécies de insetos praga (VAN LENTEREN et al., 2017).

Nesse contexto o controle biológico aumentativo ganhou destaque especialmente com a utilização de parasitoides de ovos, empregados para o controle de percevejos da família Pentatomidae. Esses parasitoides possuem a capacidade de manejar a população do inseto-praga ainda na fase de ovo, somada a isso, por possuir tamanho pequeno, são capazes de chegar em lugares nas plantas onde os inseticidas químicos e/ou biológicos normalmente não atingem, controlando a praga antes mesmo que ela comece a causar injúrias nas plantas (WITTING et al., 2007).

### **Parasitoide de ovos *Telenomus podisi***

*Telenomus podisi* é um microhimenóptero da família Scelionidae que está distribuído geograficamente tanto em áreas tropicais como em áreas temperadas (POWELL & SHEPARD, 1982; CORRÊA-FERREIRA & ZAMATARO, 1989). Possui aproximadamente 1 mm de tamanho, coloração preta, apresenta hábito de vida livre e em condições de campo se alimenta de néctar em sua fase adulta, quando criado em laboratório é lhe oferecido mel como fonte de alimento (PACHECO & CORRÊA-FERREIRA, 2000; BUENO et al., 2012). O dimorfismo sexual é caracterizado pelas antenas, onde os machos apresentam antenas filiformes e as fêmeas antenas clavadas (Figura 2), (MARGARÍA et al., 2009).



**Figura 2:** Características biológicas e dimorfismo sexual de *Telenomus podisi*, (A) macho apresentando antenas filiformes, (B) fêmeas apresentando antenas clavadas.

Parte do seu ciclo de vida está associado ao hospedeiro, nas fases de ovo, larva e pupa os parasitoides se desenvolvem dentro do hospedeiro, apresentando um ciclo de vida (ovo-adulto) de aproximadamente 10 a 13 dias em condições adequadas (BUENO et al., 2012), o adulto emerge através de um pequeno orifício aberto no opérculo do ovo. Os primeiros parasitoides a emergirem são os machos, podendo sair até dois dias antes que as fêmeas e a esperar para a cópula. As fêmeas são capazes de parasitar logo no primeiro dia após sua emergência. No entanto, é no segundo dia de vida que possui uma maior taxa de produção de fêmeas e uma maior oviposição, com capacidade de parasitar até 250 ovos (MEDEIROS et al., 1997).

Esse parasitoide possui uma alta capacidade de busca por diferentes hospedeiros, sendo sua ocorrência registrada desde a região centro-oeste até o sul do país mostrando adaptação a diferentes condições climáticas. Devido às grandes áreas de cultivo de soja nessas regiões, a disponibilidade de hospedeiros alternativos e abundância do percevejo marrom *E. heros* nas lavouras, seu principal hospedeiro, favorece que este inimigo natural seja encontrado o ano todo nos diversos cultivos (MOREIRA & BECKER, 1986; MEDEIROS et al., 1997) Em ambiente natural, para encontrar os ovos do hospedeiro, as fêmeas do parasitoide utilizam os sinais químicos a seu favor, denominados de semioquímicos, sinais esses que são emitidos pela planta atacada e são produzidos naturalmente pelo hospedeiro, os parasitoides também utilizam a cor o tamanho e o formato do ovo na hora da escolha para o parasitismo (CONTI & COLAZZA, 2012). Ao encontrar uma massa de ovos as fêmeas utilizam as antenas em um movimento repetitivo para tatear os ovos, também inserem cautelosamente o ovipositor na base do ovo e assim conseguem perceber se este já está parasitado ou não. Se detectado que os ovos estão aptos ao parasitismo aí sim a fêmea insere o seu ovipositor no ovo do hospedeiro e deposita o seu. Ao retirar o ovipositor a fêmea demarca o córion deixando um sinal químico evitando assim o superparasitismo o processo todo dura aproximadamente de 5 a 8 minutos, um único indivíduo se desenvolve dentro de cada ovo, caso aconteça de mais de um ovo ser depositado as larvas ao emergirem competem entre si e somente uma sobrevive (JOHNSON, 1984).

Em condições de campo *T. podisi* apresenta maior preferência por ovos de *E. heros*, porém essa preferência pode ser devido a predominância dessa espécie na área (PACHECO & CORRÊA-FERREIRA, 2000). Conhecidamente, a presença desses parasitoides nas lavouras de soja está diretamente relacionado com o manejo adequado da cultura, pois estes insetos são sensíveis ao uso indiscriminado de agrotóxicos não seletivos (BUENO et al., 2012). A eficiência desse parasitoide em campo, o desenvolvimento e a reprodução podem ser afetados por fatores abióticos e bióticos. A temperatura é um destes fatores que podem

interferir negativamente no processo de parasitismo (CHAPMAN, 1998). *T. podisi* tem sido considerado um parasitoide importante para ser utilizado no manejo integrado do percevejo *E. heros*, no entanto existe a necessidade de se desenvolver novos estudos sobre os diferentes fatores que podem influenciar a sua eficiência.

### **Efeito da temperatura na performance biológica dos parasitoides de ovos**

Dentre muitos fatores que podem afetar negativamente os parasitoides de ovos, a adaptação térmica é um dos mais importantes, sendo esse parâmetro climático essencial para o perfeito desenvolvimento desses inimigos naturais. A temperatura é um fator abiótico que pode afetar os parasitoides a nível de indivíduo e população, interferindo diretamente na sua fisiologia e biologia (BERG et al., 2010; ROUX et al., 2010; ZHOU et al., 2010). Temperaturas mais frias podem causar danos físicos afetando o desenvolvimento do parasitoide, já em temperaturas altas, o calor pode aumentar a temperatura corporal do inseto a níveis letais (BUENO, 2008), ou ainda, comprometem as taxas de desenvolvimento, de crescimento, emergência, sobrevivência e a fecundidade (HUANG et al., 2008).

A temperatura é considerada como de fundamental importância, no desenvolvimento de programas de criação massal de parasitoides (MAWELA et al., 2013). A partir das informações sobre a capacidade de adaptação desse inseto é possível estabelecer uma temperatura ótima para o seu desenvolvimento, sincronizando os ciclos do inimigo natural e da praga e ainda estimar o número de gerações para cada região em que o mesmo se encontra (NAVA et al., 2007; BUENO et al., 2009; POMARI et al., 2012). Desta forma o sucesso de programas de controle biológico com utilização de parasitoides depende da capacidade que estes insetos têm em se adaptar a condições climáticas locais e as suas possíveis variações (PIZZOL et al., 2010; WHITE & WILSON, 2012). Compreender os impactos que as oscilações de temperatura podem causar sobre o desenvolvimento dos parasitoides são de suma importância diante das frequentes mudanças climáticas que o planeta tem sofrido (PARON & BERTI FILHO, 2000; VARGAS et al., 2013; GLAESER et al., 2014). Novos estudos tanto da praga quanto do agente de controle com ênfase nos fatores bióticos e abióticos são necessários, para que a implementação de programas de controle biológico obtenham sucesso (PARRA et al., 2002).



## OBJETIVOS

### Objetivo Geral

Avaliar o comportamento de *Telenomus podisi* quando exposto às oscilações de temperatura e a condições de choque térmico, identificando faixas de temperatura adequadas para a sua liberação no campo.

### Objetivos Específicos

- Avaliar o efeito das oscilações gradativas de temperatura sobre o desenvolvimento do *T. podisi*;
- Avaliar o efeito de choques térmicos na performance biológica de *T. podisi*;

### Hipóteses

- Oscilações de temperatura não afetam o desenvolvimento e as demais características biológicas do parasitoide *T. podisi*;
- O parasitoide *T. podisi* suporta choques térmicos, nos intervalos de 25C° e 41C°.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁVILA, C. J.; SANTOS, V. Manejo Integrado de Pragas (MIP) na Cultura da Soja: Um estudo de caso com benefícios econômicos e ambientais. Documentos 143. Embrapa Agropecuária Oeste. p. 46, 2018.

ÁVILA, C. J.; SCHLICK-SOUZA, E. C. Ocorrência de insetos-pragas e de seus predadores em Sistemas Integrados de Produção de Soja. Documentos 137. Embrapa Agropecuária Oeste. p. 31, 2015.

ÁVILA, C. J.; GRIGOLLI, J. F. J. G. Pragas da soja e seu controle. In: LOURENÇÃO, A. L. F.; GRIGOLLI, J. F. J.; MELOTTO, A. M.; PITOL, C.; GITTI, D. C.; ROSCOE, R. Tecnologia e produção soja 2013/2014. Curitiba: Midiograf, p.109-169, 2014.

BERG, M. P.; KIERS, E. T.; DRIESSEN, G.; VAN DER HEIJDEN, M. G. A.; KOOL, B. W.; KUENEN, F.; LIEFTING, M.; VERHOEF, H. A.; ELLERS, J. Adapt or disperse: understanding species persistence in a changing world. *Global Change Biology*, Oxford, v. 16, n. 2, p. 587-598, 2010.

BERTI FILHO E.; CIOCIOLA A. I. Parasitoides ou predadores? Vantagens e desvantagens. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, S. M.; CÔRREA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. Controle Biológico no Brasil: parasitoides e predadores. São Paulo: Manole, p. 29-41, 2002.

BORÉM, A. Melhoramento da Soja. In. SEDIYAMATA, T.; TEIXEIRA, R. C.; REIS, M. S.; BORÉM, A. (eds). Melhoramento de Espécies Cultivadas. 2 ed. Viçosa: UFV, p. 969, 2005.

BORTOLOTTI, O. C.; POMARI-FERNANDES, A.; BUENO, R. C. O.; BUENO, A. F.; KRUIZ, Y. K. S.; QUEIROZ, A. P.; SANZOVO, A.; FERREIRA, R. B. The use of soybean integrated pest management in Brazil: a review. *Agronomia Science Biotechnology* 1, p. 25–32, 2015.

BUENO, A. F.; PAULA-MORAES, S. V.; GAZZONI, D. L.; POMARI, A. F. Economic thresholds in soybean-integrated pest management : Old concepts, current adoption, and adequacy . *Neotropical Entomology*, Londrina, v.42, p.439-447, 2013.

BUENO, A. F.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F.; BUENO, R. C. O. F. 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, p. 493-629, 2012.

BUENO, R. C. O. F.; CARNEIRO, T. R.; PRATISSOLI, D.; BUENO, A. F.; FERNANDES, O. A. Biology and thermal requirements of *Telenomus remus* reared on fall armyworm *Spodoptera frugiperda* eggs. *Ciência Rural*, p. 01–06, 2008.

BUENO, R. C. O. F.; PARRA, J. R. P.; BUENO, A. F. Biological characteristics and thermal requirements of a Brazilian strain of the parasitoid *Trichogramma pretiosum* reared on eggs of *Pseudoplusia includens* and *Anticarsia gemmatalis*. *Biology Control* 5: p. 355–361, 2009.

BRUM, A. L.; HECK, C. R.; LEMES, C. L.; MÜLLER, P. K. A economia mundial da soja: impactos na cadeia produtiva da oleaginosa no Rio Grande do Sul. Anais. XLIII Congresso da Sober em Ribeirão Preto, São Paulo, p. 1970-2000, 2005.

CASTELO BRANCO, M.; FRANÇA, H. F.; PONTES, A. L.; PABLO, S. T. A. Avaliação da suscetibilidade a inseticidas de populações da traça-das-crucíferas de algumas áreas do Brasil. Horticultura Brasileira, Brasília, v.21, p.549-552, 2003.

CHAPMAN, R. F. The insects: structure and function. 4 ed. Cambridge: Cambridge University Press, p. 770, 1998.

CIVIDANES, F. J.; 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, Jaboticabal, v.23, p.219-226, 1994.

CONAB, 2018. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: Grãos. Décimo segundo levantamento. <http://www.conab.gov.br>. Acesso em 5 de outubro de 2018.

CONTE, O.; OLIVEIRA, F. T.; HARGER, N.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; ROGGIA, S.; PRANDO, A. M.; SERRATO, C. D. Resultado do manejo integrado da soja na safra 2015/2016 no Paraná, Documentos /Embrapa Soja, ISSN 1516-781X; n.375.Londrina: Embrapa Soja, p. 59, 2016.

CONTI, E.; COLAZZA, S. Chemical ecology of egg parasitoids associated with true bugs. Psyche, DOI: 10.1155/2012/651015, p.11, 2012.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; ZAMATARO, C. E. O. Capacidade reprodutiva e longevidade dos parasitoides de ovos *Trissolcus basalis* (Wollaston) e *Trissolcus mitsukurii* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae). Revista Brasileira de Biologia. 49: p. 621-626, 1989.

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

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; PANIZZI, A. R. Percevejos da soja e seu manejo. EMBRAPA-CNPSO, Londrina. 1999 (Circular Técnica, 24).

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; KRZYZANOWSKI, F. C.; MINAMI, C. A. Percevejos e a qualidade da semente de soja – série sementes. EMBRAPA-CNPSO, Londrina. 2009. (Circular Técnica, 67).

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; ALEXANDRE, T. M.; PELLIZARO, E. C.; MOSCARDI, F.; BUENO, A. F. Práticas de manejo de pragas utilizadas na soja e seu impacto sobre a cultura. Londrina: Embrapa Soja, p. 16, 2010. (Circular Técnica, 78).

DINIZ, F. R.; RODRIGUES, K. F.; ROSSI, M. M. Produção do parasitoide *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) para controle biológico da broca da cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*) (Lepidoptera: Crambidae). Nucleus, s.1., v.5, n.2, p.39-48, 2008.

DUALE, A. H. Effect of Temperature and Relative Humidity on the Biology of the Stem Borer Parasitoid *Pediobius furvus* (Gahan) (Hymenoptera: Eulophidae) for the Management of Stem Borers. *Entomological Society of America*, v.34, p. 1-5, 2005.

EMANA G. D. Comparative studies of the influence of relative humidity and temperature on the longevity and fecundity of the parasitoid, *Cotesia flavipes*. *Journal of Insect Science*, v.19, p.1-7, 2007.

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

GLAESER, D. F.; PEREIRA, F. F.; VARGAS, E. L.; CALADO, V. R. F.; FAVERO, K. Reprodução de *Trichospilus diatraeae* em *Diatraea saccharalis* após três gerações em *Tenebrio molitor*. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 44, n. 2, p. 213-218, 2014.

GODOY, K. B.; ÁVILA, C. J.; DUARTE, M. M.; ARCE, C. C. M. 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, 2010.

GUEDES, J. V. C.; ARNEMANN, J. A.; STÜRMER, G. R.; MELO, A. A.; BIGOLIN, M.; PERINI, C. R.; SARI, B. G. Percevejos da soja: novos cenários, novo manejo. *Revista Plantio Direto*. Passo Fundo v.12, n.1, p.28-34. 2012.

GURGEL, F. L. A Cultura da Soja. 2007. Disponível em: <http://www.agronline.com.br/artigo.php?id=383>. Acesso em 25 de setembro de 2018.

HOFFMANN-CAMPO, C. B.; OLIVEIRA, L. J.; MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; CORSO, I. C. Pragas que atacam plântulas, hastes e pecíolos da soja, In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (Eds.), *Soja: Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-Praga*. Embrapa, Brasília, DF, p.145–212, 2012.

HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. *Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga*. Brasília, DF: Embrapa, p. 859, 2012.

HUANG, Z.; REN, S.; MUSA, P. D. Effects of temperature on development, survival, longevity, and fecundity of the *Bemisia tabaci Gennadius* (Homoptera: Aleyrodidae) predator, *Axinoscymnus cardilobus* (Coleoptera: Coccinellidae). *Biological Control*, San Diego, v. 46, n. 2, p. 209-215, 2008.

LEONARD, B. R.; BOQUET, D. J.; PADEGETT, B.; DAVIS, J. A.; SCHNEIDER, R.; GRIFFING, J. L.; VALVERD, R. A.; LEVY, J. R. Soybean green plant malady contributing factors and mitigation. *Louisiana Agriculture Magazine* v, 54, n.4. p. 32-34, 2011.

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

LUCINI, T.; PANIZZI, A. R. Electropenetrography (EPG): a Breakthrough tool unveiling stinkbug (Pentatomidae) feeding on plants. *Neotropical Entomology*, 47, 6-18. 2018.

MACIEL, A. A. S.; LEMOS, R. N. S.; SOUZA, J. R.; COSTA, V. A.; BARRIGOSI, J. A. F.; Chagas, E. F. Parasitismo de ovos de *Tibraca limbativentris* Stal (Hemiptera:

Pentatomidae) na cultura do arroz no Maranhão. *Neotropical Entomology*, v. 36, n. 4, p. 616-618, 2007.

MARGARÍA C. B.; LOIÁCONO M. S.; LANTERI A. A. New geographic and host records for scelionid wasps (Hymenoptera: Scelionidae) parasitoids of insect pests in South America. *Zootaxa*, 2314, p.41-49, 2009.

MAWELA, K. V.; KFIR, R.; KRÜGER, K. Effect of temperature and host species on parasitism, development time and sex ratio of the egg parasitoid *Trichogrammatoidea lutea* Girault (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Biology Control* 64: p. 211–216, 2013.

MEDEIROS, L.; MEIGER, G. Ocorrência e desempenho de *Euschistus heros* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae) em plantas hospedeiras alternativas no Rio Grande do Sul. *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 38, n. 4, p. 459-463, 2009.

MEDEIROS, M. A.; SCHIMIDT, F. V. G.; LOIÁCONO, M. S.; CARVALHO, V. F.; BORGES, M. 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.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento MAPA. Cultura: Soja. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetel/cultura/soja> Acesso em: 19 de outubro 2016.

MOREIRA, G. R. P.; M, BECKER. Mortalidade de *Nezara viridula* (Linnaeus,1758) (Heteroptera: Pentatomidae) no estágio de ovo na cultura da soja. In: II. Parasitoides, 2, *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 198: p. 291-308, 1986.

MOSCARDI, F.; BUENO, A. F.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; ROGGIA, S.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; POMARI, A. F.; CORSO, I. C.; YANO, S. A. C. Artrópodes que atacam as folhas da soja, In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (Eds.), *Soja: Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-Praga*. Embrapa, Brasília, DF, p.213–334, 2012.

NAVA, D. E. Controle biológico de insetos-praga em frutíferas de clima temperado: uma opção viável, mas desafiadora. *Embrapa Clima Temperado. Documentos* 208, Pelotas, p. 20, 2007.

NAVA, D. E.; NASCIMENTO, A. M.; STEIN, C. P.; HADDAD, M. L.; BENTO, J. M. S.; PARRA, J. R. P. Biology, thermal requirements, and estimation of the number of generations of *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae) for the main fig producing regions of Brazil. *Fla. Entomol.* 90: p. 495–501, 2007.

OLIVEIRA, L. J.; ROGGIA, S.; SALVADORI, J. R.; ÁVILA, C. J.; FERNANDES, P. M.; OLIVEIRA, C. M. Insetos que atacam raízes e nódulos da soja, In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (Eds.), *Soja: Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-Praga*. Embrapa, Brasília, DF, p.75–144, 2012.

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

PANIZZI, A. R., SLANSKY JUNIOR, F. Review of phytophagous pentatomids (Hemiptera: Pentatomidae) associated with soybean in the Americas. Fla. Entomol. 68, p. 184–214, 1985.

PANIZZI, A. R.; NIVA, C. Over wintering strategy of the brown stink bug in northern Paraná. Pesquisa Agropecuária Brasileira, São Paulo, v. 29, p. 509-511, 1994.

PANIZZI, A. R. Suboptimal nutrition and feeding behavior of hemipterans on less preferred plant food sources. An. Soc. Entomol. Bras. 29, p. 1–12, 2000.

PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas. 1. ed. Brasília: EMBRAPA/CNPq, p.1164, 2009.

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. (Eds.), Soja: Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-Praga. Embrapa, Brasília, DF, p.335–420, 2012.

PANIZZI, A. R. History and contemporary perspectives of the integrated pest management of soybean in Brazil. Neotropical Entomology 42, p. 119–127, 2013.

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

PANIZZI, A. R.; LUCINI, T. What Happened to *Nezara viridula* (L.) in the Americas? Possible Reasons to Explain Populations Decline. Neotropical Entomology, Londrina, v. 5, p. 1-10, 2016.

PARON, M. R.; BERTI FILHO, E. Capacidade reprodutiva de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de diferentes hospedeiros (Lepidoptera). Scientia Agrícola, Piracicaba, v. 57, n. 2, p. 355-358, 2000.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA B. S.; BENTO J. M. S. Controle biológico: terminologia. In: Parra, J. R. P.; Botelho, P. S. M.; Corrêa-Ferreira, B. S.; Bento J. M. S. (Ed.). Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores. São Paulo: Manole, p. 1-16, 2002.

PEDIGO, L. P. Entomology and pest management. Prentice Hall, New Jersey. 2002.

PEREIRA, F. F.; BARROS R.; PRATISSOLI, D.; PARRA, J. R. P. Biologia e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley e *T. exiguum* Pinto & Planter (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criados em ovos de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). Neotropical Entomology, v.33, p. 231-236, 2004.

PERES, W. A. A.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Methodology of mass multiplication of *Telenomus podisi* (Ashmead) and *Trissolcus basalisi* (Woll.) (Hymenoptera: Scelionidae) on eggs of *Euschistus heros* (Fab.) (Hemiptera: Pentatomidae). Neotropical Entomology, v. 33, n. 4, p. 457-462, 2004.

PIZZOL, J.; PINTUREAU, B.; KHOUALDIA, O.; DESNEUX, N. Temperature dependent differences in biological traits between two strains of *Trichogramma cacoeciae*

(Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Journal of Pest Science, Heidelberg*, v. 83, n. 4, p. 447-452, 2010.

POMARI, A. F.; BUENO, A. F.; BUENO, R. C. O. F.; MENEZES JUNIOR, A. O. Biological characteristics and thermal requirements of the biological control agent *Telenomus remus* (Hymenoptera: Platygasteridae) reared on eggs of different species of the genus *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 105: p. 73–81, 2012.

POWELL, J. E. & M. SHEPARD. Biology of Australian and United States strains of *Trissolcus basalus*, a parasitoid of the green vegetable bug, *Nezara viridula*. *Aust. J. Ecol.* 7: p. 181-186, 1982.

PRATISSOLI, D.; THULER, R. T.; ANDRADE, G. S.; ZANOTII, L. C. M.; SILVA, A. F. Estimativa de *Trichogramma pretiosum* no controle de *Tuta absoluta* em tomateiro estaqueado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, p.715-718. Jul.2015.

ROUX, O.; LE LANN, C.; VAN ALPHEN, J. J. M.; VAN BAAREN, J. How does heat shock affect the life history traits of adults and progeny of the aphid parasitoid *Aphidius avenae* (Hymenoptera: Aphididae)? *Bulletin of Entomological Research, London*, v. 100, n. 5, p. 543-549, 2010.

SALUSO, A.; XAVIER, L.; SILVA, F. A. C.; PANIZZI, A. R. An invasive pentatomid pest in Argentina: the neotropical brown stinkbug, *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae). *Neotropical Entomology*, v.40, p.704-705, 2011.

SMANIOTTO, L. L.; PANIZZI, A. R. Interactions of selected species of stinkbugs (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae) from leguminous crops with plants in the Neotropics. *Florida Entomologist, Florida*, n. 1, v. 98, p. 7-17, 2015. Doi: <http://dx.doi.org/10.1653/024.098.0103>.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; SILVA, J. J. DA.; LOPES, I. O. N.; CORSO, I. C.; ALMEIDA, A. M. R.; MORAES, G. C. P.; BAUR, M. E. Insecticide Susceptibility of *Euschistus heros* (Heteroptera: Pentatomidae) in Brazil. *Journal of Economic Entomology*, v.102, n.3, p.1209-1216, 2009.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; SILVA, J. J. Neotropical brown stink bug (*Euschistus heros*) resistance to mathamidophos in: Paraná, Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, s.1, v.45, n.7, p.767-769, jul.2010.

STECCA, C. S.; BUENO, A. F.; PASINI, A.; SILVA, D. M.; ANDRADE, K.; ZIRONDI FILHO, D. M. Impact of Insecticides Used in Soybean Crops to the Egg Parasitoid *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae). *Neotropical Entomology* 47: p. 281–291, 2018.

VAN LENTEREN, J. C.; BOLCKMANS, K.; KOHL, J.; RAVENSBERG, W. J.; URBANEJA A. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. *Biological Control*, 62: p. 1-25, 2017.

VARGAS, E. L.; PEREIRA, F. F.; CALADO, V. R. F.; GLAESER, D. F.; RODRIGUES, B. A. C.; SILVA, N. V. Densidade de fêmeas de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) por pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). *Sitientibus: série ciências biológicas, Feira de Santana*, v. 13, p. 1-7, 2013.

WHITE, W. H.; WILSON, L. T. Feasibility of using an alternative larval host and host plants to establish *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) in the temperate Louisiana sugarcane ecosystem. *Environmental Entomology*, College Park, v. 41, n. 2, p.275-281, 2012.

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

ZHOU, Z.; GUO, J.; CHEN, H.; WANG, F. Effects of temperature on survival, development, longevity, and fecundity of *Ophraella communa* (Coleoptera: Chrysomelidae), a potential biological control agent against *Ambrosia artemisiifolia* (Asterales: Asteraceae). *Environmental Entomology*, College Park, v. 39, n. 3, p. 1021-1027, 2010.



## CAPÍTULO I

### **OSCILAÇÕES TÉRMICAS SOBRE O PARASITOIDE DE OVOS *Telenomus podisi* (ASHMEAD) (HYMENOPTERA: SCHELIONIDAE)**

Andressa Mariani<sup>1</sup> Harley Nonato de Oliveira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA), Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Rodovia Dourados – Itahum, Km 12. 79804-970 Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.

<sup>2</sup>Embrapa Agropecuária Oeste, Caixa Postal 449, 79804-970, Dourados, MS

MARIANI, A. **Oscilações térmicas sobre o parasitoide de ovos *Telenomus podisi* (Ashmead) (Hymenoptera: Scelionidae)**. (Dissertação - Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2019.

## RESUMO

A temperatura é um dos principais fatores abióticos responsáveis por afetar a vida dos insetos. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de oscilações térmicas sobre o parasitoide de ovos *Telenomus podisi*. Foi avaliado os efeitos de oscilações térmica sobre a biologia de *T. podisi* através de alterações graduais de temperatura e choques térmico em dois experimentos. No primeiro experimento, o desenvolvimento de *T. podisi* foi avaliado através de oscilações graduais em treze temperaturas entre 17°C a 41°C, e no segundo experimento, sob condições de choque térmico em nove temperaturas na faixa de 25°C a 41°C. Os parasitoides completaram o seu desenvolvimento entre as temperaturas de 17°C e 39°C, porém com variação entre os resultados. A temperatura de 41°C foi letal a todos os parasitoides nos dois experimentos. Os parâmetros biológicos de *T. podisi* avaliados (sobrevivência, longevidade, parasitismo, emergência e razão sexual) foram afetados negativamente nos dois experimentos nas temperaturas igual e superiores a 33°C. Os parâmetros biológicos (parasitismo, emergência e razão sexual) também foram afetados negativamente nas temperaturas inferiores a 21°C no experimento de oscilação de temperatura. No entanto, a emergência foi o parâmetro biológico que mais sofreu interferência dos tratamentos nos dois experimentos, o que justifica que em condições de campo é fundamental que novas liberações do parasitoide sejam feitas, mesmo que haja ovos parasitados em campo, sob essas condições de temperatura inferiores a 19°C e superiores a 33°C a uma baixa emergência de adultos, ou seja, a população não se estabelece em campo. Os parasitoides não sofreram interferência nas características biológicas entre as temperaturas de 21°C a 31°C nos dois experimentos estudados. Esses resultados indicam que o parasitoide de ovos *T. podisi* é capaz de se desenvolver e parasitar em uma ampla faixa de temperatura, especialmente em regiões produtoras de soja com amplitude térmica próxima a estudada.

**Palavras-chave:** controle biológico, parasitoide de ovos, temperatura.

MARIANI, A. **Thermal oscillations on the parasitoid of eggs *Telenomus podisi* (Ashmead) (Hymenoptera: Scelionidae)**. (Dissertação - Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2019.

### **ABSTRACT**

Temperature is one of the main abiotic factors responsible for affecting the life of insects. The objective of this work was to evaluate the effect of thermal oscillations on the parasitoid of *Telenomus podisi*. The effects of thermal oscillations on the biology of *T. podisi* were evaluated through temperature fluctuations and thermal shocks in two experiments. In the first experiment, the development of *T. podisi* was evaluated by gradual oscillations in thirteen temperatures between (17°C to 41°C), and in the second experiment, under conditions of thermal shock in nine temperatures between (25°C to 41°C). The parasitoids completed their development between temperatures of 17°C and 39°C, but with variation between the results. The temperature of 41°C was lethal to all parasitoids in the two experiments. The biological parameters of *T. podisi* evaluated (survival, longevity, parasitism, emergence and sex ratio) were negatively affected in both experiments at temperatures above 33°C, and biological parameters (parasitism, emergence and sex ratio) were also negatively affected at temperatures below 21°C in the temperature oscillation experiment. However, emergence was the biological parameter that most suffered interference in both experiments, which justifies that in field conditions it is fundamental that new releases of the parasitoid are made, even if there are eggs parasitized in the field, under these temperature conditions below 19°C and above 33°C to a low adult emergency, that is, the population is not established in the field. The parasitoids did not interfere in the biological characteristics between the temperatures of 21°C to 31°C in the two experiments studied. These results indicate that the *T. podisi* egg parasitoid is capable of developing and parasitizing over a wide temperature range, especially in soy producing regions with a thermal amplitude close to that studied.

**Key - words:** biological control, parasitoid of eggs, temperature

## INTRODUÇÃO

Apesar de todos os avanços tecnológicos desenvolvidos nos últimos anos, a agricultura pode sofrer com a influência de variações climáticas, por depender diretamente do clima, fator chave, para direcionar a sua produção (DESCHÊNES & GREENSTONE, 2007). A cultura de maior importância econômica do Brasil é a soja *Glycine max* (L.) Merrill, 1917 (Fabales: Fabaceae), com seu cultivo se estendendo da região Sul até o Norte do país, embora as maiores áreas de cultivo estejam localizadas na região Centro-Oeste (CONAB, 2018). O clima tropical presente no Brasil favorece o perfeito cultivo da soja nas diferentes regiões produtoras, no entanto, o mesmo, proporciona um aumento de espécies consideradas pragas agrícolas (WIEST & BARRETO, 2012). As lavouras de soja constantemente sofrem com o ataque de insetos-praga em todo o seu desenvolvimento fenológico (ÁVILA & GRIGOLLI, 2014; ÁVILA & SCHLICK-SOUZA 2015; ÁVILA & SANTOS 2018).

Milhões de toneladas de soja são perdidos anualmente, por doenças e pelo ataque de pragas, sendo a grande maioria causados por percevejos da família pentatomidae (PANIZI et al., 2007). O complexo de pentatomídeos que ataca a soja tem sido considerado o mais importante grupo de pragas da cultura e está distribuído nas diversas regiões produtoras de soja do país (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000; BELORTE et al., 2003; SOSA-GÓMEZ et al., 2014). Dentre as espécies de maior importância destaca-se o percevejo *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) que é considerado praga principal, e também a espécie mais abundante na região central do Brasil, onde predomina temperaturas mais elevadas na qual esse percevejo é adaptado (SILVA et al., 2014; CONTE et al., 2015). O controle dessa praga é feito quase que exclusivamente baseado na utilização de inseticidas químicos, embora exista um reduzido número de moléculas químicas disponíveis para uso no controle desse percevejo (CORRÊA-FERREIRA et al., 2013), e sem a perspectiva de liberação de novas moléculas para serem usadas nessa década (GAZZONI, 2013). Sendo assim, o controle biológico através da utilização de agentes de controle constitui uma boa ferramenta dentro manejo integrado de pragas (ÁVILA & SANTOS, 2018), sendo o parasitoide de ovos *Telenomus podisi*, (Hymenoptera: Scelionidae) considerado o mais eficaz para o controle do percevejo-marrom, uma vez que não causa o desenvolvimento de resistência e sem riscos ao meio ambiente e a saúde humana (STECICA et al., 2018).

Além das características intrínsecas de desempenho que os inimigos naturais possuem os fatores climáticos como a temperatura afetam de forma direta o desenvolvimento e a capacidade de controle desses agentes de controle biológico, por isso a adaptação térmica é essencial para o seu sucesso em campo (FRAZER & MC GREGOR, 1992). O sucesso da

utilização de parasitoides em programas de controle biológico depende da sua capacidade em tolerar variações climáticas, pois estas podem exercer influência sobre a biologia, o metabolismo e a sua reprodução (NAVA et al., 2007; HANCE et al., 2007; PEREIRA et al., 2011; SELVARAJ et al., 2013).

Conhecidamente, qualquer alteração no clima pode influenciar na ocorrência de pragas e respectivamente de seus inimigos naturais, tanto beneficiando o seu desenvolvimento ou não (GHINI & HAMADA, 2012). Os insetos são os organismos que mais sofrem com alterações climáticas, devido ao clima estar diretamente ligado ao seu desenvolvimento, reprodução e sobrevivência no campo (BALE et al., 2002). Mudanças climáticas podem também afetar interações entre as espécies, como plantas-herbívoros, predador-presa e parasitoide-hospedeiro (TYLIANAKIS & BINZER, 2014). Existe um gradiente onde se encontra a temperatura ótima para o desenvolvimento dos insetos, onde eles conseguem se reproduzir e desenvolver. No entanto, quando expostos a temperaturas limites, considerando o mínimo e o máximo do que podem suportar, efeitos negativos são esperados (HADDAD et al., 1999). Em condições de laboratório é possível estabelecer quais os efeitos que diferentes temperaturas podem causar sobre os insetos, dados esses, importantes para a compreensão da dinâmica populacional e para o sucesso na utilização de inimigos naturais em programas de controle biológico (RODRIGUES et al., 2003; GARCIA et al., 2006).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi verificar o comportamento de *Telenomus podisi* quando exposto às oscilações de temperatura e condições de choque térmico.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os estudos foram desenvolvidos no Laboratório de Entomologia e de Controle Biológico pertencentes a Embrapa Agropecuária Oeste, (22°13'16"S, 54°48'20"W, e 430 m altitude), localizada no município de Dourados, MS.

### **Criação de *Euschistus heros***

A criação foi mantida em sala climatizada na temperatura de  $25^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , com 12 horas de fotofase e U. R de  $60\% \pm 10\%$ . Casais adultos de *E. heros* foram mantidos em gaiola telada de 24 x 24 x 10 cm. Sendo na parte superior das gaiolas colocados tiras de tecido de algodão (30 x 25 cm) que serviram como substrato para postura. A parte inferior foi recoberta com papel toalha, e colocada uma placa de Petri contendo dieta natural composta de grãos de soja (*Glycine max* L.), sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) e sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.), além de vagens de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.), bem como, rolos de algodão dental umedecidos com água, onde juntamente com a dieta eram trocados a cada sete dias. Para continuidade da criação, parte dos ovos coletados eram colocados em placas de Petri contendo um rolo de algodão dental umedecido até a emergência das ninfas, que ao atingirem o segundo instar eram transferidas para novos potes plásticos contendo a mesma dieta natural, onde permaneciam até a emergência dos adultos que, em seguida, eram novamente transferidos para gaiolas de criação descritas anteriormente.

### **Criação de *Telenomus podisi***

A criação do parasitoide foi também mantida em sala climatizada na temperatura de  $25^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , com 12 horas de fotofase e U. R de  $60\% \pm 10\%$ . Os insetos foram mantidos em sacos plásticos de polietileno (capacidade de 5 Kg) onde receberam gotículas de mel puro para sua alimentação. Posturas recentes de *E. heros*, obtidas da criação (descrita anteriormente), foram colocadas em placas de Petri e dispostas no interior dos sacos plásticos contendo os parasitoides onde eram submetidas ao parasitismo por 24h. Posteriormente, as placas com os ovos parasitados eram retiradas e mantidas em câmara climatizada tipo B.O.D a temperatura de ( $25^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , com 12 horas de fotofase e U. R de  $60\% \pm 10\%$ ) até a emergência dos parasitoides, momento onde os adultos eram novamente colocados em sacos de polietileno para iniciar um novo ciclo.

## Experimento 1. Oscilações de temperatura

Para avaliar o experimento correspondente ao impacto de oscilações de temperatura sobre fêmeas do parasitoide *T. podisi*, as seguintes oscilações acima e abaixo de 25°C foram realizadas:

**Tabela 1.** Oscilações de temperatura de 2°C/h nos intervalos entre 17°C a 41°C.

Tratamentos	Oscilações avaliadas								
T1	25°C								
T2	25°C	27°C							
T3	25°C	27°C	29°C						
T4	25°C	27°C	29°C	31°C					
T5	25°C	27°C	29°C	31°C	33°C				
T6	25°C	27°C	29°C	31°C	33°C	35°C			
T7	25°C	27°C	29°C	31°C	33°C	35°C	37°C		
T8	25°C	27°C	29°C	31°C	33°C	35°C	37°C	39°C	
T9	25°C	27°C	29°C	31°C	33°C	35°C	37°C	39°C	41°C
T10	25°C	23°C							
T11	25°C	23°C	21°C						
T12	25°C	23°C	21°C	19°C					
T13	25°C	23°C	21°C	19°C	17°C				

Todos os parasitoides estavam inicialmente a temperatura de 25°C, e a cada hora foram submetidos a oscilações crescentes ou decrescentes de dois graus de temperatura até a temperatura de cada tratamento, ao final de cada oscilação os parasitoides foram retornados a temperatura inicial de 25°C através de novas oscilações decrescentes e crescentes.

## Experimento 2. Choque térmico

Para avaliar o experimento correspondente aos choques térmicos de temperatura sobre fêmeas do parasitoide *T. podisi*, os seguintes choques acima de 25°C foram realizados:

**Tabela 2.** Choques térmico de 2°C nos intervalos entre 25°C a 41°C.

Tratamentos	Choques térmicos avaliados		
T1	25°C	25°C	25°C
T2	25°C	27°C	25°C
T3	25°C	29°C	25°C
T4	25°C	31°C	25°C
T5	25°C	33°C	25°C
T6	25°C	35°C	25°C
T7	25°C	37°C	25°C
T8	25°C	39°C	25°C
T9	25°C	41°C	25°C

Todos os parasitoides estavam a temperatura inicial de 25°C e após a exposição ao choque térmico pelo período de uma hora os parasitoides foram retornados novamente a temperatura inicial de 25°C.

Após a exposição dos parasitoides às oscilações de temperatura e ao choque térmico, cada uma das fêmeas de *T. podisi* (ambos ensaios) receberam dez ovos viáveis de *E. heros*, com o qual permaneceram por um período de 24 h para o parasitismo. Em seguida, os parasitoides e os ovos foram individualizados em tubos de vidro (8,5 cm de altura x 2,5 cm de diâmetro) e mantidos em câmara climatizada tipo B.O.D a  $25 \pm 1$  °C,  $70\% \pm 10\%$  de umidade relativa e fotofase de 12 h, para avaliação do período de longevidade e verificação da emergência da progênie ( $F_1$ ), respectivamente.

Posteriormente, em ambos experimentos, as seguintes características biológicas foram avaliadas: percentual de sobrevivência até 24 horas após as oscilações de temperatura e ao choque térmico, porcentagem de parasitismo, através da observação visual dos ovos. Foram considerados parasitados aqueles ovos que apresentavam uma coloração preta, característica essa adquirida quando os parasitoides entram no estágio de pupa (KNUTSON, 1998). A emergência dos adultos foi também realizada por meio da contagem dos indivíduos



com auxílio de microscópio estereoscópico, obtendo-se assim porcentagem de ovos parasitados. Os indivíduos oriundos da progênie (F<sub>1</sub>), após sua morte, foram sexados através do dimorfismo apresentado pelas antenas (MARGARÍA et al., 2009), e assim determinado a razão sexual em ambos os ensaios.

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado sendo que o primeiro experimento conteve 13 tratamentos e 20 repetições (cada repetição era composta por uma única fêmea do parasitoide com até 24h de idade e o segundo experimento conteve 9 tratamentos e 20 repetições (cada repetição representada por uma única fêmea do parasitoide).

A razão sexual foi obtida através da equação:  $n^{\circ}$  de fêmeas / (  $n^{\circ}$  de machos +  $n^{\circ}$  de fêmeas).

### **Análise estatística**

Os dados de sobrevivência, longevidade, parasitismo, emergência e razão sexual obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos comparadas ao nível de 5% de significância pelo teste de Scott-Knott, utilizando o programa estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2018).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Exposição do parasitoide a diferentes oscilações de temperatura

Os resultados obtidos da sobrevivência de fêmeas do parasitoide *T. podisi* expostas a oscilações de temperatura nos intervalos avaliados, demonstraram que houve diferença estatística nos tratamentos em que os insetos foram submetidos as temperaturas de 39°C e 41°C, quando comparado com os demais tratamentos avaliados (Tabela 3). Durante o ensaio observou-se que os parasitoides quando submetidos a estas oscilações de temperatura apresentavam uma menor mobilidade e se posicionavam no fundo do recipiente no qual foram submetidos as oscilações de temperatura. Todavia, com o passar das horas especialmente já na temperatura inicial (T=25°C) os indivíduos sobreviventes voltaram aos poucos as suas atividades normalmente. Rodrigues (2004) também relatou que os insetos quando submetidos ao limiar máximo e ao mínimo do que são capazes de suportar entram em uma condição temporária chamada de estivação, e posteriormente, voltam as suas atividades normalmente quando são retornados a sua faixa de temperatura ótima para o seu desenvolvimento. Segundo Haddad et al. (1999) quando os insetos são submetidos a temperaturas extremas daquelas que podem suportar pode ocorrer a perda da capacidade de locomoção e conseqüentemente, a morte.

A temperatura de 41°C, afetou drasticamente a sobrevivência dos parasitoides, causando a mortalidade de todos os indivíduos logo após a exposição dos mesmos a essa temperatura (Tabela 3). Chihrane & Lauge (1996) argumentaram que isso pode ser explicado, uma vez, que a mortalidade prematura dos insetos pode ocorrer quando a temperatura ultrapassa a faixa ótima no qual os indivíduos se encontram. De maneira geral, a sobrevivência dos parasitoides submetidos aos demais tratamentos avaliados permaneceu entre 95% e 100% (Tabela 3). Estas porcentagens de sobrevivência nos intervalos entre 17°C e 37°C, são bons indicativos, já que na região de Dourados, MS, as variações de temperatura durante o dia são frequentes, segundo registros da estação meteorológica da Embrapa Agropecuária Oeste, localizado no município de Dourados, nos horários de maior incidência de calor quando os extremos chegam com facilidade a temperatura de 37°C.

Os tratamentos T1 25°C, T2 27°C, T3 29°C, T4 31°C e T5 33°C no qual os parasitoides foram submetidos a oscilações de temperatura acima de 25°C e os tratamentos T10 23°C, T11 21°C, T12 19°C e T13 17°C no qual os parasitoides foram submetidos a oscilações abaixo

25°C apresentaram as maiores médias de longevidade e uma média geral de aproximadamente 14,3 dias, diferindo dos tratamentos T6 35°C, T7 37°C e T8 39°C que apresentaram as menores médias de longevidades (Tabela 3), evidenciando-se que ao passo que a temperatura aumenta a longevidade começa a diminuir. Temperaturas mais elevadas podem afetar a longevidade dos parasitoides, fator este importante que pode favorecer a capacidade destes insetos na busca por hospedeiros em condições de campo (FOERSTER et al., 1999). A relação inversa entre a temperatura e a longevidade de parasitoides é também relatada por outros autores (FEREIRA et al., 2003; IRANIPOUR et al., 2010; PEREIRA et al., 2011; POMARI et al., 2012; RODRIGUES et al., 2013).

Foi observado uma redução no parasitismo quando os parasitoides foram expostos a oscilações extremas de temperatura nos registros dos tratamentos T6 35°C, T7 37°C, T8 39°C, T12 19°C e T13 17°C (Tabela 3). No entanto, apesar dos índices registrados entre 61,55% e 76,5% de parasitismo estarem abaixo do potencial reprodutivo relatado para o parasitoide *Telenomus podisi* quando mantidos a temperaturas superiores a 18°C, ainda estão dentro dos índices aceitáveis para a utilização em programas de controle biológico (CORRÊA-FERREIRA & MOSCARDI 1994). Nos demais tratamentos avaliados T1, T2, T3, T4, T5, T10 e T11 o parasitismo variou entre 90% e 100%. Segundo Bueno et al., (2009) o parasitismo é a característica biológica de maior importância quando se avalia parâmetros biológicos de um inseto com potencial controle sobre uma praga, pois é o mesmo que de fato determina a eficiência do controle biológico em campo.

Temperaturas fora da faixa ideal interferem nas características biológicas de parasitoides (MELO et al., 2007). Entretanto, é importante ressaltar que, temperaturas mais elevadas podem afetar negativamente estágios iniciais do ciclo de vida de parasitoides (KRUGNER et al., 2007). Para as taxas de emergência de *T. podisi* progênie (F<sub>1</sub>) avaliadas a menor porcentagem de emergência dos parasitoides foi registrada nos tratamentos T7 37°C e T8 39°C com uma respectiva emergência de 55,0% e 62,0% esses resultados indicam que sob essas condições em campo o parasitoide não é capaz de estabelecer uma nova população, devido à baixa porcentagem de emergência de novos indivíduos.

Os tratamentos T6 35°C, T12 19°C e T13 17°C também diferiram dos demais avaliados e apresentaram diminuição na emergência, porém, em menor intensidade que os tratamentos T7 e T8, quando os níveis de emergência ficaram entre 70,5% e 73,0%. Nos demais tratamentos avaliadas as taxas de emergência se mantiveram entre 82,5% e 100% (Tabela 3). Altos percentuais de emergência são bons indicadores para o MIP. Em condições similares, os parasitoides facilmente iriam conseguir se estabelecer e manter a permanência da sua progênie em campo, auxiliando o controle dos insetos-praga.

Os resultados também comprovam que a razão sexual foi influenciada pela temperatura ambiente, pelo tempo de exposição ao parasitismo, pela densidade de fêmeas e pela umidade relativa do ar (GODFRAY, 1994; PACHECO & CORREA-FERREIRA; 1998). Desta forma, verificou-se que a razão sexual do parasitoide *T. podisi* apresentou diferença estatística nos tratamentos que continhas as temperaturas extremas de 17°C, 19°C, 37°C e 39°C, quando a proporção de descendentes do parasitoide *T. podisi* do sexo feminino foi reduzida mesmo que a exposição tenha sido por um período de apenas duas horas a estas temperaturas. O parasitoide *T. podisi*, bem como *Trissolcus basal* caracterizam-se por apresentarem progênes com uma alta proporção no número de descendentes fêmeas (JAMES, 1988; CORRÊA-FERREIRA, 1993), o que facilita o aumento da população deste parasitoide para realização de experimentos em laboratório e a utilização em programas de controle biológico em campo. Este fator é importante pois as fêmeas dos parasitoides é que são as responsáveis pelo parasitismo e produção de descendentes (MATOS NETO et al., 2004, PASTORI et al., 2007). Nas demais temperaturas avaliadas a razão sexual se manteve entre 0,71 e 0,85 o que caracteriza bons indicativos de que essas temperaturas em condições de campo pode favorecer um maior número de fêmeas, resultando, posteriormente em um maior índice de parasitismo e um controle biológico mais efetivo.

**Tabela 3.** Efeito de diferentes oscilações de temperatura sobre a sobrevivência, longevidade, parasitismo, emergência e razão sexual de *Telenomus podisi* sob ovos de *Euschistus heros*.

Parâmetros biológicos de <i>T. podisi</i> avaliados						
Tratamentos	Oscilações de temperaturas (Variação térmica)	Sobrevivência (%)	Longevidade (Dias)	Parasitismo (%)	Emergência (%)	Razão sexual
T1	Testemunha (25°C)	100,0 a	14,6 a	100,0 a	100,0 a	0,85 a
T2	25 °C-27 °C-25°C	100,0 a	14,9 a	90,0 a	90,0 a	0,83 a
T3	25°C.....29°C ..... 25°C	100,0 a	13,8 a	91,0 a	91,0 a	0,79 a
T4	25°C.....31°C .....25°C	100,0 a	13,5 a	94,0 a	92,5 a	0,80 a
T5	25°C.....33°C .....25°C	100,0 a	13,3 a	90,5 a	90,5 a	0,81 a
T6	25°C.....35°C ..... 25°C	95,0 a	11,4 b	76,5 b	70,5 b	0,71 a
T7	25°C.....37°C ..... 25°C	95,0 a	11,0 b	71,0 b	62,0 c	0,59 b
T8	25°C.....39°C .....25°C	80,0 b	10,8 b	61,5 b	55,0 c	0,56 b
*T9	25°C.....41°C .....25°C	0,0 c	-	-	-	-
T10	25 °C-23 °C-25°C	100,0 a	15,1 a	100,0 a	100,0 a	0,84 a
T11	25°C.....21°C .....25°C	95,0 a	14,9 a	90,5 a	82,5 a	0,82 a
T12	25°C.....19°C ..... 25°C	95,0 a	14,5 a	76,5 b	73,0 b	0,59 b
T13	25°C.....17°C .....25°C	95,0 a	14,3 a	75,5 b	70,5 b	0,55 b

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott ( $p>0,05$ ),

\*O tratamento T9 41°C° foi letal a todos os indivíduos.

## Exposição do parasitoide ao choque térmico

Os valores de sobrevivência dos parasitoides submetidos aos choques térmicos extremos, diferiram estatisticamente nos tratamentos que continham as temperaturas entre 35°C a 41°C (Tabela 4). As menores taxas de sobrevivência correspondem aos tratamentos T6 35°C, T7 37°C e T8 39°C com a respectiva sobrevivência de 87,0%, 85,0% e 75,0%. Choques térmicos bruscos podem antecipar os efeitos negativos das variações de temperatura na sobrevivência dos parasitoides como também foi observado no experimento anterior. O tratamento T9 que continha a temperatura de 41°C o qual demonstrou ser letal, causando a mortalidade de 100% dos indivíduos logo após os parasitoides serem submetidos a este choque térmico, o que impediu a avaliação dos demais parâmetros biológicos (Tabela 4).

As fêmeas do parasitoide *T. podisi* apresentaram uma diminuição da longevidade a partir do tratamento T5, a média foi de 10,3 dias para os tratamentos T5, T6, T7 e T8 que continham, respectivamente 33°C, 35°C, 37°C e 39°C, a maior longevidade ocorreu nos tratamentos T1, T2, T3 e T4 que continham, respectivamente as temperaturas de 25°C, 27°C, 29°C e 31°C (Tabela 4). O decréscimo de longevidade perante o aumento de temperatura foi também verificado por outros autores (KIVAN & KILIC, 2006; DOETZER & FOERSTER, 2007; BUENO et al., 2010). No entanto, menores valores de tempo de desenvolvimento do parasitoide, ou seja, menor longevidade, podem favorecer um menor contato com seus predadores ou até mesmo com inseticidas utilizados na cultura, contribuindo para uma menor exposição destes inimigos naturais a condições de risco (SILVA et al., 2016; STECCA et al., 2018; ZANTEDESCHI et al., 2018). Segundo Parra (2002) um menor ciclo de vida do parasitoide, e um maior número de gerações contínua é um fator importante quando o objetivo é a criação de inimigos naturais (parasitoides e predadores) para liberação. Essa característica é importante em um programa de controle biológico, pois o desenvolvimento mais rápido do parasitoide permite que o mesmo tenha um número de gerações maior que o hospedeiro nas mesmas condições de temperatura (PASTORI et al., 2012), podendo estabilizar ou reduzir a densidade populacional desse hospedeiro no campo (PASTORI et al., 2008; PEREIRA et al., 2011). Entretanto, vale ressaltar que o número de gerações poderá ser influenciado também por outros fatores como a umidade do ar, o fotoperíodo bem como a disponibilidade e qualidade de hospedeiros (SANTANA et al., 2010; ALTOÉ et al., 2012). Porém, a temperatura é o principal fator limitante aos insetos (SAEKI & CROWLEY, 2012) quando as condições citadas anteriormente são favoráveis (SANTANA et al., 2010)

O parasitismo também foi afetado com o aumento de temperatura nos choques térmicos, sendo os menores valores registrados entre as temperaturas de 33°C a 39°C quando

foi observado de 58,5% a 76,5% dos ovos parasitados, enquanto, nos demais tratamentos T1, T2, T3 e T4 o parasitismo ficou entre 100% a 85,5% (Tabela 4). Desta maneira é possível inferir que a partir de 33°C os parasitoides começam a apresentar características de estresse e influência negativa em suas características biológicas, assim como foi observado por Bueno et al. (2010) quando utilizou o parasitoide *Telenomus remus* sob as mesmas condições.

A emergência dos parasitoides submetidos a choques de temperatura também começou a apresentar diminuição a partir da temperatura de 33°C, nos tratamentos T5, T6 e T7 a emergência foi respectivamente de 76,5%, 70,0% e 66,0%, porém a menor taxa ocorreu no tratamento T8 correspondente a temperatura de 39°C com 54,5% de emergência. Os demais tratamentos T1, T2, T3 e T4 correspondentes as temperaturas de 25°C, 27°C, 29°C e 31°C mantiveram a emergência entre 83,5% e 100%. Uma boa emergência deste parasitoide pode influenciar no número de gerações bem como e se ele será capaz de se estabelecer em condições campo. No entanto, deve ser considerada a cultura que este parasitoide é utilizado. No caso da cultura da soja é viável a utilização de espécies que se reproduzem por arrenotoquia como o *T. podisi*, mais deve-se levar em consideração a necessidade de sucessivas liberações de doses do parasitoide durante o ciclo da cultura (PRATISSOLI et al., 2009).

Com relação a razão sexual, pode-se observar que o número de fêmeas passou a diminuir significativamente com o aumento dos choques térmicos, empregando as temperaturas de 35°C, 37°C e 39°C, as quais apresentaram os menores registros de emergência de fêmeas (Tabela 4). Já para as temperaturas de 33°C, 31°C, 29°C, 27°C e 25°C a razão sexual ficou entre 0,70 a 0,82% sem que diferissem entre si. Em programas de controle biológico, o ideal é o maior número de fêmeas uma vez que são elas as responsáveis pelo ato do parasitismo e o sucesso do controle biológico (NAVARRO, 1998; BUENO et al., 2008). No entanto, resultados de estudos comprovam que a razão sexual é influenciada não somente pela temperatura ambiente, mas também por outros fatores determinantes, como o tempo de exposição ao parasitismo, a densidade de fêmeas e pela umidade relativa do ar (GODFRAY, 1994; PACHECO & CORREA-FERREIRA, 1998).

O parasitoide *Telenomus podisi* suportou oscilações de temperatura e choques térmicos entre as temperaturas de 17°C a 39°C. Nos intervalos de temperatura estudados o parasitoide é capaz de se desenvolver e parasitar. No entanto temperaturas superiores a 33°C e inferiores a 19°C podem interferir em algumas características biológicas destes inimigos naturais, especialmente na emergência da progênie, e dificultar o estabelecimento de novas gerações em campo. Dessa forma, para que o controle continue sendo eficiente novas liberações do parasitoide devem ser feitas no campo. Em condições similares de campo, essas

temperaturas não afetam o controle biológico do percevejo *Euschistus heros* na cultura da soja mesmo que o parasitoide passe por oscilações ou choques térmicos de temperatura, isso provavelmente acontece porque o parasitoide tem a capacidade de diminuir sua atividade biológica enquanto a temperatura estiver desfavorável e retomar quando a temperatura estiver adequada. O dia passa por diversas oscilações de temperatura, e não mantém as temperaturas extremas por mais que duas horas o que possibilita que o parasitoide retorne sua atividade durante o dia ou até mesmo a noite, uma vez que o parasitoide de ovos *T. podisi* possui capacidade de parasitar na ausência de luz (GRANDE et al., 2017).

A temperatura de 41°C demonstrou ser letal ao parasitoide e afetou drasticamente o seu desenvolvimento.

De maneira geral, os resultados obtidos das características biológicas (porcentagem de sobrevivência, longevidade, parasitismo, emergência e razão sexual) de *T. podisi* evidenciam que essa população do parasitoide consegue se desenvolver em uma faixa ampla de temperatura, evidenciando que *T. podisi* é capaz de se adaptar as diferentes regiões produtoras de soja do Brasil cuja amplitude térmica é semelhante à estudada.



**Tabela 4.** Efeito de choques térmico sobre a sobrevivência, longevidade, parasitismo, emergência e razão sexual de *Telenomus podisi* sob ovos de *Euschistus heros*.

Parâmetros biológicos de <i>T. podisi</i> avaliados						
Tratamentos	Choques térmico (Variação térmica)	Sobrevivência (%)	Longevidade (Dias)	Parasitismo (%)	Emergência (%)	Razão sexual
T1	Testemunha (25°C)	100,0 a	14,7 a	100,0 a	100,0 a	0,82 a
T2	25°C - 27°C - 25°C	100,0 a	14,6 a	91,5 a	91,0 a	0,78 a
T3	25°C - 29°C - 25°C	95,0 a	13,1 a	90,5 a	90,5 a	0,73 a
T4	25°C - 31°C - 25°C	100,0 a	13,1 a	85,5 a	83,5 a	0,74 a
T5	25°C - 33°C - 25°C	95,0 a	11,2 b	76,5 b	76,5 b	0,70 a
T6	25°C - 35°C - 25°C	87,0 b	11,1 b	70,0 b	70,0 b	0,65 b
T7	25°C - 37°C - 25°C	85,0 b	9,5 b	66,0 b	66,0 b	0,64 b
T8	25°C - 39°C - 25°C	75,0 b	9,4 b	58,5 b	54,5 c	0,52 b
*T9	25°C - 41°C - 25°C	0,0 c	-	-	-	-

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott ( $p > 0,05$ )

\*O tratamento T9 41°C foi letal a todos os indivíduos

## **Conclusões**

O parasitoide *Telenomus podisi* suporta diferentes oscilações e choque térmico entre as temperaturas de 17°C e 39°C, de acordo com os dados obtidos durante esse estudo. No entanto, temperaturas superiores ou iguais 33°C e inferiores a 19°C podem interferir em menor intensidade nos parâmetros biológicos destes inimigos naturais, podendo afetar significativamente a emergência da progênie e assim dificultar o estabelecimento de novas gerações em campo. A temperatura de 41°C demonstrou ser letal ao parasitoide e afetou drasticamente o seu desenvolvimento.

## **Considerações Finais**

Apesar das oscilações de temperatura e choque térmico afetarem a sobrevivência e o parasitismo em uma menor intensidade, afetam significativamente a emergência dos adultos.

Em condições de campo é fundamental que novas liberações do parasitoide sejam feitas, mesmo que haja uma alta porcentagem de ovos parasitados, uma vez que sob essas condições extremas de temperatura poderá haver baixa emergência de adultos ou seja a população não se mantém em campo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁVILA, C. J.; SANTOS, V. Manejo Integrado de Pragas (MIP) na Cultura da Soja: Um estudo de caso com benefícios econômicos e ambientais. Documentos 143. Embrapa Agropecuária Oeste. p. 46, 2018.
- ÁVILA, C. J.; SCHLICK-SOUZA, E. C. Ocorrência de insetos-pragas e de seus predadores em Sistemas Integrados de Produção de Soja. Documentos 137. Embrapa Agropecuária Oeste. p. 31, 2015.
- ÁVILA, C. J.; GRIGOLLI, J. F. J. G. Pragas da soja e seu controle. In: LOURENÇÃO, A. L. F.; GRIGOLLI, J. F. J.; MELOTTO, A. M.; PITOL, C.; GITTI, D. C.; ROSCOE, R. Tecnologia e produção soja 2013/2014. Curitiba: Midiograf, p.109-169, 2014.
- BALE, J. S.; MASTERS, G. J.; HODKINSON, I. D.; AWMACK, C.; BEZEMER, T. M.; BROWN, V. K.; BUTTERFIELD, J.; USE A.; COULSO, J. C.; FARRAR, J.; GOOD, J. E. G.; HARRINGTON, R.; HARTLEY, S.; JONES, T. H.; LINDROTH, R. L.; PRESS, M. C.; SYMRNIODIS, I.; WATT, A. D.; WHITTAKER, J. B. Herbivory in global climate change research: direct effect of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology*, v. 8, n. 1, p. 1-16, 2002.
- BELORTE, I. C.; RAMIRO, Z. A.; FARIA, A. M. Danos causados por percevejos (Hemiptera: Pentatomidae) em cinco cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill, 1917) no município de Araçatuba, SP. *Arquivos do Instituto Biológico*, v.70, n.2, p.169-175, 2003.
- BUENO, R. C. O. F.; PARRA, J. R. P.; BUENO, A. F.; HADDAD, M. Desempenho de Tricogramatídeos como Potenciais Agentes de Controle de *Pseudoplusia includens* Walker (Lepidoptera: Noctuidae). *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 38, n. 3, 2009.
- BUENO, R. C. O. F. CARNEIRO, T. R.; BUENO, A. F.; PRATISSOLI, D.; FERNANDES, O. A.; VIEIRA, S. S. 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, 2010.
- BUENO, A. F.; BUENO, R. C. O. F.; PARRA, J. R. P.; VIEIRA, S. S. Effects of pesticides used in soybean crops to the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum*. *Ciência Rural*, s.1, v.38, n.6, p.1495-11503, 2008.
- CHIHRANE, J.; LAUGE, G. Loss of parasitization efficiency of *Trichogramma brassicae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) under high temperature conditions. *Biological Control*, San Diego, v. 87, p. 87:85-89, 1996.
- CONAB, 2018. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: Grãos. Décimo segundo levantamento. <http://www.conab.gov.br>. Acesso em 5 de outubro de 2018.
- CONTE, O.; DE OLIVEIRA, F. T.; HARGER, N.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. 2014. Resultados do Manejo Integrado de Pragas da Soja na Safra 2013/14 no Paraná. Embrapa Soja Documentos 1: 1-57. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/996841/1/Resultadosdomanejodepragasdasojanasafra201314noParana.pdf>. Acesso em 15 de junho de 2018.

CONTE, O.; OLIVEIRA, F. T.; HARGER, N.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; ROGGIA, S.; PRANDO, A. M.; SERRATO, C. D. Resultado do manejo integrado da soja na safra 2015/2016 no Paraná, Documentos /Embrapa Soja, ISSN 1516-781X; n.375.Londrina: Embrapa Soja, p. 59, 2016.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; DE CASTRO L. C.; ROGGIA, S.; CESCINETTO, N. L.; DA COSTA J. M.; DE OLIVEIRA, M. C. N. 2013. MIP-Soja: resultados de uma tecnologia eficiente e sustentável no manejo de percevejos no atual sistema produtivo da soja. Embrapa soja Documentos (INFOTECA-E). 1: 1-30. Disponível em: [ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/.../1/Doc-341.pdf](http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/.../1/Doc-341.pdf).

CORRÊA-FERREIRA, B. S. & F. MOSCARDI. Temperature effect on the biology and reproductive performance of the egg parasitoid *Trissolcus basalis* (Woll.). An. Soc. Entomol. Brasil 23: p. 399-408, 1994.

CORRÊA-FERREIRA, B. S. Utilização do parasitoide de ovos *Trissolcus basalis* (Wollaston) no controle de percevejos. Londrina, Embrapa/CNPso, Circular Técnica 11, p. 40, 1993.

DESCHÊNES, O.; GREENSTONE, M. The economic impacts of climate change: evidence from agricultural output and random fluctuations in weather. The American Economic Review, vol. 97, n. 1, p. 354-385, 2007.

DOETZER, A. K.; FOERSTER, L. A. Desenvolvimento, longevidade e reprodução de *Trissolcus basalis* e *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Selionidae) em condições Naturais Durante a Entressafra da Soja no Sul do Paraná. Neotropical Entomology, v.2, n.36, p.233-242, 2007.

FERREIRA, S. W. J., BARROS, R., TORRES, J. B. Exigências térmicas e estimativa do número de gerações de *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov) (Hymenoptera: Eulophidae), para regiões produtoras de crucíferas em Pernambuco. Neotrop. Entomol. 32: p. 407-411, 2003.

FERREIRA, D. F. Sisvar. Versão 5.6. Lavras: UFLA/DEX, 2015. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/~danielff/programas/sisvar.html>>. Acesso em 1 Setembro de 2018.

FOERSTER, L. A.; DOETZER, A. K.; AVANCI, M. R. F. Capacidade reprodutiva e longevidade de *Glyptapanteles muesebecki* (Blanchard) (Hymenoptera: Braconidae) parasitando lagartas de *Pseudaletia sequax Franclemont* (Lepidoptera: Noctuidae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, Londrina, v.28, n. 3, p.485-490, 1999.

FRAZER, B. D.; MC GREGOR, R. R. Temperature dependente survival and hatching rate off eggs of seven species of Coccinellidae. Canadian Entomologist , Ottawa, V. 124, p. 305-312, 1992.

GARCIA, J. F.; BOTELHO, P. S. M & PARRA, J. R. P. Biology and fertility life table of *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) in sugarcane. Sci. Agric. 63: p. 317-32, 2006.

GAZZONI, D. L. Perspectivas do manejo de pragas, pp. 789-829, 2013. In HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. [eds.], Soja: Manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga. Embrapa, Brasília DF, Brasil.

GHINI, R.; HAMADA, E. 2012. Impactos das mudanças climáticas globais sobre problemas fitossanitários. Disponível em: <<https://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/climapest/apresentacao>>. Acesso em 19 novembro de 2018.

GODFRAY, H. C. J. Parasitoids, Behavioral and Evolutionary Ecology, Princeton University Press, Princeton, NJ, USA, p.473, 1994.

GRANDE, M. L. M.; BUENO, A. F.; QUEIROZ, A. P.; VENTURA, M. U. Influência do fotoperíodo na liberação de *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Scelionidae). In: 15º Simpósio de Controle Biológico, 2017, Ribeirão Preto. 15º Simpósio de Controle Biológico, 2017.

HADDAD, M. L.; J. R. P. PARRA & R. C. B. Moraes. Métodos para estimar os limites térmicos inferior e superior de desenvolvimento de insetos. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, Piracicaba. p. 29, 1999.

HANCE, T.; BAAREN, J. V.; VERNON, P.; BOIVIN, G. Impact of extreme temperatures on parasitoids in a climate change perspective. Annual Review of Entomology 52, p. 107–126. 2007.

HOFFMANN-CAMPO, C. B.; MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado. Londrina: Embrapa Soja, 2000. p. 70, 1935. (Circular Técnica, 30).

IRANIPOUR, S., BONAB, Z. N., MICHAUD, J. P. Thermal requirements of *Trissolcus grandis* (Hymenoptera: Scelionidae), an egg parasitoid of sunn pest. Eur. J. Entomol. 107: p. 47–53, 2010.

JAMES, D. G. Fecundity, longevity and overwintering of *Trissolcus biproruli* Girault (Hymenoptera: Scelionidae) a parasitoid of *Biprorulus bibax* Breddin (Hemiptera: Pentatomidae). J. Aust. Entomol. Soc. 27: p. 297-301, 1988.

KIVAN, M.; KILIC, N. Age-Specific fecundity and lafy table of *Trissolcus semistrustus*, na eggparasitoid of de sunn pest *Eurygaster integriceps*. Entomology Siensce, s.1, v.9, n.1, p. 39-46, mar. 2006.

KRUGNER, R., DAANE, K. M., LAWSON, A. B., YOKOTA, G. Y. Temperature dependent development of *Macrocentrus iridescens* (Hymenoptera: Braconidae) as a parasitoid of the *obliquebanded leafroller* (Lepidoptera: Tortricidae): Implications for field synchrony of parasitoid and host. Biol. Control 42: p. 110–118, 2007.

MARGARÍA C. B.; LOIÁCONO M. S.; LANTERI A. A. New geographic and host records for scelionid wasps (Hymenoptera: Scelionidae) parasitoids of insect pests in South America. Zootaxa, 2314: p. 41-49, 2009.

MATOS NETO, F. C.; CRUZ, I.; ZANUNCIO, J. C.; SILVA, C. H. O.; PIKANÇO, M. C. Parasitism by *Campoletis flavicineta* on *Spodoptera frugiperda* in corn. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.39, p.1077-1081, 2004.

MELO, R. L.; PRATISSOLI, D.; POLANCZYK, R. A.; MELO, D. F.; BARROS, R., MILANEZ, A. M. Biologia e exigências térmicas de *Trichogramma atopovirilia* Oatman &

*Platner* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Diaphania hyalinata* L. (Lepidoptera: Pyralidae). Neotrop. Entomol. 36: p. 31–435, 2007.

NAVA, D. E.; NASCIMENTO, A. N.; STEIN, C. P.; HADDAD, M. L.; BENTO, J. M. S.; PARRA, J. R. P. Thermal requirements, and estimation of the number of generations of *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae) for the main fig producing regions of Brazil. Florida Entomologist 90, p. 495-501, 2007.

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

PACHECO, D. J. P.; CORREA-FERREIRA, B. S. Potencial reprodutivo e longevidade do parasitoide *Telenomus podisi* Ashmead, em ovos de diferentes espécies de percevejos. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, v.27, p.585-591, 1998.

PARRA, J. R. P. Controle biológico: criação massal de inimigos naturais. In: PARRA, J. R.P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (eds). Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores. São Paulo: Manole, p.143-161, 2002.

PASTORI, P. L.; MONTEIRO, L. B.; BOTTON, M.; PRATISSOLI, D. Capacidade de parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Bonagota salubricola* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae) sob diferentes temperaturas. Neotropical Entomology, v.36, p.926-931, 2007.

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). Rev. Bras. Entomol. 52: p. 472–476, 2008.

PASTORI, P. L., ZANUNCIO, J. C., PEREIRA, F. F., PRATISSOLI, D., CECON, P. R., SERRÃO, J. E. Desenvolvimento e exigências térmicas de *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu (Hymenoptera: Eulophidae) criado em pupas de *Anticarsia gemmatalis* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). R. Bras. Bioc. 10: p. 79–85, 2012.

PANIZZI, A. R.; DUO, L. J. S.; BORTOLATO, N. M.; SIQUEIRA, F. Nymph developmental time and survivorship, adult longevity, reproduction and body weight of *Dichelops melacantus* (Dallas) feeding on natural and artificial diet. Ver. Bras. Entomol. 51: p. 484-488, 2007.

PEREIRA, F. F.; ZANUNCIO, J. C.; OLIVEIRA, H. N.; GRANCE, E. L. V.; PASTORI, P. L.; GAVA OLIVEIRA, M. D. Thermal requirements and estimate number of generations of *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) in different Eucalyptus plantations regions. Brazilian Journal of Biology 71, p. 431- 436, 2011.

PRATISSOLI, D.; OLIVEIRA, H. N.; POLANCZYC, R. A.; HOLTZ, R. A.; BUENO, R. C. O. F.; BUENO, A. F.; GONÇALVES, J. R. Adult Feeding and Matting Effects on The Biological Potencial and Parasitism of *Trichogramma pretiosum* and *T. accacioi* (Hym: Trichogrammatidae). Brazilian Archives of Biology and Technology, v.52, n.5, p. 1057-1052, set/out. 2009.

POMARI, A. F., BUENO, A. F., BUENO, R. C. O. F., MENEZES JUNIOR, A. O. Biological characteristics and thermal requirements of the biological control agent *Telenomus remus*

- (Hymenoptera: Platygasteridae) reared on eggs of different species of the genus *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 105: p. 73– 81, 2012.
- RODRIGUES, S. M. M.; BUENO, V. H. P. & SAMPAIO, M. V. Tabela de vida de fertilidade de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson, 1880) (Hymenoptera, Aphidiidae) em *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera, Aphididae). *Rev. Bras. Entomol.* 47: p. 637-643, 2003.
- RODRIGUES, W. C. Fatores que influenciam o desenvolvimento dos insetos. *Info Insetos Informativos dos Entomologistas do Brasil*, n. 4, p. 1-4, 2004.
- SELVARAJ, S.; GANESHAMOORTHY, P.; PANDIARAJ, T. Potential impacts of recent climate change on biological control agents in agro-ecosystem: A review. *International Journal of Biodiversity and Conservation* 5, p. 845-852, 2013.
- SILVA, V. P.; PEREIRA, M. J. B.; VIVAN, L. M.; BLASSIOLI-MORAES, M. C.; LAUMANN, R. A.; BORGES, M. Monitoramento do percevejo marrom *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) por feromônio sexual em lavoura de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 49: p. 844-852, 2014.
- SILVA-TORRES, C. S. A., BARROS, R., TORRES, J. B. Efeito da idade, fotoperíodo e disponibilidade de hospedeiro no comportamento de parasitismo de *Oomyzus sokolowskii Kurdjumov* (Hymenoptera: Eulophidae). *Neotrop. Entomol.* 38: p. 512–519, 2009.
- SILVA, C. B. S. da; MORELLI, R.; PARRA, J. R. P. Effects of self superparasitism and temperature on biological traits of two neotropical *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) species. *Journal of Economic Entomology*, v. 109, p. 1555-1563, 2016.
- SOSA-GÓMEZ, D. R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; HOFFMANN-CAMPO, C. B. Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja. Londrina: Embrapa Soja, p. 100, 2014. (Documentos, 269).
- STECCA C. S.; BUENO A. F.; PASINI A.; SILVA D. M., ANDRADE K.; ZIRONDI FILHO D. M. Impact of Insecticides Used in Soybean Crops to the Egg Parasitoid *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae). *Neotropical Entomology*. p. 281–291, 2018.
- TYLIANAKIS, J. M.; E BINZER, A. Effects of global environmental changes on parasitoid–host food webs and biological control. *Biological Control* 75, p. 77-86, 2014.
- ZANTEDESCHI R.; RAKES M.; PASINI R. A.; ARAÚJO M B.; BUENO F. A.; GRÜTZMACHE A. D. Toxicity of soybean-registered agrochemicals to *Telenomus podisi* and *Trissolcus basalus* immature stages. *Phytoparasitica*. p. 203- 212, 2018.
- WIEST, A. & BARRETO, M. R. Evolução dos Insetos-Praga na Cultura da Soja no Mato Grosso. *Entom. Brasilis*, v. 5, p. 84-87, 2012.