



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

FERNANDA CAROLINE COLOMBO

**ADAPTAÇÃO DE *Telenomus podisi* ASHMEAD, 1893
(HYMENOPTERA: SCELIONIDAE) À CRIAÇÃO EM
DIFERENTES REGIMES DE TEMPERATURA E SUA
INFLUÊNCIA EM ASPECTOS BIOLÓGICOS E
PERFORMANCE EM CAMPO**

Londrina
2022

FERNANDA CAROLINE COLOMBO

**ADAPTAÇÃO DE *Telenomus podisi* ASHMEAD, 1893
(HYMENOPTERA: SCELIONIDAE) À CRIAÇÃO EM
DIFERENTES REGIMES DE TEMPERATURA E SUA
INFLUÊNCIA EM ASPECTOS BIOLÓGICOS E
PERFORMANCE EM CAMPO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia - Curso de Doutorado da Universidade Estadual de Londrina, área de concentração Fitossanidade/Entomologia, como requisito para a obtenção do título de Doutora em Agronomia.

Orientador: Dr. Pedro M. Oliveira Janeiro Neves.

Coorientador: Dr. Adeney de Freitas Bueno.

Londrina
2022

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

Colombo, Fernanda Caroline.

Adaptação de *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae) à criação em diferentes regimes de temperatura e sua influência em aspectos biológicos e performance em campo / Fernanda Caroline Colombo. - Londrina, 2022.

104 f. : il.

Orientador: Pedro Manuel Oliveira Janeiro Neves.

Coorientador: Adeney de Freitas Bueno.

Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2022.

Inclui bibliografia.

1. Parasitoide de ovos - Tese. 2. *Euschistus heros* - Tese. 3. Capacidade de parasitismo - Tese. 4. Controle biológico aumentativo - Tese. I. Neves, Pedro Manuel Oliveira Janeiro. II. Bueno, Adeney de Freitas. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.

CDU 63

FERNANDA CAROLINE COLOMBO

**ADAPTAÇÃO DE *Telenomus podisi* ASHMEAD, 1893
(HYMENOPTERA: SCELIONIDAE) À CRIAÇÃO EM
DIFERENTES REGIMES DE TEMPERATURA E SUA
INFLUÊNCIA EM ASPECTOS BIOLÓGICOS E
PERFORMANCE EM CAMPO**

Tese apresentada à Universidade Estadual de Londrina - UEL, área de concentração Fitossanidade/Entomologia, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Agronomia.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Pedro Manuel Oliveira
Janeiro Neves
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Adeney de Freitas Bueno
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
– EMBRAPA - SOJA

Dra. Yelitza Colmenarez
CABI – CABI

Dr. Raul Laumann
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
– EMBRAPA - RECURSOS GENÉTICOS

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

Prof. Dr. Maurício Ventura
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Londrina, 06 de maio de 2022

AGRADECIMENTOS

A minha família, aos meus pais e minha irmã, por apoiarem todas as minhas escolhas e por toda confiança depositada em mim. Obrigada por toda compreensão, paciência e incentivo em todos os momentos.

Ao meu namorado Rodrigo por estar presente em todos os momentos, seja na montagem dos experimentos, na fase de escrita ou nos momentos de descontração. Obrigada por toda a ajuda, compreensão, paciência e por tanta parceria. Com sua companhia, o doutorado ficou mais leve.

Ao professor Pedro Neves, pela orientação e conhecimento transmitidos.

Ao professor Adeney de Freitas Bueno, pela coorientação, pelos ensinamentos, por permitir a realização dos experimentos e pela confiança depositada em mim durante o doutorado.

A Universidade Estadual de Londrina e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia pela oportunidade de realizar o doutorado e aos professores do programa pelos ensinamentos transmitidos.

A Embrapa-Soja, pela disponibilidade de toda infraestrutura para realização dos experimentos.

Aos técnicos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa-Soja, Mari Estela, Adair Vicente Carneiro, Nivaldo Euclides e Antônio Pavão pelo auxílio na condução dos experimentos e pelos ensinamentos.

A todos os estagiários do Laboratório de Entomologia da Embrapa-Soja pelo auxílio na condução e avaliação dos experimentos.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES, pela concessão da bolsa durante o doutorado.

Aos meus amigos de Toledo e Dois Vizinhos, por todos os momentos de descontração, pela amizade, companheirismo e compreensão pelos momentos de ausência.

A todos, que de alguma maneira contribuíram para a finalização de mais essa etapa.

COLOMBO, Fernanda Caroline. **Adaptação de *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: scelionidae) à criação em diferentes regimes de temperatura e sua influência em aspectos biológicos e performance em campo.** 2022. 105 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2022.

RESUMO

O controle biológico aumentativo (CBA) com a utilização do parasitoide de ovos *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae) se apresenta como uma alternativa com grande potencial para o manejo do percevejo-marrom *Euschistus heros* Fabricius, 1798 (Hemiptera: Pentatomidae). Entretanto, a eficiência do CBA utilizando *T. podisi* ainda pode ser limitado, devido à influência de altas temperaturas, que pode ser um fator de mortalidade significativo, reduzindo a eficiência do agente de controle. Devido a isso, estudos sobre a criação de *T. podisi* em diferentes regimes de temperaturas, visando a obtenção de insetos mais tolerantes às condições de campo, são necessários. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da temperatura de criação nos parâmetros biológicos de *T. podisi* em laboratório, expostos a 25 °C, 30 °C e 35 °C e na emergência destes em campo. Para isto, *T. podisi* foi multiplicado em laboratório, a partir da mesma geração (geração um) por 30 gerações, em quatro regimes de criação (tratamentos): temperatura constante de 25 °C (controle) (12/12h C/E); temperatura constante de 30 °C (12/12h C/E), temperatura flutuante de 20 °C (12h de escuro)/30 °C (12 h de luz) e temperatura flutuante de 25 °C (12h de escuro)/35 °C (12h de luz). A cada cinco gerações, 60 fêmeas de cada tratamento foram individualizadas para avaliação da biologia e 60 fêmeas de cada tratamento para avaliação da capacidade de parasitismo. Os parâmetros avaliados em cada geração foram: duração do desenvolvimento (ovo-adulto); razão sexual, porcentagem de emergência, comprimento total (da base da cabeça até o final do abdome) (mm), comprimento e largura do abdome (mm) e comprimento e largura da asa (mm), parasitismo diário (número de ovos por dia), porcentagem acumulada de parasitismo, número total de ovos parasitados por fêmea e longevidade das fêmeas parentais (dias). Após a criação em laboratório, ovos de *E. heros* parasitados por *T. podisi* criados em regime de temperatura constante de 25 °C e em regime de temperatura flutuante de 20 °C/30 °C, foram encapsulados ou colados em cartelas de papel cartão e levados a campo durante as safras da soja de 2019/2020 e 2020/2021, a fim de avaliar influência da temperatura de campo na emergência dos parasitoides. Verificou-se que, em laboratório, as temperaturas de exposição de 30 °C e 35 °C interferiram negativamente nos parâmetros avaliados de *T. podisi*, para a maioria das gerações avaliadas, à exceção dos parâmetros morfométricos. No entanto, verificou-se que *T. podisi* é capaz de tolerar oscilações de temperatura, sem que haja impactos em sua eficiência e que os parasitoides podem ser criados tanto em regime constante de 25 °C, quanto em regime flutuante de 20 °C/30 °C. Em campo, os registros de altas temperaturas resultaram em redução na emergência dos parasitoides, para ambos os regimes de criação e métodos de liberação, nas duas safras avaliadas, independente do estágio fenológico da soja. A presença de altas temperaturas, seja em campo ou laboratório, impacta negativamente os parâmetros biológicos de *T. podisi*.

Palavras-chave: parasitoide de ovos; *Euschistus heros*; capacidade de parasitismo; controle biológico aumentativo.

COLOMBO, Fernanda Caroline. **Adaptation of *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: scelionidae) to rearing in different temperature regimes and its influence on biological aspects and field performance.** 2022. 105 p. Thesis (Doctoral in Agronomy) – State University of Londrina, Londrina, 2022.

ABSTRACT

Augmentative biological control (ABC) using the egg parasitoid *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae) presents itself as an alternative with potential for the management of the brown stink bug *Euschistus heros* Fabricius, 1798 (Hemiptera: Pentatomidae). However, the efficiency of ABC using *T. podisi* can still be limited, due to the influence of high temperatures, which can be a significant mortality factor, reducing the efficiency of the control agent. Therefore, studies on the rearing of *T. podisi* in different temperature regimes, aiming at obtaining insects more tolerant to field conditions, are necessary. Thus, the objective of this work was to evaluate the influence of rearing temperature on the biological parameters of *T. podisi* in the laboratory, exposed to 25 °C, 30 °C and 35 °C and on their emergence in the field. For this, *T. podisi* was reared in the laboratory, from the same generation (generation one) for 30 generations, in four rearing regimes (treatments): constant temperature of 25 °C (control) (12/12h L/D); constant temperature of 30°C (12/12h L/D), fluctuating temperature of 20°C (12h of dark)/30°C (12h of light) and fluctuating temperature of 25°C (12h of dark)/35 °C (12 h of light). Every five generations, 60 females of each treatment were individualized for biological evaluation and 60 females of each treatment were used for the evaluation of parasitism capacity. The parameters evaluated in each generation were: duration of development (egg-adult); sex ratio, percentage of emergence, total length (from the base of the head to the end of the abdomen) (mm), length and width of the abdomen (mm) and length and width of the wing (mm), daily parasitism (number of eggs per day), accumulated percentage of parasitism, total number of eggs parasitized per female and longevity of parental females (days). After rearing in the laboratory, eggs of *E. heros* parasitized by *T. podisi* reared under a constant temperature regime of 25 °C and a fluctuating temperature regime of 20 °C/30 °C, were encapsulated or glued to cardboard sheets and taken to the field during the 2019/2020 and 2020/2021 soybean harvests, in order to assess the influence of field temperature on the emergence of parasitoids. It was verified that, in the laboratory, the exposure temperatures of 30 °C and 35 °C interfered negatively in the evaluated parameters of *T. podisi*, for most of the evaluated generations, with the exception of the morphometric parameters. However, it was found that *T. podisi* is able to tolerate temperature fluctuations, without impacting its efficiency and that parasitoids can be reared both in a constant regime of 25 °C and in a fluctuating regime of 20 °C/ 30°C. In the field, the records of high temperatures resulted in a reduction in the emergence of parasitoids, for both rearing regime and release methods, in the two evaluated seasons, regardless of the soybean phenological stage. The presence of high temperatures, whether in the field or in the laboratory, negatively impacts the biological parameters of *T. podisi*

Keywords: egg parasitoid; *Euschistus heros*; parasitism capacity; augmentative biological control.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 2.1** - Estágios de desenvolvimento do percevejo-marrom *E. heros*. A) Ovos; B) Ninfas de primeiro e segundo ínstar; C) *E. heros* na fase adulta, apresentando pronoto desenvolvido e mancha em formato de “meia-lua” branca ao final do escutelo. 17
- Figura 2.2** - Ciclo de vida de *T. podisi*. A) Dimorfismo sexual; B) Processo de parasitismo de *T. podisi* em ovos de *E. heros*; C) Ovos de *E. heros* parasitados por *T. podisi*; D) Emergência de *T. podisi*. 22
- Figura 3.1** - Fêmea de *Telenomus podisi* utilizada para a avaliação dos parâmetros morfológicos dos parasitoides após criação em diferentes regimes de temperatura constante e flutuante (comprimento total do corpo, largura e comprimento da asa e comprimento da tíbia)..... 37
- Figura 4.1** - Ilustração da montagem dos sensores de temperatura, nos experimentos, nas respectivas posições de liberação (terço inferior, terço mediano, terço superior das plantas e entre as linhas de plantio) de *Telenomus podisi*. A) Experimento 1: Pupas encapsuladas; B) Experimento 2: Pupas desprotegidas. 74

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 -	Regimes de temperatura constantes e flutuantes (tratamentos) utilizados para a criação de <i>Telenomus podisi</i>	35
Tabela 3.2 -	Parâmetros biológicos [números de ovos parasitados, emergência (%), tempo de desenvolvimento da fase larval do parasitoide (período ovo-adulto em dias) e razão sexual], de <i>Telenomus podisi</i> criados em diferentes regimes de criação por uma geração e expostos às temperaturas de 25 °C, 30 °C e 35 °C.....	42
Tabela 3.3 -	Parâmetros biológicos [números de ovos parasitados, emergência (%), tempo de desenvolvimento da fase larval do parasitoide (período ovo-adulto em dias) e razão sexual], de <i>Telenomus podisi</i> criados em diferentes regimes de criação por cinco gerações e expostos às temperaturas de 25 °C, 30 °C e 35 °C.....	43
Tabela 3.4 -	Parâmetros biológicos [números de ovos parasitados, emergência (%), tempo de desenvolvimento da fase larval do parasitoide (período ovo-adulto em dias) e razão sexual], de <i>Telenomus podisi</i> criados em diferentes regimes de criação por 10 gerações e expostos às temperaturas de 25 °C, 30 °C e 35 °C.....	44
Tabela 3.5 -	Parâmetros biológicos [números de ovos parasitados, emergência (%), tempo de desenvolvimento da fase larval do parasitoide (período ovo-adulto em dias) e razão sexual], de <i>Telenomus podisi</i> criados em diferentes regimes de criação por 15 gerações e expostos às temperaturas de 25 °C, 30 °C e 35 °C.....	45
Tabela 3.6 -	Parâmetros biológicos [números de ovos parasitados, emergência (%), tempo de desenvolvimento da fase larval do parasitoide (período ovo-adulto em dias) e razão sexual], de <i>Telenomus podisi</i> criados em diferentes regimes de criação por 20 gerações e expostos às temperaturas de 25 °C, 30 °C e 35 °C.....	46

Tabela 3.7 -	Parâmetros biológicos [números de ovos parasitados, emergência (%), tempo de desenvolvimento da fase larval do parasitoide (período ovo-adulto em dias) e razão sexual], de <i>Telenomus podisi</i> criados em diferentes regimes de criação por 25 gerações e expostos às temperaturas de 25 °C, 30 °C e 35 °C.....	47
Tabela 3.8 -	Parâmetros biológicos [números de ovos parasitados, emergência (%), tempo de desenvolvimento da fase larval do parasitoide (período ovo-adulto em dias) e razão sexual], de <i>Telenomus podisi</i> criados em diferentes regimes de criação por 30 gerações e expostos às temperaturas de 25 °C, 30 °C e 35 °C.....	48
Tabela 3.9 -	Caracteres morfológicos (comprimento total do corpo, comprimento e largura da asa e comprimento da tíbia posterior) de fêmeas e machos de <i>Telenomus podisi</i> provenientes das gerações um e 30 após criação em diferentes regimes de temperatura constantes e flutuantes por 30 gerações	50
Tabela 3.10 -	Capacidade de parasitismo [números de ovos parasitados, emergência (%), razão sexual e longevidade das fêmeas parentais] de <i>Telenomus podisi</i> criados em diferentes regimes de criação por uma geração e expostos às temperaturas de 25 °C, 30 °C e 35 °C.....	53
Tabela 3.11 -	Capacidade de parasitismo [números de ovos parasitados, emergência (%), razão sexual e longevidade das fêmeas parentais] de <i>Telenomus podisi</i> criados em diferentes regimes de criação por cinco gerações e expostos às temperaturas de 25 °C, 30 °C e 35 °C.....	54
Tabela 3.12 -	Capacidade de parasitismo [números de ovos parasitados, emergência (%), razão sexual e longevidade das fêmeas parentais] de <i>Telenomus podisi</i> criados em diferentes regimes de criação por 10 gerações e expostos às temperaturas de 25 °C, 30 °C e 35 °C.....	55

Tabela 3.13 -	Capacidade de parasitismo [números de ovos parasitados, emergência (%), razão sexual e longevidade das fêmeas parentais] de <i>Telenomus podisi</i> criados em diferentes regimes de criação por 15 gerações e expostos às temperaturas de 25 °C, 30 °C e 35 °C.....	56
Tabela 3.14 -	Capacidade de parasitismo [números de ovos parasitados, emergência (%), razão sexual e longevidade das fêmeas parentais] de <i>Telenomus podisi</i> criados em diferentes regimes de criação por 20 gerações e expostos às temperaturas de 25 °C, 30 °C e 35 °C.....	57
Tabela 3.15 -	Capacidade de parasitismo [números de ovos parasitados, emergência (%), razão sexual e longevidade das fêmeas parentais] de <i>Telenomus podisi</i> criados em diferentes regimes de criação por 25 gerações e expostos às temperaturas de 25 °C, 30 °C e 35 °C.....	58
Tabela 3.16 -	Capacidade de parasitismo [números de ovos parasitados, emergência (%), razão sexual e longevidade das fêmeas parentais] de <i>Telenomus podisi</i> criados em diferentes regimes de criação por 30 gerações e expostos às temperaturas de 25 °C, 30 °C e 35 °C.....	59
Tabela 4.1 -	Estágios fenológicos do ciclo de desenvolvimento da soja em que ocorreram as liberações de <i>Telenomus podisi</i> em suas respectivas gerações, nas safras de 2019/2020 e 2020/2021.....	72
Tabela 4.2 -	Emergência (%) de <i>Telenomus podisi</i> e temperatura (°C) obtidas em liberações de pupas encapsuladas e desprotegidas, criadas em diferentes regimes de temperatura por nove gerações, quando depositadas em posições distintas em soja, com plantas no estágio de desenvolvimento R ₁ na safra de 2019/2020.....	76
Tabela 4.3 -	Emergência (%) de <i>Telenomus podisi</i> e temperatura (°C) obtidas em liberações de pupas encapsuladas e desprotegidas, criadas em diferentes regimes de temperatura por dez gerações, quando depositadas em	

	posições distintas em soja, com plantas no estágio de desenvolvimento R ₃ na safra de 2019/2020.....	78
Tabela 4.4 -	Emergência (%) de <i>Telenomus podisi</i> e temperatura (°C) obtidas em liberações de pupas encapsuladas e desprotegidas, criadas em diferentes regimes de temperatura por 13 gerações, quando depositadas em posições distintas em soja, com plantas no estágio de desenvolvimento R ₆ na safra de 2019/2020.....	80
Tabela 4.5 -	Emergência (%) de <i>Telenomus podisi</i> e temperatura (°C) obtidas em liberações de pupas encapsuladas e desprotegidas, criadas em diferentes regimes de temperatura por 24 gerações, quando depositadas em posições distintas em soja, com plantas no estágio de desenvolvimento R ₂ na safra de 2020/2021.....	82
Tabela 4.6 -	Emergência (%) de <i>Telenomus podisi</i> e temperatura (°C) obtidas em liberações de pupas encapsuladas e desprotegidas, criadas em diferentes regimes de temperatura por 25 gerações, quando depositadas em posições distintas em soja, com plantas no estágio de desenvolvimento R ₃ na safra de 2020/2021.....	84
Tabela 4.7 -	Emergência (%) de <i>Telenomus podisi</i> e temperatura (°C) obtidas em liberações de pupas encapsuladas e desprotegidas, criadas em diferentes regimes de temperatura por 27 gerações, quando depositadas em posições distintas em soja, com plantas no estágio de desenvolvimento R ₆ na safra de 2020/2021.....	86

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	12
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1	O CULTIVO DE SOJA NO BRASIL	15
2.2	PERCEVEJO-MARROM, <i>EUSCHISTUS HEROS</i>	16
2.3	CONTROLE BIOLÓGICO.....	18
2.3.1	Controle Biológico Aumentativo (CBA).....	19
2.3.1.1	Parasitoide de ovos <i>Telenomus podisi</i>	20
2.4	CRIAÇÃO MASSAL DE PARASITOIDES DE OVOS.....	23
2.5	LIBERAÇÃO DE PARASITOIDES DE OVOS	25
2.6	CONDIÇÕES CLIMÁTICAS	27
2.6.1	Temperatura.....	27
3	ARTIGO A: BIOLOGIA E CAPACIDADE DE PARASITISMO DE <i>Telenomus podisi</i> ASHMEAD, 1893 (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE) APÓS CRIAÇÃO EM REGIMES DE TEMPERATURA CONSTANTES E FLUTUANTES POR SUCESSIVAS GERAÇÕES	30
3.1	RESUMO	30
3.2	ABSTRACT.....	30
3.3	INTRODUÇÃO	31
3.4	MATERIAL E MÉTODOS	33
3.4.1	Criação e Manutenção de <i>E. heros</i> e <i>T. podisi</i>	33
3.4.3	Biologia de <i>T. podisi</i> em 25 °C, 30 °C e 35 °C após Criação do Parasitoide em Diferentes Regimes de Temperaturas Constantes e Flutuantes por Sucessivas	36
3.4.4	Capacidade de Parasitismo de <i>T. podisi</i> em 25 °C, 30 °C e 35 °C após a Criação do Parasitoide em Diferentes Regimes de Temperaturas Constantes e Flutuantes por Sucessivas Gerações.....	38
3.4.5	Análise Estatística	39
3.5	RESULTADOS	39

3.5.1	Biologia de <i>T. podisi</i> em 25 °C, 30 °C e 35 °C após Criação do Parasitoide em Diferentes Regimes de Temperaturas Constantes e Flutuantes por Sucessivas Gerações.....	39
3.5.2	Capacidade de Parasitismo de <i>T. podisi</i> em 25 °C, 30 °C e 35 °C após a Criação do Parasitoide em Diferentes Regimes de Temperaturas Constantes e Flutuantes por Sucessivas Gerações.....	51
3.6	DISCUSSÃO.....	59
3.7	CONCLUSÃO.....	66
4	ARTIGO B: INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA EM CONDIÇÕES DE CAMPO NA EMERGÊNCIA DE <i>Telenomus podisi</i> Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae) CRIADO EM REGIMES DE TEMPERATURA CONSTANTE E FLUTUANTE.....	67
4.1	RESUMO	67
4.2	ABSTRACT.....	67
4.3	INTRODUÇÃO	68
4.4	MATERIAL E MÉTODOS.....	70
4.4.1	Criação e Manutenção de <i>E. heros</i> e <i>T. podisi</i>	70
4.4.2	Criação de <i>T. podisi</i> em Regimes de Temperatura Constante e Flutuante	71
4.4.3	Emergência de <i>T. podisi</i> em Campo, Criados em Regimes de Temperatura Constante e Flutuante	71
4.4.4	Análise Estatística.....	74
4.5	RESULTADOS	75
4.6	DISCUSSÃO.....	86
4.7	CONCLUSÃO.....	92
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	93
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	95

1 INTRODUÇÃO GERAL

A fim de minimizar os impactos ambientais do uso de agrotóxicos na agricultura, a procura por métodos sustentáveis para o manejo de pragas tem aumentado ao longo dos anos (TORRES; BUENO, 2018). A soja [*Glycine max* (L.) Merr], entre diferentes culturas, se destaca pela quantidade de produtos fitossanitários utilizados e o número de aplicações por safra.

Com isso, estudos são realizados na tentativa de aumentar a adoção do manejo integrado de pragas (MIP), que viabiliza o uso racional destes produtos químicos, diminuindo os possíveis efeitos indesejados (BUENO et al., 2021; SONG; SWINTON, 2009), como seleção de populações de pragas resistentes (CARVALHO et al., 2013; DIEZ-RODRÍGUEZ; OMOTO, 2001), redução dos agentes de controle biológico (TORRES; BUENO, 2018), ou surtos de pragas secundárias (BUENO et al., 2021). O controle biológico merece destaque entre as estratégias alternativas pela eficiência no controle de insetos-praga e maior segurança ambiental oferecidas ao produtor. Devido a estas características, o uso do controle biológico tem mostrado um crescimento exponencial nos últimos anos (DARA, 2019; LACEY et al., 2015; PARRA; COELHO JUNIOR, 2019).

O Brasil é o maior produtor mundial de soja e na safra 2021/2022, foram colhidas 122,769 milhões de toneladas dessa oleaginosa (CONAB, 2022). Porém, essa produção é afetada devido ao ataque de insetos, como lagartas desfolhadoras e percevejos da família Pentatomidae (BUENO et al., 2011b; CORRÊA-FERREIRA; DE AZEVEDO, 2002; PAZ-NETO; QUERINO; MARGARÍA, 2015). Entre as espécies pragas, destaca-se o percevejo-marrom *Euschistus heros* Fabricius, 1798 (Hemiptera: Pentatomidae), devido a intensidade de sua infestação e dificuldade de controle (AQUINO et al., 2018; GODOY et al., 2010). Este percevejo, atualmente, é considerado praga-chave na cultura, por causar prejuízos relacionados à qualidade e ao rendimento do produto final (CONTE et al., 2017; DEPIERI; PANIZZI, 2011; GODOY et al., 2010; PANIZZI; LUCINI; ALDRICH, 2022).

A ferramenta mais utilizada para o controle de *E. heros* é o controle químico, porém seu uso exclusivo e de forma abusiva tem levado a populações resistentes do percevejo para diferentes princípios ativos utilizados na cultura (SALUSO et al., 2011; SOSA-GÓMEZ et al., 2020; SOSA-GÓMEZ; SILVA, 2010). A seleção de populações resistentes faz com que novos métodos de controle sejam buscados e

introduzidos em um programa de MIP, a fim de garantir melhor eficiência no manejo deste inseto-praga.

Entre as estratégias de manejo de pragas, em especial dos percevejos, o controle biológico aumentativo (CBA), o qual consiste na liberação de uma grande quantidade de inimigos naturais no agroecossistema após sua produção massal em laboratório, é uma ferramenta importante no controle dessa praga (PARRA, 2014). Dentre os inimigos naturais existentes, os parasitoides de ovos, como exemplo *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae) está entre os principais agentes de controle biológico de *E. heros*, devido principalmente à sua elevada capacidade de parasitismo, em que uma única fêmea é capaz de parasitar mais de 100 ovos hospedeiros (SILVA et al., 2018).

Este parasitoide pode parasitar ovos de diferentes espécies de Pentatomidae, como *E. heros*, *Nezara viridula* Linnaeus, 1758, *Piezodorus guildinii* Westwood, 1837 (Hemiptera: Pentatomidae) e *Diceraeus melacanthus* Dallas, 1851 (TAGUTI et al., 2019; VAN LENTEREN et al., 2018; ZACHRISSON; MARTINEZ, 2011), interrompendo o seu desenvolvimento ainda na fase de ovo, impedindo que o inseto-praga cause quaisquer prejuízos à planta (PACHECO; CORRÊA-FERREIRA, 2000). Esta espécie apresenta também preferência por parasitar ovos de *E. heros* (QUEIROZ et al., 2018), principal praga do complexo de percevejos que atacam a soja (GODOY et al., 2010; PANIZZI; LUCINI; ALDRICH, 2022).

Entretanto, o sucesso do CBA utilizando parasitoides de ovos para o manejo de percevejos da soja pode ser limitada por fatores ambientais, como a ocorrência de altas temperaturas (BRAZ et al., 2021). A influência dos fatores abióticos, como temperatura, pode ser acentuada quando estes insetos são criados em laboratório em condições de temperatura consideradas ideais, para posterior liberação a campo (BUENO et al., 2012; CORRÊA-FERREIRA, 1993; SILVA et al., 2018).

As liberações de *T. podisi* usualmente são realizadas quando o inseto está no estágio de pupa, para que a emergência ocorra no campo, porém esta fase é imóvel, sendo assim, o inseto não tem a capacidade de procurar abrigo frente às condições adversas, fator que pode acentuar os efeitos de temperaturas extremas. Após a liberação, os parasitoides podem encontrar condições abióticas adversas (BRAZ et al., 2021), para as quais podem estar menos adaptados do que os insetos de ocorrência natural, representando um fator de mortalidade significativo que altera sua capacidade de parasitismo, diminuindo a eficiência esperada no controle de

percevejos com a liberação realizada. Geralmente as pupas são liberadas próximo à emergência dos adultos, é importante considerar que machos de *T. podisi* emergem no mínimo 24 horas antes que as fêmeas (BUENO et al., 2012). Sendo assim, no melhor cenário possível, as pupas de fêmeas do parasitoide permanecem no mínimo 24 horas em campo antes de sua emergência, tempo suficiente para que os insetos sofram os efeitos deletérios da temperatura e ou sejam predados (BRAZ et al., 2021).

Devido a isso, estudos sobre a criação e a adaptação do parasitoide em diferentes temperaturas são necessários, visando a produção de insetos mais tolerantes a condições de campo e com maior eficiência no controle de *E. heros*. Estudos realizados durante quatro gerações indicaram que *T. podisi* multiplicado em temperaturas flutuantes de 20 °C (12 horas) e 30 °C (12 horas) tiveram aptidão superior quando comparados a insetos mantidos em temperaturas constantes de 25 °C (CASTELLANOS et al., 2019). Entretanto, esses estudos se limitaram a poucas gerações e as avaliações foram realizadas somente em laboratório. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da temperatura da criação de *T. podisi* por até 30 gerações nos parâmetros biológicos em laboratório e na emergência do parasitoide em condições de campo, com regimes de criação com temperaturas constantes e flutuantes.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O CULTIVO DE SOJA NO BRASIL

A soja *Glycine max* (L.) Merr é uma leguminosa subtropical pertencente à família Fabaceae e se caracteriza como uma planta eudicotiledônea com estrutura formada por conjunto de raízes e parte aérea. Seu desenvolvimento é dividido em duas etapas: o vegetativo, a partir da semeadura até o florescimento e o reprodutivo, do florescimento pleno à colheita (MUNDSTOCK, 2005). Durante todo esse período de desenvolvimento, essa leguminosa é atacada por diferentes insetos-praga que reduzem seu potencial produtivo (BUENO et al., 2021).

O Brasil destaca-se mundialmente como o maior produtor e exportador dessa *commoditie*. Os dados da safra de 2021/2022 alocam o país como maior produtor e exportador do grão, totalizando uma produção de 122.769 milhões de toneladas em 40,7 milhões de hectares na última safra (CONAB, 2022). A participação econômica da soja na economia do Brasil é de relevante importância e a tendência é que o volume produtivo e financeiro aumentem nos próximos anos, devido ao aumento produtivo de regiões consideradas novas no plantio da cultura (ARAÚJO et al., 2019). No entanto, neste cenário de aumento produtivo, um problema recorrente e que possivelmente será aumentado é o ataque de insetos-praga, que pode acarretar perdas na produção final, resultando em prejuízos ao produtor (CATTELAN; DALL'AGNOL, 2018).

Além do prejuízo financeiro direto, os danos causados ao ambiente quando produtos químicos sintéticos são usados de forma abusiva e errônea são de suma importância. Desde a década de 90, o aumento da utilização de inseticidas químicos sintéticos ocorre de maneira desproporcional a área plantada e um dos principais motivos deste aumento são o surtos de insetos-praga (POZEBON et al., 2020), bem como a seleção de populações resistentes aos produtos disponíveis no mercado (SOSA-GÓMEZ et al., 2020). A consequência é o desequilíbrio no agroecossistema da soja, com aumento cada vez maior do número de pragas que acometem a cultura.

O controle dos insetos que ocorrem na soja é realizado, predominantemente, com inseticidas químicos sintéticos, que quando mal utilizados levam a inúmeras

aplicações (BUENO et al., 2021). No entanto, o número de produtos químicos disponíveis para o controle de insetos-praga é cada vez menor, devido à proibição de muitas moléculas até então utilizadas, criando uma demanda por outras estratégias de manejo de pragas. Além disso, com a restrição dos princípios ativos com modos de ação distintos para o manejo de pragas, há a dificuldade na rotação do uso de produtos, desfavorecendo o manejo de resistência dos insetos em campo.

A soja pode ser atacada por insetos pertencentes a diversas ordens, sendo as principais Lepidoptera e Hemiptera. Os insetos-pragas são divididos em grupos de acordo com o local da planta que atacam: insetos que atacam as folhas, vagens e grãos, plântulas e hastes e raízes (PANIZZI; BUENO; SILVA, 2012). Os principais lepidópteros classificados como pragas são *Anticarsia gemmatalis* (Huber, 1818) (Lepidoptera: Erebidae), *Chrysodeixis includens* (Walker, 1858), lagartas do gênero *Spodoptera* e *Helicoverpa armigera*. Hubner, 1809 (Lepidoptera: Noctuidae) (BUENO et al., 2011b). Já dentro de Hemiptera, destaca-se os percevejos pentatomídeos sugadores de grãos como *Nezara viridula* Linnaeus, 1758, *Piezodorus guildinii* Westwood, 1837 e *Euschistus heros* Fabricius, 1798 (Hemiptera: Pentatomidae) (SOSA-GÓMEZ, 2016), sendo esta última, a espécie mais importante na cultura da soja, no Brasil e no Paraguai e de maior ocorrência no Brasil (GODOY et al., 2010; PANIZZI; LUCINI; ALDRICH, 2022; SOSA-GÓMEZ et al., 2020).

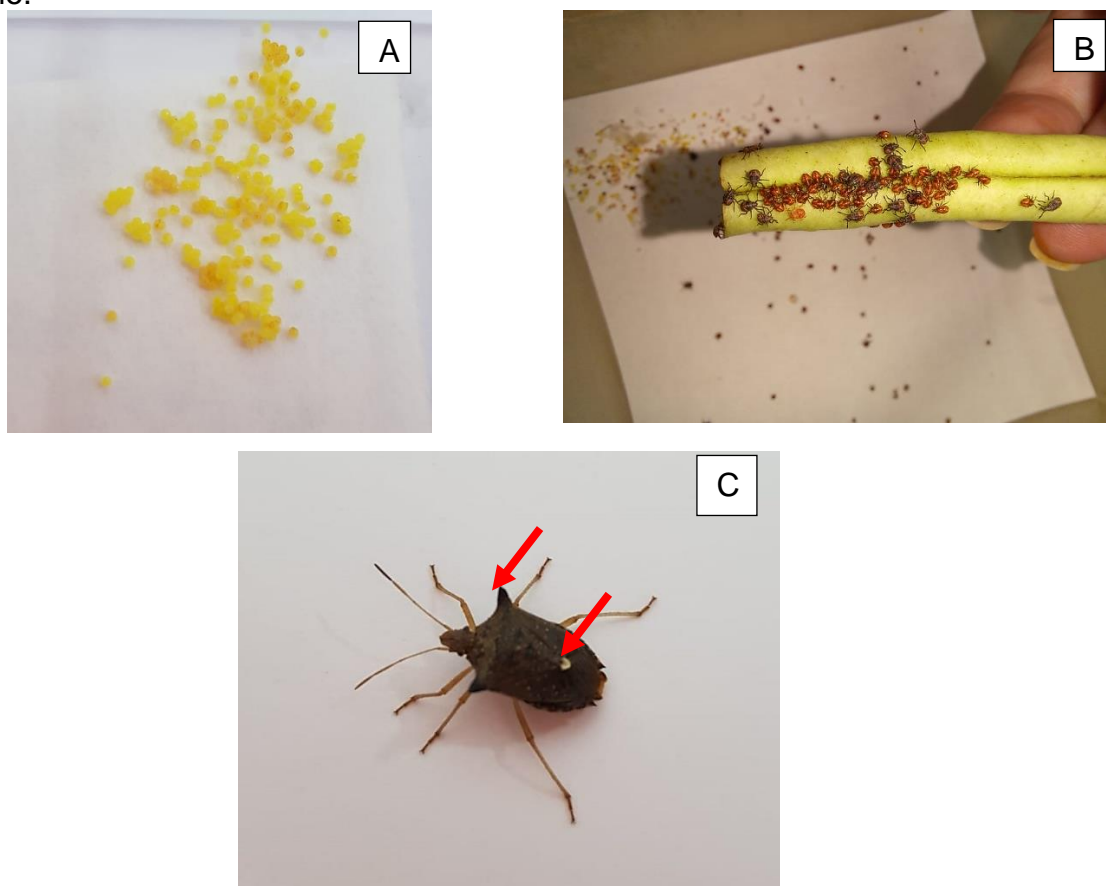
2.2 PERCEVEJO-MARROM, *Euschistus heros*

Euschistus heros, conhecido popularmente por percevejo-marrom, é um percevejo fitófago pertencente à família Pentatomidae e, nesta família, possui importância destacada. Isso ocorre devido ao potencial de causar danos diretos aos grãos da soja, se alimentando do endosperma da semente (LUCINI; PANIZZI, 2018), além de ser o inseto de maior abundância na cultura na região Neotropical (DEFENSOR et al., 2020; GODOY et al., 2010; PANIZZI; LUCINI; ALDRICH, 2022).

Os ovos de *E. heros* apresentam coloração amarela e em média, são depositados de 5 a 8 ovos sobre as vagens ou folhas da soja, de onde irão eclodir ninfas de coloração marrom-avermelhada, com tamanho inicial de, aproximadamente, 1 mm, podendo chegar até 4 mm de comprimento (Figuras 1A e 1B). Os percevejos adultos possuem aproximadamente 11 mm de comprimento, coloração marrom escura e no final do escutelo apresentam uma mancha em forma

de “meia-lua” branca, além disso, possuem expansões laterais pontiagudas no pronoto (Figura 1C) (PANIZZI; BUENO; SILVA, 2012). O período ovo-adulto dura em média 25 dias em condições controladas de temperatura (25 ± 2 °C) e a longevidade das fêmeas varia conforme as condições ambientais (CORRÊA-FERREIRA; PANIZZI, 1999).

Figura 2. 1 - Estágios de desenvolvimento do percevejo-marrom *E. heros*. A) Ovos; B) Ninfas de primeiro e segundo ínstar; C) *E. heros* na fase adulta, apresentando pronoto desenvolvido e mancha em formato de “meia-lua” branca ao final do escutelo.



Fonte: Autoria própria.

Os danos econômicos de *E. heros* na cultura da soja se dão a partir do 3º ínstar, por meio da inserção do estilete nas vagens, até atingir a semente, prejudicando a qualidade e desenvolvimento dos grãos, levando a redução qualitativa e quantitativa na produção (PANIZZI; BUENO; SILVA, 2012). O controle de *E. heros* é realizado, predominantemente, por inseticidas químicos sintéticos, como organofosforados, neonicotinoides, piretroides, sulfoxaminas e metilcarbamato de benzofuranila, porém, sabe-se que a utilização indiscriminada destes pode

selecionar populações resistentes (BEGG et al., 2016; SOSA-GÓMEZ et al., 2020; SOSA-GÓMEZ; SILVA, 2010), causar prejuízos ao ambiente, além de reduzir populações de inimigos naturais e polinizadores (BEGG et al., 2016; BUENO et al., 2011a; COSTA et al., 2014; VANENGELSDORP et al., 2017a).

Com a gama de agentes de controle biológico e insetos-praga existentes, se faz necessário o desenvolvimento e utilização, de maneira isolada e/ou associada, de mais de uma ferramenta de controle. Nesse contexto, a adoção de estratégias para o manejo de *E. heros* tornam-se necessárias, a fim de minimizar os impactos causados e maximizar a eficiência no manejo do inseto-praga. O controle biológico mostra-se como uma alternativa ambientalmente mais segura quando comparada aos inseticidas químicos sintéticos (ALTIERI, 1999; BALE; VAN LENTEREN; BIGLER, 2008).

2.3 CONTROLE BIOLÓGICO

Em geral, todo inseto em seu ambiente de origem possui inimigos naturais, de forma que em um ecossistema equilibrado, quando ocorre o aumento da população de inseto presa, concomitantemente aumenta a população do inimigo natural (ALTIERI, 1999). O controle biológico (CB), em definição, é a utilização ou aplicação de um organismo vivo para o controle de outro organismo considerado praga, através de seus inimigos naturais, contribuindo para a supressão da população da praga a níveis que não ocasionem danos econômicos no ambiente ou na cultura onde se encontra (BALE; VAN LENTEREN; BIGLER, 2008). Os inimigos naturais podem ser entomófagos (predadores e parasitoides) ou entomopatógenos (vírus, fungos, bactérias e nematoides) (BALE; VAN LENTEREN; BIGLER, 2008; BRAR et al., 2006; VAN LENTEREN et al., 2018).

O CB é mais seguro ao ambiente, usuário e consumidor, quando comparado ao controle químico. A liberação de inimigos naturais é projetada para o controle de um inseto-praga específico, tendo como princípio a preservação dos inimigos naturais e demais organismos não-alvos que estão presentes no ambiente (HATT et al., 2018). Além disso, os inimigos naturais são, frequentemente, eficazes em quantidades pequenas e possuem ação de controle mais prolongada pelo estabelecimento da população desses organismos benéficos no ambiente (GUPTA; DIKSHIT, 2010; MESSING; BRODEUR, 2018).

Didaticamente, o CB é dividido em natural, conservativo, clássico e aumentativo. O CB natural consiste no equilíbrio natural de populações de insetos em um ambiente, sem que haja ação do homem (BALE; VAN LENTEREN; BIGLER, 2008; VAN LENTEREN et al., 2018). Já o CB conservativo consiste no manejo ou utilização de estratégias de conservação, para alcançar o equilíbrio existente no ambiente natural e favorecer o controle biológico natural, como várias estratégias preconizadas no MIP, como a ocorrência de parasitismo de insetos-praga por inimigos naturais presentes no ambiente, resultante de manejos realizados dentro dos princípios do MIP (VAN LENTEREN, 2012).

O CB clássico é definido como utilização de agentes biológicos exóticos (importação dos ambientes de origem) para o controle de eventuais pragas exóticas (VAN LENTEREN, 2012). Por sua vez, o CB aumentativo é uma estratégia que consiste na produção massal de agentes de controle e sua utilização em larga escala, visando controlar rapidamente a praga da cultura alvo. Isso assemelha-se às aplicações convencionais de produtos sintéticos para o controle de pragas (VAN LENTEREN et al., 2018). Esse tipo de CB, atualmente é o mais utilizado e se mostra em ascendência mundial nas principais culturas comerciais.

2.3.1 Controle Biológico Aumentativo (CBA)

A utilização do CBA vem crescendo e possui viabilidade econômica na maioria das vezes (MONTEIRO; SOUZA; PASTORI, 2006). Além do fator financeiro, o aumento da utilização de CB se mostra eficiente para o controle de insetos-praga, com segurança ao meio ambiente (KOGAN, 1998; PARRA, 2014). O crescimento do uso de CB é constante (BARRATT et al., 2017; VAN LENTEREN, 2012; VAN LENTEREN; BUENO, 2003) e a perspectiva é que esse aumento seja acentuado nas próximas décadas (MASCARIN et al., 2019; VAN LENTEREN et al., 2018).

A estimativa de crescimento anual da utilização de agentes de CB é de 20% (PARRA; COELHO JUNIOR, 2019). No entanto, no Brasil essa perspectiva vem sendo superada ano após ano (PARRA; COELHO, 2022; PARRA; COELHO JUNIOR, 2019), tanto no surgimento de novos produtos, como no aumento da adesão mercadológica destes (DARA, 2019). Ademais, a seleção de populações resistentes de insetos-praga causados pela extensa utilização de inseticidas químicos sintéticos e a proibição de algumas moléculas de produtos (LACEY et al.,

2015; SOSA-GÓMEZ et al., 2020; STACKE et al., 2020), bem como pelo apelo mundial por sustentabilidade, fazem com que diferentes estratégias de manejo sejam cada vez mais adotadas e aceitas em culturas agrícolas, como é o caso do CBA (LACEY et al., 2015; VAN LENTEREN et al., 2018).

Outro ponto preponderante, é a extensa utilização do MIP (BUENO et al., 2021), cenário que permite inferir que o aumento da utilização de CBA seja cada vez mais expressivo. Isso ocorre pois, com a utilização do MIP, mais ferramentas no manejo de insetos são introduzidas, além disso, o ambiente se torna mais equilibrado e com condições melhores para que os agentes biológicos tenham sucesso no controle dos insetos-praga, como visto em programas consolidados de CBA (TORRES; BUENO, 2018).

No Brasil, há casos de sucesso de CBA com a utilização de vírus e fungos entomopatogênicos, bem como com a utilização de parasitoides (PARRA, 2014; PARRA; COELHO JUNIOR, 2019). O caso mais eficiente e de sucesso de CBA com parasitoides no Brasil foi para o controle da broca-da-cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* Fabricius, 1794 (Lepidoptera: Crambidae), através da liberação de seu inimigo natural *Cotesia flavipes* Cameron, 1891 (Hymenoptera: Braconidae) (PARRA, 2014; VAN LENTEREN; BUENO, 2003).

Além desse caso, as culturas do tomate e da soja, com a utilização dos parasitoides *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e *Trissoculus basalus* (Wollaston) (Hymenoptera: Scelionidae), respectivamente, já tiveram o controle de pragas realizado por esses agentes de controle (PARRA, 2014; VAN LENTEREN et al., 2018; VAN LENTEREN; BUENO, 2003). Dentre os inimigos naturais utilizados no CBA na soja, o parasitoide de ovos *T. podisi* tem se destacado devido à sua capacidade de parasitar ovos de diferentes percevejos da família Pentatomidae de importância econômica (VAN LENTEREN et al., 2018; ZACHRISSON; MARTINEZ, 2011), principalmente o percevejo-marrom *E. heros* (QUEIROZ et al., 2018), atual praga-chave na cultura (PANIZZI; LUCINI; ALDRICH, 2022).

2.3.1.1 Parasitoide de ovos *Telenomus podisi*

Telenomus podisi é um microhimenóptero de aproximadamente 1 mm de comprimento, possui coloração preta, hábito de vida livre e na fase adulta sua

alimentação é baseada em néctar de plantas (BUENO et al., 2012; PACHECO; CORRÊA-FERREIRA, 2000). A distribuição geográfica de *T. podisi* é desde a América do Sul até a América do Norte (VAN LENTEREN et al., 2018). É um parasitoide classificado como endoparasitoide, ou seja, deposita seus ovos no interior dos ovos de seus hospedeiros e idiobionte, pois impede o desenvolvimento do hospedeiro, causando a morte deste. Por ser um inseto holometábolo, passa pelas fases de ovo, larva e pupa dentro dos ovos do hospedeiro e de 12 a 15 dias após o parasitismo, os adultos emergem (BUENO et al., 2012; CORRÊA-FERREIRA; PANIZZI, 1999).

A identificação do dimorfismo sexual de *T. podisi* pode ser realizada através das antenas, onde os machos possuem antenas filiformes e as fêmeas antenas clavadas (JOHNSON, 1984) (Figura 2A). Comumente, os machos emergem de um a dois dias antes das fêmeas e, quando essas nascem, ocorre a cópula. As fêmeas podem apresentar fecundidade de até 100 ovos, que são depositados em seus primeiros dias de vida (SILVA et al., 2018).

O início do processo de parasitismo se dá pela busca de ovos de *E. heros* pelas fêmeas dos parasitoides, para isso, são necessárias substâncias químicas liberadas pelo hospedeiro, tanto pelos ovos, quanto pelos adultos, além de sinais visuais (LAUMANN et al., 2007; PACHECO; CORRÊA-FERREIRA, 2000). Quando as fêmeas encontram os ovos, estas examinam a sua superfície através das antenas e então, quando o ovo está adequado a ser parasitado, inserem o ovipositor na base do ovo, processo que dura cerca de 5 a 8 minutos (Figura 2B). No caso de sucesso no parasitismo, os ovos mudam de coloração, passando de amarelo a preto (Figura 2C), devido a excreção de sais de urato produzidos pela larva do parasitoide em desenvolvimento, que são depositados no córion do ovo hospedeiro, tornando a colocação deste mais escura e então ocorre a emergência do adulto (Figura 2D) (BUENO et al., 2012; CÔNSOLI; ROSSI; PARRA, 1999; JOHNSON, 1984).

Figura 2. 2 - Ciclo de vida de *T. podisi*. A) Dimorfismo sexual; B) Processo de parasitismo de *T. podisi* em ovos de *E. heros*; C) Ovos de *E. heros* parasitados por *T. podisi*; D) Emergência de *T. podisi*.



Fotos: Adair Carneiro.

Telenomus podisi é considerado um parasitoide de ovos semi-gregário, pois parasita massas ou grupos de ovos do hospedeiro, e se desenvolve em ovos de hospedeiros gregários (percevejos) a campo, incluindo espécies herbívoras e predadoras (BUENO et al., 2012; DE MEDEIROS et al., 1998; KOPPEL et al., 2009). Na cultura da soja, *T. podisi* parasita ovos de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae), *P. guildinii*, *D. melacanthus*, *N. viridula* e *E. heros*, porém possui preferência por *E. heros* (PACHECO; CORRÊA-FERREIRA, 2000; QUEIROZ et al., 2018) e devido a esta preferência é a espécie mais adequada para ser utilizada como ferramenta para o CB do percevejo-marrom. Em experimentos a campo, verificou-se, em duas áreas amostrais diferentes, com a ocorrência natural

dos pentatomídeos *E. heros*, *N. viridula* e *P. guildinii* e do parasitoide *T. podisi*, que 80% a 100% dos ovos do percevejo-marrom coletados até o final do ciclo da cultura estavam parasitados por *T. podisi*, demonstrando sua capacidade de parasitismo em ovos de *E. heros* (PACHECO; CORRÊA-FERREIRA, 2000).

Previamente à liberação dos parasitoides a campo, há fatores que podem impactar a sobrevivência e qualidade destes, dentre os quais destaca-se o transporte dos ovos parasitados até o campo, o que pode proporcionar a exposição do parasitoide a um gradiente de temperatura desfavorável, principalmente quando o transporte é feito em ambientes não refrigerados (PARRA et al., 2015). Além disso, no momento da liberação, é necessário que a temperatura esteja em faixa aceitável para a sobrevivência e o desenvolvimento normal do inseto, o que frequentemente não ocorre nas áreas produtoras de soja do Brasil.

O momento da soltura deve ser definido através do monitoramento dos percevejos no campo, assim, quando observadas as primeiras posturas do inseto-praga, recomenda-se a soltura de *T. podisi*, preferivelmente no período matutino ou no período final da tarde, quando se observa temperaturas mais amenas. Estima-se que o parasitoide realize o controle da praga por um período de 5 a 14 dias aproximadamente (SILVA et al., 2018).

A criação massal de *T. podisi* tem protocolos estabelecidos que culminam em elevada produtividade (PERES; CORRÊA-FERREIRA, 2004; SILVA et al., 2018). Todavia, entre a criação e liberação destes insetos a campo ocorrem entraves, sejam logísticos ou de condições climáticas do momento de soltura (PARRA et al., 2015; PARRA; COELHO JUNIOR, 2019). Nesse sentido, uma solução para minimizar esses problemas pode estar no estabelecimento de protocolos de criação diferenciados, que confirmam aos parasitoides maior tolerância aos efeitos adversos de temperatura e que possam contribuir para o sucesso do CBA, através da redução da mortalidade do parasitoide nessa operação.

2.4 CRIAÇÃO MASSAL DE PARASITOIDES DE OVOS

A criação massal de parasitoides consiste na coleta dos indivíduos em campo, estabelecimento e aumento destes em laboratório e transporte e liberação a campo. O processo de criação deve apresentar uma relação custo-benefício

aceitável e é fator primordial para que programas de CBA tenham sucesso (PARRA; COELHO JUNIOR, 2019).

Atualmente, a maioria das criações de insetos são baseadas em condições constantes de temperatura, as quais são consideradas ideais para o desenvolvimento dos insetos e visam maior produtividade para fornecimento em grande escala, para utilização destes no CBA (CHIDAWANYIKA; TERBLANCHE, 2011; PARRA, 2009; SØRENSEN; ADDISON; TERBLANCHE, 2012). No entanto, a criação massal nas condições até então consideradas ideais pode prejudicar o desempenho e a eficiência dos insetos a campo, pois após a liberação, estes encontram condições diferentes da criação, que podem ser negativas a sobrevivência do inimigo natural, afetando de maneira negativa o CB (BRAZ et al., 2021; BUENO et al., 2012; CORRÊA-FERREIRA, 1993; DINIZ; RODRIGUES; ROSSI, 2006).

Os estudos que qualificam as condições para criação massal de parasitoides são em relação aos procedimentos de manutenção dos insetos em laboratório, os quais verificam, principalmente, quais são as condições térmicas mais adequadas para o seu desenvolvimento. Verificou-se que mudanças nas condições térmicas durante a criação de determinados insetos não afetam o desenvolvimento destes e podem aumentar o desempenho dos parasitoides a campo (BUENO et al., 2009; CHIDAWANYIKA et al., 2017; SØRENSEN; ADDISON; TERBLANCHE, 2012; TERBLANCHE, 2014). Logo, criações massais de parasitoides com condições de temperatura mais próximas às condições encontradas no campo, bem como aclimação térmica, podem ser uma estratégia para aumentar a eficiência do parasitismo (SCOTT; BERRIGAN; HOFFMANN, 1997; SØRENSEN; TOFT; KRISTENSEN, 2013).

Além disso, diferentes espécies de insetos quando criados em regimes com temperatura flutuantes apresentaram aumento da tolerância térmica (BASSON; NYAMUKONDIWA; TERBLANCHE, 2011; CHIDAWANYIKA et al., 2017; FISCHER et al., 2011; SARUP; LOESCHCKE, 2010), incluindo parasitoides (BAHAR; SOROKA; DOSDALL, 2012; DELAVA; FLEURY; GIBERT, 2016; TORRES; MUSOLIN; ZANUNCIO, 2002), como o parasitoide de ovos *T. podisi*. Este, ao ser criado em dois regimes diferentes de temperatura, com ambos possuindo os graus dias de 25 °C, um com temperatura constante de 25 °C e o outro com temperatura flutuante de 20 °C (12h) e 30 °C (12h), apresentou menor tempo de desenvolvimento

da fase de ovo até adulto, maior longevidade das fêmeas e maior número de ovos parasitados quando criado em regime de temperatura flutuante durante quatro gerações (CASTELLANOS et al., 2019), o que demonstra que a criação em temperaturas flutuantes pode ser uma técnica viável em criações massais desse parasitoide.

Apesar do trabalho de Castellanos et al. (2019) indicar a criação de *T. podisi* em temperaturas flutuantes como uma técnica viável, este trabalho foi realizado por apenas quatro gerações e os parâmetros avaliados foram realizados apenas em laboratório. Nesse cenário, estudos sobre a criação de parasitoides em diferentes condições de temperatura por sucessivas gerações ainda são escassos. Assim, estudos sobre os parâmetros biológicos, adaptação e a tolerância de parasitoides após criação em diferentes condições de temperatura, por períodos prolongados, são importantes, a fim de maximizar o CB.

2.5 LIBERAÇÃO DE PARASITOIDES DE OVOS

A liberação de parasitoides é a ação de soltura do inimigo natural a campo, para o controle de um determinado inseto-praga, a fim de reduzir o índice populacional (VAN LENTEREN, 2012) e evitar prejuízos à cultura. Essa estratégia é considerada uma ferramenta mais sustentável, quando comparada a aplicação de inseticidas sintéticos (VAN LENTEREN et al., 2018). As liberações dos inimigos naturais podem ser inoculativas ou inundativas e irão variar conforme o sistema produtivo e qual é o inseto-praga a ser controlado (PARRA, 2014).

A liberação inoculativa consiste na liberação de uma pequena quantidade de inimigos naturais, que serão introduzidos no ambiente onde não existam, com o objetivo destes se estabelecerem no campo e entrarem em equilíbrio com a população do inseto-praga a médio e longo prazo (VAN LENTEREN, 2018). Uma variação deste método é a liberação inoculativa sazonal, a qual uma pequena liberação dos inimigos naturais é realizada anualmente, no início da infestação do inseto-praga, para atingir o equilíbrio almejado (CORRÊA-FERREIRA; MOSCARDI, 1996). Já a liberação inundativa consiste na criação massal do inimigo natural em uma biofábrica, para posterior liberação a campo, com objetivo de reduzir a população do inseto-praga rapidamente (VAN LENTEREN et al., 2018), o que

funciona mais semelhantemente ao inseticida químico e por isso acaba sendo mais aceito pelo produtor rural, além de ser a estratégia de CB mais utilizada na prática.

A liberação dos parasitoides no campo pode ser através de cápsulas, as quais possuem orifícios de saída do parasitoide com dimensão reduzida, para evitar a predação por outros insetos, além de proporcionar abrigo até a emergência (BRAZ et al., 2021). Os ovos do hospedeiro parasitados ou os adultos dos parasitoides são alocados dentro das cápsulas, que podem ser acopladas em implementos agrícolas ou até mesmo em motocicletas, drones e aeronaves agrícolas, para realizar a liberação (PARRA; COELHO JUNIOR, 2019). Além disso, a liberação pode ser realizada através de pupas livres ou liberação de cartelas contendo os ovos do hospedeiro parasitados a campo. Sendo neste último caso, mais expostas a predação e a fatores abióticos desfavoráveis (BUENO et al., 2012).

A liberação de *T. podisi* é realizada, na maioria dos casos, quando o inseto está em fase de pupa. Esse método de liberação pode ser mais econômico, pois dispensa o uso de cápsulas ou cartelas, no entanto, nesse estágio o inseto é imóvel e não tem a capacidade de procurar abrigo frente às condições adversas que podem enfrentar em campo.

Sabe-se que em parasitoides da família Scelionidae, a emergência dos machos ocorre 24 horas antes da emergência das fêmeas (BUENO et al., 2012). Assim, por mais próximo da emergência dos adultos que a liberação de pupas pode ocorrer, as fêmeas que são responsáveis pelo parasitismo irão ficar expostas por pelo menos 24 horas e sofrer com as condições extremas que podem ocorrer em campo. Com isso, métodos de criação e liberação de *T. podisi* devem ser repensados, como por exemplo avaliar a criação dos insetos em regimes de temperatura que selecionem os mais tolerantes às variações térmicas (BAHAR; SOROKA; DOSDALL, 2012; DELAVA; FLEURY; GIBERT, 2016; TORRES; MUSOLIN; ZANUNCIO, 2002), além de também avaliar a liberação de adultos já alimentados em campo.

Quando liberados adultos, os parasitoides podem procurar abrigo na lavoura, se protegendo de temperaturas desfavoráveis para o seu desenvolvimento (PINTO et al., 2003). Todavia, quando os ovos do hospedeiro parasitados são liberados, é necessário que o estágio pupal do parasitoide seja tolerante a altas temperaturas, pois parasitoides criados em temperaturas constantes dentro do conforto térmico

tendem a apresentar alta taxa de mortalidade quando liberados em locais com exposição constante ao sol (BRAZ et al., 2021).

Portanto, para o sucesso das liberações de parasitoides a campo, são necessárias pesquisas que avaliem a melhor forma de liberação para cada espécie de inimigo natural, o momento ideal para a liberação, o número de parasitoides e a frequência das liberações (PARRA et al., 2015). Além disso, determinar condições de criação que tornem os insetos mais tolerantes as condições encontradas a campo pode também ser uma alternativa viável para solucionar os problemas aqui mencionados.

2.6 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

Os insetos são seres peclotérmicos, sendo assim, sofrem interferências metabólicas de acordo com as condições climáticas. Dentre os fatores abióticos que podem interferir na eficiência dos parasitoides estão a umidade relativa do ar, luminosidade, direção e velocidade do vento, nível pluviométrico e temperatura (CAVE, 2000; GODOY et al., 2010; GRANDE et al., 2021; THOMSON; HOFFMANN, 2002).

É recomendado que as liberações dos parasitoides, independente da técnica escolhida, seja realizada em períodos do dia em que a temperatura esteja mais amena, pois temperaturas extremas podem prejudicar o desenvolvimento do inseto, a viabilidade das pupas e a razão sexual (BRAZ et al., 2021; LARIOS; OHNO; FUKUHARA, 2007; TATSUMI; TAKADA, 2005). Além disso, deve-se evitar a liberação em dias com chuva ou vento, o qual poderá interferir na dispersão do inseto no campo, bem como dias em que a umidade relativa do ar esteja abaixo de 40% (BUENO, 2008; PINTO et al., 2003; POMARI-FERNANDES et al., 2014). As técnicas de liberação também podem interferir na eficiência dos parasitoides, porém, se as condições climáticas no momento da liberação estiverem favoráveis para a sobrevivência do inseto, possivelmente a técnica de liberação escolhida não irá interferir negativamente no parasitismo em campo (PINTO; PARRA, 2002).

Além de sobreviverem as diferentes condições ambientais, as quais podem ser desfavoráveis, os parasitoides necessitam encontrar o hospedeiro para realizar o parasitismo, fatores que irão interferir diretamente no sucesso ou insucesso do CBA. Então, escolher o momento correto para a liberação dos parasitoides é um dos

principais fatores a serem levados em consideração (PARRA; COELHO JUNIOR, 2019). Dentre os fatores que interferem nos parâmetros biológicos e que conferem sucesso do parasitismo, destaca-se a temperatura.

2.6.1 Temperatura

A produção de soja compreende uma extensa área e, dentro destes sítios produtivos, são observadas diferentes amplitudes térmicas para a escolha da cultivar mais adequada para determinadas regiões, a fim de obter maior produtividade (CATTELAN; DALL'AGNOL, 2018). Nesse âmbito, quando se opta pela utilização de inimigos naturais, também é necessário esse conhecimento. Todavia, com a utilização de inimigos naturais, principalmente insetos, e devido às condições climáticas das mais diversas regiões produtoras de soja, não se sabe como esses insetos irão se comportar frente às adversidades. Assim, torna-se indispensável conhecer a biologia do inimigo natural em questão, a fim de abranger um maior número de regiões com a liberação dos insetos, em um programa de CBA.

Sabe-se que as condições térmicas influenciam as características fisiológicas e adaptativas de organismos pecilotérmicos, como função imunológica, comportamental e sobrevivência (ABRAM et al., 2016; COLINET et al., 2015; FURLONG; ZALUCKI, 2017), bem como em parâmetros biológicos como capacidade de parasitismo, razão sexual, emergência, entre outros (GODOY et al., 2010; TAGUTI et al., 2019). Ao serem liberados, os parasitoides enfrentam flutuações térmicas diárias, com temperaturas mais quentes durante o dia e mais frias durante a noite, as quais podem interferir na eficiência do controle do inseto-praga em campo, além de ser um fator de mortalidade abiótica importante.

A influência da temperatura na emergência de *T. podisi* em campo foi estudada por Braz et al. (2021), em pupas encapsuladas e desprotegidas durante todo o ciclo de desenvolvimento da soja. Neste trabalho, houve o registro de temperaturas acima de 50 °C em campo, que levou a uma redução significativa da emergência dos parasitoides devido a morte das pupas. Devido a isso, o CBA do percevejo-marrom utilizando *T. podisi* é comprometido.

Assim, o conhecimento das exigências térmicas para os parasitoides torna-se fundamental, a fim de conhecer a temperatura ótima para o desenvolvimento do inseto, estimar o número de gerações em determinada condição extrema, ter a

possibilidade de sincronizar as criações do hospedeiro e do parasitoide e o momento ideal para a liberação dos insetos. Ademais, avaliar como a temperatura pode influenciar nos parâmetros biológicos dos parasitoides, a fim de subsidiar programas de CBA nas regiões com as mais diferentes condições climáticas (CASTELLANOS et al., 2019; GODOY et al., 2010).

Além disso, para melhorar a eficiência do inseto, a aclimação térmica pode ser uma ferramenta benéfica, visando melhor performance em campo. A aclimação de um organismo pode ser induzida por horas, dias ou por após longos períodos e varia conforme a espécie testada (COLINET et al., 2015). Assim, estabelecer um protocolo de temperatura para a criação massal, que seja condizente com as condições que os parasitoides encontrarão a campo é de suma importância, para obter a máxima eficiência do agente de controle. Nesse sentido, é necessário encontrar a melhor razão entre produtividade massal e adaptabilidade do agente de controle a campo.

3 ARTIGO A: BIOLOGIA E CAPACIDADE DE PARASITISMO DE *Telenomus podisi* ASHMEAD, 1893 (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE) APÓS CRIAÇÃO EM REGIMES DE TEMPERATURA CONSTANTES E FLUTUANTES POR SUCESSIVAS GERAÇÕES

3.1 RESUMO

O manejo de *Euschistus heros* Fabricius, 1798 (Hemiptera: Pentatomidae) pode ser realizado pelo controle biológico aumentativo (CBA), com o parasitoide de ovos *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae). Entretanto, a eficiência do CBA utilizando parasitoides de ovos sofre influência da temperatura, havendo a necessidade de serem realizados estudos sobre a criação do parasitoide em diferentes temperaturas, visando a produção de insetos adaptados as condições de campo. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a influência da temperatura de criação sobre os parâmetros biológicos de *T. podisi*. *Telenomus podisi* foi multiplicado em laboratório, a partir da mesma geração por sucessivas gerações, em quatro regimes de temperatura (tratamentos): temperatura constante de 25°C (controle) (12/12 h E/C); temperatura constante de 30 °C (12/12 h E/C), temperatura flutuante de 20 °C/ 30 °C com fotoperíodo de 12/12 h E/C, respectivamente e temperatura flutuante de 25 °C/ 35 °C com fotoperíodo de 12/12 h E/C, respectivamente. A cada cinco gerações, 60 fêmeas de cada tratamento foram individualizadas para avaliação da biologia, onde os ovos parasitados foram expostos as temperaturas constantes de 25, 30 e 35 °C e 60 fêmeas para avaliação da capacidade de parasitismo, as quais foram agrupadas em 20 e expostas as temperaturas constantes de 25, 30 e 35 °C. Verificou-se que a exposição de *T. podisi* as temperaturas de 30 °C e 35 °C, no geral, resultou em interferência negativa para todos os parâmetros avaliados, à exceção da razão sexual. Em relação aos regimes de criação, os insetos criados em regime constante de 25 °C e regime flutuante de 20 °C/30 °C apresentaram os melhores parâmetros biológicos e capacidade de parasitismo em relação aos demais regimes de criação, sendo assim, são os recomendados para criações do parasitoide, por apresentarem melhor performance em ovos de *E. heros*.

Palavras-chave: Controle Biológico Aumentativo. *Euschistus heros*. Parasitoide de ovos.

3.2 ABSTRACT

The management of *Euschistus heros* Fabricius, 1798 (Hemiptera: Pentatomidae) populations can be performed by augmentative biological control (ABC), with the egg parasitoid *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae). However, the efficiency of ABC using egg parasitoids has influence of temperature, with the need to carry out studies on the creation of the parasitoid at different temperatures, aiming at the production of insects adapted to field conditions. Thus, the objective of

this work was to evaluate the influence of the temperature of mass rearing on the biological parameters of *T. podisi*. *Telenomus podisi* was multiplied in the laboratory, from the same generation through successive, under four temperature conditions (treatments): constant temperature of 25°C (control) with a photoperiod of 12/12 h C/E; constant temperature of 30°C with photoperiod of 12/12 h C/E, fluctuating temperature of 20 °C/30°C with 12 h of dark/12 h of light, respectively, and fluctuating temperature of 25 °C/35 °C with 12 h of dark/12 h of light, respectively. Every five generations, 60 females from each treatment were individualized to evaluate the biology and morphology, where the parasitized eggs were exposed to constant temperatures of 25, 30 and 35 °C and 60 females to evaluate the parasitism capacity, which were grouped together in 20 and exposed to constant temperatures of 25, 30 and 35 °C. It was found that the exposure of *T. podisi* to temperatures of 30 °C and 35 °C, in general, resulted in negative interference for all parameters evaluated, except for the sex ratio. Regarding the rearing regimes, the insects reared in a constant regime of 25 °C and a floating regime of 20 °C/30 °C presented the best biological parameters and parasitism capacity in relation to the other rearing regimes, thus, they are the recommended for creations of the parasitoid, for presenting better performance in eggs of *E. heros*.

Keywords: Augmentative Biological Control. *Euschistus heros*. Egg parasitoid.

3.3 INTRODUÇÃO

Os percevejos da família Pentatomidae são considerados pragas-chave para a soja, *Glycine max* (L.) Merrill, na região Neotropical, pois causam perdas direta de rendimento para a cultura (BUENO et al., 2021; PANIZZI; LUCINI; ALDRICH, 2022). Esses insetos se alimentam dos grãos dentro das vagens, prejudicando a qualidade fisiológica e sanitária das sementes, abrindo porta de entrada para contaminação por fungos, além de causar redução do peso e tamanho dos grãos, afetando a produtividade da cultura (CORRÊA-FERREIRA; DE AZEVEDO, 2002; LUCINI; PANIZZI, 2018).

Entre as diferentes espécies de percevejos que podem atacar a cultura da soja, o percevejo-marrom, *Euschistus heros* Fabricius, 1798 (Hemiptera: Pentatomidae), é a espécie mais abundante nas latitudes abaixo de 23°S (PANIZZI, 2015; PANIZZI; BUENO; SILVA, 2012; PANIZZI; LUCINI; ALDRICH, 2022) e, atualmente, é considerado praga-chave na cultura (CONTE et al., 2017). O controle de *E. heros* é realizado, predominantemente, por inseticidas químicos sintéticos, que quando usados abusivamente causam impactos no meio ambiente, reduzem populações de inimigos naturais e polinizadores (BEGG et al., 2016; BUENO et al., 2011a; COSTA et al., 2014; VANENGELSDORP et al., 2017b), além de

selecionarem populações de insetos-praga resistentes (BEGG et al., 2016; SOSA-GÓMEZ et al., 2020; SOSA-GÓMEZ; SILVA, 2010), reduzindo a eficiência do manejo da praga. Dessa maneira, estratégias de controle mais sustentáveis devem ser adotadas, a fim de racionalizar e minimizar o uso destes produtos químicos sintéticos.

Entre as ferramentas de controle de insetos-praga mais sustentáveis, destaca-se o controle biológico aumentativo (CBA), devido à sua aceitação mundial e eficiência em campo (VAN LENTEREN et al., 2018). Os parasitoides de ovos utilizados no CBA do percevejo-marrom são considerados os inimigos naturais mais eficientes (LAUMANN et al., 2010). Entre as espécies de parasitoides de ovos, destaca-se *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae), devido a preferência deste em parasitar ovos de *E. heros* e taxas de parasitismo superiores a 80% (QUEIROZ et al., 2018, SILVA et al., 2018).

Entretanto, a eficiência do CBA utilizando *T. podisi* no manejo do percevejo-marrom pode ser limitada por fatores ambientais, como a ocorrência de altas temperaturas (BRAZ et al., 2021). A influência da temperatura pode ser acentuada quando estes insetos são criados em laboratório em condições consideradas ideais de temperatura para posterior liberação a campo em programas de CBA (BUENO et al., 2012; CORRÊA-FERREIRA, 1993; SILVA et al., 2018). Isso pode ocorrer pois quando os insetos são liberados, encontram condições de temperatura adversas e diferentes daquelas em que foram criados, o que pode levar a uma menor adaptação em relação aos insetos de ocorrência natural, e reduzir a capacidade de parasitismo, com diminuição de eficácia no controle.

Para as liberações de *T. podisi* usualmente se utilizam ovos de *E. heros* parasitados, quando os parasitoides estão no estágio de pupa, próximo ao momento da emergência. Entretanto, a emergência dos machos ocorre aproximadamente 24 horas antes das fêmeas. Sendo assim, as pupas das fêmeas ficam expostas por no mínimo 24 horas após a liberação e ficam suscetíveis as condições que ocorrem em campo. Por serem imóveis, ficam sujeitas ao efeito das temperaturas adversas, pois há a impossibilidade de busca por abrigo (BRAZ et al., 2021). Como são as responsáveis pelo parasitismo, os impactos causados por altas temperaturas podem ser negativos, aumentando significativamente a mortalidade das pupas liberadas (BRAZ et al., 2021), reduzindo assim a eficiência do controle de *E. heros* em campo.

Como alternativa para reduzir a mortalidade dos parasitoides liberados por temperaturas extremas e assim aumentar a eficiência do parasitismo em campo, a aclimação térmica pode ser uma ferramenta viável em criações massais de insetos (COLINET et al., 2015; SØRENSEN; TOFT; KRISTENSEN, 2013). Essa maior tolerância dos parasitoides aos efeitos da temperatura é causada após exposição dos insetos no laboratório às condições de temperatura semelhantes ao campo por longos períodos, onde ajustes fisiológicos ocorrerão em resposta a essa exposição (TERBLANCHE, 2014), tornando-os mais tolerantes.

Assim, o uso ou a liberação de insetos criados em temperaturas similares ao que ocorre em campo pode ser uma alternativa viável, almejando maior eficiência do CBA de *E. heros* com o parasitoide de ovos *T. podisi* em campo. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da temperatura de criação por 30 gerações de *T. podisi* em regimes de temperatura constantes de 25°C e 30°C e regimes de temperatura flutuantes de 20°C (12h)/30°C (12h) e 25°C (12h)/35°C (12h) na biologia e na capacidade de parasitismo deste agente de controle biológico, como uma alternativa para reduzir sua mortalidade em liberações massais de pupas do parasitoide em programas de controle biológico aplicado.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados em condições controladas de temperatura (diferentes regimes de criação avaliados) e umidade relativa (60% ± 10%) no Laboratório de Criação de Percevejos e no Laboratório de Parasitoides da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Soja (Embrapa Soja), localizada no município de Londrina, Paraná, Brasil.

3.4.1 Criação e manutenção de *E. heros* e *T. podisi*

A criação de *E. heros* iniciou-se com percevejos coletados em campos de soja em Londrina, Paraná, Brasil (S 23° 11' 11.7"; W 51° 10' 46.1") e mantidos no Laboratório de Criação de Percevejos da Embrapa Soja por, aproximadamente, três anos em condições controladas, em salas climatizadas com temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de 60 ± 10% e fotoperíodo de 14/10h Claro/Escuro (C/E) (PERES; CORRÊA-FERREIRA, 2004; SILVA et al., 2008). Anualmente, novos

percevejos de campo foram introduzidos na criação de laboratório para manter a variabilidade genética da população.

Machos e fêmeas de *E. heros* foram acondicionados em recipientes de plástico translúcidos com capacidade de 900 mL (gaiolas) (20 x 20 x 25 cm) e forrados com papel filtro. Como alimento foi cedido, a cada 48 horas, vagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), grãos de soja (*Glycine max* L.) e amendoim-cavalo (*Arachis hypogaea* L.). Dentro das gaiolas foi disponibilizado um tecido branco de algodão (15 cm²) para oviposição. Os ovos foram coletados e utilizados para a criação e manutenção dos percevejos ou armazenados em nitrogênio líquido (-196 °C) para posterior utilização na criação dos parasitoides e realização dos experimentos.

Telenomus podisi foi originalmente coletado em campos de soja em Londrina, Paraná, Brasil (S 23° 11' 11.7"; W 51° 10' 46.1") durante o ano de 2015 e mantido no Laboratório de Parasitoides em sala climatizada (25 ± 2 °C, fotoperíodo de 12/12 (C/E) e umidade relativa de 60 ± 10%) (PERES; CORRÊA-FERREIRA, 2004). Os insetos foram enviados para identificação taxonômica, identificados como *T. podisi* e depositados na "Coleção de Insetos Entomófagos Oscar Monte", no Instituto Biológico de Campinas, Campinas, São Paulo Brasil, com *voucher specimens* IBCB 003272 a 003333.

Para a criação, foram utilizados recipientes plásticos translúcidos (capacidade de 1000 mL, altura de 25 cm e diâmetro de 14,8 cm). Em cada recipiente foi acondicionada uma cartela de papel cartão branco (12 cm x 10 cm), contendo ovos de *E. heros* (provenientes da criação e armazenados em nitrogênio líquido a -196 °C). Os ovos foram colados no papel cartão com cola atóxica branca diluída em água e ofertados aos parasitoides. Após 24 horas, as cartelas foram retiradas e alocadas em novos recipientes plásticos, tampados com plástico filme de PVC até a emergência dos adultos, para manutenção das criações e início da criação massal dos experimentos. Como alimentação, filetes de mel foram disponibilizados na parede dos recipientes plásticos, os quais foram vedados com filme plástico de PVC.

3.4.2 Procedimento de aclimação térmica e criação de *T. podisi* em diferentes regimes de temperatura (tratamentos)

Adultos de *T. podisi* recém-emergidos, oriundos da população da criação do Laboratório de Parasitoides, foram divididos em quatro regimes diferentes de temperatura (tratamentos) para aclimação, com aproximadamente 1000 insetos para cada regime. Os tratamentos utilizados para a criação e experimentos estão descritos na tabela 3.1.

Tabela 3. 1 - Regimes de temperatura constantes e flutuantes (tratamentos) utilizados para a criação de *Telenomus podisi*

Tratamentos	Temperatura	Fotoperíodo	Umidade
T1 - controle	25 ± 2 °C	12/12 h C/E	60 ± 10%
T2	30 ± 2 °C	12/12 h C/E	60 ± 10%
T3	30 ± 2 °C/ 20 ± 2°C	12/12 h C/E	60 ± 10%
T4	35 ± 2 °C/ 25 ± 2 °C	12/12 h C/E	60 ± 10%

Após 24 horas de aclimação de *T. podisi* em cada regime de temperatura, ovos de *E. heros* foram colados em cartelas de papel cartão branco e oferecidos às fêmeas de *T. podisi* provenientes de cada tratamento. Os ovos ficaram disponíveis para parasitismo por 24 horas (25 ± 2 °C, fotoperíodo de 12/12 (C/E) e UR de 60 ± 10%) e posteriormente foram transferidos para recipientes plásticos para emergência dos adultos do parasitoide. Estes adultos foram considerados a geração um de cada tratamento e foram utilizados para os experimentos e manutenção das criações nos diferentes regimes de temperatura.

O tratamento controle e o tratamento dois tiveram a temperatura mantida constante ao longo do dia (25 °C e 30 °C, respectivamente), com fotoperíodo de 12/12 h C/E. Os tratamentos três e quatro, com regimes de temperatura flutuante de 20 °C/30 °C e 25 °C/35 °C constaram de duas fases diárias de 12 horas cada, com as temperaturas máximas com 12 h durante a fase clara e as temperaturas mínimas com 12 h durante a fase escura.

As criações foram mantidas em câmaras climatizadas de acordo com cada tratamento. Dentro de cada câmara foi inserido um dispositivo de Data Logger para monitorar as condições de temperatura e umidade. *Telenomus podisi* foi multiplicado por 30 gerações e a cada cinco gerações (geração um, cinco, 10, 15, 20, 25 e 30), 60 fêmeas (≤48 horas) de cada tratamento foram individualizadas para avaliação da

biologia e 60 fêmeas (≤ 48 horas) individualizadas para avaliação da capacidade de parasitismo, conforme Silva et al. (2018) e brevemente descrito a seguir. As gerações subsequentes de *T. podisi* foram obtidas utilizando fêmeas oriundas da geração anterior imediata de cada tratamento.

3.4.3 Biologia de *T. podisi* em 25 °C, 30 °C e 35 °C após criação do parasitoide em diferentes regimes de temperaturas constantes e flutuantes por sucessivas

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 regimes de criação (Tabela 3.1) x 3 temperaturas de exposição (25 °C, 30 °C e 35 °C), em umidade relativa (UR) de $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo 12/12h (C/E). Cada tratamento foi composto por 60 fêmeas de *T. podisi*, alocando 20 fêmeas em cada temperatura de exposição. O resultado médio do agrupamento de cinco fêmeas representou uma repetição, totalizando quatro repetições por tratamento. Ao contrário de usar um único indivíduo por repetição, um grupo de indivíduos foi usado para aumentar a representatividade da repetição para a espécie em estudo. Os parasitoides de ovos são insetos muito pequenos e frágeis e, portanto, vulneráveis a pequenas lesões durante a manipulação experimental que podem afetar sua biologia. O uso de um conjunto de parasitoides para cada repetição pode mitigar parcialmente esse potencial efeito negativo da manipulação experimental e por isso foi utilizado nesse experimento (QUEIROZ et al., 2019).

As fêmeas de *T. podisi* (≤ 48 horas) de cada tratamento foram individualizadas em tubos de acrílico do tipo Duran (1 cm de diâmetro x 6 cm de altura) e ofertadas cartelas de papel cartão branco (1,0 cm x 0,7 cm) contendo 40 ovos de *E. heros*, como alimento uma gotícula de mel puro foi fornecida. O parasitismo foi permitido por 24 horas em câmaras climatizadas [25 ± 2 °C, U.R. $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12/12h (C/E)].

Em seguida, as cartelas contendo os ovos parasitados pelas fêmeas de cada tratamento foram identificadas em suas respectivas temperaturas e transferidas para câmaras climatizadas nas temperaturas de exposição de 25 °C, 30 °C e 35 °C ± 2 °C, com U.R. $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12/12h (C/E). Cada câmara climatizada em sua respectiva temperatura de exposição recebeu 20 cartelas contendo os ovos parasitados. Os parâmetros biológicos avaliados foram: duração do desenvolvimento (dias) (ovo-adulto); razão sexual [rs= fêmea/(fêmea + macho)],

número de ovos parasitados e porcentagem de emergência da progênie. Para determinar a duração do desenvolvimento (ovo-adulto), observações diárias da emergência de *T. podisi* foram realizadas. A avaliação da emergência dos parasitoides foi realizada sob microscópio estereoscópico, contando-se os ovos do hospedeiro que apresentaram orifício de saída dos adultos.

Após a realização do experimento de biologia, das 60 fêmeas utilizadas no experimento, 20 delas ao acaso foram separadas para a realização das análises morfológicas. Adicionalmente, do mesmo lote de criação, 20 machos também foram retirados para as mesmas análises. Para isso, os insetos foram mantidos em freezer a 4 °C durante cinco minutos e posteriormente fotografados com auxílio de microscópio estereoscópico (Leica Application Suite – Version 1.6.0). Os caracteres dos indivíduos foram medidos utilizando-se o programa Image J (versão 1.47) (QUEIROZ et al., 2020). Para padronização, todas as imagens foram fotografadas com o mesmo aumento e distância da lente. Os parâmetros morfológicos avaliados foram: comprimento total do ápice da cabeça ao final do abdome (mm), comprimento e largura da asa (mm) e comprimento da tíbia (mm) (Figura 3), de acordo com procedimento padrão estabelecido pela Organização Internacional de Controle Biológico (Global IOBC Working Group: Controle de qualidade de criação massal de artrópodes).

Figura 3. 1 - Fêmea de *Telenomus podisi* utilizada para a avaliação dos parâmetros morfológicos dos parasitoides após criação em diferentes regimes de temperatura constante e flutuante (comprimento total do corpo, largura e comprimento da asa e comprimento da tíbia).

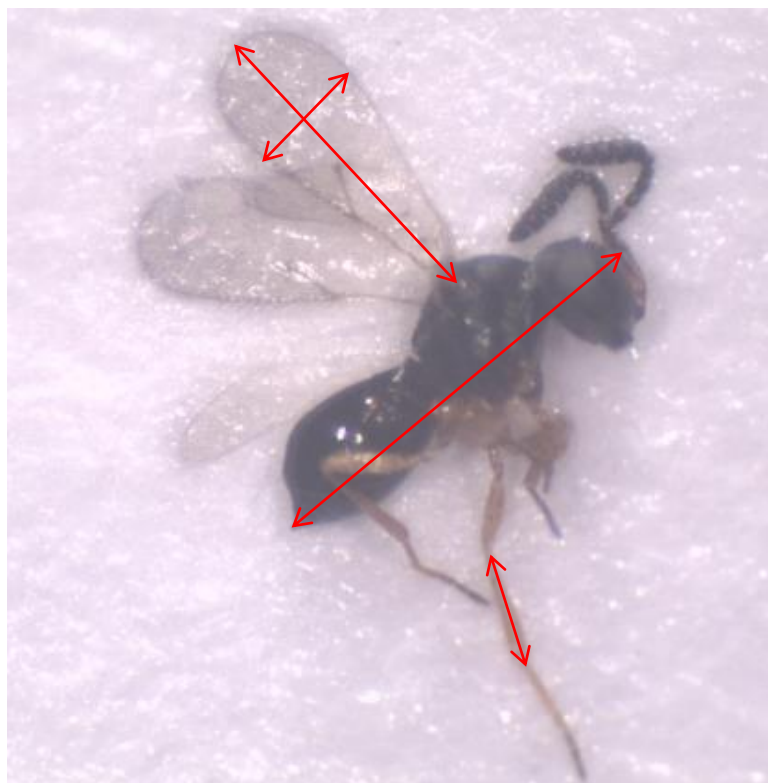


Foto: Autoria própria.

Os procedimentos descritos acima (biologia e análises morfológicas) foram repetidos a cada 5 gerações até a geração 30, sendo G1 a geração após a aclimação em cada regime de temperatura e G5, G10, G15, G20, G25 e G30 as gerações correspondentes as consecutivas gerações. Para o tratamento com temperatura flutuante de 35 °C/25 °C, foi possível realizar os experimentos apenas até a décima quinta geração, pois os insetos não sobreviveram nas demais gerações.

3.4.4 Capacidade de parasitismo de *T. podisi* em 25 °C, 30 °C e 35 °C após a criação do parasitoide em diferentes regimes de temperaturas constantes e flutuantes por sucessivas gerações

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 regimes de criação (Tabela 3.1) x 3 temperaturas de exposição (25 °C, 30 °C e 35 °C), em umidade relativa (UR) de 60 ± 10% e fotoperíodo 12/12h (C/E). Cada tratamento foi composto por 60 fêmeas de *T. podisi*, alocando 20 fêmeas em cada temperatura de exposição. O agrupamento de cinco fêmeas

representou uma repetição, totalizando quatro repetições por tratamento, conforme descrito no item 3.4.3 (QUEIROZ et al., 2019).

As fêmeas de *T. podisi* (≤ 48 horas) de cada tratamento foram individualizadas em tubos de acrílico do tipo Duran (1 cm de diâmetro \times 6 cm de altura) e ofertadas cartelas de papel cartão (0,8 cm \times 5 cm) contendo aproximadamente 40 ovos de *E. heros*. Como alimento, foi cedida uma gotícula de mel na parede do tubo, o qual foi vedado com plástico filme.

Os tubos contendo as fêmeas foram acondicionados em câmaras climatizadas nas temperaturas de exposição de 25 °C, 30 °C e 35 °C \pm 2 °C, UR de 70 \pm 10% e fotoperíodo 12/12h (C/E), sendo que cada câmara recebeu 20 tubos devidamente identificados, contendo as fêmeas de seus respectivos tratamentos. Os ovos ficaram disponíveis para o parasitismo por 24h e diariamente as cartelas foram trocadas com novos ovos até a morte das fêmeas parentais.

As cartelas contendo os ovos parasitados foram armazenadas em sacos plásticos (4 cm \times 23 cm), mantidas em salas climatizadas [25 \pm 2°C, U.R. 70 \pm 10% e fotoperíodo: 12/12h (C/E)], permanecendo até a emergência e morte dos adultos, quando então foram avaliados. Os parâmetros avaliados foram: parasitismo diário, número total de ovos parasitados por fêmea, porcentagem de emergência e longevidade das fêmeas parentais.

3.4.5 Análise Estatística

Os dados de biologia e capacidade de parasitismo de *T. podisi* criados em diferentes regimes de temperatura foram submetidos à análise exploratória para avaliar as pressuposições de normalidade dos resíduos (SHAPIRO; WILK, 1965) e homogeneidade de variância dos tratamentos (BURR; FOSTER, 1972). Após, foi realizada ANOVA fatorial, a fim de verificar os efeitos dos regimes de criação, temperaturas de exposição e a interação de ambos os fatores. As médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$), através do software R Bio.

Para se adequar aos pressupostos da ANOVA, foi realizada transformação arcosseno de $\sqrt{\frac{x}{100}}$ para os dados de porcentagem de emergência do experimento de biologia para as gerações um, cinco e 10 e para os dados do experimento de

capacidade de parasitismo para as gerações um, cinco, 15, 20 e 30. Foi realizada transformação \sqrt{x} para o parâmetro número de ovos parasitados e período ovo-adulto da geração 20 e para o parâmetro razão sexual da geração cinco dos dados do experimento de biologia. A transformação \sqrt{x} também foi realizada para o parâmetro total de ovos parasitados da geração 10 e longevidade das fêmeas da geração 20 da capacidade de parasitismo. A transformação $\log x$ foi realizada para o parâmetro número total de ovos parasitados da geração 15 e para a longevidade das fêmeas das gerações um, cinco e 30 do experimento de capacidade de parasitismo.

3.5 RESULTADOS

3.5.1 Biologia de *T. podisi* em 25 °C, 30 °C e 35 °C após criação do parasitoide em diferentes regimes de temperaturas constantes e flutuantes por sucessivas gerações

Houve interação na maioria dos parâmetros avaliados para todas as gerações estudadas, quando os parasitoides foram criados em diferentes regimes de temperatura e as pupas expostas a 25 °C, 30 °C e 35 °C, à exceção do parâmetro número de ovos parasitados na geração 20, para a porcentagem de emergência nas gerações cinco, 10 e 15, para o período ovo-adulto nas gerações 10 e 15 e para razão sexual nas gerações um e 10 (Tabelas 3.2 a 3.8). Quanto ao número de ovos parasitados, verificou-se as temperaturas de exposição de 25 °C e 30 °C resultaram em maior número de ovos parasitados independente do regime de criação de *T. podisi*, em relação a temperatura de exposição de 35 °C, a qual causou redução significativa no número de ovos parasitados para todas as temperaturas de criação, bem como em todas as gerações estudadas (Tabelas 3.2 a 3.8)

Houve redução significativa da emergência (%) dos parasitoides quando expostos a 35 °C, em relação as demais temperaturas de exposição, para a primeira geração (Tabela 3.2). Para as demais gerações (cinco, 10, 15, 20, 25 e 30), quando as pupas foram expostas a 35 °C, não houve emergência dos parasitoides provenientes de nenhum regime de criação (Tabelas 3.3 a 3.8). Nas gerações um, cinco, 10 e 15, verificou-se que a emergência (%) dos parasitoides de cada regime

de criação não diferiu entre as temperaturas de exposição de 25 °C e 30 °C (Tabelas 3.2 a 3.5). No entanto, na geração 10, para cada temperatura de exposição, os insetos quando criados em regime de temperatura constante de 25 °C apresentaram menor emergência (%) em comparação com a emergência (%) dos insetos dos demais regimes de criação (Tabela 3.4).

Na geração 20, a emergência (%) dos insetos provenientes do regime de criação em temperatura flutuante de 20 °C/30 °C foi maior em relação aos demais regimes de criação, para as temperaturas de exposição de 25 °C e 30 °C (Tabela 3.6) e a temperatura de exposição de 25 °C resultou em maior número de ovos parasitados em relação a temperatura de exposição de 30 °C, para todos os regimes de criação. Para as gerações 25 e 30, verificou-se redução na emergência (%) de *T. podisi* criados em regime de temperatura constante de 30 °C e temperatura flutuante de 20 °C/30 °C, respectivamente, em relação ao regime de criação de 25 °C constante (Tabelas 3.7 e 3.8).

Em relação ao período ovo-adulto, verificou-se que para todas as gerações estudadas, os insetos expostos a 30 °C apresentaram redução no tempo de desenvolvimento, independente do regime de criação de *T. podisi*. Na geração cinco, observou-se que os insetos provenientes do regime de criação em temperatura constante de 30 °C apresentaram o período ovo-adulto mais longo quando expostos a 25 °C, em relação ao tempo de desenvolvimento dos insetos dos demais regimes de criação (Tabela 3.3). Já na geração 10, os insetos criados em regime de temperatura constante de 25 °C, independente da temperatura de exposição (25 °C e 30 °C), apresentaram período ovo-adulto mais rápido em comparação com os insetos dos demais regimes de criação (Tabela 3.4).

Na geração 20, verificou-se que os insetos criados em regime de temperatura flutuante de 20 °C/30°C apresentaram tempo de desenvolvimento mais longo em relação aos insetos dos demais regimes de criação (Tabela 3.6). Em contrapartida, na geração 25, o período ovo-adulto dos insetos criados em regime de temperatura constante de 30 °C foi mais rápido em relação aos demais regimes de criação (Tabela 3.7).

O parâmetro razão sexual foi o que sofreu menos interferência pelas temperaturas de exposição, bem como pelos regimes de criação de *T. podisi*. Para os insetos provenientes das gerações um, 10, 15, 20 e 30, não houve diferença significativa entre a razão sexual dos insetos, independente do regime de criação,

bem como da temperatura de exposição (Tabelas 3.2; 3.4; 3.5; 3.6 e 3.8). No entanto, na geração cinco houve redução no parâmetro para os insetos criados em regime de temperatura constante de 30 °C, com valores entre 0,41 e 0,56, em relação aos demais regimes de criação (Tabela 3.3). Já na geração 25, observou-se menor razão sexual dos parasitoides provenientes do regime de criação em temperatura constante de 25 °C e temperatura flutuante de 20 °C/30 °C para a temperatura de exposição de 25 °C e redução na variável para os insetos criados em 25 °C e 30 °C, quando expostos a 30 °C (Tabela 3.7).

Tabela 3. 2 - Parâmetros biológicos [números de ovos parasitados, emergência (%), tempo de desenvolvimento da fase larval do parasitoide (período ovo-adulto em dias) e razão sexual], de *Telenomus podisi* criados em diferentes regimes de criação por uma geração e expostos às temperaturas de 25 °C, 30 °C e 35 °C.

Regimes de criação de <i>T. podisi</i>	Temperatura de exposição			Média geral
	25 °C	30 °C	35 °C	
Número de ovos parasitados				
25 °C	14,1 ± 1,21 aA	11,2 ± 1,11 aA	5,7 ± 1,31 aB	10,3 ± 1,21
30 °C	15,8 ± 0,91 aA	13,8 ± 1,34 aA	5,8 ± 1,31 aB	11,8 ± 1,18
20 °C(12h)/30 °C(12h)	12,8 ± 1,68 aA	13,7 ± 0,94 aA	7,1 ± 1,14 aB	11,2 ± 1,25
25 °C(12h)/35 °C(12h)	13,7 ± 1,40 aA	11,5 ± 1,93 aAB	8,9 ± 0,85 aB	11,3 ± 1,39
Média geral	14,1 ± 1,30	12,5 ± 1,33	6,8 ± 1,15	
$F_{RdeCriação}$; $P_{criação}$				104,27; 0,01
$F_{TdeExposição}$; $P_{TdeExposição}$				9,13; 0,29
$F_{RdeC*TdeExp}$; $P_{RdeC*TdeExp}$				2,56; 0,03
Emergência (%)¹				
25 °C	82,1 ± 3,33 aA	92,9 ± 3,02 aA	23,3 ± 3,44 abB	66,1 ± 3,32
30 °C	91,2 ± 1,39 aA	94,4 ± 1,75 aA	35,5 ± 3,48 aB	73,7 ± 2,20
20 °C(12h)/30 °C(12h)	92,8 ± 1,61 aA	95,2 ± 2,21 aA	19,0 ± 1,74 bB	69,0 ± 1,85
25 °C(12h)/35 °C(12h)	94,1 ± 1,96 aA	91,6 ± 2,04 aA	18,1 ± 2,63 bB	68,0 ± 2,21
Média geral	90,1 ± 2,07	93,5 ± 2,25	23,9 ± 2,82	
$F_{RdeCriação}$; $P_{criação}$				0,02; 0,003
$F_{TdeExposição}$; $P_{TdeExposição}$				2,50; 0,07
$F_{RdeC*TdeExp}$; $P_{RdeC*TdeExp}$				2,69; 0,02
Período ovo-adulto (dias)				
25 °C	13,5 ± 0,50 aA	10,5 ± 0,33 aC	11,4 ± 0,87 aB	11,8 ± 0,56
30 °C	13,3 ± 0,50 aA	9,8 ± 0,40 aC	11,2 ± 0,54 abB	11,4 ± 0,48
20 °C(12h)/30 °C(12h)	13,7 ± 0,66 aA	10,4 ± 0,40 aB	10,6 ± 0,96 bB	11,5 ± 0,67
25 °C(12h)/35 °C(12h)	13,1 ± 0,33 aA	10,1 ± 0,36 aB	11,7 ± 0,45 aB	11,3 ± 0,46
Média geral	13,3 ± 0,49	10,2 ± 0,37	11,2 ± 0,70	
$F_{RdeCriação}$; $P_{criação}$				1,91; 0,03
$F_{TdeExposição}$; $P_{TdeExposição}$				258,27; 0,002
$F_{RdeC*TdeExp}$; $P_{RdeC*TdeExp}$				4,01; 0,003
Razão sexual				
25 °C	0,76 ± 0,34	0,75 ± 0,34	0,47 ± 0,45	0,66 ± 0,37 ^{ns}
30 °C	0,58 ± 0,36	0,63 ± 0,18	0,45 ± 0,62	0,55 ± 0,38
20 °C(12h)/30 °C(12h)	0,83 ± 0,23	0,78 ± 0,33	0,62 ± 0,46	0,74 ± 0,34
25 °C(12h)/35 °C(12h)	0,72 ± 0,30	0,56 ± 0,41	0,50 ± 0,58	0,59 ± 0,38
Média geral	0,72 ± 0,30 ^{ns}	0,68 ± 0,31	0,51 ± 0,52	
$F_{RdeCriação}$; $P_{criação}$				5,18; 0,45
$F_{TdeExposição}$; $P_{TdeExposição}$				2,18; 0,10
$F_{RdeC*TdeExp}$; $P_{RdeC*TdeExp}$				0,37; 0,89

Médias ± EPM seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha e não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$); ¹Médias originais seguidas de análise estatística realizada

usando a transformação $\sqrt{\frac{x}{100}}$; ^{ns}ANOVA não significativa ($p > 0,05$).

Tabela 3. 3 - Parâmetros biológicos [números de ovos parasitados, emergência (%), tempo de desenvolvimento da fase larval do parasitoide (período ovo-adulto em dias) e razão sexual], de *Telenomus podisi* criados em diferentes regimes de criação por cinco gerações e expostos às temperaturas de 25 °C, 30 °C e 35 °C.

Regimes de criação de <i>T. podisi</i>	Temperatura de exposição			Média geral
	25 °C	30 °C	35 °C	
Número de ovos parasitados				
25 °C	15,3 ± 1,17 aA	15,0 ± 1,31 aA	7,2 ± 1,27 aB	12,5 ± 1,25
30 °C	13,4 ± 1,11 abA	10,2 ± 1,27 bB	4,4 ± 0,99 aC	9,3 ± 1,12
20 °C(12h)/30 °C(12h)	14,2 ± 1,28 aA	13,4 ± 1,37 aA	4,9 ± 0,58 aB	10,8 ± 1,07
25 °C(12h)/35 °C(12h)	12,6 ± 1,31 bA	10,1 ± 1,34 bA	5,2 ± 1,80 aB	9,3 ± 1,48
Média geral	13,8 ± 1,21	12,1 ± 1,32	5,4 ± 1,16	
F _{RdeCriação} ; P _{criação}		104,27; < 0,001		
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}		9,13; < 0,001		
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}		2,56; 0,03		
Emergência (%)¹				
25 °C	87,4 ± 3,33	93,4 ± 3,02	- ³	90,4 ± 3,17 ^{ns}
30 °C	97,1 ± 1,39	96,3 ± 1,75	-	96,7 ± 1,57
20 °C(12h)/30 °C(12h)	89,7 ± 1,61	91,1 ± 2,21	-	90,4 ± 1,91
25 °C(12h)/35 °C(12h)	95,6 ± 1,96	90,5 ± 2,04	-	93,0 ± 2
Média geral	92,4 ± 2,07 ^{ns}	92,8 ± 2,25		
F _{RdeCriação} ; P _{criação}		0,02; 0,87		
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}		2,13; 0,12		
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}		1,31; 0,29		
Período ovo-adulto (dias)				
25 °C	12,6 ± 0,58 bA	9,7 ± 0,43 aB	- ³	11,1 ± 0,50
30 °C	15,3 ± 0,50 aA	10,5 ± 0,43 aB	-	12,9 ± 0,46
20 °C(12h)/30 °C(12h)	11,9 ± 1,24 bA	10,3 ± 0,43 aB	-	11,1 ± 0,83
25 °C(12h)/35 °C(12h)	12,7 ± 0,31 bA	10,3 ± 0,44 aB	-	11,5 ± 0,37
Média geral	13,1 ± 0,65	10,2 ± 0,43		
F _{RdeCriação} ; P _{criação}		200,81; 0,001		
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}		17,01; 0,03		
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}		11,01; < 0,001		
Razão sexual²				
25 °C	0,61 ± 0,43 abA	0,60 ± 0,31 abA	- ³	0,60 ± 0,37
30 °C	0,41 ± 0,2 bA	0,56 ± 0,27 bA	-	0,48 ± 0,23
20 °C(12h)/30 °C(12h)	0,76 ± 0,52 aA	0,86 ± 0,36 aA	-	0,81 ± 0,44
25 °C(12h)/35 °C(12h)	0,73 ± 0,36 abA	0,77 ± 0,36 abA	-	0,75 ± 0,36
Média geral	0,62 ± 0,37	0,69 ± 0,32		
F _{RdeCriação} ; P _{criação}		0,94; 0,01		
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}		4,35; 0,34		
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}		0,30; 0,82		

Médias ± EPM seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha e não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$); ¹Médias originais seguidas de análise estatística realizada

usando a transformação arcosseno $\sqrt{\frac{x}{100}}$; ²Médias originais seguidas de análise estatística realizada usando a transformação \sqrt{x} ; ³Parâmetro biológico não avaliado por não haver emergência e sobreviventes; ^{ns}ANOVA não significativa ($p > 0,05$).

Tabela 3. 4 - Parâmetros biológicos [números de ovos parasitados, emergência (%), tempo de desenvolvimento da fase larval do parasitoide (período ovo-adulto em dias) e razão sexual], de *Telenomus podisi* criados em diferentes regimes de criação por 10 gerações e expostos às temperaturas de 25 °C, 30 °C e 35 °C.

Regimes de criação de <i>T. podisi</i>	Temperatura de exposição			Média geral
	25 °C	30 °C	35 °C	
Número de ovos parasitados				
25 °C	14,9 ± 1,15 aA	16 ± 1,28 aA	4,8 ± 0,99 aB	11,9 ± 1,14
30 °C	15,5 ± 0,89 aA	13,2 ± 1,32 aA	3,9 ± 1,04 aB	10,9 ± 1,08
20 °C(12h)/30 °C(12h)	16,4 ± 1,29 aA	14,1 ± 1,30 aA	6,5 ± 1,39 aB	12,3 ± 1,32
25 °C(12h)/35 °C(12h)	17,6 ± 1,43 aA	14,7 ± 1,03 aB	4,5 ± 1,16 aC	12,2 ± 1,20
Média geral	16,1 ± 1,19 ^{ns}	14,5 ± 1,23 ^{ns}	4,9 ± 1,14 ^{ns}	
F _{RdeCriação} ; P _{criação}				261,46; < 0,001
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}				2,44; 0,08
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}				2,40; 0,04
Emergência (%)				
25 °C	82,3 ± 3,33 bA	78,6 ± 2,52 bA	- ²	80,4 ± 2,92
30 °C	98,1 ± 1,02 aA	86,4 ± 2,91 aA	-	92,2 ± 1,96
20 °C(12h)/30 °C(12h)	93,9 ± 1,86 aA	94,0 ± 1,77 aA	-	93,9 ± 1,81
25 °C(12h)/35 °C(12h)	89,3 ± 1,28 aA	89,8 ± 2,9 aA	-	89,5 ± 2,09
Média geral	90,9 ± 1,87	87,2 ± 2,52		
F _{RdeCriação} ; P _{criação}				2,62; 0,11
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}				6,96; 0,001
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}				1,51; 0,23
Período ovo-adulto (dias)¹				
25 °C	11,7 ± 1,02 bA	9,0 ± 0,90 bB	- ²	10,3 ± 0,96
30 °C	12,6 ± 0,50 aA	10,6 ± 0,54 aB	-	11,6 ± 0,52
20 °C(12h)/30 °C(12h)	12,3 ± 0,37 aA	10,0 ± 0,50 aB	-	11,1 ± 0,43
25 °C(12h)/35 °C(12h)	12,7 ± 0,43 aA	10,3 ± 0,31 aB	-	11,5 ± 0,37
Média geral	12,3 ± 0,58	9,9 ± 0,56		
F _{RdeCriação} ; P _{criação}				173,59; < 0,001
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}				10,45; < 0,001
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}				0,75; 0,53
Razão sexual¹				
25 °C	0,58 ± 0,47	0,72 ± 0,39	- ²	0,65 ± 0,43 ^{ns}
30 °C	0,76 ± 0,39	0,59 ± 0,52	-	0,66 ± 0,45
20 °C(12h)/30 °C(12h)	0,66 ± 0,43	0,75 ± 0,43	-	0,70 ± 0,43
25 °C(12h)/35 °C(12h)	0,61 ± 0,40	0,59 ± 0,32	-	0,60 ± 0,36
Média geral	0,65 ± 0,42 ^{ns}	0,66 ± 0,41		
F _{RdeCriação} ; P _{criação}				0,90; 0,35
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}				0,56; 0,64
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}				0,84; 0,48

Médias ± EPM seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha e não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$); ¹Médias originais seguidas de análise estatística realizada usando a transformação \sqrt{X} ; ²Parâmetro biológico não avaliado por não haver emergência e sobreviventes; ^{ns}ANOVA não significativa ($p > 0,05$).

Tabela 3. 5 - Parâmetros biológicos [números de ovos parasitados, emergência (%), tempo de desenvolvimento da fase larval do parasitoide (período ovo-adulto em dias) e razão sexual], de *Telenomus podisi* criados em diferentes regimes de criação por 15 gerações e expostos às temperaturas de 25 °C, 30 °C e 35 °C.

Regimes de criação de <i>T. podisi</i>	Temperatura de exposição			Média geral
	25 °C	30 °C	35 °C	
Número de ovos parasitados				
25 °C	13,4 ± 1,62 bA	14,7 ± 1,19 bA	2,0 ± 0,90 aB	10,0 ± 1,23
30 °C	18,6 ± 1,17 aA	18,7 ± 1,07 aA	4,2 ± 1,04 aB	13,8 ± 1,09
20 °C(12h)/30 °C(12h)	11,4 ± 1,08 bA	8,5 ± 1,06 cA	2,7 ± 1,10 aB	7,5 ± 1,08
25 °C(12h)/35 °C(12h)	11,6 ± 1,86 bA	9,1 ± 1,35 cA	3,1 ± 1,02 aB	7,9 ± 1,41
Média geral	13,7 ± 1,43	12,7 ± 1,16	3 ± 1,0	
F _{RdeCriação} ; P _{criação}		193,16; < 0,001		
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}		34,34; < 0,001		
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}		7,37; < 0,001		
Emergência (%)¹				
25 °C	81,7 ± 3,25	79,1 ± 1,62	- ²	80,5 ± 2,43 ^{ns}
30 °C	88,3 ± 2,97	92,0 ± 1,79	-	90,1 ± 2,38
20 °C(12h)/30 °C(12h)	79,7 ± 3,28	78,1 ± 2,60	-	78,9 ± 2,94
25 °C(12h)/35 °C(12h)	82,2 ± 4,68	77,0 ± 3,14	-	79,6 ± 3,91
Média geral	82,9 ± 3,54 ^{ns}	81,5 ± 2,28		
F _{RdeCriação} ; P _{criação}		0,14; 0,70		
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}		1,09; 0,15		
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}		0,24; 0,86		
Período ovo-adulto (dias)				
25 °C	12,4 ± 1,11 aA	9,8 ± 0,53 aB	- ²	11,1 ± 0,82
30 °C	11,8 ± 1,06 aA	9,4 ± 0,43 aB	-	10,6 ± 0,74
20 °C(12h)/30 °C(12h)	12,4 ± 0,31 aA	9,4 ± 0,67 aB	-	10,9 ± 0,49
25 °C(12h)/35 °C(12h)	13,0 ± 1,18 aA	9,1 ± 0,31 aB	-	11,0 ± 0,74
Média geral	12,4 ± 0,91	9,4 ± 0,48		
F _{RdeCriação} ; P _{criação}		108,92; < 0,001		
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}		0,51; 0,67		
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}		1,07; 0,37		
Razão sexual				
25 °C	0,51 ± 0,39	0,69 ± 0,41	- ²	0,60 ± 0,40 ^{ns}
30 °C	0,47 ± 0,43	0,63 ± 0,32	-	0,55 ± 0,37
20 °C(12h)/30 °C(12h)	0,55 ± 0,27	0,57 ± 0,37	-	0,56 ± 0,32
25 °C(12h)/35 °C(12h)	0,53 ± 0,37	0,55 ± 0,17	-	0,54 ± 0,27
Média geral	0,51 ± 0,36 ^{ns}	0,61 ± 0,31		
F _{RdeCriação} ; P _{criação}		0,11; 0,73		
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}		1,50; 0,23		
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}		2,03; 0,13		

Médias ± EPM seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha e não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$); ¹Médias originais seguidas de análise estatística realizada

usando a transformação arcoseno $\sqrt{\frac{x}{100}}$; ²Parâmetro biológico não avaliado por não haver emergência e sobreviventes; ^{ns}ANOVA não significativa ($p > 0,05$).

Tabela 3. 6 - Parâmetros biológicos [números de ovos parasitados, emergência (%), tempo de desenvolvimento da fase larval do parasitoide (período ovo-adulto em dias) e razão sexual], de *Telenomus podisi* criados em diferentes regimes de criação por 20 gerações e expostos às temperaturas de 25 °C, 30 °C e 35 °C.

Regimes de criação de <i>T. podisi</i>	Temperatura de exposição			Média geral
	25 °C	30 °C	35 °C	
Número de ovos parasitados¹				
25 °C	15,0 ± 1,72 aA	15,5 ± 1,36 aA	1,9 ± 0,93 aB	10,8 ± 1,33
30 °C	15,9 ± 1,66 aA	14,8 ± 1,82 aA	3,6 ± 0,53 aB	11,4 ± 1,33
20 °C(12h)/30 °C(12h)	12,2 ± 1,05 bA	10,2 ± 0,80 bA	1,3 ± 0,64 bB	7,9 ± 0,83
Média geral	14,3 ± 1,47	13,5 ± 1,3	2,2 ± 0,7	
F _{RdeCriação} ; P _{criação}		145,44; < 0,001		
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}		11,14; < 0,001		
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}		1,51; 0,17		
Emergência (%)				
25 °C	86,0 ± 2,66 bA	79,0 ± 2,43 bB	- ²	82,5 ± 2,54
30 °C	79,4 ± 2,49 bA	75,7 ± 3,07 bB	-	77,5 ± 2,78
20 °C(12h)/30 °C(12h)	98,6 ± 1,14 aA	87,0 ± 2,63 aB	-	92,8 ± 1,88
Média geral	88,0 ± 2,09	80,5 ± 2,71		
F _{RdeCriação} ; P _{criação}		7,70; 0,01		
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}		11,01; < 0,001		
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}		0,72; 0,49		
Período ovo-adulto (dias)¹				
25 °C	12,7 ± 0,61 bA	9,7 ± 0,61 bB	- ²	11,2 ± 0,61
30 °C	11,9 ± 1,12 bA	10,2 ± 0,40 abB	-	11,0 ± 0,76
20 °C(12h)/30 °C(12h)	14,0 ± 0,38 aA	10,8 ± 0,39 aB	-	12,4 ± 0,42
Média geral	12,9 ± 0,70	10,2 ± 0,46		
F _{RdeCriação} ; P _{criação}		128,32; < 0,001		
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}		13,92; < 0,001		
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}		4,02; 0,03		
Razão sexual				
25 °C	0,47 ± 0,25	0,66 ± 0,25	- ²	0,56 ± 0,25 ^{ns}
30 °C	0,44 ± 0,38	0,43 ± 0,35	-	0,43 ± 0,36
20 °C(12h)/30 °C(12h)	0,54 ± 0,51	0,49 ± 0,39	-	0,51 ± 0,45
Média geral	0,48 ± 0,38 ^{ns}	0,52 ± 0,33		
F _{RdeCriação} ; P _{criação}		0,41; 0,52		
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}		1,39; 0,27		
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}		1,35; 0,28		

Médias ± EPM seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha e não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$); ¹Médias originais seguidas de análise estatística realizada usando a transformação \sqrt{x} ; ²Parâmetro biológico não avaliado por não haver emergência e sobreviventes; ^{ns}ANOVA não significativa ($p > 0,05$).

Tabela 3. 7 - Parâmetros biológicos [números de ovos parasitados, emergência (%), tempo de desenvolvimento da fase larval do parasitoide (período ovo-adulto em dias) e razão sexual], de *Telenomus podisi* criados em diferentes regimes de criação por 25 gerações e expostos às temperaturas de 25 °C, 30 °C e 35 °C.

Regimes de criação de <i>T. podisi</i>	Temperatura de exposição			Média geral
	25 °C	30 °C	35 °C	
Número de ovos parasitados¹				
25 °C	14,3 ± 1,27 bA	9,9 ± 1,21 bB	1,15 ± 0,64 aC	8,4 ± 1,04
30 °C	11,2 ± 0,76 cA	8,0 ± 0,40 bB	2,3 ± 0,85 aC	7,1 ± 0,75
20 °C(12h)/30 °C(12h)	18,3 ± 1,04 aA	17,0 ± 1,70 aA	0,0 ± 0,00 aB	11,7 ± 0,91
Média geral	14,6 ± 1,02	11,6 ± 1,10	1,15 ± 0,49	
F _{RdeCriação} ; P _{criação}				36,31; < 0,001
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}				25,63; < 0,001
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}				22,14; < 0,001
Emergência (%)				
25 °C	97,6 ± 1,44 aA	95,7 ± 2,43 aA	- ²	96,6 ± 1,93
30 °C	84,7 ± 2,14 bA	63,2 ± 3,01 bB	-	73,9 ± 2,57
20 °C(12h)/30 °C(12h)	93,5 ± 1,68 abA	91,4 ± 1,91 aA	-	92,4 ± 1,79
Média geral	91,1 ± 1,75	83,4 ± 2,45		
F _{RdeCriação} ; P _{criação}				15,67; < 0,001
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}				45,53; < 0,001
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}				9,30; 0,001
Período ovo-adulto (dias)				
25 °C	13,2 ± 0,00 aA	10,5 ± 0,50 aB	- ²	11,8 ± 0,25
30 °C	12,3 ± 0,44 bA	9,3 ± 0,51 cB	-	10,8 ± 0,47
20 °C(12h)/30 °C(12h)	13,4 ± 0,41 aA	9,7 ± 0,54 bB	-	11,5 ± 0,47
Média geral	12,9 ± 0,28	9,8 ± 0,51		
F _{RdeCriação} ; P _{criação}				1,91; 0,14
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}				258,27; < 0,001
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}				4,01; < 0,001
Razão sexual				
25 °C	0,39 ± 0,17 bA	0,51 ± 0,37 bA	- ²	0,45 ± 0,27
30 °C	0,66 ± 0,32 aA	0,44 ± 0,34 bB	-	0,55 ± 0,33
20 °C(12h)/30 °C(12h)	0,31 ± 0,23 bA	0,91 ± 0,33 aA	-	0,61 ± 0,28
Média geral	0,45 ± 0,24	0,62 ± 0,34		
F _{RdeCriação} ; P _{criação}				0,01; 0,04
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}				17,75; < 0,001
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}				3,71; 0,04

Médias ± EPM seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha e não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$); ¹Médias originais seguidas de análise estatística realizada usando a transformação \sqrt{x} ; ²Parâmetro biológico não avaliado por não haver emergência e sobreviventes; ^{ns}ANOVA não significativa ($p > 0,05$).

Tabela 3. 8 - Parâmetros biológicos [números de ovos parasitados, emergência (%), tempo de desenvolvimento da fase larval do parasitoide (período ovo-adulto em dias) e razão sexual], de *Telenomus podisi* criados em diferentes regimes de criação por 30 gerações e expostos às temperaturas de 25 °C, 30 °C e 35 °C.

Regime de criação de <i>T. podisi</i>	Temperatura de exposição			Média geral
	25 °C	30 °C	35 °C	
Ovos parasitados (número)				
25 °C	13,7 ± 1,56 bA	12,3 ± 1,57 bB	5,1 ± 0,88 bC	10,4 ± 1,33
30 °C	12,2 ± 0,79 cA	8,5 ± 1,26 cB	3,9 ± 0,94 cC	8,2 ± 0,99
20 °C(12h)/30 °C(12h)	15,6 ± 1,53 aA	13,2 ± 1,34 aB	10,8 ± 1,36 aC	13,2 ± 1,41
Média geral	13,8 ± 1,29	11,3 ± 1,39	6,6 ± 1,06	
F _{RdeCriação} ; P _{criação}		50,42; < 0,001		
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}		23,70; < 0,001		
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}		2,43; 0,01		
Emergência (%)				
25 °C	93,1 ± 2,47 aA	89,4 ± 2,41 aA	- ¹	91,2 ± 2,44
30 °C	87,4 ± 2,71 aA	90,7 ± 2,28 aA	-	89,0 ± 2,49
20 °C(12h)/30 °C(12h)	86,3 ± 2,58 bA	73,3 ± 2,42 bA	-	79,8 ± 2,5
Média geral	88,9 ± 2,58	84,4 ± 2,37		
F _{RdeCriação} ; P _{criação}		2,79; 0,05		
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}		7,17; 0,11		
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}		3,20; 0,06		
Período ovo-adulto (dias)				
25 °C	12,7 ± 0,45 bA	10,3 ± 0,31 aB	- ¹	11,5 ± 0,38
30 °C	13,5 ± 0,50 aA	9,4 ± 0,50 bB	-	11,4 ± 0,50
20 °C(12h)/30 °C(12h)	13,4 ± 0,60 aA	9,7 ± 0,43 bB	-	11,5 ± 0,51
Média geral	13,2 ± 0,51	9,8 ± 0,41		
F _{RdeCriação} ; P _{criação}		7,63; 0,01		
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}		10,51; 0,01		
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}		24,4; < 0,001		
Razão sexual²				
25 °C	0,70 ± 0,44	0,53 ± 0,34	- ¹	0,61 ± 0,39 ^{ns}
30 °C	0,73 ± 0,41	0,86 ± 0,23	-	0,79 ± 0,32
20 °C(12h)/30 °C(12h)	0,48 ± 0,23	0,64 ± 0,32	-	0,56 ± 0,26
Média geral	0,63 ± 0,36 ^{ns}	0,67 ± 0,29		
F _{RdeCriação} ; P _{criação}		0,28; 0,59		
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}		3,24; 0,06		
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}		1,73; 0,20		

Médias ± EPM seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha e não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$); ¹Parâmetro biológico não avaliado por não haver emergência e sobreviventes; ²Médias originais seguidas de análise estatística realizada usando a transformação $\log x$; ^{ns}ANOVA não significativa ($p > 0,05$).

Em relação a morfologia de *T. podisi* após a criação massal em diferentes regimes de temperatura por sucessivas gerações, verificou-se que os dados das variáveis analisadas ao longo das gerações foram semelhantes para os quatro regimes de criação. Não houve interação entre a primeira e a trigésima geração para nenhuma variável, confirmando que após 30 gerações, os insetos não tiveram nenhuma alteração morfológica em decorrência da criação em diferentes regimes de temperatura (Tabela 3.9)

Na primeira geração, verificou-se que as fêmeas criadas em temperatura flutuante de 35 °C/25 °C apresentaram menor comprimento em relação as fêmeas dos demais regimes de criação. Já para os machos, verificou-se que quando criados em temperatura constante de 25 °C, apresentaram maior comprimento em relação aos insetos criados nas demais regimes de criação. Para o parâmetro largura da asa, observou-se que os machos de *T. podisi* criados em temperatura flutuante de 35 °C/25 °C apresentaram redução nessa variável, em relação aos demais regimes de criação (Tabela 3.9). Entre as gerações um e trinta, os parâmetros morfométricos de machos e fêmeas de *T. podisi* se mantiveram similares após a criação em diferentes regimes de criação.

Na trigésima geração, os machos de *T. podisi* criados em regime de temperatura constante de 25 °C apresentaram maior comprimento de asa em relação aos machos provenientes dos demais regimes de criação. Já sobre a largura da asa, verificou-se que as fêmeas criadas em regime constante de 30 °C apresentaram redução nesse parâmetro em relação as fêmeas criadas em regime constante de 25 °C e em temperatura flutuante de 30 °C/20 °C. Para essa mesma variável, é possível observar que os machos provenientes dos regimes de criação de 25 °C constante e temperatura flutuante de 30 °C/20 °C apresentaram maior largura de asa em relação aos demais regimes de criação (Tabela 3.9).

Tabela 3. 9 - Caracteres morfológicos (comprimento total do corpo, comprimento e largura da asa e comprimento da tíbia posterior) de fêmeas e machos de *Telenomus podisi* provenientes das gerações um e 30 após criação em diferentes regimes de temperatura constantes e flutuantes por 30 gerações

Tratamentos	Caracteres morfológicos (mm)							
	Geração 1							
	Comprimento total		Comprimento da asa		Largura da asa		Comprimento da tíbia posterior	
	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho
25 °C	1,198 ± 0,17 a	1,214 ± 0,182a	0,897 ± 0,20 ^{ns}	0,947 ± 0,10 ^{ns}	0,333 ± 0,08 ^{ns}	0,368 ± 0,07 a	0,287 ± 0,09 ^{ns}	0,314 ± 0,11 ^{ns}
30 °C	1,195 ± 0,13 a	1,147 ± 0,16 b	0,864 ± 0,19	0,911 ± 0,19	0,328 ± 0,07	0,335 ± 0,11 b	0,334 ± 0,14	0,294 ± 0,09
20 °C/ 30 °C	1,192 ± 0,17 a	1,143 ± 0,16 b	0,905 ± 0,15	0,938 ± 0,09	0,325 ± 0,06	0,363 ± 0,05 a	0,310 ± 0,08	0,314 ± 0,10
25 °C/ 35 °C	1,145 ± 0,11 b	1,132 ± 0,20 b	0,853 ± 0,25	0,930 ± 0,16	0,325 ± 0,05	0,356 ± 0,09 a	0,337 ± 0,25	0,311 ± 0,12
F	5,33	6,32	1,44	2,17	2,04	13,75	2,21	3,32
p	0,009	0,004	0,263	0,132	0,150	< 0,001	0,122	0,157
	Geração 30							
25 °C	1,216 ± 0,19 ^{ns}	1,172 ± 0,18 ab	0,956 ± 0,16 a	0,996 ± 0,13 a	0,335 ± 0,09 a	0,364 ± 0,07 a	0,313 ± 0,10 ^{ns}	0,323 ± 0,08 ^{ns}
30 °C	1,197 ± 0,17	1,148 ± 0,10 ab	0,905 ± 0,15 b	0,908 ± 0,19 b	0,312 ± 0,08 b	0,344 ± 0,07 b	0,322 ± 0,11	0,314 ± 0,13
20 °C/ 30 °C	1,187 ± 0,17	1,175 ± 0,19 a	0,933 ± 0,15 ab	0,930 ± 0,14 b	0,334 ± 0,10 a	0,360 ± 0,07 a	0,316 ± 0,07	0,318 ± 0,12
25 °C/ 35 °C	1,200 ± 0,13	1,112 ± 0,15 b	0,920 ± 0,13 ab	0,932 ± 0,15 b	0,320 ± 0,08 ab	0,337 ± 0,08 b	0,325 ± 0,16	0,312 ± 0,12
F	0,81	3,70	4,32	10,76	8,50	22,04	0,61	0,54
p	0,756	0,031	0,021	< 0,001	0,016	< 0,001	0,05	0,65
F _{G1xG30}	0,70	0,45	0,35	1,06	0,41	0,44	1,85	1,22
p _{G1xG30}	0,72	0,91	0,96	0,43	0,93	0,92	0,10	0,33
^{ns} ANOVA			não		significativa		(p>0,	

3.5.2 Capacidade de parasitismo de *T. podisi* em 25 °C, 30 °C e 35 °C após a criação do parasitoide em diferentes regimes de temperaturas constantes e flutuantes por sucessivas gerações

Verificou-se que para a capacidade de parasitismo, houve interação entre a maioria dos parâmetros avaliados para todas as gerações estudadas, quando as fêmeas de *T. podisi* foram criadas em diferentes regimes de criação e expostas as temperaturas de 25 °C, 30 °C e 35 °C à exceção do número total de ovos parasitados por fêmea na geração 1, da emergência (%) e longevidade nas gerações 5, 10 e 15 e da razão sexual na geração 1, 20 e 25 (Tabelas 3.10 a 3.16). Para o número total de ovos parasitados por fêmea, verificou-se que para todos os regimes de criação de *T. podisi* em todas as gerações, a exposição a 35 °C resulta em redução no número de ovos parasitados. Na geração 1, as fêmeas criadas em regime de temperatura constante de 25 °C parasitaram mais ovos em relação as fêmeas dos demais tratamentos, para todas as temperaturas de exposição e para as temperaturas de exposição de 25 °C e 35 °C nas gerações 10 e 30, respectivamente (Tabelas 3.10; 3.12 e 3.16).

Nas gerações 5 e 20, verificou-se que as fêmeas criadas em regime de temperatura flutuante de 20 °C/30 °C parasitaram mais ovos quando expostas a 25 °C, em relação as fêmeas dos demais regimes de criação e quando expostas as temperaturas de 30 °C e 35 °C nas gerações 25 e 30, respectivamente (Tabela 3.11; 3.14; 3.15 e 3.16). Na geração 25, observou-se que *T. podisi* criados em regime constante de 30 °C parasitaram mais ovos em relação aos insetos provenientes dos demais regimes de criação, quando expostos a 30 °C (Tabela 3.15).

Quanto a emergência de *T. podisi*, na geração um verificaram-se os maiores percentuais para os insetos provenientes dos regimes de criação em temperatura flutuante de 25 °C/35 °C e expostos a 25 °C e para os insetos oriundos dos regimes em 30 °C constante e 25 °C/35 °C flutuante quando expostos a 35 °C, em relação aos demais regimes de temperatura (Tabela 3.10). Já para a geração 10, os insetos criados em regime flutuante de 20 °C/30 ° e 25 °C/35 °C apresentaram maior emergência (%) quando expostos a 25 °C, em relação aos insetos criados em regime de temperatura constante (Tabela 3.12). Na geração 20, observou-se redução na emergência (%) conforme houve o aumento da temperatura de exposição, para os insetos provenientes dos regimes de criação de 25 °C constante

e 20 °C/30 °C flutuante (Tabela 3.14). Do mesmo modo, verificou-se que na geração 30, os insetos criados em regime constante de 25 °C apresentaram redução nos percentuais de emergência quando expostos a 25 °C e 30 °C (Tabela 3.16).

Para o parâmetro razão sexual, não houve diferença significativa entre os regimes de criação de *T. podisi* e entre as temperaturas de exposição de 25 °C, 30 °C e 35 °C nas gerações 1 e 20 (Tabelas 3.10 e 3.14). Na geração 10, verificou-se maiores valores para os insetos provenientes do regime de criação em temperatura flutuante de 20 °C/30 °C em relação aos regimes de criação em temperatura constante de 25 °C e flutuante de 25 °C/35 °C, em todas as temperaturas de exposição (Tabela 3.12). Já na geração 30, o mesmo foi observado para os insetos expostos a 30 °C (Tabela 3.16).

Em relação a longevidade das fêmeas parentais, verificou-se que independente do regime de criação de *T. podisi*, há redução no parâmetro conforme há o aumento da temperatura de exposição de 25 °C para 35 °C em todas as gerações. Quanto aos regimes de criação, na geração um, as fêmeas criadas em temperatura constante de 30 °C apresentaram menor longevidade em relação as fêmeas dos demais regimes (Tabela 3.10). Já na geração 5, estas apresentaram maior longevidade em relação as demais fêmeas, para todas as temperaturas de exposição (Tabela 3.11). Nas gerações 10 e 15, foi possível observar redução na longevidade das fêmeas criadas em regime flutuante de 25 °C/35 °C, quando comparada a longevidade das fêmeas dos demais tratamentos (Tabelas 3.12 e 3.13). Na geração 30, as fêmeas criadas em regime de temperatura flutuante de 20 °C/30 °C apresentaram maior longevidade quando expostas a 35 °C, em relação as fêmeas dos demais regimes de criação (Tabela 3.16).

Tabela 3. 10 - Capacidade de parasitismo [números de ovos parasitados, emergência (%), razão sexual e longevidade das fêmeas parentais] de *Telenomus podisi* criados em diferentes regimes de criação por uma geração e expostos às temperaturas de 25 °C, 30 °C e 35 °C.

Regimes de criação de <i>T. podisi</i>	Temperatura de exposição			Média geral
	25 °C	30 °C	35 °C	
Número total de ovos parasitados/fêmea				
25 °C	61,7 ± 4,1 aA	60,5 ± 0,8 aA	40,8 ± 1,9 aB	54,3 ± 2,2
30 °C	47,0 ± 3,3 bA	52,3 ± 3,0 bA	27,0 ± 2,4 bB	42,1 ± 2,9
20 °C(12h)/30 °C(12h)	48,3 ± 2,1 bA	46,0 ± 3,4 bA	32,6 ± 1,7 bB	42,3 ± 2,4
25 °C(12h)/35 °C(12h)	50,3 ± 1,8 bA	48,8 ± 2,8 bA	28,4 ± 1,7 bB	42,5 ± 2,1
Média geral	51,8 ± 2,8	51,9 ± 2,5	32,2 ± 1,9	
F _{RdeCriação} ; P _{criação}		31,17; < 0,001		
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}		6,54; < 0,001		
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}		0,45; 0,83		
Emergência (%)¹				
25 °C	70,7 ± 0,6 bA	77,5 ± 0,6 bA	82,6 ± 0,4 bA	76,9 ± 0,5
30 °C	79,6 ± 2,8 bB	96,2 ± 1,6 aAB	97,8 ± 1,6 aA	91,2 ± 2
20 °C(12h)/30 °C(12h)	88,5 ± 3,2 abA	84,7 ± 4,2 abA	77,1 ± 3,4 bA	83,4 ± 3,6
25 °C(12h)/35 °C(12h)	96,4 ± 1,5 aA	86,7 ± 2,3 abA	90,6 ± 3,6 abA	91,2 ± 2,4
Média geral	83,8 ± 2,0	86,2 ± 2,1	87,0 ± 2,2	
F _{RdeCriação} ; P _{criação}		0,69; 0,05		
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}		7,46; 0,002		
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}		3,29; 0,03		
Razão sexual				
25 °C	0,59 ± 0,3	0,72 ± 0,2	0,82 ± 0,4	0,71 ± 0,3 ^{ns}
30 °C	0,55 ± 0,4	0,70 ± 0,3	0,55 ± 0,4	0,60 ± 0,3
20 °C(12h)/30 °C(12h)	0,70 ± 0,4	0,61 ± 0,3	0,79 ± 0,3	0,70 ± 0,3
25 °C(12h)/35 °C(12h)	0,55 ± 0,3	0,64 ± 0,2	0,62 ± 0,3	0,60 ± 0,2
Média geral	0,59 ± 0,3 ^{ns}	0,66 ± 0,2	0,69 ± 0,3	
F _{RdeCriação} ; P _{criação}		2,36; 0,10		
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}		2,69; 0,06		
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}		1,77; 0,13		
Longevidade das fêmeas parentais (dias)				
25 °C	28,0 ± 1,4 aA	24,4 ± 0,3 aB	13,55 ± 1,9 aC	21,9 ± 1,2
30 °C	23,0 ± 2,5 bA	16,4 ± 1,9 bB	10,8 ± 1,6 bC	16,7 ± 2
20 °C(12h)/30 °C(12h)	23,5 ± 1,2 abA	21,3 ± 0,9 abB	18,5 ± 3,0 abC	21,1 ± 1,7
25 °C(12h)/35 °C(12h)	26,7 ± 2,0 aA	19,6 ± 1,9 abB	13,2 ± 1,0 abC	19,8 ± 1,6
Média geral	25,3 ± 1,6	20,4 ± 1,2	14,0 ± 1,8	
F _{RdeCriação} ; P _{criação}		30,59; < 0,001		
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}		3,73; 0,01		
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}		1,74; 0,01		

Médias ± EPM seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$); ¹Médias originais seguidas de análise estatística realizada

usando a transformação arcseno $\sqrt{\frac{x}{100}}$; ^{ns}ANOVA não significativa ($p > 0,05$).

Tabela 3. 11 - Capacidade de parasitismo [números de ovos parasitados, emergência (%), razão sexual e longevidade das fêmeas parentais] de *Telenomus podisi* criados em diferentes regimes de criação por cinco gerações e expostos às temperaturas de 25 °C, 30 °C e 35 °C.

Regimes de criação de <i>T. podisi</i>	Temperatura de exposição			Média geral
	25 °C	30 °C	35 °C	
Número total de ovos parasitados/fêmea				
25 °C	58,4 ± 2,4 bB	72,1 ± 2,0 aA	32,8 ± 2,4 aC	54,4 ± 2,2
30 °C	71,7 ± 2,3 aA	67,6 ± 2,7 aA	30,3 ± 2,2 aB	56,5 ± 2,4
20 °C(12h)/30 °C(12h)	71,8 ± 3,1 aA	75,5 ± 3,0 aA	31,6 ± 2,4 aB	59,6 ± 2,8
25 °C(12h)/35 °C(12h)	57,2 ± 2,6 bB	50,7 ± 1,8 bA	22,2 ± 1,5 aB	43,3 ± 1,9
Média geral	64,7 ± 2,6	66,4 ± 2,3	29,2 ± 2,1	
F _{RdeCriação} ; P _{criação}		183,17; < 0,001		
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}		15,51; < 0,001		
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}		3,05; 0,01		
Emergência (%)¹				
25 °C	94,3 ± 1,8	91,3 ± 1,8	89,0 ± 2,9	91,5 ± 2,1 ^{ns}
30 °C	89,4 ± 1,7	90,0 ± 1,6	87,0 ± 2,5	88,8 ± 1,9
20 °C(12h)/30 °C(12h)	91,1 ± 1,7	90,5 ± 2,2	86,4 ± 2,2	89,3 ± 2,0
25 °C(12h)/35 °C(12h)	86,2 ± 1,8	90,3 ± 1,9	81,3 ± 3,8	85,9 ± 2,5
Média geral	90,2 ± 1,7 ^{ns}	90,5 ± 1,8	85,9 ± 2,8	
F _{RdeCriação} ; P _{criação}		2,12; 0,13		
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}		1,68; 0,18		
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}		0,38; 0,88		
Razão sexual				
25 °C	0,59 ± 0,3 abAB	0,48 ± 0,2 bB	0,74 ± 0,3 aA	0,60 ± 0,2
30 °C	0,38 ± 0,3 bA	0,52 ± 0,3 bA	0,40 ± 0,4 bA	0,43 ± 0,3
20 °C(12h)/30 °C(12h)	0,72 ± 0,3 aA	0,69 ± 0,3 aA	0,60 ± 0,4 abA	0,67 ± 0,3
25 °C(12h)/35 °C(12h)	0,49 ± 0,3 abA	0,70 ± 0,2 aA	0,62 ± 0,4 abA	0,60 ± 0,3
Média geral	0,54 ± 0,3	0,59 ± 0,2	0,59 ± 0,3	
F _{RdeCriação} ; P _{criação}		0,87; 0,42		
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}		7,35; < 0,001		
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}		2,76; 0,02		
Longevidade das fêmeas parentais (dias)²				
25 °C	27,0 ± 1,4 bA	19,6 ± 1,0 bB	10,0 ± 1,2 bC	18,8 ± 1,2
30 °C	31,6 ± 1,7 aA	24,7 ± 2,3 aB	12,8 ± 1,0 aC	23,0 ± 1,3
20 °C(12h)/30 °C(12h)	23,3 ± 1,7 bA	22,9 ± 1,8 bB	9,6 ± 0,7 bC	18,6 ± 1,4
25 °C(12h)/35 °C(12h)	25,4 ± 1,1 bA	20,5 ± 1,6 bB	9,7 ± 1,1 bC	18,5 ± 1,2
Média geral	26,8 ± 1,4	21,9 ± 1,6	10,5 ± 1	
F _{RdeCriação} ; P _{criação}		8,27; < 0,001		
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}		8,21; < 0,001		
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}		1,26; 0,29		

Médias ± EPM seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$); ¹Médias originais seguidas de análise estatística realizada

usando a transformação $\sqrt{\frac{x}{100}}$; ²Médias originais seguidas de análise estatística realizada usando a transformação $\log x$; ^{ns}ANOVA não significativa ($p > 0,05$).

Tabela 3. 12 - Capacidade de parasitismo [números de ovos parasitados, emergência (%), razão sexual e longevidade das fêmeas parentais] de *Telenomus podisi* criados em diferentes regimes de criação por 10 gerações e expostos às temperaturas de 25 °C, 30 °C e 35 °C.

Regimes de criação de <i>T. podisi</i>	Temperatura de exposição			Média geral
	25 °C	30 °C	35 °C	
Número total de ovos parasitados/fêmea¹				
25 °C	83,5 ± 1,5 aA	65,0 ± 3,1 aB	16,7 ± 1,3 bC	55,1 ± 1,9
30 °C	64,0 ± 2,6 bcA	68,2 ± 2,3 aA	43,0 ± 2,5 aB	58,4 ± 2,4
20 °C(12h)/30 °C(12h)	72,9 ± 1,8 abA	60,5 ± 3,4 aA	39,0 ± 2,2 aB	57,5 ± 2,4
25 °C(12h)/35 °C(12h)	52,7 ± 1,8 cA	41,7 ± 2,4 bA	13,7 ± 1,5 bB	36,0 ± 1,9
Média geral	68,2 ± 1,9	58,8 ± 2,8	28,1 ± 1,8	
F _{RdeCriação} ; P _{criação}		111,20 < 0,001		
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}		21,20; < 0,001		
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}		6,44; < 0,001		
Emergência (%)				
25 °C	61,1 ± 1,5 bB	68,7 ± 3,1 aB	81,2 ± 1,4 abA	70,3 ± 2
30 °C	68,4 ± 2,5 bA	76,8 ± 1,7 aA	35,7 ± 2,1 cB	60,3 ± 2,1
20 °C(12h)/30 °C(12h)	91,6 ± 1,7 aA	77,5 ± 0,8 aB	77,1 ± 2,6 bB	82,0 ± 1,7
25 °C(12h)/35 °C(12h)	92,1 ± 1,8 aA	78,0 ± 2,5 aB	89,0 ± 2,7 aA	86,3 ± 2,3
Média geral	78,3 ± 1,8	75,2 ± 2,0	70,7 ± 2,2	
F _{RdeCriação} ; P _{criação}		8,09; < 0,001		
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}		2,75; < 0,001		
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}		9,70; < 0,001		
Razão sexual				
25 °C	0,43 ± 0,5 cA	0,40 ± 0,4 cA	0,47 ± 0,4 cA	0,43 ± 0,4
30 °C	0,60 ± 0,3 abA	0,64 ± 0,2 abA	0,57 ± 0,3 abA	0,60 ± 0,2
20 °C(12h)/30 °C(12h)	0,70 ± 0,2 aA	0,72 ± 0,3 aA	0,70 ± 0,4 aA	0,70 ± 0,3
25 °C(12h)/35 °C(12h)	0,52 ± 0,3 bcA	0,39 ± 0,3 bcA	0,62 ± 0,2 bcA	0,51 ± 0,2
Média geral	0,56 ± 0,3	0,53 ± 0,3	0,59 ± 0,3	
F _{RdeCriação} ; P _{criação}		0,42; 0,65		
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}		6,61; 0,001		
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}		0,71; 0,63		
Longevidade das fêmeas parentais (dias)				
25 °C	23,8 ± 1,2 aA	19,0 ± 1,7 bB	4,65 ± 0,8 bC	15,8 ± 1,2
30 °C	22,8 ± 1,7 aA	23,0 ± 1,9 abA	6,3 ± 1,0 bB	17,3 ± 1,5
20 °C(12h)/30 °C(12h)	23,9 ± 1,5 aA	24,4 ± 1,4 aA	17 ± 1,7 aB	21,7 ± 1,4
25 °C(12h)/35 °C(12h)	15,7 ± 0,9 bA	10,9 ± 1,6 cB	3,2 ± 0,7 bC	9,9 ± 1,0
Média geral	21,5 ± 1,3	19,3 ± 1,5	7,8 ± 1,0	
F _{RdeCriação} ; P _{criação}		159,22; < 0,001		
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}		52,06; < 0,001		
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}		7,27; < 0,001		

Médias ± EPM seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$); ¹Médias originais seguidas de análise estatística realizada usando a transformação \sqrt{x} ; nsANOVA não significativa ($p > 0,05$).

Tabela 3. 13 - Capacidade de parasitismo [números de ovos parasitados, emergência (%), razão sexual e longevidade das fêmeas parentais] de *Telenomus podisi* criados em diferentes regimes de criação por 15 gerações e expostos às temperaturas de 25 °C, 30 °C e 35 °C.

Regimes de criação de <i>T. podisi</i>	Temperatura de exposição			Média geral
	25 °C	30 °C	35 °C	
Número total de ovos parasitados/fêmea¹				
25 °C	52,5 ± 0,6 bA	50,9 ± 1,2 bA	12,4 ± 3,8 aB	38,6 ± 1,8
30 °C	70,9 ± 1,6 aA	66,7 ± 1,5 aA	9,7 ± 2,4 aB	49,1 ± 1,8
20 °C(12h)/30 °C(12h)	38,8 ± 1,4 bcB	52,8 ± 2,0 bA	3,0 ± 2,0 bC	31,5 ± 1,8
25 °C(12h)/35 °C(12h)	35,5 ± 3,2 cA	39 ± 1,1 cA	6,15 ± 3,5 aB	26,8 ± 2,6
Média geral	49,4 ± 1,7	52,3 ± 1,4	7,8 ± 2,9	
F _{RdeCriação} ; P _{criação}				39,47; < 0,001
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}				37,42; < 0,001
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}				9,74; < 0,001
Emergência (%)²				
25 °C	89,6 ± 2,4	86,6 ± 3,3	80,7 ± 1,7	85,6 ± 2,4 ^{ns}
30 °C	88,6 ± 1,3	92,1 ± 2,0	87,2 ± 1,1	89,3 ± 1,4
20 °C(12h)/30 °C(12h)	91,3 ± 1,5	92,7 ± 2,4	88,3 ± 0,8	90,7 ± 1,5
25 °C(12h)/35 °C(12h)	85,7 ± 2,8	96,5 ± 2,5	89,9 ± 0,9	90,7 ± 2,0
Média geral	88,8 ± 2,0 ^{ns}	91,9 ± 2,5	86,5 ± 1,1	
F _{RdeCriação} ; P _{criação}				1,79; 0,18
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}				2,05; 0,12
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}				0,93; 0,48
Razão sexual				
25 °C	0,53 ± 0,4 aA	0,42 ± 0,3 bA	0,58 ± 0,4 aA	0,51 ± 0,3
30 °C	0,54 ± 0,4 abA	0,55 ± 0,4 aA	0,18 ± 0,1 bB	0,42 ± 0,3
20 °C(12h)/30 °C(12h)	0,48 ± 0,3 abB	0,70 ± 0,4 aA	0,48 ± 0,1 aB	0,55 ± 0,2
25 °C(12h)/35 °C(12h)	0,25 ± 0,1 bB	0,30 ± 0,3 bB	0,56 ± 0,3 aA	0,37 ± 0,2
Média geral	0,45 ± 0,3	0,49 ± 0,3	0,45 ± 0,2	
F _{RdeCriação} ; P _{criação}				0,98; 0,38
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}				8,50; < 0,001
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}				6,22; < 0,001
Longevidade das fêmeas parentais (dias)				
25 °C	23,9 ± 1,8 aA	17,3 ± 0,9 aB	8,0 ± 1,2 aC	16,4 ± 1,3
30 °C	24,8 ± 1,7 aA	18,9 ± 1,5 abB	4,3 ± 0,8 aC	16,0 ± 1,3
20 °C(12h)/30 °C(12h)	27,5 ± 1,8 aA	29,8 ± 1,1 aB	6,7 ± 0,7 aC	21,3 ± 1,2
25 °C(12h)/35 °C(12h)	22,6 ± 1,4 bA	14,3 ± 1,0 bB	3,4 ± 0,8 bC	13,3 ± 1,0
Média geral	24,7 ± 1,6	20,0 ± 1,1	5,6 ± 0,8	
F _{RdeCriação} ; P _{criação}				1,94; < 0,001
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}				10,75; < 0,001
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}				2,00; 0,09

Médias ± EPM seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$); ¹Médias originais seguidas de análise estatística realizada

usando a transformação $\sqrt{\frac{x}{100}}$; ²Médias originais seguidas de análise estatística realizada usando a transformação $\log x$; ^{ns}ANOVA não significativa ($p > 0,05$).

Tabela 3. 14 - Capacidade de parasitismo [números de ovos parasitados, emergência (%), razão sexual e longevidade das fêmeas parentais] de *Telenomus podisi* criados em diferentes regimes de criação por 20 gerações e expostos às temperaturas de 25 °C, 30 °C e 35 °C.

Regime de criação de <i>T. podisi</i>	Temperatura de exposição			Média geral
	25 °C	30 °C	35 °C	
Número total de ovos parasitados/fêmea				
25 °C	54,0 ± 1,3 bB	70,3 ± 1,9 aA	29,0 ± 2,8 aC	51,5 ± 2,0
30 °C	50,3 ± 2,5 bA	45,1 ± 2,2 bA	11,2 ± 1,4 bB	35,5 ± 2,0
20 °C(12h)/30 °C(12h)	69,2 ± 2,9 aA	72,4 ± 2,5 aA	22,9 ± 1,5 aB	54,8 ± 2,3
Média geral	57,8 ± 2,2	62,6 ± 2,2	21,0 ± 1,9	
F _{RdeCriação} ; P _{criação}	172,11; < 0,001			
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}	34,03; < 0,001			
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}	3,50; 0,02			
Emergência (%)¹				
25 °C	97,5 ± 1,3 aA	78,4 ± 1,9 bB	85,4 ± 2,8 abB	87,1 ± 2,0
30 °C	87,4 ± 1,4 bA	91,4 ± 1,3 aA	92,8 ± 2,2 aA	90,5 ± 1,6
20 °C(12h)/30 °C(12h)	87,7 ± 2,2 bA	89,3 ± 1,4 abA	71,5 ± 4,3 bB	82,9 ± 2,6
Média geral	90,9 ± 1,6	86,4 ± 1,5	82,2 ± 3,1	
F _{RdeCriação} ; P _{criação}	3,32; 0,02			
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}	3,00; 0,05			
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}	5,32; < 0,001			
Razão sexual				
25 °C	0,59 ± 0,2 bB	0,63 ± 0,3 aAB	0,74 ± 0,3 aA	0,65 ± 0,2
30 °C	0,66 ± 0,3 aA	0,50 ± 0,4 bB	0,55 ± 0,2 bAB	0,55 ± 0,3
20 °C(12h)/30 °C(12h)	0,58 ± 0,2 bAB	0,50 ± 0,2 bA	0,64 ± 0,4 abA	0,57 ± 0,2
Média geral	0,61 ± 0,2	0,54 ± 0,3	0,64 ± 0,3	
F _{RdeCriação} ; P _{criação}	4,60; 0,02			
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}	8,06; 0,001			
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}	1,35; 0,27			
Longevidade das fêmeas parentais (dias)²				
25 °C	25,7 ± 1,3 bA	24,4 ± 1,6 aA	10,5 ± 1,5 aB	20,2 ± 1,4
30 °C	21,9 ± 1,3 cA	17,1 ± 0,9 bB	7,1 ± 0,4 aC	15,3 ± 0,8
20 °C(12h)/30 °C(12h)	29,9 ± 1,9 aA	17,9 ± 0,8 bB	7,5 ± 0,6 aC	18,4 ± 1,1
Média geral	25,8 ± 1,5	19,8 ± 1,1	8,4 ± 0,8	
F _{RdeCriação} ; P _{criação}	17,70; < 0,001			
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}	78,10; < 0,001			
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}	9,01; < 0,001			

Médias ± EPM seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$); ¹Médias originais seguidas de análise estatística realizada

usando a transformação $\sqrt{\frac{x}{100}}$; ²Médias originais seguidas de análise estatística realizada usando a transformação \sqrt{x} ; nsANOVA não significativa ($p > 0,05$).

Tabela 3. 15 - Capacidade de parasitismo [números de ovos parasitados, emergência (%), razão sexual e longevidade das fêmeas parentais] de *Telenomus podisi* criados em diferentes regimes de criação por 25 gerações e expostos às temperaturas de 25 °C, 30 °C e 35 °C.

Regime de criação de <i>T. podisi</i>	Temperatura de exposição			Média geral
	25 °C	30 °C	35 °C	
Número total de ovos parasitados/fêmea				
25 °C	78,6 ± 3,7 aA	71,2 ± 3,3 bB	13,8 ± 2,1 bB	54,5 ± 3,0
30 °C	79,1 ± 3,1 aB	96,1 ± 3,0 aA	9,9 ± 1,5 bC	61,9 ± 2,5
20 °C(12h)/30 °C(12h)	65,4 ± 2,8 aA	51,7 ± 3,6 cA	33,4 ± 2,4 aB	50,1 ± 2,9
Média geral	74,3 ± 3,2	73,0 ± 3,3	18,6 ± 2,0	
F _{RdeCriação} ; P _{criação}		132,90; < 0,001		
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}		4,50; 0,02		
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}		13,61; < 0,001		
Emergência (%)¹				
25 °C	81,8 ± 2,9 bA	88,7 ± 1,7 aA	81,2 ± 3,2 bA	83,9 ± 2,6
30 °C	96,1 ± 2,0 aA	97,0 ± 1,3 aA	88,4 ± 3,4 aA	93,8 ± 2,2
20 °C(12h)/30 °C(12h)	81,8 ± 1,3 bAB	70,6 ± 3,2 bB	89,5 ± 1,5 aA	80,6 ± 2
Média geral	86,5 ± 2,0	85,4 ± 2,0	86,3 ± 2,7	
F _{RdeCriação} ; P _{criação}		0,11; 0,89		
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}		10,90; < 0,001		
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}		4,74; 0,004		
Razão sexual				
25 °C	0,46 ± 0,1	0,47 ± 0,3	0,51 ± 0,4	0,48 ± 0,2 ^{ns}
30 °C	0,56 ± 0,4	0,42 ± 0,3	0,51 ± 0,5	0,49 ± 0,3
20 °C(12h)/30 °C(12h)	0,66 ± 0,5	0,50 ± 0,3	0,77 ± 0,2	0,64 ± 0,5
Média geral	0,56 ± 0,5 ^{ns}	0,46 ± 0,3	0,59 ± 0,3	
F _{RdeCriação} ; P _{criação}		1,37; 0,27		
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}		2,81; 0,07		
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}		0,59; 0,66		
Longevidade das fêmeas parentais (dias)²				
25 °C	27,4 ± 2,5 aA	17,4 ± 0,8 aB	4,4 ± 1,1 aC	16,4 ± 1,4
30 °C	30,4 ± 1,9 aA	17,7 ± 0,9 aB	8,4 ± 0,6 aC	18,8 ± 1,1
20 °C(12h)/30 °C(12h)	28,7 ± 1,4 aA	16,3 ± 2,0 aB	8,4 ± 1,2 aC	17,8 ± 1,5
Média geral	28,8 ± 1,9	17,1 ± 1,2	7,06 ± 0,9	
F _{RdeCriação} ; P _{criação}		188,05; < 0,001		
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}		2,42; 0,10		
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}		0,97; 0,43		

Médias ± EPM seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$); ¹Médias originais seguidas de análise estatística realizada

usando a transformação $\sqrt{\frac{x}{100}}$; ²Médias originais seguidas de análise estatística realizada usando a transformação \sqrt{x} ; ^{ns}ANOVA não significativa ($p > 0,05$).

Tabela 3. 16 - Capacidade de parasitismo [números de ovos parasitados, emergência (%), razão sexual e longevidade das fêmeas parentais] de *Telenomus podisi* criados em diferentes regimes de criação por 30 gerações e expostos às temperaturas de 25 °C, 30 °C e 35 °C.

Regime de criação de <i>T. podisi</i>	Temperatura de exposição			Média geral
	25 °C	30 °C	35 °C	
Número total de ovos parasitados/fêmea				
25 °C	65,4 ± 2,4 aA	42,8 ± 2,5 bB	39,8 ± 1,3 aB	49,3 ± 2,0
30 °C	73,0 ± 2,3 aA	55,4 ± 3,3 bB	15,5 ± 2,0 bC	48,0 ± 2,5
20 °C(12h)/30 °C(12h)	73,3 ± 3,5 aA	72,4 ± 3,3 aA	17,8 ± 2,7 bB	54,5 ± 3,1
Média geral	70,6 ± 2,7	56,9 ± 3,0	24,4 ± 2	
F _{RdeCriação} ; P _{criação}		104,85; < 0,001		
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}		2,21; 0,12		
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}		11,97; < 0,001		
Emergência (%)¹				
25 °C	60,6 ± 2,9 bB	56,1 ± 3,1 bB	85,5 ± 1,3 aA	67,4 ± 2,4
30 °C	90,1 ± 3,1 aA	87,6 ± 3,2 aA	82,4 ± 3,5 aA	86,7 ± 3,2
20 °C(12h)/30 °C(12h)	82,4 ± 2,7 aA	81,5 ± 2,7 aA	81,0 ± 3,0 aA	81,6 ± 2,8
Média geral	77,7 ± 2,9	75,1 ± 3,0	83,0 ± 2,6	
F _{RdeCriação} ; P _{criação}		2,69; 0,05		
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}		13,58; 0,05		
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}		6,05; 0,04		
Razão sexual				
25 °C	0,55 ± 0,1 aA	0,20 ± 0,3 bB	0,57 ± 0,4 aA	0,44 ± 0,4
30 °C	0,52 ± 0,3 aAB	0,44 ± 0,4 bB	0,73 ± 0,4 aA	0,56 ± 0,3
20 °C(12h)/30 °C(12h)	0,52 ± 0,2 aA	0,70 ± 0,4 aA	0,62 ± 0,3 aA	0,61 ± 0,3
Média geral	0,53 ± 0,3	0,50 ± 0,3	0,64 ± 0,3	
F _{RdeCriação} ; P _{criação}		6,60; 0,006		
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}		5,16; 0,012		
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}		4,88; 0,004		
Longevidade das fêmeas parentais (dias)²				
25 °C	28,8 ± 2,2 aA	18,7 ± 2,5 abB	6,5 ± 0,6 bB	18,0 ± 1,7
30 °C	23,1 ± 0,7 bA	17,9 ± 1,5 bB	6,5 ± 1,1 bC	15,8 ± 1,1
20 °C(12h)/30 °C(12h)	26,7 ± 1,8 aA	20,9 ± 1,5 aB	11,9 ± 0,9 aC	19,8 ± 1,4
Média geral	26,2 ± 1,5	19,1 ± 1,8	8,3 ± 0,8	
F _{RdeCriação} ; P _{criação}		192,18; < 0,001		
F _{TdeExposição} ; P _{TdeExposição}		12,72; 0,01		
F _{RdeC*TdeExp} ; P _{RdeC*TdeExp}		18,09; < 0,001		

Médias ± EPM seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$); ¹Médias originais seguidas de análise estatística realizada

usando a transformação $\sqrt{\frac{x}{100}}$; ²Médias originais seguidas de análise estatística realizada usando a transformação $\log x$; ^{ns}ANOVA não significativa ($p > 0,05$).

3.6 DISCUSSÃO

A temperatura é um fator chave para o sucesso de *T. podisi* no CBA de *E. heros*. Quanto mais ajustada a temperatura de criação com as necessidades fisiológicas do parasitoide, possivelmente também melhores serão os resultados dos parâmetros de qualidade do agente de controle, como número de ovos parasitados e

emergência em campo, culminando em maior efetividade no controle do percevejo-marrom. Os resultados obtidos após criação de *T. podisi* em diferentes regimes de temperatura, seja esta constante ou flutuante, permitem observar que a temperatura influenciou nos parâmetros biológicos de *T. podisi* avaliados no trabalho. Os parasitoides criados em regimes de temperatura constante de 25 °C e em regime de temperatura flutuante de 20 °C (12h)/30 °C (12h) mostram performance similar e os submetidos a temperaturas extremas de 30 e 35 °C foram negativamente impactados na mesma intensidade.

Em geral, verifica-se que a eficiência de *T. podisi* depende da relação entre a temperatura ideal de criação em laboratório e a do momento da liberação em campo, visto que o número de ovos parasitados e a porcentagem de emergência dos parasitoides criados na temperatura constante de 25 °C e na temperatura flutuante de 20 °C (12h)/30 °C (12h) foram similares durante as trinta gerações testadas e similares aos resultados previamente reportados por Silva et al. (2018). Sendo assim, a criação massal de *T. podisi* pode ser realizada com os mesmos resultados tanto em temperatura constante de 25 °C, quanto em temperatura flutuante de 20 °C (12h)/30 °C (12h), desde que essas sejam ajustadas de acordo com as necessidades fisiológicas dos insetos.

É possível inferir que a criação de *T. podisi* pode sofrer variações de temperatura, sem causar interferências negativas nos parâmetros biológicos do inseto, desde que não ultrapassem as temperaturas limites para o desenvolvimento do parasitoide (COLINET et al., 2015; DIXON et al., 2009; YEARGAN, 1980). Além disso, ambas as temperaturas citadas acima e testadas no presente trabalho, estão dentro da média das temperaturas encontradas nas duas maiores regiões produtoras de soja do Brasil, Sul e Centro-Oeste (23,6 °C e 27,1 °C, respectivamente) (CONAB, 2021). Assim, verifica-se que a liberação de *T. podisi* pode realizar-se em diferentes situações de temperatura sem afetar o parasitismo e a biologia do inseto, porém deve-se evitar as liberações nos horários mais quentes do dia e em que a temperatura de exposição aos parasitoides ultrapasse 35 °C.

Em relação a criação de *T. podisi* em temperatura flutuante, Castellanos et al. (2019), ao criar o parasitoide de ovos em temperatura constante de 25 °C e temperatura flutuante de 20 °C/30 °C durante quatro gerações verificaram que, em regime flutuante, os parâmetros biológicos tempo de desenvolvimento ovo-adulto, longevidade das fêmeas parentais e número de ovos parasitados foram superiores

quando comparados aos parâmetros dos insetos provenientes da criação de 25 °C constante. Semelhantemente, para a quinta geração deste trabalho, os parâmetros avaliados número total de ovos parasitados por fêmea e razão sexual dos insetos criados em regime flutuante de 20 °C (12h)/30 °C (12h) foram superiores quando comparados com os parâmetros dos insetos criados em regime constante de 25 °C. No entanto, o mesmo não foi observado de maneira fixa no decorrer das 30 gerações, onde é possível verificar que os parâmetros avaliados nestas duas temperaturas oscilam entre gerações e, em alguns casos, se assemelham, sendo possível concluir que a temperatura de 25 °C, seja fixa ou média (20 °C/30 °C) compõe a faixa ideal de temperatura para a criação do parasitoide.

A porcentagem de emergência no experimento de capacidade de parasitismo foi superior a 70% para a maioria dos regimes de criação, bem como para as gerações testadas. No entanto, também deve-se levar em consideração o número de ovos parasitados pelas fêmeas, parâmetro que sofreu redução com o aumento da temperatura de exposição. Com os dados de biologia e capacidade de parasitismo de *T. podisi* após sucessivas gerações, verificou-se que *T. podisi* é capaz de se adaptar às oscilações de temperatura, fator de extrema importância para o sucesso do CBA de *E. heros* em campo.

No trabalho de Castellanos et al. (2019), a criação massal foi de apenas quatro gerações, tempo insuficiente para que *T. podisi* tolerasse altas temperaturas constantes, como 30 °C, devido ao fato de que poucas gerações são insuficientes para selecionar os indivíduos com esta capacidade de adaptação (CHEVIN; HOFFMANN, 2017; COOPER et al., 2012). Porém, conforme verificado para as gerações deste trabalho, mesmo após a criação em diferentes regimes de temperatura e exposição a temperaturas extremas por trinta gerações, os parâmetros biológicos do parasitoide não foram estáticos e variaram mesmo em condições controladas de criação, não sendo possível alcançar a plasticidade necessária para aumentar a tolerância térmica de *T. podisi* a 30 °C e 35 °C, mesmo após a aclimatação deste por sucessivas gerações (CHEVIN; HOFFMANN, 2017; COOPER et al., 2012).

A aclimatação térmica de um organismo a uma condição diferente àquela em que o mesmo foi criado, deve conferir vantagens para que seja benéfica (CHIDAWANYIKA et al., 2017), o que não foi verificado no presente trabalho, onde mesmo após sucessivas gerações, os insetos foram suscetíveis às temperaturas

extremas. Os parasitoides utilizados nos experimentos deste trabalho são oriundos de criação já estabelecida em temperatura constante de 25 °C. A inserção de insetos selvagens na criação já estabelecida em laboratório é de extrema importância, para manter a variabilidade genética dos insetos (PARRA; COELHO, 2022), possivelmente conferindo maior adaptabilidade destes às oscilações de temperatura, bem como mais tolerantes a temperaturas extremas.

A fim de avaliar o impacto de diferentes regimes de temperatura na criação de *T. podisi*, visando uma maior similaridade com o que ocorre em campo, no presente trabalho também foi testada a temperatura média de 30 °C, em regime constante (30 °C) e flutuante (25 °C/35 °C). Os dois regimes foram escolhidos com base em regiões produtoras de soja onde as temperaturas alcançam valores acima de 30 °C na época da safra da soja, bem como na liberação dos parasitoides (CONAB, 2022).

Para os dois regimes de criação de *T. podisi* (30 °C constante e 25 °C/35 °C flutuante), verificou-se que houve redução no número de ovos parasitados em comparação com o número de ovos parasitados pelas fêmeas criadas em 25 °C constante nas gerações um e dez e em comparação com as fêmeas oriundas da criação em temperatura flutuante de 20 °C/30 °C para a vigésima geração. Ademais, verificou-se que fêmeas criadas em temperatura de 30 °C constante, na primeira, vigésima e trigésima gerações e fêmeas criadas em regime flutuante de 25 °C/35 °C, na décima geração, tiveram longevidade reduzida.

Comparando os parâmetros biológicos dos insetos criados em 30 °C constante e 25 °C/35 °C flutuante, observou-se que os insetos criados em temperatura constante apresentaram performance superior em relação aos criados em temperatura flutuante, como maior número de ovos parasitados, além de alcançar as trinta gerações propostas. Isso pode estar influenciado pelo fato de, no regime de temperatura flutuante, as temperaturas extremas atingiram a temperatura limítrofe para o desenvolvimento e sobrevivência do parasitoide (CHAVES et al., 2021; YEARGAN, 1980). Fator que pode ser explicado com a interrupção da criação dos parasitoides em regime flutuante de 25 °C/35 °C após a décima quinta geração, onde não foi possível continuar com a criação dos insetos, devido a morte destes.

As liberações de *T. podisi* devem ser evitadas nos períodos mais quentes do dia, pois verificou-se que, nos experimentos de biologia e capacidade de parasitismo de *T. podisi* após criação em diferentes regimes de temperatura por 30 gerações, a

exposição dos insetos a altas temperaturas, como em 35 °C constante, acarretou redução no número de ovos parasitados, na porcentagem de emergência, na razão sexual e na longevidade das fêmeas parentais. Já quando os insetos foram expostos a 30 °C, a longevidade das fêmeas e o número de ovos parasitados por estas nos experimentos de capacidade de parasitismo, bem como a razão sexual da prole, foram reduzidos.

A interferência negativa nos parâmetros citados se deve ao fato de que, possivelmente, as temperaturas de exposição de 30 °C e 35 °C excederam a faixa ideal para o desenvolvimento de *T. podisi* (ABRAM et al., 2016; CAVE, 2000; CHIHRAANE; LAUGÉ, 1996; DIXON et al., 2009). Do mesmo modo, quando avaliada a emergência de *T. podisi* em campo, através de dois métodos de liberação (pupas desprotegidas e pupas encapsuladas), Braz et. al (2021) verificaram que quando a temperatura ultrapassou 35 °C, a emergência dos parasitoides foi reduzida, independente do método de liberação, com percentuais variando entre 23,4% e 37,1%.

Uma temperatura é considerada ideal para a criação de insetos quando permite que este se desenvolva e sobreviva, bem como se reproduza eficientemente (HADDAD; PARRA; MORAES, 1999), fator que não foi observado neste trabalho quando os insetos foram expostos a 30 °C e 35 °C. Semelhantemente, Silva et al. (2018) verificaram que a exposição a temperatura constante de 35 °C acarretou redução no número de ovos parasitados e na emergência da prole.

Em relação às três temperaturas de exposição testadas (25, 30 e 35 °C) no presente trabalho, independente do regime de criação de *T. podisi*, verificou-se que, no geral, a temperatura de exposição de 35 °C causou interferência negativa nos parâmetros biológicos avaliados em comparação com o número de ovos parasitados pelas fêmeas expostas a 25 °C e 30 °C. Resultados similares foram relatados previamente (CHAVES et al., 2021; SILVA et al., 2018; TAGUTI et al., 2019; YEARGAN, 1980).

A exemplo, quando os parasitoides de ovos *T. podisi* foram expostos às temperaturas constantes de 17, 20, 25, 28 e 32 °C, Torres et al. (1997) observaram redução na emergência dos insetos expostos as duas temperaturas extremas (17 e 32). Já Chaves et al. (2021) avaliaram a influência das temperaturas 16, 19, 22, 25, 28, 31 e 33 °C nos parâmetros biológicos de *T. podisi* e verificaram que as temperaturas de 16 °C e 33 °C interferiram no período de desenvolvimento ovo-

adulto e causaram redução na emergência da prole. Assim, verifica-se que exposição a altas temperaturas resulta em perda de eficiência do produto (BRAZ et al., 2021), pois *T. podisi*, inseto já registrado para o controle de *E. heros*, é criado em laboratório em condições ideais de acordo com suas necessidades fisiológicas e, no momento da liberação, encontra condições adversas, as quais podem resultar em redução na emergência dos insetos e, conseqüentemente, na eficiência em campo.

Por serem ectotérmicos, a taxa metabólica e o consumo de lipídios de *T. podisi* dependem da temperatura externa, sendo assim, a alocação de lipídios adquiridos durante o estágio larval determinam o sucesso reprodutivo ao longo da vida do parasitoide (ABRAM et al., 2016; BERGER; WALTERS; GOTTHARD, 2008; COLINET; BOIVIN; HANCE, 2007). Assim, a redução na longevidade de *T. podisi* causada por temperaturas extremas e, conseqüentemente, o menor número de ovos parasitados, podem estar relacionados com a incapacidade de lipogênese, fenômeno observado para a maioria das espécies de parasitoides (DENIS et al., 2011; VISSER; ELLERS, 2008).

Ademais, verificou-se que os insetos expostos a 30 °C e 35 °C apresentaram período de desenvolvimento ovo-adulto mais rápido em relação àqueles expostos a 25 °C. Isso se deve ao fato de que, com o aumento da temperatura de exposição, a atividade metabólica de *T. podisi* aumenta, conseqüentemente, há maior gasto energético e o desenvolvimento se dá com maior velocidade, fator que pode ser vantajoso para o CBA do percevejo-marrom. A redução no período de desenvolvimento conforme há aumento da temperatura também foi relatada para *T. podisi* em ovos de *E. heros* (CHAVES et al., 2021), e em ovos de *D. melacanthus* e *P. nigrispinus* (TAGUTI et al., 2019), para *Telenomus remus* Nixon, 1937 (Hymenoptera: Platygasteridae) em ovos de lagartas do gênero *Spodoptera* (BUENO et al., 2008; POMARI et al., 2012), para *Trissolcus teretis* Johnson, 1987 (Hymenoptera: Scelionidae) em ovos de *E. heros* e *D. melacanthus* (CORDEIRO; BUENO, 2021) e para espécies do gênero *Trichogramma* em ovos de diferentes hospedeiros (BUENO; PARRA; BUENO, 2009; CARVALHO et al., 2017; DEL PINO et al., 2020; PRATISSOLI; PARRA, 2000).

No entanto, conforme verificado neste trabalho, embora o período de desenvolvimento tenha sido mais rápido após exposição a altas temperaturas, os demais parâmetros biológicos do parasitoide foram afetados negativamente, principalmente o número de ovos parasitados. Levando em consideração que o

inseto será criado em laboratório para ser liberado em campo, o qual encontrará condições adversas como temperaturas extremas (BRAZ et al., 2021), apenas ter o período de desenvolvimento ovo-adulto mais rápido não é um fator vantajoso e que conferirá maior eficiência de parasitismo em campo. Além disso, em exposições prolongadas a altas temperaturas, o desenvolvimento do inseto é prejudicado, causando mortalidade deste (BUENO et al., 2008; SILVA et al., 2018).

Em relação aos parâmetros morfométricos de *T. podisi* após criação em diferentes regimes de temperatura, embora as fêmeas criadas em regime constante de 25 °C apresentaram maior comprimento total em relação as fêmeas dos demais regimes de criação na primeira geração, foi verificado que mesmo após 30 gerações, os parâmetros morfométricos dos insetos não sofreram alterações significativas que impedissem a eficiência do parasitismo em ovos de *E. heros*, visto que não houve interação entre a primeira e a trigésima gerações de *T. podisi*. No entanto, os demais parâmetros biológicos de *T. podisi* devem ser considerados ao determinar a temperatura da criação massal do parasitoide em laboratório para posterior liberação destes em campo.

Assim, verifica-se que a criação de *T. podisi* pode ser realizada tanto em 25 °C constante, quanto em temperatura flutuante de 20 °C (12h)/30 °C (12h), pois o inseto se adapta a flutuação de temperatura e os parâmetros biológicos não sofrem alterações que coloquem em risco a população, bem como a eficiência destes. Além disso, é possível inferir que o parasitoide possa ser liberado em todas as regiões produtoras de soja no Brasil, pois tolera e se adapta as flutuações de temperatura que ocorrem em campo, desde que o momento da liberação dos parasitoides seja realizado corretamente.

Embora a eficiência de *T. podisi* seja comprovada no controle de *E. heros*, a liberação destes foi realizada apenas em uma área de 200.000 hectares no Brasil, enquanto a área total plantada de soja no país é de 40 milhões de hectares (CONAB, 2021; PARRA; COELHO, 2022). Por isso, novos estudos devem ser sempre realizados, a fim de difundir a utilização do parasitoide de ovos em campo.

Visto que, atualmente, as liberações de *T. podisi* são realizadas quando os insetos estão em fase de pupa e que as fêmeas emergem 24 horas após os machos em campo, sendo assim, sofrem com as condições ambientais (BUENO et al., 2012), uma alternativa para reduzir a influência das temperaturas extremas na eficiência do inseto a campo e que deve ser estudada é a liberação de *T. podisi* já

adulto e alimentado. Assim, as fêmeas já copuladas serão liberadas, para que possam realizar o parasitismo e o CBA de *E. heros* em campo.

Além disso, a automatização dos processos de criação em laboratório, bem como formulação de dieta artificial adequada de acordo com as necessidades fisiológicas de *E. heros* são exemplos de estudos importantes para melhorar a criação massal de *T. podisi*. Ademais, definir o melhor método de liberação dos parasitoides, bem como a logística e armazenamento destes durante o transporte, também se tornam necessários para manter a eficiência dos parasitoides em campo (PARRA; COELHO, 2022).

Outro fator a ser considerado é que as biofábricas que possuem o registro do parasitoide se concentram na região Sudeste do Brasil, porém as áreas plantadas de soja também estão presentes em outras regiões, assim a logística por muitas vezes é dificultada. Isso ocorre porque durante o transporte os parasitoides podem sofrer com as oscilações de temperatura, principalmente durante longas distâncias. Por serem organismos vivos e como visto no presente trabalho, oscilações na temperatura e temperaturas extremas podem acelerar ou retardar o desenvolvimento dos insetos (BRAZ et al., 2021), fazendo com que a emergência destes ocorra antes ou após o previsto, perdendo o *timing* de aplicação de acordo com o monitoramento e com os níveis de controle do inseto-praga no campo, o que acarreta ineficiência do CBA de *E. heros*. Assim, enfatiza-se a necessidade de estudos quanto a melhorias na criação massal, para aumentar a utilização de *T. podisi* no controle do percevejo-marrom em áreas plantadas de soja.

3.7 CONCLUSÃO

Conclui-se que os regimes de criação com temperatura de 25 °C constante e 20 °C (12h)/30 °C(12h) flutuante são os recomendados para criações do parasitoide, por apresentarem os melhores parâmetros biológicos e capacidade de parasitismo em ovos de *E. heros*.

4 ARTIGO B: INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA EM CONDIÇÕES DE CAMPO NA EMERGÊNCIA DE *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae) CRIADO EM REGIMES DE TEMPERATURA CONSTANTE E FLUTUANTE

4.1 RESUMO

Esse trabalho teve como objetivo avaliar a influência da temperatura a campo na emergência de *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae), em pupas encapsuladas e desprotegidas depositadas em diferentes locais das plantas de soja, após criação em regimes de criação com temperatura constante e flutuante. Para isso, *T. podisi* foi multiplicado em laboratório, a partir da mesma geração, em dois regimes de temperatura (tratamentos): temperatura constante de 25 °C (controle) e temperatura flutuante de 20 °C/30 °C. Foram realizados dois experimentos independentes, com delineamento experimental de blocos ao acaso em esquema fatorial 4 x 2, sendo o primeiro: quatro locais de deposição das pupas encapsuladas na liberação (terço inferior, terço mediano, terço superior das plantas e entre as linhas de plantio) e dois regimes de temperatura de criação (temperatura constante de 25 °C e temperatura flutuante de 20 °C/30 °C) e o segundo: quatro locais de deposição das pupas desprotegidas na liberação (terço inferior, terço mediano, terço superior das plantas e entre as linhas de plantio) e dois regimes de temperatura (temperatura constante de 25 °C e temperatura flutuante de 20 °C/30 °C). Cada experimento constou de 5 repetições, contendo 40 pupas de cada regime de temperatura de criação dos parasitoides e cada repetição foi composta por um ponto de liberação. Em relação aos regimes de criação, no geral, não houve diferença na emergência dos parasitoides após exposição as temperaturas de campo. No entanto, verificou-se redução na emergência de *T. podisi* de ambos os regimes de criação após o registro de altas temperaturas. Além disso, observou-se que os parasitoides de ovos podem ser liberados em pupas encapsuladas ou desprotegidas, pois não há diferenças expressivas nos percentuais de emergência destes. *Telenomus podisi* é capaz de tolerar oscilações de temperatura que ocorrem em campo, desde que estas não ultrapassem a faixa ideal para sua emergência, devendo-se respeitar o momento correto para liberação.

Palavras-chave: Controle biológico; Parasitoide de ovos; Criação massal

4.2 ABSTRACT

This work aimed to evaluate the influence of temperature in the field on the emergence of *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae), in encapsulated and unprotected pupae deposited in different locations of soybean plants, after rearing in constant and fluctuating temperature. For this, *T. podisi* was reared in the laboratory, from the same generation, in two temperature regimes (treatments): constant temperature of 25 °C (control) and fluctuating temperature of

20 °C/30 °C. Two independent bioassays were carried out, with a randomized block experimental design in a 4 x 2 factorial scheme, the first being: four places of deposition of the encapsulated pupae in the release (lower third, middle third, upper third of the plants and between the planting lines) and two rearing temperature regimes (constant temperature of 25 °C and fluctuating temperature of 20 °C/30 °C) and the second: four deposition sites of unprotected pupae upon release (lower third, middle third, upper third of plants and between planting rows) and two temperature regimes (constant temperature of 25 °C and fluctuating temperature of 20 °C/30 °C). Each bioassay consisted of 5 repetitions, containing 40 pupae from each temperature regime of parasitoid rearing and each repetition was composed of a release point. Regarding the rearing regimes, in general, there was no difference in the emergence of parasitoids after exposure to field temperatures. However, there was a reduction in the emergence of *T. podisi* from both rearing regimes after recording high temperatures. In addition, it was observed that egg parasitoids can be released in encapsulated or unprotected pupae, as there are no significant differences in their emergence percentages. *Telenomus podisi* is capable of tolerating temperature fluctuations that occur in the field, as long as they do not exceed the ideal range for their emergence, and the correct moment for release is respected.

Keywords: Biological control; Egg parasitoid; Mass rearing

4.3 INTRODUÇÃO

A produção da soja é afetada pelo ataque de insetos, que quando não manejados corretamente, reduzem significativamente a produtividade da lavoura (BUENO et al., 2011b; CORRÊA-FERREIRA; DE AZEVEDO, 2002; PAZ-NETO; QUERINO; MARGARÍA, 2015). Entre as espécies pragas, destaca-se o percevejo-marrom *Euschistus heros* Fabricius, 1798 (Hemiptera: Pentatomidae), que é uma praga-chave e atualmente considerado a principal praga da cultura, principalmente na região Neotropical, por causar prejuízos relacionados à qualidade e ao rendimento do produto final (CONTE et al., 2017; DEPIERI; PANIZZI, 2011; GODOY et al., 2010).

Entre as estratégias de manejo do percevejo-marrom, o controle biológico aumentativo (CBA) vêm tendo sua adoção crescendo ao redor do mundo em torno de 10 a 20% todos os anos (PARRA; COELHO JUNIOR, 2019). O CBA consiste na liberação de uma grande quantidade de inimigos naturais no agroecossistema para o manejo da praga e é uma ferramenta crucial para a redução no uso de inseticidas utilizados no manejo de percevejos (PARRA, 2014). Dentre os inimigos naturais existentes, os parasitoides de ovos, como *Telenomus podisi* Ashmead, 1893

(Hymenoptera: Scelionidae) estão entre os principais agentes de controle biológico de pentatomídeos, com preferência em parasitar ovos de *E. heros* (QUEIROZ et al., 2018; SILVA et al., 2018).

Entretanto, a eficiência do CBA utilizando parasitoides de ovos no manejo de populações de percevejos da soja pode ser limitado por fatores ambientais, como a ocorrência de altas temperaturas a campo, as quais podem causar impactos negativos a *T. podisi*, como redução na emergência dos insetos, impossibilitando que o controle seja realizado (BRAZ et al., 2021). Deve-se enfatizar que as liberações de *T. podisi* em campo, na maioria das vezes, é realizada próximo da emergência do inseto, quando este está em fase de pupa, ou seja, fase imóvel. Além disso, a emergência dos machos dos parasitoides ocorre anterior a emergência das fêmeas para essa espécie e por isso, estas acabam sofrendo mais com a exposição a altas temperaturas (BRAZ et al., 2021), pois não é possível realizar a busca por abrigo para se proteger de condições adversas.

A influência da temperatura nos parâmetros biológicos pode ser acentuada quando estes insetos são criados em laboratório em condições consideradas ideais de temperatura para posterior liberação a campo em programas de CBA (BUENO et al., 2012; CORRÊA-FERREIRA, 1993; SILVA et al., 2018). Após sua liberação, os parasitoides encontram condições abióticas variáveis e por vezes adversas, as quais podem interferir no parasitismo e na emergência, culminando com o aumento da mortalidade dos insetos liberados e na diminuição de eficiência de controle da liberação realizada. Como alternativa, a aclimação térmica dos parasitoides em laboratório, com diferentes regimes de temperatura de criação, pode ser uma ferramenta importante, visando uma melhor adaptação dos insetos a temperaturas extremas e evitando a mortalidade destes em campo (BAHAR; SOROKA; DOSDALL, 2012; CASTELLANOS et al., 2019; DELAVA; FLEURY; GIBERT, 2016).

O regime de criação de *T. podisi* interfere diretamente nos parâmetros biológicos do parasitoide em laboratório. A criação de *T. podisi* em regimes de temperatura constante e flutuante por quatro gerações demonstrou que o inseto se adapta as oscilações de temperatura, apresentando melhor desempenho em regime flutuante (CASTELLANOS et al., 2019). No entanto, além do regime de criação em laboratório, as variáveis ambientais do campo, principalmente a temperatura, podem interferir negativamente no desempenho do parasitoide, fator importante a ser verificado para o sucesso do CBA de *E. heros* com a utilização de *T. podisi*.

Devido a isso, estudos sobre a criação massal de *T. podisi* em diferentes regimes de temperaturas, bem como verificar a influência da temperatura de campo na emergência dos inimigos naturais, são necessários. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da temperatura de campo na emergência de *T. podisi*, após criação em regimes de temperatura constante (25 °C) e flutuante (20 °C [12h]/ 30 °C [12h]) em cultivo da soja no estágio reprodutivo, utilizando pupas desprotegidas e pupas encapsuladas distribuídas em diferentes posições nas plantas.

4.4 MATERIAL E MÉTODOS

4.4.1 Criação e manutenção de *E. heros* e *T. podisi*

Euschistus heros foi originalmente coletado em campos de soja em Londrina, Paraná, Brasil (S 23° 11' 11.7"; WO 51° 10' 46.1") e mantido no Laboratório de Criação de Percevejos da Embrapa Soja em salas climatizadas (25 ± 2 °C, umidade de 60 ± 10% e fotoperíodo de 14/10h (Claro/Escuro) (PERES; CORRÊA-FERREIRA, 2004; SILVA et al., 2008). Anualmente, novos percevejos de campo foram introduzidos na criação de laboratório para manter a variabilidade genética da população.

Machos e fêmeas de *E. heros* foram acondicionados em recipientes de plástico translúcidos com capacidade de 900 mL (gaiolas) (20 x 20 x 25 cm), forrados com papel filtro e com um pedaço de tecido ou algodão cru, para realização da postura. Como alimento foi cedido, a cada 48 horas, vagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), grãos de soja (*Glycine max* L.) e amendoim-cavalo (*Arachis hypogaea* L.). Dentro das gaiolas foi disponibilizado um tecido branco de algodão (15 cm²) para oviposição. Os ovos foram coletados e utilizados para a criação e manutenção dos percevejos, utilização na criação dos parasitoides ou armazenados em nitrogênio líquido (-196 °C) para utilização nos experimentos.

A criação de *T. podisi* iniciou-se com parasitoides (ovos de *E. heros* parasitados) coletados em campos de soja em Londrina, Paraná, Brasil (S 23° 11' 11.7"; WO 51° 10' 46.1"), durante o ano de 2015 e mantidos no Laboratório de Parasitoides da Embrapa-Soja em sala climatizada (25 ± 2 °C, fotoperíodo de 12/12 (C/E) e umidade relativa de 60 ± 10%) (PERES; CORRÊA-FERREIRA, 2004). Os

insetos foram enviados para identificação taxonômica, identificados como *T. podisi* e depositados na “Coleção de Insetos Entomófagos Oscar Monte”, no Instituto Biológico de Campinas, Campinas, São Paulo Brasil, com *voucher specimens* IBCB 003272 a 003333.

Para a criação, foram utilizados recipientes plásticos translúcidos (capacidade de 1000 mL, altura de 25 cm e diâmetro de 14,8 cm). Em cada recipiente foi acondicionada uma cartela de papel cartão branco (12 cm x 10 cm), contendo ovos de *E. heros* (provenientes da criação ou já armazenados em nitrogênio líquido a -196 °C). Os ovos foram colados no papel cartão com cola atóxica branca diluída em água e ofertados aos parasitoides. Após 24 horas, as cartelas foram retiradas e alocadas em novos recipientes plásticos, tampados com plástico filme de PVC até a emergência dos adultos, para manutenção das criações. Como alimentação, filetes de mel foram disponibilizados na parede dos recipientes plásticos, vedados com filme plástico PVC.

4.4.2 Criação de *T. podisi* em regimes de temperatura constante e flutuante

Telenomus podisi foi multiplicado em laboratório a partir da mesma geração (geração zero com no mínimo 1000 insetos) por 27 gerações em diferentes regimes de temperatura, conforme descrito no item 4.4.1. As criações nos diferentes tratamentos foram realizadas em câmaras climatizadas em suas respectivas temperaturas por sucessivas gerações e as condições climáticas em cada tratamento monitoradas por Data Loggers. Os tratamentos utilizados foram:

- 1) Criação em temperatura constante de 25 °C (tratamento controle) com fotoperíodo de 12/12 h C/E e U.R de 60 ± 10%;
- 2) Criação em temperatura flutuante: 30 °C durante 12 horas de fotofase e 20 °C durante 12 horas de escotofase e U.R de 60 ± 10%;

O tratamento controle teve a temperatura mantida constante ao longo do dia, com fotoperíodo de 12/12 h C/E. O tratamento com regime de temperatura flutuante constou de duas fases diárias de 12 h, com a temperatura máxima de 30 °C com 12 h durante a fase clara e a temperatura mínima de 20 °C com 12 h durante a fase escura.

4.4.3 Emergência de *T. podisi* em campo, criados em regimes de temperatura constante e flutuante

O experimento foi conduzido no campo experimental da Embrapa, Londrina, Paraná, Brasil (S 23° 11' 11.7"; WO 51° 10' 46.1"), durante as safras 2019/2020 e 2020/2021, nos meses de Janeiro a Março de seu respectivo ano. A cultivar BRS 1001 IPRO® foi semeada no espaçamento de 45 cm entre linhas com 12 plantas por metro em um sistema de semeadura direta.

Foram realizados dois experimentos independentes, ao longo do ciclo de desenvolvimento da soja, com delineamento experimental de blocos ao acaso em esquema fatorial 4 x 2, sendo 1) quatro locais de deposição das pupas encapsuladas na liberação (terço inferior, terço mediano, terço superior das plantas e entre as linhas de plantio) e dois regimes de temperatura de criação (temperatura constante de 25 °C e temperatura flutuante de 20 °C/30 °C) (Figura 4.1A) e 2) quatro locais de deposição das pupas desprotegidas na liberação (terço inferior, terço médio, terço superior das plantas e entre as linhas de plantio) e dois regimes de temperatura (temperatura constante de 25 °C e temperatura flutuante de 20 °C/30 °C) (Figura 4.1B).

Cada experimento constou de 5 repetições, contendo 40 pupas de cada regime de temperatura de criação dos parasitoides e cada repetição foi composta por um ponto de liberação. Além disso, em cada estágio fenológico da soja, para cada safra, a geração de parasitoides utilizada para os experimentos foi diferente, conforme Tabela 4.1

Tabela 4. 1 - Estágios fenológicos do ciclo de desenvolvimento da soja em que ocorreram as liberações de *Telenomus podisi* provenientes de regimes de criação em temperatura constante (25 °C) e flutuante (20 °C [12h]/ 30 °C [12h]) e as respectivas gerações do parasitoide, nas safras de 2019/2020 e 2020/2021.

Safra 2019/2020		Safra 2020/2021	
Estágio fenológico	Geração de <i>T. podisi</i> no regime de criação	Estágio fenológico	Geração de <i>T. podisi</i> no regime de criação
R ₁	9	R ₁	*
R ₂	*	R ₂	24
R ₃	10	R ₃	25
R ₄	11	R ₄	*
R ₅	12	R ₅	26

R ₆	13	R ₆	27
----------------	----	----------------	----

* Não foi possível realizar o experimento nos estágios fenológicos identificados, devido às chuvas no momento da liberação.

Anteriormente a liberação, 40 ovos de *E. heros* parasitados por *T. podisi* proveniente de cada tratamento, aproximadamente 24 horas antes da emergência, foram colados em papel cartão branco (pupas desprotegidas) ou encapsulados em cápsula comercial Agribela[®]. Os ovos parasitados colados em papel cartão (pupas desprotegidas) e encapsulados foram fixados em diferentes locais onde estes podem ser depositadas durante a liberação em campo (terço inferior, terço mediano, terço superior das plantas e entre as linhas de plantio de soja) (BRAZ et al., 2021). Esse procedimento foi repetido ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura, a partir do estágio reprodutivo de desenvolvimento, nos seguintes estádios: R₁, R₂, R₃, R₄, R₅ e R₆ (FEHR, 1971).

Em cada ponto de liberação, um termômetro com 8 sensores de temperatura LM35 com placa controladora Arduino para registro da temperatura foi instalado para cada experimento (Figura 4.1). Os sensores foram produzidos com uma placa controladora Arduino Promini, modelo 18B20 e a programação foi realizada com código na linguagem C++, utilizando a plataforma Arduino IDE Dallas Instrument[®]. O monitoramento da temperatura do equipamento é de -55 a 100 °C ± 0,5 °C. Os dados de temperatura foram computados para posterior avaliação.

Após 24 horas de cada liberação, as pupas foram recolhidas e levadas ao laboratório para avaliação. Os parâmetros avaliados foram porcentagem de emergência em cada ponto de liberação [emergência = (número de ovos com o orifício de emergência/número de ovos retirados do campo) x 100], além da temperatura mínima, média e máxima nos diferentes pontos e modos em que essas pupas foram expostas em campo (BRAZ et al., 2021).

Figura 4. 1 - Ilustração da montagem dos sensores de temperatura, nos experimentos, nas respectivas posições de liberação (terço inferior, terço mediano, terço superior das plantas e entre as linhas de plantio) de *Telenomus podisi*. A) Experimento 1: Pupas encapsuladas; B) Experimento 2: Pupas desprotegidas.

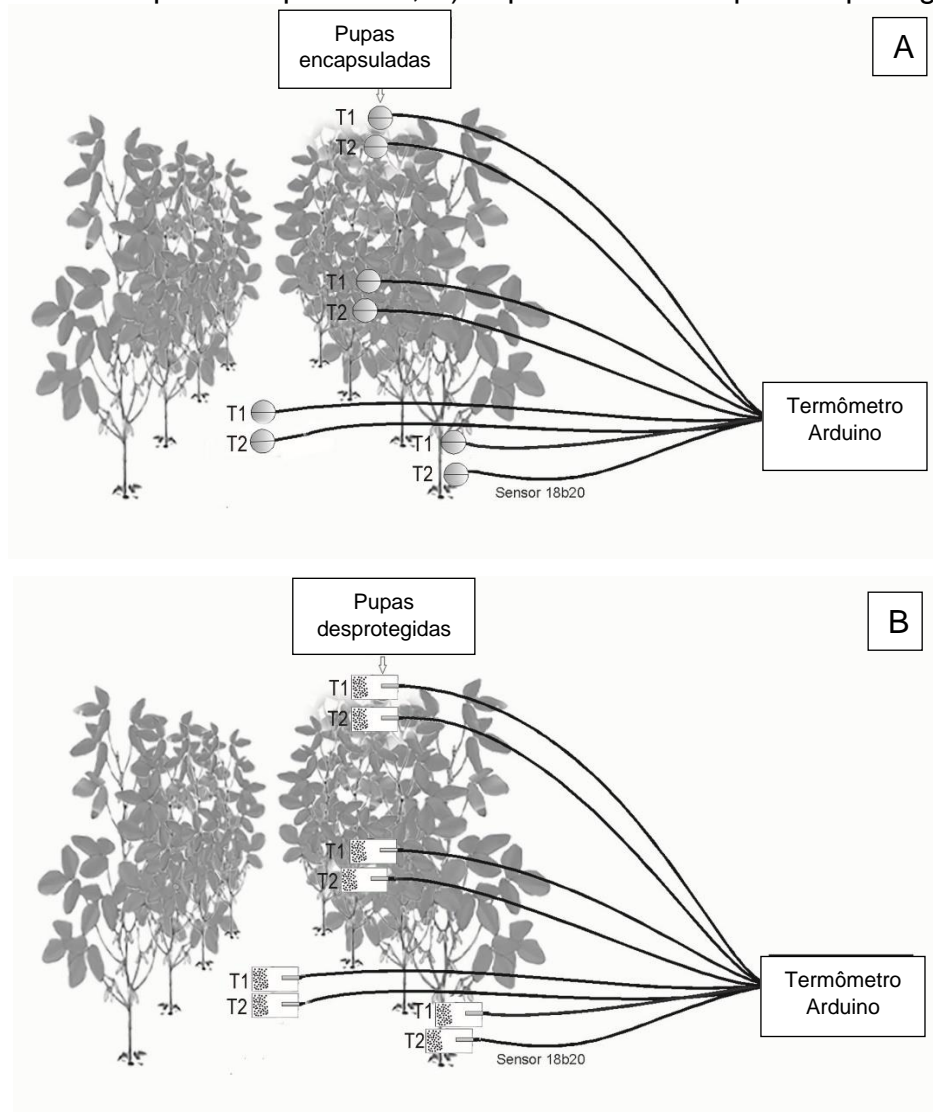


Ilustração: Adair Carneiro.

4.4.4 Análise Estatística

Os dados da emergência de *T. podisi* a campo, criados em diferentes temperaturas, bem como os dados coletados de temperatura mínima, média e máxima foram submetidos à análise exploratória para avaliar as pressuposições de normalidade dos resíduos (SHAPIRO; WILK, 1965) e homogeneidade de variância dos tratamentos (BURR; FOSTER, 1972). Em seguida, foi realizada ANOVA fatorial e as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade,

através do software R Bio.

Para se adequar aos pressupostos da ANOVA, foi realizada transformação arcosseno $\sqrt{\frac{x}{100}}$ para os dados de emergência de *T. podisi* no estágio fenológico da soja R₃ na safra 2019/2020, para as pupas encapsuladas. A transformação \sqrt{x} foi realizada para os dados de temperatura média e máxima das pupas desprotegidas e da temperatura máxima para as pupas encapsuladas, ambas no estágio R₃, na safra 2019/2020. A transformação $\log x$ foi realizada para os dados de temperatura máxima do experimento com pupas encapsuladas e temperatura mínima do experimento com as pupas encapsuladas da safra 2019/2020.

Para a safra de 2020/2021, foi realizada transformação \sqrt{x} para os dados de temperatura mínima do experimento com pupas desprotegidas e temperatura média e mínima das pupas encapsuladas do estágio fenológico R₁. Para o estágio R₅, foi realizada a transformação \sqrt{x} para os dados de temperatura mínima do experimento com pupas desprotegidas e temperatura média do experimento com pupas encapsuladas. No estágio R₆, foi realizada a mesma transformação para os dados de temperatura média do experimento com pupas desprotegidas.

4.5 RESULTADOS

Não houve interação significativa entre os fatores de posição das pupas na liberação (terço superior, terço médio, terço inferior e entre linhas de plantio) e regime de criação de *T. podisi* na safra de 2019/2020 para os estádios fenológicos em que as liberações ocorreram (Tabelas 4.2; 4.3 e 4.4). Na liberação de pupas encapsuladas de *T. podisi*, no estágio fenológico da soja em R₁, verificou-se que houve diferença significativa entre a temperatura máxima registrada nos locais de liberação. As temperaturas mais altas foram registradas para os terços superior e médio das plantas (28,2 °C), em comparação ao terço inferior e entre as linhas de plantio da soja (27,1 °C e 27,3 °C, respectivamente). Não houve diferença significativa nos percentuais de emergência de *T. podisi* quanto a posição de liberação, bem como para os regimes de criação constante e flutuante. No entanto, verificou-se que os insetos provenientes dos tratamentos controles apresentaram maiores percentuais de emergência em relação aos insetos que foram liberados em campo (Tabela 4.2).

Em relação a liberação de pupas desprotegidas em R₁, verificou-se que os maiores percentuais de emergência ocorreram no terço inferior e entre as linhas de plantio da soja (85,5% e 75,1%, respectivamente), em comparação com a emergência de pupas liberadas no terço superior e terço médio das plantas (38,0% e 53,9%, respectivamente). Do mesmo modo, verificou-se que nos locais de liberação em que ocorreram os maiores percentuais de emergência, as temperaturas mínima e média foram mais altas em relação ao terço superior e médio. Para os regimes de temperatura de criação de *T. podisi*, não houve diferença significativa para os parâmetros avaliados, à exceção da porcentagem de emergência dos insetos que foram liberados em campo, os quais apresentaram redução no parâmetro, em relação a porcentagem de emergência dos insetos dos tratamentos controle (Tabela 4.2).

Tabela 4. 2 - Emergência (%) de *Telenomus podisi* e temperatura (°C) obtidas em liberações de pupas encapsuladas e desprotegidas, criadas em diferentes regimes de temperatura por nove gerações, quando depositadas em posições distintas em soja, com plantas no estágio de desenvolvimento R₁ na safra de 2019/2020.

Safra 2019/2020 – PUPAS ENCAPSULADAS					
Parâmetro		Temperatura (°C)			Emergência (%)
		Mínima	Máxima	Média	
Posição	Terço superior	21,3 ± 0,6 ^{ns}	28,2 ± 0,9 a	23,0 ± 0,8 ^{ns}	50,7 ± 4,9 ^{ns}
	Terço médio	21,4 ± 0,6	28,2 ± 1,2 a	22,8 ± 0,4	62,6 ± 5,3
	Terço inferior	21,6 ± 0,5	27,1 ± 0,8 b	22,9 ± 0,4	55,2 ± 4,6
	Entre linhas	21,7 ± 0,6	27,3 ± 0,9 b	23,1 ± 0,5	56,0 ± 4,7
Regime de criação (RC)	25 °C	21,4 ± 0,5 ^{ns}	27,7 ± 1,0 ^{ns}	22,9 ± 0,7 ^{ns}	57,2 ± 4,8 b
	20 °C / 30 °C	21,6 ± 0,6	27,8 ± 1,0	23,0 ± 0,5	55,0 ± 5,0 b
Controle (laboratório)	25 °C	-	-	-	73,7 ± 1,4 a
	20 °C / 30 °C	-	-	-	73,1 ± 1,81 a
Estatística	F _{posição}	3,02	6,18	1,46	0,34
	F _{RC}	3,79	0,09	0,27	6,35
	F _{posição*RC}	0,27	0,45	1,59	0,52
	ρ _{posição}	0,04	0,002	0,24	0,79
	ρ _{RC}	0,06	0,76	0,60	0,007
	ρ _{posição*RC}	0,84	0,71	0,21	0,66
Safra 2019/2020 – PUPAS DESPROTEGIDAS					
Parâmetro		Temperatura (°C)			Emergência (%)
		Mínima	Máxima	Média	
Posição	Terço superior	21,2 ± 0,4 ^{ns}	28,9 ± 0,9 ^{ns}	22,7 ± 0,5 ^{ns}	38,0 ± 6,2 b
	Terço médio	21,5 ± 0,6	28,1 ± 1,1	22,8 ± 0,5	53,9 ± 6,1 b
	Terço inferior	22,0 ± 0,5	28,8 ± 1,2	23,2 ± 0,5	85,5 ± 3,0 a
	Entre linhas	21,9 ± 0,6	28,9 ± 1,5	23,3 ± 0,5	75,1 ± 5,1 a
Regime de criação (RC)	25 °C	21,6 ± 0,7 ^{ns}	28,7 ± 1,3 ^{ns}	23,0 ± 0,6 ^{ns}	60,0 ± 5,9 b
	20 °C / 30 °C	21,7 ± 0,6	28,6 ± 1,3	23,0 ± 0,6	66,7 ± 5,8 b
Controle (laboratório)	25 °C	-	-	-	76,87 ± 1,3 a
	20 °C / 30 °C	-	-	-	75,62 ± 2,0 a
Estatística	F _{posição}	11,41	1,38	11,22	5,52
	F _{RC}	0,54	0,10	0,22	8,45
	F _{posição*RC}	0,10	0,22	0,12	0,98

$p_{\text{posição}}$	0,25	0,26	0,76	0,004
p_{RC}	0,46	0,74	0,63	0,01
$p_{\text{posição} \times RC}$	0,95	0,87	0,93	0,41

Médias \pm EPM seguidas pela mesma letra na coluna (minúscula para o parâmetro posição e maiúscula para o parâmetro tratamento) não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$); ^{ns}ANOVA não significativa ($p > 0,05$).

Na liberação de pupas encapsuladas de *T. podisi* no estágio fenológico R₃, na safra de 2019/2021, a temperatura mais baixa foi registrada no terço superior (19,7 °C), em relação a posição nas entre linhas de plantio da soja (20,3 °C). Já em relação a temperatura média, verificou-se que no terço médio, esta foi mais baixa em relação ao terço superior e nas entre linhas de plantio (Tabela 4.3). A emergência dos parasitoides não sofreu interferência nos diferentes locais de deposição das pupas, nem com o regime de temperatura de criação, bem como em relação aos insetos provenientes dos tratamentos controle.

Já para a liberação de pupas desprotegidas na safra 2019/2020 no estágio fenológico R₃, as temperaturas mais baixas foram registradas nos terços superior e médio das plantas, com médias de 25,4 °C e 24,9 °C, respectivamente. Em relação a emergência dos parasitoides, verificou-se que *T. podisi* liberado nas entre linhas da soja apresentou menor percentual em relação aos liberados no terço inferior. Para os tratamentos com diferentes regimes de temperatura, verificou-se que os insetos criados em regime de temperatura flutuante apresentaram redução na porcentagem de emergência em relação a emergência dos insetos criados em temperatura flutuante do tratamento controle (Tabela 4.3).

Tabela 4. 3 - Emergência (%) de *Telenomus podisi* e temperatura (°C) obtidas em liberações de pupas encapsuladas e desprotegidas, criadas em diferentes regimes de temperatura por dez gerações, quando depositadas em posições distintas em soja, com plantas no estágio de desenvolvimento R₃ na safra de 2019/2020.

Safra 2019/2020 – PUPAS ENCAPSULADAS					
Parâmetro		Temperatura (°C)			Emergência (%) ²
		Mínima ¹	Máxima	Média	
Posição	Terço superior	19,7 ± 1,9 b	39,7 ± 2,8 ^{ns}	25,5 ± 1,7 a	49,2 ± 4,5 ^{ns}
	Terço médio	19,8 ± 1,9 ab	38,1 ± 2,9	24,9 ± 1,6 b	49,5 ± 4,2
	Terço inferior	20,2 ± 1,8 ab	36,9 ± 2,7	25,2 ± 1,7 ab	48,0 ± 4,0
	Entre linhas	20,3 ± 1,7 a	37,7 ± 2,7	25,6 ± 1,5 a	46,6 ± 5,4
Regimes de criação	25 °C	19,9 ± 1,9 ^{ns}	38,33 ± 2,8 ^{ns}	25,2 ± 1,6 ^{ns}	49,7 ± 3,7 ^{ns}
	20 °C / 30 °C	20,1 ± 1,8	37,9 ± 2,7	25,4 ± 1,7	47,0 ± 5,0
Controle (laboratório)	25 °C	-	-	-	58,12 ± 1,8
	20 °C / 30 °C	-	-	-	56,25 ± 2,0
Estatística	F _{posição}	4,33	2,65	4,32	0,03
	F _{RC}	0,80	0,29	0,68	0,15
	F _{posição*RC}	0,95	2,31	0,93	0,09
	p _{posição}	0,01	0,06	0,01	0,99
	p _{RC}	0,37	0,59	0,41	0,69
	p _{posição*RC}	0,42	2,31	0,43	0,96
Safra 2019/2020 – PUPAS DESPROTEGIDAS					
Parâmetro		Temperatura (°C)			Emergência (%)
		Mínima	Máxima ¹	Média ¹	
Posição	Terço superior	19,7 ± 2,0 c	38,3 ± 2,6 ^{ns}	25,4 ± 1,8 b	63,7 ± 3,3 ab
	Terço médio	19,8 ± 1,9 bc	37,6 ± 2,9	24,9 ± 1,7 b	63,2 ± 3,5 ab
	Terço inferior	20,4 ± 1,7 ab	38,3 ± 2,8	25,8 ± 1,7 a	66,7 ± 3,2 a
	Entre linhas	20,7 ± 1,6 a	37,8 ± 2,6	25,7 ± 1,6 a	54,6 ± 3,5 b
Regime de criação	25 °C	20,1 ± 1,8 ^{ns}	38,1 ± 2,7 ^{ns}	25,4 ± 1,7 ^{ns}	64,3 ± 3,3 ab
	20 °C / 30 °C	20,2 ± 1,8	38,0 ± 2,6	25,2 ± 1,6	59,8 ± 3,5 b
Controle (laboratório)	25 °C	-	-	-	68,1 ± 1,3 ab
	20 °C / 30 °C	-	-	-	70,0 ± 2,2 a
Estatística	F _{posição}	7,53	0,75	10,21	3,70
	F _{RC}	1,35	1,37	1,61	2,83
	F _{posição*RC}	0,87	2,35	0,98	2,00
	p _{posição}	0,001	0,52	0,008	0,02
	p _{RC}	0,58	0,67	0,83	0,01
	p _{posição*RC}	0,77	0,43	0,76	0,13

Médias ± EPM seguidas pela mesma letra na coluna (minúscula para o parâmetro posição e maiúscula para o parâmetro tratamento) não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$); ¹Médias originais seguidas de análise estatística realizada usando a transformação \sqrt{x} ; ²Médias originais seguidas de análise estatística realizada usando a transformação $\sqrt{\frac{x}{100}}$; ^{ns}ANOVA não significativa ($p > 0,05$).

Quando as pupas encapsuladas foram liberadas no estágio fenológico R₆ na safra de 2019/2020, as temperaturas mínimas registradas no terço médio, inferior e nas entre linhas da soja foram mais baixas (16,7 °C, 16,8 °C e 17,1 °C, respectivamente) em comparação com a temperatura mínima registrada no terço superior (17,9 °C). No entanto, a temperatura média observada junto às pupas encapsuladas liberadas nas entre linhas da soja foi mais alta em relação aos demais

locais de deposição (Tabela 4.4). Para a temperatura máxima registrada, não houve diferença entre as posições de liberação, porém, verificou-se que nos quatro locais de liberação foram registrados altos valores de temperatura, com valores entre 48,3 °C e 54,8 °C.

O percentual de emergência de *T. podisi* quando liberado encapsulado nas entre linhas da soja foi o menor registrado (4,7%), em relação aos demais locais de deposição das pupas. Apesar dos percentuais de emergência dos adultos de *T. podisi* apresentarem diferença significativa entre as posições, é possível verificar que nos quatro locais em que as pupas encapsuladas foram depositadas, foram registrados percentuais de emergência considerados baixos para *T. podisi*, com valores entre 4,7% e 28,6%, bem como altos valores de temperatura (48,3 °C a 54,8 °C). Do mesmo modo, verificou-se que os percentuais de emergência dos insetos que foram liberados no campo foram inferiores aos percentuais dos insetos provenientes dos tratamentos controle (Tabela 4.4).

Em relação a liberação de pupas desprotegidas em R₆, as temperaturas mínimas foram registradas nos terços médio e inferior das plantas (16,7 °C e 17,0 °C, respectivamente) e a temperatura máxima nas entre linhas de plantio (54,2 °C). A emergência dos parasitoides liberados não sofreu interferência de acordo com as posições de liberação, no entanto, para os quatro locais, verificou-se percentuais de emergência baixos, os quais variaram de 21,8% a 36,5%. Em relação aos regimes de temperatura de criação de *T. podisi*, verificou-se maior percentual de emergência para os insetos criados em 25 °C constante (35,4%), em relação aos criados em temperatura de 20 °C/30 °C flutuante (22,8%). No entanto, verificou-se que houve redução nos percentuais de emergência dos insetos que foram liberados em campo de ambos os regimes de criação, em relação a emergência dos insetos dos tratamentos controle (Tabela 4.4).

Tabela 4. 4 - Emergência (%) de *Telenomus podisi* e temperatura (°C) obtidas em liberações de pupas encapsuladas e desprotegidas, criadas em diferentes regimes de temperatura por 13 gerações, quando depositadas em posições distintas em soja, com plantas no estágio de desenvolvimento R₆ na safra de 2019/2020.

Safra 2019/2020 – PUPAS ENCAPSULADAS					
Parâmetro		Temperatura (°C)			Emergência (%)
		Mínima ¹	Máxima	Média	
Posição	Terço superior	17,9 ± 0,9 a	53,2 ± 3,4 ^{ns}	28,9 ± 1,1 b	26,4 ± 4,3 a
	Terço médio	16,7 ± 0,5 b	50,7 ± 3,2	28,6 ± 1,2 b	28,6 ± 5,0 a
	Terço inferior	16,8 ± 0,4 b	48,3 ± 2,5	29,0 ± 1,2 b	22,5 ± 4,5 a
	Entre linhas	17,1 ± 0,6 b	54,8 ± 2,8	30,4 ± 1,0 a	4,7 ± 3,0 b
Regime de criação	25 °C	17,1 ± 0,8 ^{ns}	52,4 ± 3,0 ^{ns}	29,3 ± 1,2 ^{ns}	25,7 ± 4,5 b
	20 °C / 30 °C	17,2 ± 0,8	51,1 ± 3,1	29,1 ± 1,1	15,5 ± 4,6 b
Controle (laboratório)	25 °C	-	-	-	73,1 ± 2,5 a
	20 °C / 30 °C	-	-	-	65,6 ± 1,7 a
Estatística	F _{posição}	10,43	1,74	8,96	12,41
	F _{RC}	0,74	0,43	0,34	11,0
	F _{posição*RC}	0,27	0,13	0,53	2,32
	p _{posição}	0,01	0,18	< 0,001	0,02
	p _{RC}	0,39	0,51	0,56	< 0,001
	p _{posição*RC}	0,84	0,93	0,89	0,09
Safra 2019/2020 – PUPAS DESPROTEGIDAS					
Parâmetro		Temperatura (°C)			Emergência (%)
		Mínima	Máxima	Média	
Posição	Terço superior	17,8 ± 0,9 a	46,8 ± 3,2 b	27,6 ± 1,2 b	36,5 ± 3,9 ^{ns}
	Terço médio	16,7 ± 0,5 b	48,1 ± 2,7 b	28,3 ± 1,1 b	25,2 ± 4,4
	Terço inferior	17,0 ± 0,6 b	48,8 ± 2,8 ab	27,9 ± 1,1 b	21,8 ± 4,7
	Entre linhas	17,9 ± 0,7 a	54,2 ± 2,8 a	30,1 ± 1,0 a	32,9 ± 4,5
Regime de criação	25 °C	17,3 ± 0,8 ^{ns}	49,9 ± 3,0 ^{ns}	28,4 ± 1,2 ^{ns}	35,4 ± 4,4 b
	20 °C / 30 °C	17,5 ± 0,9	49,0 ± 2,9	28,6 ± 1,2	22,8 ± 4,1 c
Controle (laboratório)	25 °C	-	-	-	62,5 ± 1,9 a
	20 °C / 30 °C	-	-	-	58,7 ± 1,8 a
Estatística	F _{posição}	12,22	5,69	10,13	1,37
	F _{RC}	1,45	0,41	0,13	4,78
	F _{posição*RC}	0,20	0,79	0,39	0,70
	p _{posição}	0,05	0,03	0,01	0,27
	p _{RC}	0,23	0,52	0,71	0,03
	p _{posição*RC}	0,89	0,50	0,75	0,55

Médias ± EPM seguidas pela mesma letra na coluna (minúscula para o parâmetro posição e maiúscula para o parâmetro tratamento) não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$); ¹Médias originais seguidas de análise estatística realizada usando a transformação $\log x$; ^{ns}ANOVA não significativa ($p > 0,05$).

Para a liberação de *T. podisi* na safra de 2020/2021, houve interação entre os fatores posição de liberação das pupas encapsuladas de *T. podisi* e temperatura de criação apenas para a variável temperatura máxima no estágio fenológico da soja R₆. Para os demais parâmetros avaliados com as pupas encapsuladas não houve interação entre os fatores, bem como para a liberação de pupas desprotegidas, nos demais estádios fenológicos da soja em que ocorreram os experimentos (Tabelas 4.5; 4.6 e 4.7)

Na liberação de pupas encapsuladas no estágio fenológico R₂ da soja, não houve diferença significativa para nenhum parâmetro avaliado, tanto para as posições de liberação das pupas, quanto para os tratamentos com diferentes regimes de temperatura. As temperaturas mínima, máxima e média registradas variaram de 21,2 °C a 21,4 °C, de 31,8 °C a 34,2 °C e de 24,8 °C a 25,4 °C, respectivamente. Do mesmo modo, não foi verificada diferença entre a emergência de adultos de *T. podisi* encapsulados, que variou de 57,2% a 72,2% e não foi observada diferença na emergência dos adultos entre os dois regimes de temperatura de criação dos insetos liberados em campo. No entanto, em comparação a emergência dos insetos criados em temperatura constante de 25 °C oriundos do tratamento controle, houve redução na porcentagem de emergência dos insetos criados em temperatura flutuante (Tabela 4.5).

Para a liberação de pupas de *T. podisi* desprotegidas no estágio R₂, não houve diferença significativa entre as temperaturas mínima, máxima e média para os diferentes locais de deposição das pupas, bem como entre os regimes de temperatura de criação. No entanto, verificou-se que a emergência de adultos foi reduzida quando as pupas desprotegidas foram liberadas no terço inferior e nas entre linhas de plantio da soja (30,3% e 35,8%), respectivamente, em relação a emergência dos adultos quando as pupas foram depositadas nos terços superior e médio das plantas (69,9% e 63,2%, respectivamente). Do mesmo modo, verificou-se redução na porcentagem de emergência dos insetos provenientes do regime de temperatura flutuante, quando comparada com a emergência dos insetos dos tratamentos controle. Apesar de não apresentar diferença significativa entre as temperaturas máximas nas diferentes posições, no terço inferior e nas entre linhas foram registrados valores mais altos de temperatura, o que pode ter interferido na emergência dos adultos (Tabela 4.5).

Tabela 4. 5 - Emergência (%) de *Telenomus podisi* e temperatura (°C) obtidas em liberações de pupas encapsuladas e desprotegidas, criadas em diferentes regimes de temperatura por 24 gerações, quando depositadas em posições distintas em soja, com plantas no estágio de desenvolvimento R₂ na safra de 2020/2021.

Safra 2020/2021 – PUPAS ENCAPSULADAS					
Parâmetro		Temperatura (°C)			Emergência (%)
		Mínima	Máxima ¹	Média ¹	
Posição	Terço superior	21,2 ± 1,7 ^{ns}	32,8 ± 1,5 ^{ns}	25,0 ± 1,2 ^{ns}	74,2 ± 4,6 ^{ns}
	Terço médio	21,2 ± 1,8	31,8 ± 1,4	24,8 ± 1,3	68,5 ± 3,3
	Terço inferior	21,4 ± 1,7	32,3 ± 1,0	25,4 ± 1,5	57,3 ± 5,1
	Entre linhas	21,2 ± 1,6	34,2 ± 1,2	25,6 ± 1,4	57,2 ± 5,8
Regime de criação	25 °C	21,7 ± 1,6 A	32,8 ± 1,5 ^{ns}	25,3 ± 1,4 ^{ns}	69,7 ± 4,7 ab
	20 °C / 30 °C	20,7 ± 1,8 B	32,7 ± 1,7	25,1 ± 1,2	58,9 ± 5,0 b
Controle (laboratório)	25 °C	-	-	-	78,1 ± 1,7 a
	20 °C / 30 °C	-	-	-	71,2 ± 1,6 ab
Estatística	F _{posição}	0,12	2,02	0,81	1,72
	F _{RC}	4,52	0,01	0,34	2,77
	F _{posição*RC}	0,62	0,28	0,62	0,64
	$\rho_{posição}$	0,94	0,13	0,49	0,18
	ρ_{RC}	0,04	0,90	0,55	0,01
	$\rho_{posição*RC}$	0,60	0,83	0,60	0,59
Safra 2020/2021 – PUPAS DESPROTEGIDAS					
Parâmetro		Temperatura (°C)			Emergência (%)
		Mínima ¹	Máxima	Média	
Posição	Terço superior	21,2 ± 1,9 ^{ns}	31,5 ± 1,5 ^{ns}	25,0 ± 1,3 ^{ns}	69,9 ± 3,9 a
	Terço médio	20,5 ± 1,8	31,3 ± 1,5	24,6 ± 1,3	63,2 ± 4,0 a
	Terço inferior	21,8 ± 1,7	32,7 ± 1,4	25,6 ± 1,3	30,3 ± 6,3 b
	Entre linhas	21,2 ± 1,7	33,2 ± 1,7	25,6 ± 1,2	35,8 ± 5,7 b
Tratamento	25 °C	20,8 ± 1,8 ^{ns}	32,5 ± 1,6 ^{ns}	25,1 ± 1,3 ^{ns}	54,8 ± 5,9 bc
	20 °C / 30 °C	21,5 ± 1,7	31,8 ± 1,5	25,4 ± 1,2	44,8 ± 5,4 c
Controle (laboratório)	25 °C	-	-	-	73,1 ± 1,3 ab
	20 °C / 30 °C	-	-	-	78,1 ± 1,8 a
Estatística	F _{posição}	0,44	2,21	2,09	5,62
	F _{RC}	0,84	1,88	0,77	1,44
	F _{posição*RC}	0,29	0,28	0,13	0,74
	$\rho_{posição}$	0,72	0,10	0,12	0,04
	ρ_{RC}	0,36	0,18	0,38	< 0,001
	$\rho_{posição*RC}$	0,82	0,83	0,13	0,53

Médias ± EPM seguidas pela mesma letra na coluna (minúscula para o parâmetro posição e maiúscula para o parâmetro tratamento) não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$); ¹Médias originais seguidas de análise estatística realizada usando a transformação \sqrt{x} ; ^{ns}ANOVA não significativa ($p > 0,05$).

Quando as pupas encapsuladas foram liberadas no estágio de desenvolvimento R₃ da soja, a temperatura mínima mais baixa foi registrada no terço superior das plantas (19,8 °C), em relação ao terço médio, inferior e nas entre linhas de plantio da soja (20,3 °C, 20,9 °C e 20,7 °C, respectivamente). No entanto, a temperatura média registrada no terço médio foi a menor em comparação com os demais locais de deposição das pupas (Tabela 4.6). Já a emergência dos adultos de *T. podisi* quando as pupas encapsuladas foram depositadas no terço superior das

plantas foi maior (76,2%) em relação aos demais locais de liberação, com valores variando entre 57,5% e 65,2%. Para os diferentes regimes de temperatura de criação de *T. podisi* não houve diferença significativa nos parâmetros avaliados.

Na liberação de pupas desprotegidas de *T. podisi* no estágio R₃ da soja na safra de 2020/2021, observou-se que nos terços superior e médio foram registradas as temperaturas mais baixas (19,7 °C e 20,0 °C, respectivamente) em relação ao terço inferior e entre as linhas de plantio (21,5 °C e 20,7 °C, respectivamente). Já a temperatura mais alta foi registrada quando as pupas desprotegidas foram liberadas nas entre linhas de plantio (35,1 °C), em relação ao terço médio e inferior das plantas. No entanto, não houve diferença significativa entre os percentuais de emergência dos adultos de *T. podisi* para as quatro posições de liberação (Tabela 4.6).

Para os regimes de temperatura de criação dos parasitoides, não houve diferença significativa entre as temperaturas mínima, média e máxima, com valores variando de 20,4 °C e 20,5 °C, de 33,8 °C a 33,9 °C e de 23,4 °C e 23,5 °C, respectivamente. Porém, a emergência dos parasitoides criados em regime de temperatura flutuante de 20 °C/ 30 °C foi menor (46,4%) em relação a emergência dos insetos criados em temperatura constante de 25 °C (63,0%) e dos insetos provenientes dos tratamentos controle (68,9 °C e 68,1 °C, respectivamente) (Tabela 4.6)

Tabela 4. 6 - Emergência (%) de *Telenomus podisi* e temperatura (°C) obtidas em liberações de pupas encapsuladas e desprotegidas, criadas em diferentes regimes de temperatura por 25 gerações, quando depositadas em posições distintas em soja, com plantas no estágio de desenvolvimento R₃ na safra de 2020/2021.

Safra 2020/2021 – PUPAS ENCAPSULADAS					
Parâmetro		Temperatura (°C)			Emergência (%)
		Mínima	Máxima ¹	Média	
Posição	Terço superior	19,8 ± 0,6 c	31,6 ± 1,7 ^{ns}	23,3 ± 0,7 a	76,2 ± 3,2 a
	Terço médio	20,3 ± 0,7 b	32,8 ± 1,7	22,9 ± 0,8 b	57,5 ± 2,9 b
	Terço inferior	20,9 ± 0,7 a	32,6 ± 1,8	23,3 ± 0,8 a	63,6 ± 2,8 b
	Entre linhas	20,7 ± 0,8 a	32,6 ± 1,9	22,3 ± 0,7 a	65,2 ± 2,1 b
Regime de criação	25 °C	20,3 ± 0,8 ^{ns}	32,2 ± 1,7 ^{ns}	23,1 ± 0,8 ^{ns}	66,7 ± 3,2 ^{ns}
	20 °C / 30 °C	20,5 ± 0,9	32,6 ± 1,8	23,2 ± 0,8	64,6 ± 3,3
Controle (laboratório)	25 °C	-	-	-	70,6 ± 1,8
	20 °C / 30 °C	-	-	-	66,2 ± 1,3
Estatística	F _{posição}	18,58	0,65	4,40	8,36
	F _{RC}	4,17	0,09	1,07	0,62
	F _{posição*RC}	2,44	0,57	1,30	0,58
	p _{posição}	< 0,001	0,58	0,01	< 0,001
	p _{RC}	0,05	0,76	0,30	0,43
	p _{posição*RC}	0,08	0,63	0,29	0,63
Safra 2020/2021 – PUPAS DESPROTEGIDAS					
Parâmetro		Temperatura (°C)			Emergência (%)
		Mínima	Máxima	Média ¹	
Posição	Terço superior	19,7 ± 0,4 c	33,8 ± 1,2 ab	23,5 ± 0,8 b	52,4 ± 3,4 ^{ns}
	Terço médio	20,0 ± 0,6 c	32,9 ± 1,6 b	22,9 ± 0,7 c	50,7 ± 3,7
	Terço inferior	21,5 ± 0,7 a	33,4 ± 1,5 b	23,9 ± 0,8 a	54,3 ± 4,3
	Entre linhas	20,7 ± 0,5 b	35,1 ± 0,9 a	23,6 ± 0,7 ab	61,4 ± 4,5
Regime de criação	25 °C	20,4 ± 0,9 ^{ns}	33,8 ± 1,5 ^{ns}	23,5 ± 0,8 ^{ns}	63,0 ± 4,1 a
	20 °C / 30 °C	20,5 ± 0,9	33,8 ± 1,4	23,4 ± 0,8	46,4 ± 3,4 b
Controle (laboratório)	25 °C	-	-	-	68,7 ± 1,8 a
	20 °C / 30 °C	-	-	-	68,1 ± 2,1 a
Estatística	F _{posição}	1,85	8,03	1,09	1,09
	F _{RC}	2,60	5,75	5,41	13,70
	F _{posição*RC}	3,45	23,26	1,17	0,56
	p _{posição}	0,02	< 0,001	0,02	0,36
	p _{RC}	0,18	1,00	0,36	< 0,001
	p _{posição*RC}	0,15	0,85	0,33	0,64

Médias ± EPM seguidas pela mesma letra na coluna (minúscula para o parâmetro posição e maiúscula para o parâmetro tratamento) não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$); ¹Médias originais seguidas de análise estatística realizada usando a transformação \sqrt{x} ; ^{ns}ANOVA não significativa ($p > 0,05$).

Na liberação de pupas encapsuladas de *T. podisi* no estágio da soja em R₆, a temperatura máxima foi registrada no terço superior das plantas (53,8 °C), em relação aos terços médio e inferior e nas entre linhas de plantio (46,2 °C, 42,9 °C e 41,5 °C, respectivamente) (Tabela 4.7). Em relação aos regimes de temperatura de criação de *T. podisi*, a temperatura mais alta foi registrada para os insetos criados

em 25 °C constante (53,8 °C). No entanto, não houve diferença significativa nos percentuais de emergência dos adultos de *T. podisi* quando as pupas encapsuladas foram liberadas nos terços superior, médio, inferior e nas entre linhas de plantio (58,1 %, 54,9%, 58,8% e 54,1%, respectivamente), bem como quando as pupas foram criadas nos dois regimes de temperatura e liberadas no campo (57,9% e 55,0%, respectivamente) (Tabela 4.7).

Com relação a liberação de pupas desprotegidas de *T. podisi* em R₆, as temperaturas mais baixas foram registradas quando as pupas foram liberadas nos terços superior e médio das plantas (17,4 °C), quando comparada com a temperatura das entre linhas de plantio (18,4 °C). Do mesmo modo, as temperaturas mais altas registradas ocorreram nos terços superior e médio (48,6 °C e 45,4 °C, respectivamente), em relação a temperatura máxima registrada nas entre linhas de plantio da soja (41,8 °C). Com isso, também se observou que a emergência dos adultos de *T. podisi* quando as pupas desprotegidas foram depositadas no terço superior das plantas foi reduzida (43,4%) em relação aos terços médio, inferior e nas entre linhas de plantio (49,4%, 54,8% e 46,9%, respectivamente) (Tabela 4.7).

Em relação aos diferentes tratamentos de criação de *T. podisi*, não houve diferença significativa nos registros das temperaturas mínima, máxima e média. Já a emergência dos adultos de *T. podisi* provenientes da criação em temperatura constante de 25 °C foi menor (41,8%) em relação àqueles que foram criados em temperatura flutuante de 20 °C/ 30°C (55,4%) e ao percentual de emergência dos insetos criados em temperatura constante de 25 °C do tratamento controle (73,7 °C) (Tabela 4.7).

Tabela 4. 7 - Emergência (%) de *Telenomus podisi* e temperatura (°C) obtidas em liberações de pupas encapsuladas e desprotegidas, criadas em diferentes regimes de temperatura por 27 gerações, quando depositadas em posições distintas em soja, com plantas no estágio de desenvolvimento R₆ na safra de 2020/2021.

Safra 2020/2021 – PUPAS ENCAPSULADAS					
Parâmetro		Temperatura (°C)			Emergência (%)
		Mínima	Máxima	Média	
Posição	Terço superior	17,3 ± 0,5 b	53,8 ± 2,5 a	26,2 ± 1,7 ^{ns}	58,1 ± 3,5 ^{ns}
	Terço médio	17,5 ± 0,7 ab	46,2 ± 2,5 b	25,8 ± 1,6	54,9 ± 3,3
	Terço inferior	18,0 ± 0,9 ab	42,9 ± 1,9 b	26,0 ± 1,5	58,8 ± 3,6
	Entre linhas	18,1 ± 1,0 a	41,5 ± 1,6 b	26,6 ± 1,6	54,1 ± 3,2
Regime de criação	25 °C	17,8 ± 0, ^{ns}	53,8 ± 2,6 A	26,1 ± 1,5 ^{ns}	57,9 ± 3,4 ^{ns}
	20 °C / 30 °C	17,7 ± 0,9	45,8 ± 2,1 B	26,2 ± 1,6	55,0 ± 3,3
Controle (laboratório)	25 °C	-	-	-	61,2 ± 1,8
	20 °C / 30 °C	-	-	-	60,0 ± 1,6
Estatística	F _{posição}	3,62	11,74	1,87	0,34
	F _{RC}	0,06	4,51	0,27	0,52
	F _{posição*RC}	0,38	3,30	0,30	0,27
	p _{posição}	0,02	< 0,001	0,15	0,79
	p _{RC}	0,80	0,04	0,60	0,47
	p _{posição*RC}	0,76	0,03	0,81	0,84
Safra 2020/2021 – PUPAS DESPROTEGIDAS					
Parâmetro		Temperatura (°C)			Emergência (%)
		Mínima	Máxima	Média ¹	
Posição	Terço superior	17,4 ± 0,7 b	48,6 ± 2,4 a	26,5 ± 1,6 ^{ns}	43,4 ± 5,3 c
	Terço médio	17,4 ± 0,8 b	45,4 ± 2,8 ab	26,4 ± 1,6	49,4 ± 4,7 ab
	Terço inferior	18,2 ± 0,9 ab	40,6 ± 1,3 bc	26,1 ± 1,4	54,8 ± 4,5 a
	Entre linhas	18,4 ± 1,0 a	41,8 ± 1,4 c	25,6 ± 1,5	46,9 ± 4,0 b
Regime de criação	25 °C	17,8 ± 0,9 ^{ns}	44,2 ± 2,4 ^{ns}	26,1 ± 1,5 ^{ns}	41,8 ± 4,5 b
	20 °C / 30 °C	17,9 ± 1,0	43,9 ± 2,4	26,2 ± 1,5	55,4 ± 4,6 ab
Controle (laboratório)	25 °C	-	-	-	73,7 ± 1,8 a
	20 °C / 30 °C	-	-	-	68,7 ± 2,5 ab
Estatística	F _{posição}	5,55	5,32	4,99	0,77
	F _{RC}	0,05	0,02	0,01	6,25
	F _{posição*RC}	0,22	0,12	0,12	1,30
	p _{posição}	0,04	< 0,001	0,05t	0,05
	p _{RC}	0,82	0,89	0,89	0,01
	p _{posição*RC}	0,87	0,94	0,94	0,29

Médias ± EPM seguidas pela mesma letra na coluna (minúscula para o parâmetro posição e maiúscula para o parâmetro tratamento) não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$); ¹Médias originais seguidas de análise estatística realizada usando a transformação \sqrt{x} ; ^{ns}ANOVA não significativa ($p > 0,05$).

4.6 DISCUSSÃO

Um dos principais fatores limitantes na eficiência de *T. podisi* no controle de *E. heros* em grande escala na soja é a alta temperatura característica na época de

safra da cultura, o que pode influenciar nos parâmetros biológicos do inseto, causando ineficiência do agente de controle. As liberações do parasitoide ocorrem, no geral, no período reprodutivo da soja, momento em que iniciam os ataques do percevejo, e é também neste momento que as temperaturas podem ultrapassar os 30 °C, temperatura limite para o desenvolvimento e sobrevivência de *T. podisi* (CHAVES et al., 2021; YEARGAN, 1980).

Os danos causados por *E. heros* na soja iniciam a partir do estágio fenológico R₃, no entanto, no CBA com *T. podisi*, por se tratar de um organismo vivo controlando outro organismo vivo, o monitoramento do inseto-praga no campo é de extrema importância para acertar o *timing* de aplicação dos parasitoides. Além disso, por ser um parasitoide de ovos, o qual interrompe o ciclo de vida do inseto-praga, a liberação pode ocorrer anteriormente ao início do dano, com aplicações em R₁ e R₂, o que também justifica que os experimentos tenham sido realizados nestes estágios, a fim de verificar o impacto das temperaturas de campo durante esses períodos na emergência do parasitoide de ovos *T. podisi*, bem como durante todo o estágio reprodutivo da cultura.

Na safra de 2019/2021, para a liberação de pupas encapsuladas em R₁, as temperaturas mais altas foram registradas nos terços médio e superior da planta, em comparação com o terço inferior e entre as linhas de plantio, devido a exposição direta a luz solar da parte aérea da planta. Já para as posições mais baixas, há o sombreamento causado pelas folhas da soja, o que resulta nas temperaturas mais baixas. No entanto, mesmo com a diferença significativa para as temperaturas máximas registradas, não houve diferença na emergência de *T. podisi* em campo. Isso porque as temperaturas registradas variaram de 27,1 °C a 28,2 °C, com valores dentro da faixa ideal para o desenvolvimento e sobrevivência do inseto e os percentuais de emergência foram acima de 50% (CHAVES et al., 2021; YEARGAN, 1980).

Já para a liberação de pupas desprotegidas em R₁, verificou-se redução nos percentuais de emergência dos insetos depositados no terço superior e médio das plantas de soja, onde também foram registrados os valores mais baixos das temperaturas mínimas e médias. Possivelmente, a redução nos percentuais de emergência tenha sido causada pela incidência direta da radiação ultravioleta (UV) nos ovos de *E. heros* parasitados por *T. podisi*, causando interferência negativa na emergência dos parasitoides. Em criações massais de *T. pretiosum*, os ovos do

hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* Zeller, 1879 (Lepidoptera: Pyralidae), são esterilizados em luz UV, para que haja maior número de ovos parasitados pelo parasitoide (PARRA et al., 1989), o que possivelmente pode ter ocorrido com a exposição direta dos ovos parasitados a UV.

Em relação a liberação dos parasitoides em R₃, as temperaturas variaram de 36,9 °C a 39,7 °C, com percentuais de emergência de *T. podisi* abaixo de 50% nos quatro locais de deposição das pupas. No CBA de *E. heros*, valores de emergência do parasitoide em campo abaixo de 50% são considerados baixos para o controle do percevejo-marrom, visto que, dos 6500 parasitoides que serão liberados por hectare, conforme a especificação técnica do produto, menos de 3250 adultos emergirão em campo, dos quais, alguns serão machos, não realizando o parasitismo. Assim, verifica-se que a exposição a temperaturas acima de 35 °C são prejudiciais na emergência de *T. podisi*, causando redução na eficiência deste no controle de *E. heros*, conforme também verificado por Braz et al. (2021).

No entanto, para o mesmo estágio reprodutivo com a liberação de pupas desprotegidas, mesmo com o registro de temperaturas máximas variando de 37,6 °C a 38,3 °C, os percentuais de emergência de *T. podisi* foram superiores a 50%, porém em laboratório, a emergência dos insetos variou entre 68,1% e 70%, demonstrando o efeito negativo das temperaturas de campo no parâmetro avaliado. A diferença na emergência das pupas encapsuladas e desprotegidas é desconhecido, porém, por serem feitas de celulose, as cápsulas são capazes de absorver umidade, o que pode facilitar a contaminação por fungos presentes no ambiente, resultando em redução na emergência dos parasitoides (BRAZ et al., 2021), fator que deve ser melhor estudado em estudos futuros.

Durante o estágio reprodutivo R₆, foram registrados percentuais de emergência de *T. podisi* abaixo de 40%, nos quatro locais de deposição das plantas. Além disso, as temperaturas máximas registradas variaram de 48,3 °C a 54,8 °C para as pupas encapsuladas e 46,8 °C a 54,2 °C para as pupas desprotegidas, com as maiores temperaturas registradas nas entre linhas de plantio da soja, para ambos os métodos de liberação.

Na safra de 2020/2021, para a liberação de pupas desprotegidas no estágio reprodutivo R₂, verificou-se que as temperaturas máximas foram registradas no terço inferior e entre as linhas de plantio da soja, bem como os menores percentuais de emergência para os dois locais. Apesar da diferença entre as temperaturas máximas

do terço inferior e entre as linhas de plantio ser de no máximo 1,9 °C em comparação com os terços superior e médio, verifica-se que ao ultrapassar valores considerados limítrofes para a sobrevivência do inseto, há redução no percentual de emergência, conseqüentemente, na eficiência do produto.

Além disso, verificou-se que para a liberação de pupas encapsuladas R₂, a emergência dos adultos foi superior em relação a emergência dos adultos quando as pupas foram liberadas desprotegidas, no terço inferior e entre as linhas de plantio da soja. Sabe-se que em campo, outros fatores bióticos e abióticos além da temperatura, podem interferir negativamente na eficiência de *T. podisi*, como a ocorrência de predação dos ovos parasitados por outras espécies de insetos ou artrópodes (PARRA, 2014), fator que pode ter ocorrido durante o experimento. No entanto, para os dois regimes de criação, verificou-se que a emergência dos insetos que foram liberados em campo foi inferior a emergência dos insetos provenientes do grupo controle do laboratório, demonstrando a interferência de temperaturas acima de 30 °C na emergência dos parasitoides.

Quando a liberação ocorreu no estágio reprodutivo R₆ da safra de 2020/2021, verificou-se diferença na emergência dos adultos quando as pupas foram liberadas desprotegidas entre os locais de deposição da soja. A maior emergência foi registrada no terço inferior das plantas, local que registrou a menor temperatura, ainda que esta tenha sido alta. Além disso, valores altos de temperaturas foram registrados para os quatro locais de deposição das pupas, com ênfase para o terço superior, tanto quando as pupas foram liberadas encapsuladas, quanto quando foram liberadas desprotegidas. Diferente do que foi registrado para o mesmo estágio na safra de 2019/2020, quando as temperaturas máximas foram registradas nas entre linhas de plantio da soja.

A diferença de temperatura entre as duas safras avaliadas se deve ao fato de que, embora tenha sido utilizada a mesma cultivar, na primeira safra as plantas já estavam em estágio mais avançado de senescência, com maior perda de folhas, diminuindo a área de sombra causada por estas. Já na segunda safra, a planta estava em um estágio menos avançado de senescência, com estrutura da planta ainda bem formada, permitindo que houvesse sombra abaixo do terço superior.

As características da planta podem variar de acordo com a cultivar utilizada, enfatizando a necessidade de novos estudos com outras cultivares. Assim, um parâmetro a ser avaliado para a liberação de *T. podisi* é a presença ou ausência de

folha, independente da cultivar e dos fatores climáticos da safra, pois com essa informação será possível verificar se a falta de proteção vegetal interfere na emergência dos insetos em campo e diretamente na qualidade do parasitismo.

Deve-se enfatizar que, no estágio reprodutivo R₆, o desenvolvimento da planta se encaminha para a maturidade fisiológica, onde ocorre a perda das folhas, diminuindo a interceptação de radiação nestas e aumentando a incidência de maiores temperaturas na área plantada (FEHR et al., 1971; NEUMAIER et al., 2000). A senescência das plantas reduz a área foliar, conseqüentemente, reduz a capacidade de sombra causada pelas folhas. O fenômeno de senescência inicia pelos nós inferiores da planta, que é a parte mais antiga e se estende até as folhas mais jovens (NEUMAIER et al., 2000).

Possivelmente, a redução na emergência dos parasitoides causada pela exposição a temperaturas elevadas, foi resultante da senescência e redução da área foliar. A redução na emergência de *T. podisi* quando expostos a temperaturas de campo também foi observada por Braz et al. (2021), os quais verificaram que a exposição a temperaturas acima de 50 °C no período vegetativo da soja resultou na redução da emergência dos parasitoides, tanto para a liberação com pupas encapsuladas, quanto para pupas desprotegidas.

A exposição de *T. podisi* a diferentes temperaturas também foi avaliada em laboratório por diversos estudos, os quais verificaram que temperaturas abaixo de 20 °C e acima de 30 °C causam interferência negativa nos parâmetros biológicos do inseto, como aumento ou redução no período de desenvolvimento de ovo até adulto, redução nos percentuais de emergência, no número de ovos parasitados, bem como na longevidade dos insetos (CHAVES et al., 2021; SILVA et al., 2018; TORRES; PRATISSOLI; ZANUNCIO, 1997; YEARGAN, 1980). A exposição a temperaturas extremas impede que o inseto se desenvolva corretamente e realize o controle eficiente do inseto-praga. Apesar de serem experimentos realizados em laboratório, onde as condições são diferentes de aquelas encontradas em campo, as temperaturas testadas foram similares com as relatadas no presente trabalho e por Braz et al. (2021), sendo possível concluir o impacto negativo destas para *T. podisi*.

As liberações dos parasitoides de ovos ocorrem, em maior parte, 24 horas antes da emergência dos adultos, então a exposição as altas temperaturas serão inevitáveis. No entanto, há maneiras de reduzir o impacto negativo, como escolher o melhor momento para as liberações. As aplicações de *T. podisi* devem se concentrar

nos períodos do dia em que há o registro de temperaturas amenas, como no início do dia ou final da tarde, evitando que as aplicações sejam realizadas nos períodos mais quentes do dia. Além disso, até o presente momento, sabe-se que as liberações de *T. podisi* ocorrem quando o inseto ainda está em fase de pupa, portanto, não tem a possibilidade de buscar abrigo frente às condições extremas, como temperaturas prejudiciais que ocorrem em campo. Devido a isso, escolher o momento correto para liberação dos parasitoides é de extrema importância para garantir a eficiência do CBA de *E. heros* em campo (PARRA; COELHO JUNIOR, 2019)

Em relação aos diferentes regimes de criação de *T. podisi*, para posterior liberação em campo, não foi possível determinar a temperatura mais adequada de criação (25 °C constante ou 20 °C/30 °C), visto que a emergência em campo varia de acordo com o tratamento e com a época de liberação. A diferença na emergência em relação ao regime de temperatura de criação pode estar relacionada, principalmente, a estrutura e ao microclima que é formado através da planta, onde a deposição dos insetos pode ter variado de acordo com o local, ou até mesmo variado durante as 24 horas de exposição em campo.

Por ser um organismo vivo e sofrer com as alterações ambientais, verifica-se que *T. podisi* é capaz de tolerar oscilações de temperatura tanto em laboratório, quanto em campo, sem que haja interferência nos parâmetros biológicos deste. No entanto, as temperaturas de criação não devem ultrapassar a faixa ideal de desenvolvimento dos insetos, como abaixo de 20 °C ou acima de 30 °C (SILVA et al., 2018; YEARGAN, 1980). Com os resultados obtidos, é possível inferir que criar os parasitoides em condições de temperatura consideradas ideais e que não ultrapassem os valores limítrofes, permite que estes suportem condições adversas encontradas no campo, independente das oscilações de temperatura.

Deve-se lembrar que, em condições de campo, embora a temperatura seja considerada como fator que causa maior interferência para *T. podisi*, outros fatores abióticos podem interferir na eficiência dos parasitoides em campo, como umidade e vento. Além disso, fatores bióticos também devem ser considerados, embora não possam ser avaliados tão precisamente, como competição e predação dos ovos parasitados realizada por outros artrópodes (PARRA, 2014; PINTO; PARRA, 2002).

Verificou-se no presente trabalho que, considerando as temperaturas encontradas em campo, independente do regime de criação de *T. podisi*, seja

constante ou flutuante, os parasitoides são capazes de suportar as condições adversas encontradas em campo, como altas temperaturas, desde que estas não ultrapassem excessivamente a faixa ideal para seu desenvolvimento. Além disso, verificou-se que os parasitoides de ovos *T. podisi* podem ser liberados em pupas encapsuladas ou desprotegidas, pois não há diferenças expressivas nos percentuais de emergência destes em campo.

4.7 CONCLUSÃO

A emergência de *T. podisi* em campo, independente do regime de criação dos insetos em laboratório, seja em temperatura constante ou flutuante, foi reduzida após exposição a altas temperaturas em campo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O manejo de populações de *E. heros* em soja com a utilização dos parasitoides de ovos *T. podisi* é uma realidade, visto que essa ferramenta de controle possui registro para seu uso, bem como produtos comerciais no mercado e, no Brasil, a liberação ocorreu em 200.000 hectares nas duas últimas safras. Além disso, em comparação com o controle convencional com a utilização de inseticidas químicos, é uma ferramenta mais sustentável e eficiente no controle do percevejo-marrom. Embora as liberações de *T. podisi* tenham sido em grandes áreas, ainda é pouco expressiva considerando a área plantada de soja no Brasil.

Verificou-se neste trabalho que *T. podisi* é capaz de tolerar oscilações de temperatura, seja em campo ou laboratório, desde que estas não ultrapassem 30 °C, devido a interferência negativa nos parâmetros biológicos. No entanto, por se tratar de um organismo vivo, ainda existem entraves associados à sua biologia que devem ser estudados e ajustados, para difundir a utilização dos parasitoides de ovos no manejo de percevejos em soja. As otimizações no processo de criação dos parasitoides colaboram para aumentar a disponibilidade do agente de controle para a agricultura, como o estabelecimento de condições de temperatura para criação, proporcionando assim mais opções para diversas regiões que produzam o inseto. No entanto, é necessário replicar as condições estabelecidas em criações massais e, além disso, avaliar a eficiência destes indivíduos em condições de campo.

Quando altas temperaturas são registradas no campo, há a redução na emergência dos parasitoides e conseqüentemente, na eficiência do produto. Porém, quando as liberações ocorrem em momentos adequados, não há interferência negativa na emergência dos parasitoides. Ainda assim, é necessário realizar a liberação dos parasitoides criados em diferentes regimes de temperatura em condições comerciais, a fim de verificar se estes se adequam as condições de campo e realizam o parasitismo da mesma maneira que os insetos criados nas condições atuais das biofábricas.

Os métodos de liberação de *T. podisi*, no geral, são realizados quando o inseto ainda está em fase de pupa, ou seja, fase imóvel, sendo assim, não há a possibilidade de se procurar abrigo frente às condições adversas que encontra em campo, sendo suscetível as altas temperaturas e demais fatores bióticos e abióticos,

reduzindo sua eficiência no controle de *E. heros*. Como alternativa, a liberação dos insetos já adultos encapsulados pode ser uma ferramenta viável e que deve ser estudada, a fim de reduzir os impactos causados por altas temperaturas em campo.

Por fim, um fator limitante na utilização de *T. podisi* é a produção de seu hospedeiro. Isso ocorre, pois, grande quantidade de ovos do hospedeiro deve ser produzida, para posterior parasitismo e liberação em campo. Automatizar os processos de criação de *E. heros* e a definição de uma dieta artificial que se adeque as necessidades fisiológicas dos percevejos, são exemplos de melhorias visando maior produção de ovos e, conseqüentemente, maior utilização de *T. podisi* em campo. As ações conjuntas de melhorias nas criações tanto de *T. podisi*, quanto de *E. heros*, bem como realizar as liberações dos parasitoides no momento correto, irão promover a ascensão da ferramenta de controle, gerando maior sustentabilidade no cultivo da soja.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAM, P. K. et al. Behavioural effects of temperature on ectothermic animals: unifying thermal physiology and behavioural plasticity. **Biological Reviews**, v. 92, n. 4, p. 1859–1876, 2016.

ALTIERI, M. A. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. **Agriculture Ecosystems & Environment**, v. 74, p. 19–31, 1999.

AQUINO, M. F. DE S. et al. Diversity of stink bug adults and their parasitoids in soybean crops in Brazil: Influence of a latitudinal gradient and insecticide application intensity. **Environmental Entomology**, v. 48, n. 1, p. 105–113, 2018.

ARAÚJO, M. L. S. DE et al. Spatiotemporal dynamics of soybean crop in the Matopiba region, Brazil (1990–2015). **Land Use Policy**, v. 80, p. 57–67, 2019.

BAHAR, M. H.; SOROKA, J. J.; DOSDALL, L. M. Constant versus fluctuating temperatures in the interactions between *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) and its larval parasitoid *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae). **Environmental Entomology**, v. 41, n. 6, p. 1653–1661, 2012.

BALE, J. S.; VAN LENTEREN, J. C.; BIGLER, F. Biological control and sustainable food production. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 363, n. 1492, p. 761–776, 2008.

BARRATT, B. I. P. et al. The status of biological control and recommendations for improving uptake for the future. **BioControl**, v. 63, n. 1, p. 155–167, 2017.

BASSON, C. H.; NYAMUKONDIWA, C.; TERBLANCHE, J. S. Fitness costs of rapid cold-hardening in *Ceratitis capitata*. **Evolution**, v. 66, n. 1, p. 296–304, 2011.

BEGG, G. S. et al. A functional overview of conservation biological control. **Crop Protection**, v. 97, p. 1–14, 2016.

BERGER, D.; WALTERS, R.; GOTTHARD, K. What limits insect fecundity? Body size- and temperature-dependent egg maturation and oviposition in a butterfly. **Functional Ecology**, v. 22, n. 3, p. 523–529, 2008.

BRAR, S. K. et al. Recent advances in downstream processing and formulations of *Bacillus thuringiensis* based biopesticides. **Process Biochemistry**, v. 41, n. 2, p. 323–342, 2006.

BRAZ, É. C. et al. Temperature impact on *Telenomus podisi* emergence in field releases of unprotected and encapsulated parasitoid pupae. **Neotropical**

Entomology, v. 50, n. 3, p. 462–469, 2021.

BUENO, A. DE F. et al. Effects of integrated pest management, biological control and prophylactic use of insecticides on the management and sustainability of soybean.

Crop Protection, v. 30, n. 7, p. 937–945, 2011a.

BUENO, A. DE F. et al. Inimigos naturais das pragas da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (Eds.). . **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2012. p. 859.

BUENO, A. F. et al. Challenges for adoption of Integrated Pest Management (IPM): the soybean example. **Neotropical Entomology**, v. 50, p. 5–20, 2021.

BUENO, R. C. O. DE F. **Bases biológicas para utilização de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para controle de *Pseudoplusia includens* e *Anticarsia gemmatalis* em soja**. [s.l.] Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2008.

BUENO, R. C. O. DE F. et al. Biology and thermal requirements of *Telenomus remus* reared on fall armyworm. **Ciência Rural**, v. 38, n. 1, p. 1–6, 2008.

BUENO, R. C. O. DE F. et al. Lepidopteran larva consumption of soybean foliage: Basis for developing multiple-species economic thresholds for pest management decisions. **Pest Management Science**, v. 67, n. 2, p. 170–174, 2011b.

BUENO, R. C. O. DE F.; PARRA, J. R. P.; BUENO, A. DE F. Biological characteristics and thermal requirements of a Brazilian strain of the parasitoid *Trichogramma pretiosum* reared on eggs of *Pseudoplusia includens* and *Anticarsia gemmatalis*. **Biological Control**, v. 51, n. 3, p. 355–361, 2009.

BUENO, R. C. O. F. et al. Desempenho de tricogramatídeos como potenciais agentes de controle de *Pseudoplusia includens* Walker (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 3, p. 389–394, 2009.

BURR, I. W.; FOSTER, L. A. **A test for equality of variances** Purdue University and Valparaiso University, , 1972.

CARVALHO, G. DOS S. et al. Biological parameters and thermal requirements of *Trichogramma pretiosum* reared on *Helicoverpa armigera* eggs. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 52, n. 11, p. 961–968, 2017.

CARVALHO, R. A. et al. Investigating the molecular mechanisms of organophosphate and pyrethroid resistance in the fall armyworm *Spodoptera frugiperda*. **PLoS ONE**, v. 8, n. 4, 2013.

- CASTELLANOS, N. et al. The fitness and economic benefits of mass-rearing the parasitoids *Telenomus podisi* under fluctuating temperature regime. **Neotropical Entomology**, v. 48, p. 934–948, 2019.
- CATTELAN, A. J.; DALL'AGNOL, A. The rapid soybean growth in Brazil. **OCL - Oilseeds and fats, Crops and Lipids**, v. 25, n. 1, p. 1–12, 2018.
- CAVE, R. D. Biology, ecology and use in pest management of *Telenomus remus*. **Biocontrol**, v. 21, n. 1, p. 21–26, 2000.
- CHAVES, V. F. et al. Thermal requirements of *Ooencyrtus submetallicus* (Hym.: Encyrtidae) and *Telenomus podisi* (Hym.: Platygasteridae) parasitizing *Euschistus heros* eggs (Hem.: Pentatomidae). **Insects**, v. 12, n. 10, p. 1–13, 2021.
- CHEVIN, L. M.; HOFFMANN, A. A. Evolution of phenotypic plasticity in extreme environments. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 372, n. 1723, 2017.
- CHIDAWANYIKA, F. et al. Effects of thermal regimes, starvation and age on heat tolerance of the parthenium beetle *Zygogramma bicolorata* (Coleoptera: Chrysomelidae) following dynamic and static protocols. **PLoS ONE**, v. 12, n. 1, p. 1–17, 2017.
- CHIDAWANYIKA, F.; TERBLANCHE, J. S. Costs and benefits of thermal acclimation for codling moth, *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae): Implications for pest control and the sterile insect release programme. **Evolutionary Applications**, v. 4, n. 4, p. 534–544, 2011.
- CHIHRAANE, J.; LAUGÉ, G. Loss of parasitization efficiency of *Trichogramma brassicae* (Hym.: Trichogrammatidae) under high-temperature conditions. **Biological Control**, v. 7, n. 1, p. 95–99, 1996.
- COLINET, H. et al. Insects in fluctuating thermal environments. **Annual Review of Entomology**, v. 60, p. 123–140, 2015.
- COLINET, H.; BOIVIN, G.; HANCE, T. Manipulation of parasitoid size using the temperature-size rule: Fitness consequences. **Oecologia**, v. 152, n. 3, p. 425–433, 2007.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos - Safra 2020/21**. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento, 2021. v. 8
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos - Safra 2021/22**. Brasília: [s.n.]. v. 9
- CÔNSOLI, F. L.; ROSSI, M. M.; PARRA, J. R. P. Developmental time and

- characteristics of the immature stages of *Trichogramma galloi* and *T. pretiosum* (Hymenoptera, Trichogrammatidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 43, p. 271–275, 1999.
- CONTE, O. et al. **Resultados do manejo integrado de pragas da Soja na safra 2016/17 no Paraná**. 402. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2017.
- COOPER, B. S. et al. Developmental plasticity of thermal tolerances in temperate and subtropical populations of *Drosophila melanogaster*. **Journal of Thermal Biology**, v. 37, n. 3, p. 211–216, 2012.
- CORDEIRO, J. P. F.; BUENO, A. DE F. *Trissolcus teretis* (Johnson, 1987) (Hymenoptera: Scelionidae) parasitism on *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) and *Diceraeus melacanthus* Dallas, 1851 (Hemiptera: Pentatomidae) eggs at different temperatures. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 65, n. 1, p. 1–8, 2021.
- CORRÊA-FERREIRA, B. S. **Utilização do parasitóide de ovos *Trissolcus basalis* (Wollaston) no controle de percevejos da soja**. 1. ed. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1993.
- CORRÊA-FERREIRA, B. S.; DE AZEVEDO, J. Soybean seed damage by different species of stink bugs. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 4, n. 2, p. 145–150, 2002.
- CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. Biological control of soybean stink bugs by inoculative releases of *Trissolcus basalis*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 79, n. 1, p. 1–7, 1996.
- CORRÊA-FERREIRA, B. S.; PANIZZI, A. R. **Percevejos da Soja e seu Manejo**. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1999.
- COSTA, M. A. et al. Sublethal and transgenerational effects of insecticides in developing *Trichogramma galloi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae): Toxicity of insecticides to *Trichogramma galloi*. **Ecotoxicology**, v. 23, n. 8, p. 1399–1408, 2014.
- DARA, S. K. The new Integrated Pest Management paradigm for the modern age. **Journal of Integrated Pest Management**, v. 10, n. 1, 2019.
- DE MEDEIROS, M. A. et al. Incidência natural de parasitoides em ovos de percevejos (Hemiptera: Pentatomidae) encontrados na soja no Distrito Federal. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 33, n. 8, p. 1431–1435, 1998.
- DE QUEIROZ, A. P. et al. *Telenomus remus* (Hymenoptera: Platygasteridae) parasitism on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs: Different parasitoid and host egg ages. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 6, p. 2933–2945,

2019.

DEFENSOR, M. O. et al. Population dynamics of stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae) associated at various soybean phenological stages. **Journal of Plant Diseases and Protection**, v. 127, n. 5, p. 719–723, 2020.

DEL PINO, M. et al. Effect of temperature on life history and parasitization behavior of *Trichogramma achaeae* Nagaraja and Nagarkatti (Hym.: Trichogrammatidae). **Insects**, v. 11, n. 8, p. 1–18, 2020.

DELAVA, E.; FLEURY, F.; GIBERT, P. Effects of daily fluctuating temperatures on the *Drosophila–Leptopilina bouvardi* parasitoid association. **Journal of Thermal Biology**, v. 60, p. 95–102, 2016.

DENIS, D. et al. How temperature and habitat quality affect parasitoid lifetime reproductive success-A simulation study. **Ecological Modelling**, v. 222, n. 9, p. 1604–1613, 2011.

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

DIEZ-RODRÍGUEZ, G. I.; OMOTO, C. Herança da resistência de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) a lambda- cialotrina. **Proteção de plantas**, v. 30, n. 2, p. 311–316, 2001.

DINIZ, F. R.; RODRIGUES, K. F.; ROSSI, M. M. Produção do parasitoide *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) para o controle biológico da broca da cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*) (Lepidoptera: Crambidae). **Nucleus**, p. 39–48, 2006.

DIXON, A. F. G. et al. Relationship between the minimum and maximum temperature thresholds for development in insects. **Functional Ecology**, v. 23, n. 2, p. 257–264, 2009.

FEHR, W. R. et al. Stage of development Descriptions for soybeans, *Glycine Max* (L.) Merrill. **Crop Science**, v. 11, n. 6, p. 929–931, 1971.

FISCHER, K. et al. Assay conditions in laboratory experiments: Is the use of constant rather than fluctuating temperatures justified when investigating temperature-induced plasticity? **Oecologia**, v. 166, n. 1, p. 23–33, 2011.

FURLONG, M. J.; ZALUCKI, M. P. Climate change and biological control: the consequences of increasing temperatures on host–parasitoid interactions. **Current Opinion in Insect Science**, v. 20, p. 39–44, 2017.

GODOY, K. B. et al. Parasitismo e sítios de diapausa de adultos do percevejo

marrom, *Euschistus heros* na região da Grande Dourados, MS. **Ciência Rural**, v. 40, n. 5, p. 1199–1202, 2010.

GRANDE, M. L. M. et al. Impact of environmental variables on parasitism and emergence of *Trichogramma pretiosum*, *Telenomus remus* and *Telenomus podisi*. **Neotropical Entomology**, v. 50, n. 4, p. 605–614, 2021.

GUPTA, S.; DIKSHIT, A. K. Biopesticides: An ecofriendly approach for pest control. **Journal of Biopesticides**, v. 3, n. 1 SPEC.ISSUE, p. 186–188, 2010.

HADDAD, M. L.; PARRA, J. R. P.; MORAES, R. C. B. **Métodos para estimar os limites térmicos inferior e superior de desenvolvimento de insetos**. [s.l.: s.n.].

HATT, S. et al. Spatial diversification of agroecosystems to enhance biological control and other regulating services: An agroecological perspective. **Science of the Total Environment**, v. 621, p. 600–611, 2018.

JOHNSON, N. F. **Systematics of Nearctic Telenomus: classification and revisions of the podisi and pbymatae species groups (Hymenoptera: Scelionidae)**. Columbus: Ohio Biological Survey, 1984. v. 6

KOGAN, M. Integrated pest management: Historical perspectives and contemporary developments. **Annual Review of Entomology**, v. 43, p. 243–270, 1998.

KOPPEL, A. L. et al. Survey of stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) egg parasitoids in wheat, soybean, and vegetable crops in Southeast Virginia. **Environmental Entomology**, v. 38, n. 2, p. 375–379, 2009.

LACEY, L. A. et al. Insect pathogens as biological control agents: Back to the future. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 132, p. 1–41, 2015.

LARIOS, G. L. B.; OHNO, K.; FUKUHARA, F. Effects of photoperiod and temperature on preimaginal development and summer diapause of *Chrysocharis pubicornis* (Zetterstedt) (Hymenoptera: Eulophidae), a pupal parasitoid of leafminers (Diptera: Agromyzidae). **Applied Entomology and Zoology**, v. 42, n. 2, p. 189–197, 2007.

LAUMANN, R. A. et al. Eavesdropping on sexual vibratory signals of stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) by the egg parasitoid *Telenomus podisi*. **Animal Behaviour**, v. 73, n. 4, p. 637–649, 2007.

LAUMANN, R. A. et al. Egg parasitoid wasps as natural enemies of the neotropical stink bug *Dichelops melacanthus*. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 45, n. 5, p. 442–449, 2010.

LUCINI, T.; PANIZZI, A. R. Electropenetrography monitoring of the Neotropical brown-stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) on soybean pods: An electrical

- penetration graph-histology analysis. **Journal of Insect Science**, v. 18, n. 6, 2018.
- MASCARIN, G. M. et al. Current status and perspectives of fungal entomopathogens used for microbial control of arthropod pests in Brazil. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 165, p. 46–53, 2019.
- MESSING, R.; BRODEUR, J. Current challenges to the implementation of classical biological control. **BioControl**, v. 63, n. 1, p. 1–9, 2018.
- MONTEIRO, L. B.; SOUZA, A.; PASTORI, P. L. Comparação econômica entre controle biológico e químico para o manejo de ácaro-vermelho em macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 3, p. 514–517, 2006.
- MUNDSTOCK, C. M. **Soja: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos**. 1. ed. Porto Alegre: Evangraf, 2005.
- NEUMAIER, N. et al. Estágios de desenvolvimento da cultura da soja. In: BONATTO, E. R. (Ed.). **Estresses em soja**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. p. 19–44.
- PACHECO, D. J. P.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Parasitismo de *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera : Scelionidae) em populações de percevejos pragas da soja. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 2, p. 295–302, 2000.
- PANIZZI, A. R. Growing problems with stink bugs (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae): species invasive to the U.S. and potential Neotropical invaders. **American Entomologist**, v. 61, n. 4, p. 223–233, 2015.
- PANIZZI, A. R.; BUENO, A. DE 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**. 1. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2012. p. 335–420.
- PANIZZI, A. R.; LUCINI, T.; ALDRICH, J. R. Dynamics in pest status of phytophagous stink bugs in the Neotropics. **Neotropical Entomology**, v. 51, n. 1, p. 18–31, 2022.
- PARRA, J. Biological control in Brazil. **Scientia Agricola**, v. 71, n. October, p. 345–355, 2014.
- PARRA, J. R. P. et al. Metodologia de criação de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) para produção massal de *Trichogramma* spp. **Anais da Sociedade Entomológica Brasileira**, v. 18, n. 2, p. 403–415, 1989.
- PARRA, J. R. P. Mass rearing of egg parasitoids for biological control programs. In: CONSOLI, F. L.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on *Trichogramma***. 1. ed. [s.l.] Springer

Netherlands, 2009. p. 267–292.

PARRA, J. R. P. et al. *Trichogramma* as a tool for IPM in Brazil. In: VINSON, S. B. et al. (Eds.). . **Biological control of pests using Trichogramma: current status and perspectives**. [s.l.] Northwest A&F University Press, 2015. p. 496.

PARRA, J. R. P.; COELHO, A. Insect rearing techniques for biological control programs, a component of sustainable agriculture in Brazil. **Insects**, v. 13, n. 1, p. 1–18, 2022.

PARRA, J. R. P.; COELHO JUNIOR, A. Applied biological control in Brazil: From laboratory assays to field application. **Journal of insect science (Online)**, v. 19, n. 2, 2019.

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

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

PINTO, A. S. et al. Comparison of release techniques of *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) to control *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Crambidae). **Neotropical Entomology**, v. 32, n. 2, p. 311–318, 2003.

PINTO, A. S.; PARRA, J. R. P. Liberações de inimigos naturais. In: PARRA, J. R. P. et al. (Eds.). . **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 325–342.

POMARI-FERNANDES, A. et al. The importance of relative humidity for *Telenomus remus* (Hymenoptera: Platygasteridae) parasitism and development on *Corcyra cephalonica* (Lepidoptera: Pyralidae) and *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 108, n. 1, p. 11–17, 2014.

POMARI, A. F. et al. 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). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 105, n. 1, p. 73–81, 2012.

POZEBON, H. et al. Arthropod invasions versus soybean production in Brazil: A Review. **Journal of Economic Entomology**, v. 113, n. 4, p. 1591–1608, 2020.

PRATISSOLI, D.; PARRA, J. R. P. Development and thermal requirements of *Trichogramma pretiosum* riley, rearing in two tomato leafminer. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 35, n. 7, p. 1281–1288, 2000.

QUEIROZ, A. P. et al. Host preferences of *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Scelionidae): parasitism on eggs of *Dichelops melacanthus*, *Euschistus heros*, and *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, v. 47, n. 4, p. 543–552, 2018.

QUEIROZ, A. P. DE et al. Biological characteristics of *Trissolcus urichi* (Crawford) (Hymenoptera: Scelionidae) on *Euschistus heros* (Fabricius) and *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) Eggs. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 1–7, 2020.

SALUSO, A. et al. An invasive pentatomid pest in Argentina: Neotropical brown stink bug, *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, v. 40, n. 6, p. 704–705, 2011.

SARUP, P.; LOESCHCKE, V. Developmental acclimation affects clinal variation in stress resistance traits in *Drosophila buzzatii*. **Journal of Evolutionary Biology**, v. 23, n. 5, p. 957–965, 2010.

SCOTT, M.; BERRIGAN, D.; HOFFMANN, A. A. Costs and benefits of acclimation to elevated temperature in *Trichogramma carverae*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 85, n. 3, p. 211–219, 1997.

SHAPIRO, S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality. **Biometrika**, v. 52, n. 3/4, p. 591–611, 1965.

SILVA, C. C. et al. *Euschistus heros* mass rearing technique for the multiplication of *Telenomus podisi*. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 43, n. 5, p. 575–580, 2008.

SILVA, G. V. et al. Biological characteristics and parasitism capacity of *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae) on eggs of *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae). **Journal of Agricultural Science**, v. 10, n. 8, p. 210, 2018.

SONG, F.; SWINTON, S. M. Returns to integrated pest management research and outreach for soybean aphid. **Journal of Economic Entomology**, v. 102, n. 6, p. 2116–2125, 2009.

SØRENSEN, C. H.; TOFT, S.; KRISTENSEN, T. N. Cold-acclimation increases the predatory efficiency of the aphidophagous coccinellid *Adalia bipunctata*. **Biological Control**, v. 65, n. 1, p. 87–94, 2013.

- SØRENSEN, J. G.; ADDISON, M. F.; TERBLANCHE, J. S. Mass-rearing of insects for pest management: Challenges, synergies and advances from evolutionary physiology. **Crop Protection**, v. 38, p. 87–94, 2012.
- SOSA-GÓMEZ, D. R. Microbial control of soybean pest insects and mites. **Microbial Control of Insect and Mite Pests: From Theory to Practice**, p. 199–208, 2016.
- SOSA-GÓMEZ, D. R. et al. Prevalence, damage, management and insecticide resistance of stink bug populations (Hemiptera: Pentatomidae) in commodity crops. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 22, n. 2, p. 99–118, 2020.
- SOSA-GÓMEZ, D. R.; SILVA, J. J. DA. Neotropical brown stink bug (*Euschistus heros*) resistance to methamidophos in Paraná, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 7, p. 767–769, 2010.
- STACKE, R. F. et al. Inheritance of lambda-cyhalothrin resistance, fitness costs and cross-resistance to other pyrethroids in soybean looper, *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae). **Crop Protection**, v. 131, p. 1–8, 2020.
- TAGUTI, É. A. et al. *Telenomus podisi* parasitism on *Dichelops melacanthus* and *Podisus nigrispinus* eggs at different temperatures. **Florida Entomologist**, v. 102, n. 3, p. 607–613, 2019.
- TATSUMI, E.; TAKADA, H. Effects of photoperiod and temperature on adult oligopause of *Aphelinus asychis* and larval diapause of *A. albipodus* (Hymenoptera: Aphelinidae). **Applied Entomology and Zoology**, v. 40, n. 3, p. 447–456, 2005.
- TERBLANCHE, J. S. Physiological performance of field-released insects. **Current Opinion in Insect Science**, v. 4, n. 1, p. 60–66, 2014.
- THOMSON, L. J.; HOFFMANN, A. A. Laboratory fecundity as predictor of field success in *Trichogramma carverae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 95, n. 5, p. 912–917, 2002.
- TORRES, J. B.; BUENO, A. DE F. Conservation biological control using selective insecticides – A valuable tool for IPM. **Biological Control**, v. 126, n. July, p. 53–64, 2018.
- TORRES, J. B.; MUSOLIN, D. L.; ZANUNCIO, J. C. Thermal requirements and parasitism capacity of *Trissolcus brochymenae* (Ashmead) (Hymenoptera: Scelionidae) under constant and fluctuating temperatures, and assessment of development in field conditions. **Biocontrol Science and Technology**, v. 12, n. 5, p. 583–593, 2002.
- TORRES, J. B.; PRATISSOLI, D.; ZANUNCIO, J. C. Exigências térmicas e potencial

de desenvolvimento dos parasitóides *Telenomus podisi* Ashmead e *Trissolcus brochymenae* (Ashmead) em ovos do percevejo predador *Podisus nigrispinus* (Dallas). **Anais da Sociedade Entomológica Brasileira**, v. 26, n. 3, p. 445–453, 1997.

VAN LENTEREN, J. C. The state of commercial augmentative biological control: Plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. **BioControl**, v. 57, n. 1, p. 1–20, 2012.

VAN LENTEREN, J. C. et al. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. **BioControl**, v. 63, n. 1, p. 39–59, 2018.

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

VANENGELSDORP, D. et al. Colony Collapse Disorder (CCD) and bee age impact honey bee pathophysiology. **PLoS ONE**, v. 12, n. 7, p. 1–23, 2017.

VISSER, B.; ELLERS, J. Lack of lipogenesis in parasitoids: A review of physiological mechanisms and evolutionary implications. **Journal of Insect Physiology**, v. 54, n. 9, p. 1315–1322, 2008.

YEARGAN, K. V. Effects of temperature on developmental rate of *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Scelionidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 73, n. 3, p. 339–342, 1980.

ZACHRISSON, B.; MARTINEZ, O. Bioecología de *Telenomus podisi* (Ashmead) y *Trissolcus basalis* (Wollaston) (Himenoptera: Scelionidae), parasitoides ófagos de *Oebalus insularis* (Kulghast) (Heteroptera: Pentatomidae). **Tecnociencia**, v. 13, n. 1, p. 65–76, 2011.