

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

PARASITISMO E DESENVOLVIMENTO DE *Ooencyrtus submetallicus* (HYM.: ENCYRTIDAE) E *Telenomus podisi* (HYM.: PLATYGASTRIDAE) EM OVOS DE *Euschistus heros* (HEM.: PENTATOMIDAE)

VALERIA FREITAS CHAVES

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2021**

PARASITISMO E DESENVOLVIMENTO DE *Ooencyrtus submetallicus* (HYM.: ENCYRTIDAE) E *Telenomus podisi* (HYM.: PLATYGASTRIDAE) EM OVOS DE *Euschistus heros* (HEM.: PENTATOMIDAE)

VALERIA FREITAS CHAVES
Bacharel em Biotecnologia

Orientador: PROF. DR. FABRICIO FAGUNDES PEREIRA
Coorientador: DR. HARLEY NONATO DE OLIVEIRA

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

Dourados
Mato Grosso Do Sul
2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

C512p Chaves, Valeria Freitas

PARASITISMO E DESENVOLVIMENTO DE *Ooencyrtus submetallicus* (HYM.:
ENCYRTIDAE) E *Telenomus podisi* (HYM.: PLATYGASTRIDAE) EM OVOS DE *Euschistus heros*
(HEM.: PENTATOMIDAE) [recurso eletrônico] / Valeria Freitas Chaves. – 2021.

Arquivo em formato pdf.

Orientador: Fabricio Fagundes Pereira.

Coorientador: Harley Nonato de Oliveira.

Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2021.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:

<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Controle biológico. 2. Exigências térmicas. 3. Parasitoide de ovos. 4. Percevejo-
marrom. 5. Tabela de vida. I. Pereira, Fabricio Fagundes. II. Oliveira, Harley Nonato

De. III. Título.

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

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

**PARASITISMO E DESENVOLVIMENTO DE *Ooencyrtus submetallicus*
(HYM.: ENCYRTIDAE) E *Telenomus podisi* (HYM.: PLATYGASTRIDAE) EM OVOS
DE *Euschistus heros* (HEM.: PENTATOMIDAE)**

por

Valeria Freitas Chaves

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM AGRONOMIA

Aprovada em: 02 de setembro de 2021



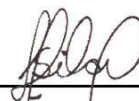
Dr. Fabricio Fagundes Pereira
Orientador/Presidente – UFGD



Dr. Jorge Braz Torres
Membro Titular – UFRPE



Dr. Patrik Luiz Pastori
Membro Titular – UFC



Dra. Ivana Fernandes da Silva
Membro Titular -UFGD

Ao meu pai Eulálio Chaves

À minha mãe Elizabeth do Carmo Freitas

À minha irmã Valeska Freitas Chaves.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus e Nossa Senhora Aparecida, por me conceder saúde e me guiarem a cada passo dessa jornada.

A minha família, pelo incentivo, carinho, apoio incondicional e confiança, fornecendo-me forças para alcançar meus objetivos.

Ao Leandro Henrique, por todo carinho e que durante essa jornada sempre esteve ao meu lado, me apoiando, ajudando e incentivando incondicionalmente.

À Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), por proporcionar os recursos e estrutura para concretizar este trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade de realizar o curso de Mestrado.

Ao Prof. Dr. Fabricio Fagundes Pereira, pela ótima orientação, paciência, dedicação, competência e apoio. Principalmente por acreditar na minha capacidade, agradeço imensamente por todos os ensinamentos transmitidos durante esse tempo.

À prof^{ta}. Dra. Jocélia Grazia pela identificação taxonômica do percevejo-marrom-da-soja.

Aos meus amigos e colegas do Laboratório de Controle Biológico de Insetos (LECOBIOL), por todo apoio, experiência e parceria.

Aos meus amigos (as) Cíntia Garcia, Fabiane Lima, Flávio Oliveira, Geisianny Nunes, Jéssica Mônico, Luiz Guilherme e Rafael Zamperlini, pela amizade, apoio, incentivo e toda energia positiva.

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

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa produtividade ao orientador (processo 304055/2019-0)

À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul, pelo apoio.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) – Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste (CPAO), pelo apoio.

*“A ciência de hoje é a tecnologia de
amanhã.”*

Edward Teller

SUMÁRIO

	PÁGINA
LISTA DE QUADROS – CAPÍTULO I	ix
LISTA DE FIGURAS – CAPÍTULO I.....	ix
LISTA DE QUADROS – CAPÍTULO II	x
RESUMO GERAL	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REVISÃO DE LITERATURA.....	3
Percevejo marrom (<i>Euschistus heros</i>)	3
Parasitoides	4
<i>Telenomus podisi</i> (Ashmead, 1893) (Hymenoptera: Platygasteridae)	5
<i>Ooencyrtus submetallicus</i> (Howard, 1897) (Hymenoptera: Encyrtidae).....	6
Temperatura.....	7
Tabela de Vida	8
Eficiência Biológica de Parasitoides.....	8
OBJETIVO GERAL	9
Objetivos específicos	9
HIPÓTESE(S).....	9
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	10
CAPÍTULO I – Exigências Térmicas de <i>Ooencyrtus submetallicus</i> (Howard) (Hym.: Encyrtidae) e <i>Telenomus podisi</i> (Ashmead) (Hym.: Platygasteridae) em ovos de <i>Euschistus heros</i> (Fabricius) (Hem.: Pentatomidae).....	17
RESUMO.....	17
ABSTRACT.....	18
INTRODUÇÃO	19
MATERIAL E MÉTODOS	20
ETAPA I - Criação dos insetos utilizados nos experimentos	20
ETAPA II – Desenvolvimento Experimental e Análises.....	22
RESULTADOS	23
DISCUSSÃO	25
CONCLUSÃO	28
AGRADECIMENTOS	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

CAPÍTULO II – Desempenho reprodutivo de <i>Ooencyrtus submetallicus</i> (Howard) (Hym: Encyrtidae) e <i>Telenomus podisi</i> (Hym: Platigastridae) em ovos de <i>Euschistus heros</i> (Fabricius) (Hem: Pentatomidae).....	45
RESUMO.....	45
ABSTRACT.....	46
INTRODUÇÃO.....	47
MATERIAL E MÉTODOS.....	48
ETAPA I – Criação dos insetos utilizados nos experimentos.....	48
ETAPA II – Desenvolvimento Experimental e Análises.....	49
RESULTADOS.....	51
DISCUSSÃO.....	52
CONCLUSÃO.....	54
AGRADECIMENTOS.....	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
CONCLUSÕES FINAIS.....	63
ANEXOS.....	64

LISTA DE QUADROS – CAPÍTULO I

QUADRO 1. Características biológicas (média±EP) de <i>Ooencyrtus submetallicus</i> (Howard, 1897) (Hymenoptera: Encyrtidae) e <i>Telenomus podisi</i> (Ashmead, 1893) (Hymenoptera: Platygasteridae) criados em ovos de <i>Euschistus heros</i> (Fabricius, 1794) (Hemiptera: Pentatomidae).....	34
QUADRO 2. Estimativa de gerações anuais de <i>Telenomus podisi</i> (Hymenoptera: Platygasteridae), <i>Ooencyrtus submetallicus</i> (Hymenoptera: Encyrtidae) e <i>Euschistus heros</i> (Hemiptera: Pentatomidae) para regiões produtoras de soja do Centro Sul do Brasil. UFGD, Dourados, MS, 2021.....	35

LISTA DE FIGURAS – CAPÍTULO I

FIGURA 1. Duração (média±EP) do ciclo de vida de ovo a adulto (dias) de <i>Ooencyrtus submetallicus</i> (Hymenoptera: Encyrtidae) e de <i>Telenomus podisi</i> (Hymenoptera: Platygasteridae) em ovos de <i>Euschistus heros</i> (Hemiptera: Pentatomidae) em diferentes temperaturas. UFGD, Dourados, MS, 2021.....	36
FIGURA 2. Emergência (%) (média±EP) de <i>Ooencyrtus submetallicus</i> (Hymenoptera: Encyrtidae) e de <i>Telenomus podisi</i> (Hymenoptera: Platygasteridae) em ovos de <i>Euschistus heros</i> (Hemiptera: Pentatomidae) em diferentes temperaturas. UFGD, Dourados, MS, 2021.....	37

- FIGURA 3.** Indivíduos por ovo (%) (média±EP) de *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae) em ovos de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) em diferentes temperaturas. UFGD, Dourados, MS, 2021.....38
- FIGURA 4.** Razão sexual (%) (média±EP) de *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae) em ovos de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) em diferentes temperaturas. Umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, mantidas constantes. UFGD, Dourados, MS, 2021.....39
- FIGURA 5.** Duração (dias) e velocidade de desenvolvimento de *Ooencyrtus submetallicus* (Hymenoptera: Encyrtidae) em ovos de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) em diferentes temperaturas. Umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, mantidas constantes. UFGD, Dourados, MS, 2021.....40
- FIGURA 6.** Duração (dias) e velocidade de desenvolvimento de *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae) em ovos de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) em diferentes temperaturas. Umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, mantidas constantes. UFGD, Dourados, MS, 2021.....41
- FIGURA 7.** Estimativa do número médio mensal de gerações de *O. submetallicus* (Hymenoptera: Encyrtidae), *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae) e de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) para o município de Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. UFGD, Dourados, MS, 2021.....42
- FIGURA 8.** Estimativa do número de gerações de *Ooencyrtus submetallicus* (Hymenoptera: Encyrtidae) em ovos de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) nos diferentes meses do ano, para duas localidades produtoras de soja do estado do Mato Grosso do Sul. UFGD, Dourados, MS, 2021.....43
- FIGURA 9.** Estimativa do número de gerações de *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae) em ovos de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) nos diferentes meses do ano, para duas localidades produtoras de soja do estado do Mato Grosso do Sul. UFGD, Dourados, MS, 2021.....44

LISTA DE QUADROS – CAPÍTULO II

- QUADRO 1.** Longevidade, período de oviposição e produção de progênie de *Ooencyrtus submetallicus* (Hymenoptera: Encyrtidae) em ovos de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) a 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 14 h. UFGD, Dourados, MS, 2021.....58
- QUADRO 2.** Longevidade, período de oviposição e produção de progênie de *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae) em ovos de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) a 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 14 h. UFGD, Dourados, MS, 2021.....59

- QUADRO 3.** Tabela de vida e fertilidade de fêmeas de *Ooencyrtus submetallicus* (Hymenoptera: Encyrtidae) em ovos de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) a 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 14 h. UFGD, Dourados, MS, 2021.....60
- QUADRO 4.** Tabela de vida e fertilidade de fêmeas de *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae) em ovos de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) a 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 14 h. UFGD, Dourados, MS, 2021.....61
- QUADRO 5.** Parâmetros de crescimento populacional de *Ooencyrtus submetallicus* (Hymenoptera: Encyrtidae) e *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae) criados em ovos de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) calculados a partir de 20 fêmeas a 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 14 h. UFGD, Dourados, MS, 2021.....62

RESUMO GERAL

O sucesso na utilização dos parasitoides em programas de controle biológico, depende do conhecimento de características biológicas como a exigência térmica sobre o hospedeiro alvo. Este trabalho avaliou as características biológicas de *Ooencyrtus submetallicus* (Howard, 1897) (Hymenoptera: Encyrtidae) e de *Telenomus podisi* (Ashmead, 1893) (Hymenoptera: Platygasteridae) parasitando ovos de *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae) em condições de laboratório, sob diferentes condições de temperaturas, estimou o número de gerações para sete localidades produtoras de soja do Brasil e os parâmetros de tabela de vida de fertilidade. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Controle Biológico de Insetos (LECOBIOL) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados, Mato Grosso do Sul. Foi realizado um estudo de biologia comparada, onde a porcentagem de parasitismo e emergência, duração do ciclo de vida (ovo-adulto) e longevidade foram semelhantes entre *O. submetallicus* e *T. podisi*. A razão sexual e o número de indivíduos emergidos por ovo foi maior para *O. submetallicus* em todas as regiões testadas. No estudo de exigências térmicas, temperaturas de 16, 19, 22, 25, 28, 31 ou 33 ° C foram testadas. *Ooencyrtus submetallicus* e *T. podisi* desenvolveram-se em temperaturas entre 16 e 31 ° C. A temperatura base (T_b) para *O. submetallicus* e *T. podisi* foi de 9,3° e 6,7 °C, enquanto a constante térmica (K) foi de 336,9 e 272,7 graus-dia. O número médio estimado de gerações anuais de ambos os parasitoides foram mais alto do que o hospedeiro. *Ooencyrtus submetallicus* e *T. podisi* têm a mesma capacidade de parasitar e se desenvolver em ovos de *E. heros*, nas condições estudadas. Ambos os parasitoides exibiram desenvolvimento satisfatório e parasitismo em temperaturas entre 19 ° e 31 ° C. O desenvolvimento de ambos os parasitoides foram mais rápido do que seu hospedeiro, e o número de gerações foi maior para as sete localidades estudadas. O estudo da tabela de vida de fertilidade foi realizado com oferta diária de ovos para o parasitismo até a morte de todas as fêmeas. A duração do ciclo de vida (ovo-adulto) foi de 17,5 dias para *O. submetallicus* e *T. podisi*. A longevidade das fêmeas de *O. submetallicus* e *T. podisi* foram estimadas em $18,1 \pm 0,78$ e $21,1 \pm 0,85$ dias, com capacidade inata de aumentar em número de 0,16 e 0,18; taxa líquida de reprodução de 58,30 e 52,34; razão finita de aumento de 1,18 e 1,20; tempo médio entre as gerações de 24,47 e 21,24 dias e tempo de duplicação da população de 4,17 e 3,69 semanas. Constatou-se que *O. submetallicus* possui desempenho reprodutivo semelhante ao de *T. podisi*. Indicando que ambos parasitoides possuem potencial como agentes biológicos no controle de *E. heros*.

Palavras-chave: Controle biológico; exigências térmicas; parasitoide de ovos; percevejo-marrom; tabela de vida.

ABSTRACT

The successful use of parasitoids in biological control programs depends on knowledge of biological characteristics such as the thermal demand on the target host. This work evaluated the biological characteristics of *Ooencyrtus submetallicus* (Howard, 1897) (Hymenoptera: Encyrtidae) and *Telenomus podisi* (Ashmead, 1893) (Hymenoptera: Platygasteridae) parasitizing eggs of *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) under conditions: The laboratory test, under different temperature conditions, estimated the number of generations for seven soybean producing locations in Brazil and the fertility life table parameters. The experiments were carried out at the Laboratory for Biological Control of Insects (LECOBIOL) of the Federal University of Grande Dourados (UFGD), in Dourados, Mato Grosso do Sul. A comparative biology study was carried out, where the percentage of parasitism and emergence, life cycle duration (egg-adult) and longevity were similar between *O. submetallicus* and *T. podisi*. The sex ratio and the number of emerged individuals per egg were higher for *O. submetallicus* in all regions tested. In the study of thermal requirements, temperatures of 16, 19, 22, 25, 28, 31 or 33 °C were tested. *Ooencyrtus submetallicus* and *T. podisi* developed at temperatures between 16 and 31 °C. The base temperature (T_b) for *O. submetallicus* and *T. podisi* was 9.3 ° and 6.7 °C, while the thermal constant (K) was 336, 9 and 272.7 degree days. The estimated mean number of annual generations of both parasitoids were higher than the host. *Ooencyrtus submetallicus* and *T. podisi* have the same ability to parasitize and develop in *E. heros* eggs under the conditions studied. Both parasitoids exhibited satisfactory development and parasitism at temperatures between 19 ° and 31 ° C. The development of both parasitoids was faster than their host, and the number of generations was higher for the seven locations studied. The study of the fertility life table was carried out with daily offering of eggs for the parasitism until the death of all females. Life cycle duration (egg-adult) was 17.5 days for *O. submetallicus* and *T. podisi*. The longevity of females of *O. submetallicus* and *T. podisi* was estimated at 18.1±0.78 and 21.1±0.85 days, with an innate capacity to increase in number of 0.16 and 0.18; net reproduction rate of 58.30 and 52.34; finite ratio of increase of 1.18 and 1.20; mean time between generations of 24.47 and 21.24 days and population doubling time of 4.17 and 3.69 weeks. It was found that *O. submetallicus* has a reproductive performance similar to that of *T. podisi*. Indicating that both parasitoids have potential as biological agents in the control of *E. heros*.

Key words: Biological control; thermal requirements. egg parasitoid; Neotropical brown stink bug; life table.

INTRODUÇÃO GERAL

O percevejo-marrom, *Euschistus heros* (Fabricius, 1974) (Hemiptera: Pentatomidae) é considerado praga-chave da cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. Adaptado à climas quentes, sendo nativo da região Neotropical é um dos mais abundantes em lavouras de soja e algodão da região central do Brasil (TURCHEN et al., 2015). Essa espécie infesta lavouras de soja, principalmente, na fase reprodutiva, onde alimenta-se de grãos em formação, tornando-os enrugados e murchos, causando a má formação e até mesmo o abortamento das vagens, prejudicando assim a maturação e vigor dos grãos (VIEIRA e FORNAZIER, 2016). Além dos danos diretos, o habito alimentar dos percevejos, podem causar distúrbios fisiológicos como, a soja-louca, caracterizado pela maturação irregular de vagens ao final do seu ciclo e retenção anormal da folhas, dificultando a colheita (DEGRANDE e VIVAN, 2011; BARROS, 2018).

Parasitoides são inimigos naturais que reduzem efetivamente populações de diversas insetos-praga, ao parasitarem ovos, ninfas (ou larvas e pupas) e, adultos. Como consequência os danos causados pelas pragas tendem à redução (TURCHEN et al., 2015). Devido às tecnologias desenvolvidas, a criação massal desses inimigos naturais avançou e isso possibilita a comercialização de vários parasitoides. No Brasil são comercializados espécies de parasitoides de ovos como, *Trichogramma* spp. (Westwood, 1833) (Hymenoptera: Trichogrammatidae), utilizado no controle de lepidópteros-praga em diversas culturas e utilizado no controle de lepidópteros-praga em diversas culturas e *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891) (Hymenoptera: Braconidae) para o controle da broca-da-cana, *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) (PARRA et al, 2002) além de *Telenomus remus* (Nixon, 1937) (Hymenoptera: Scelionidae) para manejo biológico de espécies de *Spodoptera* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) (PINTO, 2006).

Os parasitoides *Trissolcus basalis* (Wollaston, 1858) (Hymenoptera: Scelionidae) e *Telenomus podisi* (Ashmead, 1893) (Hymenoptera: Platygasteridae) vem sendo utilizados em larga escala em programas de controle biológico de percevejos fitófagos (SOUZA et al., 2014; BUENO et al, 2020). *Ooencyrtus submetallicus* (Howard, 1897) (Hymenoptera: Encyrtidae) parasita ovos de percevejos, como *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) e de lepidópteros, como *Erinnyis ello* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Sphingidae) (SILVA, 2017). Este

último, tem apresentado resultados importantes quando se trata do parasitismo e emergência em *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Pentatomidae) (FACA et al., 2021) e foi registrado pela primeira vez no Brasil, no estado de Mato Grosso, parasitando ovos de *Edessa meditabunda* (Fabricius, 1974) em *Crotalaria spectabilis* (Fabaceae), em 2009 (GOLIN et al., 2011).

A criação de insetos depende de fatores abióticos como temperatura e umidade relativa do ar e de bióticos como a competição inter e intraespecífica, e o uso do hospedeiro (natural ou alternativo). A idade dos ovos do hospedeiro e das fêmeas parasitoides também influenciam as características biológicas desses inimigos naturais (TARLA, 2011). A temperatura interfere diretamente na sobrevivência dos insetos parasitoides e em sua dinâmica populacional, afetando a duração do ciclo de vida (ovo-adulto), a sobrevivência e na capacidade de reprodução (SOUZA et al., 2001; MAWELA et al., 2013). Sendo assim, o conhecimento das exigências térmicas em insetos permite: prever e ajustar sua produção em laboratório; conhecer o sincronismo das criações do inimigo natural e do inseto-praga, estabelecer a temperatura ótima para o desenvolvimento e estimar o número de gerações durante o ciclo de produção das culturas em determinada região, ou o número de gerações anuais (BRAZ et al., 2021).

Por fim, para se obter êxito nos programas de controle biológico com parasitoides, é necessário conhecer as características biológicas básicas, tais como: fecundidade, parasitismo, emergência e razão sexual quando criados nos hospedeiros alternativos e naturais sobre a influência de fatores que podem impactar o parasitismo (SILVA et al., 2008). O uso de metodologias de estudo como a tabela de vida tem por finalidade descrever o desempenho de uma determinada espécie submetida a condição de interesse. A partir de dados de duração, viabilidade e razão sexual, combinados com a fecundidade e longevidade de fêmeas adultas, permite calcular parâmetros que avaliam o crescimento populacional. Assim análises de tabela de vida de fertilidade são úteis na determinação e compreensão do crescimento populacional de espécies e na comparação do desempenho biológico entre espécies ou linhagens de inimigos naturais (YU et al., 2013).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar as características biológicas de *O. submetallicus* e *T. podisi* criados em ovos de *E. heros* em condições de laboratório, sob diferentes condições de temperaturas, estimar o número de gerações para diferentes localidades produtoras de soja do Brasil e os parâmetros de tabela de vida de fertilidade.

REVISÃO DE LITERATURA

Percevejo marrom (*Euschistus heros*)

A cultura está sujeita a infestações de diversas pragas desde a germinação até a colheita, devido a vários fatores, entre eles ao aumento das áreas cultivadas. Durante a germinação, a soja pode ser afetada por insetos subterrâneos, na fase vegetativa/reprodutiva por lagartas desfolhadoras e outros artrópodes que alimentam de folhas e seiva (ácaros e mosca-branca), e na fase reprodutiva/maturação, destacam-se os percevejos como importantes pragas. Entre os percevejos pragas da soja são citadas as espécies, *Euschistus heros*, *Piezodorus guildinii* e *Nezara viridula*, com a primeira espécie se tornando a principal praga da cultura, com ocorrência em todas as regiões produtoras de soja no Brasil (SOSA-GOMÉZ et al., 2010; PANIZZI, 2015). Devido a ocorrência dessas pragas, o uso de inseticidas químicos tem aumentado, causando preocupações em vários segmentos desde o aumento de custo de produção a contaminação ambiental (CASTRO et al., 2012). Com isso, alternativas biológicas de controle de pragas são estudadas para participar com táticas do manejo integrado de pragas da soja (CORRÊA-FERREIRA et al., 2013).

O primeiro registro de *E. heros* na cultura da soja, foi feito em 1992, na região norte do estado do Paraná e, atualmente, é considerada a principal praga da cultura, devido as características de produzir altas populações, capacidade de ocasionar perdas de produção e dificuldade de controle. O percevejo-marrom é nativo da região Neotropical, sendo bem adaptado a regiões com altas temperaturas (SOSA-GÓMEZ et al., 2014). Acredita-se que o aumento desta espécie na cultura, é devido as decorrentes mudanças climáticas, além do aumento da adoção da soja Bt (*Bacillus thuringiensis*) pelos produtores e, conseqüentemente, redução de aplicações de inseticidas químicos nos cultivos, adoção maciça do sistema de plantio direto pelos produtores e a elevada capacidade de sobrevivência dessa praga na entressafra da soja (PANIZZI e LUCINI, 2016).

Adultos de *E. heros* apresentam coloração marrom escura, com dois prolongamentos laterais do pronoto, em forma de espinho e uma mancha branca em forma de meia lua, no final do escutelo (SMANIOTTO e PANIZZI, 2015). Em relação ao seu desenvolvimento, quando em plena maturação sexual, as fêmeas de *E. heros* depositam seus ovos sobre folhas ou vagens, em grupos de 5 a 8 ovos em média, com coloração amarela inicialmente, e de coloração marrom-avermelhada próximo a eclosão

das ninfas. O período ovo até a fase adulta de *E. heros* é de, aproximadamente, 24 dias e possuem longevidade de até 116 dias (DEPIERI e PANIZZI, 2011). As ninfas de primeiro instar não se alimentam e apresenta o comportamento gregário ficando sobre ou entorno da postura. O potencial de ocasionar injúrias aumenta a partir do terceiro instar (GRAZIA et al., 1980). A injúria é resultado da alimentação das sementes que ocorre pela inserção do estilete nas vagens, até atingir as sementes, afetando conseqüentemente o desenvolvimento e qualidade dos grãos causando redução da produção (LEONARD et al., 2011).

Geralmente, os adultos de *E. heros* passam o período de entressafra, abril a novembro, em diapausa reprodutiva com os adultos geralmente abrigados sob palhada, próximos de plantas verdes nas bordaduras de matas (PANIZZI, 1997). Durante este período, seu metabolismo é reduzido, não atacam as culturas e nem se reproduzem. Aparentemente, utilizam outras plantas como fonte de umidade e conseguem sobreviver através da reserva de lipídios que acumulam antes de entrarem em diapausa. O fim da diapausa ocorre em novembro, quando os percevejos começam a colonização na lavoura (CORRÊA-FERREIRA et al., 2009). *Euschistus heros* pode ser encontrado principalmente quando a soja está na fase reprodutiva, época que se estende de dezembro a março, durante esse período, ocorrem perdas significativas, pelo fato de se alimentarem de vagens e grãos, com aborto de vagens, inviabilizando a germinação e o vigor das sementes além de causar distúrbios fisiológicos e serem uma porta de entrada para doenças nas plantas (LUCINI e PANIZZI, 2018).

Parasitoides

Os parasitoides são utilizados em programas de controle biológico, afim de reduzir ataques e danos dos insetos-praga em diversas culturas (CORRÊA-FERREIRA e MOSCARDI, 1995). São insetos que pelo menos uma fase do seu desenvolvimento está associada ao hospedeiro do qual se alimentam. São caracterizados por utilizarem apenas um único hospedeiro para se desenvolver, e possuir preferência por uma determinada fase de desenvolvimento do seu hospedeiro: ovo, larva, pupa ou adulto. Estes são diferentes dos insetos predadores em várias características, entre elas, os predadores podem alimentar das diferentes fases da mesma presa, bem como ser predador na fase larval e adulta (BUENO et al., 2012 b).

Os parasitoides podem ser classificados a partir da sua estratégia de parasitismo. Os cenobiontes, paralisam seu hospedeiro por um determinado momento, permitindo

que o mesmo continue exibindo algum desenvolvimento ao longo do desenvolvimento do parasitoide. Os idiobiontes impedem que seu hospedeiro se desenvolva, causando sua paralisia permanente. Os ectoparasitoides que se desenvolvem sobre seu hospedeiro, alimentando-se através do tegumento e os endoparasitoides, que se alimentam internamente do seu hospedeiro (FERNÁNDEZ e SHARKEY, 2006). Existem também os parasitoides gregários, que são aqueles presentes em maiores quantidades no mesmo hospedeiro, e os solitários onde um parasitoide se desenvolve por hospedeiro e os hiperparasitoides, que parasitam os parasitoides primários dentro dos hospedeiros que foram parasitados anteriormente (HANSON e GAULD, 2006).

Os parasitoides de ovos têm como principal característica, interromper o desenvolvimento da praga antes mesmo que este comece a causar danos, ou seja, esses parasitoides depositam seus ovos sobre os ovos do percevejo por exemplo, impedindo a eclosão das ninfas. Parasitoides como o *T. basalis*, *T. podisi* e *T. urichi* são os mais utilizados em programas de controle de percevejos como, *E. heros*, *D. melacanthus* e *N. viridula* (FAVETTI et al., 2014; LAUMANN et al., 2010).

***Telenomus podisi* (Ashmead, 1893) (Hymenoptera: Platygasteridae)**

É um microhimenóptero de vida livre, quando adulto se alimenta de mel ou néctar, mede aproximadamente 1 mm de comprimento, possui coloração preta. Este parasitoide deposita seus ovos no interior dos ovos do hospedeiro, onde passa pelas fases do ovo, larva e pupa, passado em média um período de 12 a 15 dias do parasitismo à emergência. Geralmente os adultos começam a emergir. Geralmente os machos do *T. podisi* emergem um ou dois dias antes das fêmeas e permanecem sobre a postura guardando a emergência das fêmeas. Logo após a emergência das fêmeas, ocorre a copula e as mesmas ficam aptas para dar início a oviposição. As fêmeas são capazes de realizar as posturas desde o primeiro dia de vida e sua fecundidade gira em torno de 250 ovos. O dimorfismo sexual pode ser feito pelas antenas, as fêmeas apresentam antenas clavadas e os machos, antenas filiformes (PACHECO e CORRÊA-FERREIRA, 2000; BUENO et al., 2012a; SILVA et al., 2018).

Telenomus podisi possui grande capacidade de busca por hospedeiros e sua ocorrência é registrada desde a região Sul até a Centro-Oeste, o que demonstra que pode se adaptar a diferentes condições climáticas. Quando em ambiente natural, as fêmeas utilizam sinais químicos ao seu favor, chamados de semioquímicos para localizar os

ovos do hospedeiro, esses sinais são emitidos pelas plantas quando atacadas e são produzidos naturalmente pelo hospedeiro (CONTI e COLAZZA, 2012). Quando encontram os ovos do percevejo, as fêmeas aproximam suas antenas dos ovos e começam a tatear em movimentos repetitivos para examiná-los, feito isso elas inserem o seu ovipositor na base do ovo e ao detectarem que o mesmo está apto ao parasitismo, elas depositam seus ovos no interior dos ovos do percevejo. Após o parasitismo, as fêmeas marcam os ovos passando seu ovipositor sobre o córion, afim de evitar o superparasitismo. O desenvolvimento dos parasitoides é perceptível, devido a mudança de coloração dos ovos do hospedeiro, como nos ovos de *E. heros* que possuem coloração amarela e quando parasitados mudam para a cor cinza e depois preto, que é a mesma cor dos parasitoides adultos (BUENO et al, 2012 b).

Em campo este parasitoide apresenta preferência por ovos de *E. heros*, talvez essa preferência possa ser devido a predominância deste percevejo nas áreas de soja. A presença do *T. podisi* nas lavouras está relacionado ao manejo adequado realizado na cultura, já que o mesmo é sensível ao uso indiscriminado de inseticidas não seletivos (BUENO et al., 2012 b). Em laboratório, adultos de *T. podisi* podem viver de 3 a 54 dias, dependendo da alimentação que recebem no decorrer dos dias. Sua eficiência, reprodução e desenvolvimento em campo podem ser afetados por fatores bióticos e abióticos, sendo o principal fator abiótico a temperatura que pode afetar de forma negativa o parasitismo. Quando expostos a temperaturas em torno de 25°C em ovos de *E. heros* por exemplo, *T. podisi* pode viver em média 30,9 dias (PACHECO e CORRÊA-FERREIRA, 2000; BUENO et al., 2012 b; QUEIROZ et al., 2017).

***Ooencyrtus submetallicus* (Howard, 1897) (Hymenoptera: Encyrtidae)**

É um endoparasitoide solitário, entretanto existem espécies que podem ser gregárias, se reproduzem por partenogênese teolítica, ou seja, gera indivíduos fêmeas (HUANG e NOYES, 1994). Geralmente os machos desse parasitoides são raros, mas podem ser produzidos sob algumas condições de temperatura, ou seja, o sexo pode ser determinado através da temperatura em que a fêmea está exposta durante o desenvolvimento e também durante a vida adulta, sendo a temperatura crítica de 24,4°C. Uma fêmea pode ovipositar várias vezes em um único ovo, porém se o número de oviposições for elevado, provavelmente irá emergir apenas um ou dois indivíduos de cada ovo parasitado (WILSON e WOOLCOCK, 1960).

Ooencyrtus submetallicus foi descrito pela primeira vez em Granada, nas Índias

Ocidentais, por Howard em 1897, mais tarde a espécie começou a ser relatada como um inimigo natural de *N. viridula*, *Edessa meditabunda* (Fabricius, 1974) (Hemiptera: Pentatomidae), *Erinnyis ello* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Sphingidae), *Chinavia pengue* (Rolston, 1983) (Hemiptera: Pentatomidae), *P. guildinii* e *E. heros*. Essa espécie ainda é pouco estudada, sendo escassas as informações sobre as técnicas de multiplicação, liberação e biologia, para ser utilizado em programas de controle biológico (GOLIN et al., 2011; SILVA et al., 2017; EDUARDO, 2018).

Temperatura

Dentre os fatores abióticos que podem afetar o desempenho de diversos insetos, a temperatura é a mais importante, podendo afetar o desenvolvimento de forma direta. O desenvolvimento embrionário dos insetos é essencial, principalmente quando se trata de parasitoides, temperaturas muito altas ou muito baixas, podem causar alterações metabólicas e danos físicos, influenciando as características biológicas, como a duração de desenvolvimento, reprodução, razão sexual, parasitismo, emergência, longevidade e viabilidade dos ovos (TAGUTI, 2018).

O conhecimento das exigências térmicas dos parasitoides é importante, pois permite conhecer a temperatura ótima para o desenvolvimento e permitir uma melhor sincronia das criações do parasitoide e hospedeiro, além de estimar o número de gerações para determinadas regiões. Em laboratório, quando determinada a temperatura ideal, esta fornece subsídio para obter um número de indivíduos desejados, com previsão da capacidade e duração reprodutiva das fêmeas e sobrevivência (GUEDES et al., 2012). Porém, quando determinadas em laboratório, podem ocorrer discrepância nos resultados em campo, sendo aceitável uma variação entre 10-15%. Essas variações podem ocorrer devido as temperaturas que muitas vezes ultrapassam os limites térmicos inferiores ou superiores, e muitas vezes interferem no somatório do acúmulo térmico (GOT et al., 1996).

No estudo com temperaturas abaixo de 15°C não ocorreu a emergência de parasitoides machos, enquanto que em temperaturas acima de 32°C não ocorreu a emergência dos parasitoides de *T. podisi* (Yeargan, 1980). Ao parasitar ovos de *D. melacanthus* sob três temperaturas constantes (19°, 25° e 31°C), apresentou taxa de parasitismo superior a 80% (BORTOLOTTO et al., 2016). Emergência acima de 80% foram observadas nas temperaturas entre 20° e 25°C ao parasitarem ovos de *D. melacanthus*, sendo que a longevidade do parasitoide foi inversamente proporcional

com o aumento da temperatura, ou seja, quanto maior a temperatura, menor a longevidade do inseto (TAGUTI et al., 2019).

Tabela de Vida

Conhecer o potencial de crescimento de determinadas populações de insetos é fundamental para estabelecer práticas eficientes de controle e avaliar os impactos sobre insetos não-alvo. Um dos métodos mais utilizados para estimar a taxa de crescimento de uma população é a tabela de vida e fertilidade (PARRA et al., 1995). A tabela de vida e fertilidade fornece uma descrição completa dos parâmetros biológicos de uma população de insetos, através da duração e sobrevivência de suas fases, combinados com dados de fecundidade das fêmeas, permitindo estimar a idade e tamanho da população em determinado tempo (SOUTHWOOD, 1978; FÁVERO et al., 2014).

Os principais parâmetros da tabela de vida e fertilidade são: taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m); taxa líquida de reprodução (R_o); tempo necessário para a população duplicar (TD); tempo médio de geração (T); e razão finita de aumento populacional (λ) (SOUTHWOOD, 1978). A taxa intrínseca de crescimento (R_m) é um dos resultados mais importantes extraídos da tabela de vida, pois este indica o possível sucesso de um agente de controle biológico (CASTILHO et al., 2006). Parasitoides como *T. podisi* e *T. basalis* são exemplos de sucesso em programas de controle biológico, e diversos são os estudos relacionados a tabela de vida desses parasitoides, onde indicam que ambos possuem alto potencial reprodutivo, o que vem possibilitando a sua criação massal em laboratório (ROCHA, 2016).

Eficiência biológica de parasitoides

A utilização de inimigos naturais como agentes de controle biológico nas culturas de soja, milho, cana e etc, vem crescendo com o decorrer dos anos em toda a América do Sul (VAN LENTEREN, 2017). Para que um programa de controle biológico com parasitoides tenha sucesso, torna-se necessário conhecer a eficiência biológica em laboratório, semi-campo e campo. Com isso, alguns critérios são necessários para a avaliação da eficiência biológica de parasitoides, sendo a porcentagem de parasitismo e de emergência, duração do ciclo de vida (ovo-adulto), número de indivíduos por ovo, longevidade do parasitoide, fecundidade, razão sexual dos descendentes em condições de laboratório, semi-campo e campo (TIAGO, 2019) .

Características biológicas de *O. submetallicus* foram estudadas em ovos de *N.*

viridula. O parasitoide desenvolveu-se nos ovos deste hospedeiro com emergência de apenas descendentes fêmeas (FACA et al., 2021). Em estudos com os parasitoide *T. podisi* e *T. basalis* parasitando ovos de *E. heros*, características como razão sexual (0,80) e parasitismo (67%), foram superiores para *T. podisi*, demonstrando que este parasitoide seria melhor indicado no controle de *E. heros* por seu ótimo desempenho sobre o hospedeiro (ROCHA, 2016). Em outros estudos com *O. submetallicus* parasitando ovos de *E. heros* armazenados em nitrogênio líquido (-196°C), demonstrou sua capacidade em parasitar por 0, 30, 60, 90, 120, 150 ou 180 dias com emergência acima de 70%, isso permite a multiplicação de agentes de controle biológico em laboratório a qualquer época do ano, o que possibilita sincronizar a multiplicação com a sua liberação em períodos que a maior ocorrência de seus hospedeiros (SANOMIA, 2019).

OBJETIVO GERAL

Determinar as características biológicas dos parasitoides *O. submetallicus* e *T. podisi* parasitando ovos de *E. heros* em condições de laboratório.

Objetivos Específicos

Determinar a influência da temperatura sobre características biológicas de *O. submetallicus* e *T. podisi* parasitando ovos de *E. heros*.

Calcular as exigências térmicas e o número de gerações de *O. submetallicus* e *T. podisi* para sete localidades produtoras de soja da região Centro-Oeste e Sul.

Quantificar o desempenho reprodutivo de *O. submetallicus* e de *T. podisi* parasitando ovos de *E. heros*, por meio da análise comparativa das tabelas de vida de fertilidade.

HIPÓTESE (S)

- 1- *Ooencyrtus submetallicus* e *T. podisi* parasitam e desenvolvem em ovos de *E. heros* na faixa térmica de 16 a 33°C;
- 2- O desempenho biológico de *O. submetallicus* e *T. podisi* parasitando ovos de *E. heros* é similar em condições de laboratório.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAZ, C. E.; BUENO, A. F.; COLOMBO, F. C. C.; QUEIROZ, A. P. Temperature Impact on *Telenomus podisi* emergence in Field Releases of Unprotected and Encapsulated Parasitoid Pupae. **Neotropical Entomology**, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1007/s13744-021-00857-3>
- BORTOLOTTO, O. C.; GOOD, A. F.; PÉ YNAIARA, K.; SILVAG. V.; QUEIROZ, A. P. Desenvolvimento de *Dichelops melacanthus* e seu parasitoide de ovos *Telenomus podisi* criando em soja Bt MON 87701xMon 89788 e sua isolinha quase convencional sob diferentes temperaturas. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v, 88, p. 1023-1034, 2016. Doi: <https://doi.org/10.1590/0001-3765201620150257>
- BUENO, A. D. F.; PANIZZI, A. R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; GAZZONI, D. L.; ROGGIA, S. **Histórico e evolução do manejo integrado de pragas da soja no Brasil**. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. Soja: Manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga, cap.1. Brasília, DF: Embrapa, 1^a-Ed., p. 37-74, 2012 a. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/artropodes/Capitulo1.pdf>. Acesso em: novembro de 2020.
- BUENO, A. F.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; CÔRREA-FERREIRA, B. S., MOSCARDI, F.; BUENO, R. C. O. F. **Inimigos naturais das pragas da soja**. In: HOFFMANN-CAMPO, B. C.; CÔRREA-FERREIRA, B. S.; MORCARDI, F. Soja: Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-Praga. Embrapa, Brasília, DF, p. 493-630. 2012 b. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/artropodes/Capitulo8.pdf>. Acesso em: janeiro de 2021
- BUENO, A. F.; BRAZ, E. C.; FAVETTI, B. M.; FRANÇA-NETO, J. B.; SILVA, G. V. Release of the egg parasitoid *Telenomus podisi* to manage the Neotropical Brown Stink Bug, *Euschistus heros*, in soybean Production. **Crop Protection**, v. 137, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105310>
- CASTILHO, J., JACAS, J.A., PENÃ, J.E., ULMER, B.J., HALL, D.G. Effect of temperature on life history of *Quadrastichus haitiensis* (Hymenoptera: Eulophidae), an endoparasitoid of *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae). **Biological Control**, v.36, p.189–196, 2006. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2005.09.023>
- CASTRO, A. A.; LACERDA, M. C., ZANUNCIO, T. V., RAMALHO, F. S.; POLANCZYK, R. A.; SERRÃO, J. E.; ZANUNCIO, J. C. Effect of the insect growth regulator diflubenzuron on the predator *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). **Ecotoxicology**, v. 21, p. 96-103, 2012. Doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s10646-011-0769-z>
- CONTI, E.; COLAZZA, S. Chemical ecology of eggs parasitoids associated with true bugs. **Psyche: A Journal of Entomology**, v. 2012 p.1-11, 2012. Doi: <https://doi.org/10.1155/2012/651015>

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. Seasonal occurrence and host spectrum of egg parasitoids associated with Soybean stink bugs. **Biological Control**, v.5, p. 196-202, 1995. Doi: <https://doi.org/10.1006/bcon.1995.1024>

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; KRZYZANOWSKI, F. C.; MINAMI, C. A. **Percevejos e a qualidade da semente de soja: Séries sementes**. Londrina: Embrapa Soja, p. 15, 2009. (Circular Técnica, 67). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/471343>. Acesso em: outubro de 2020.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; CASTRO, L. C.; ROGGIA, S., CESCINETTO, N. L.; COSTA, J. M.; OLIVEIRA, M. C. N. **MIP-Soja: resultados de uma tecnologia eficiente e sustentável no manejo de percevejos no atual sistema produtivo da soja**. Londrina: Embrapa Soja, p. 55, 2013. (Documentos, 341). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/87596/1/Doc-341.pdf>. Acesso em: novembro de 2020

DEGRANDE, Paulo E.; VIVAN, Lucia M. **Pragas da soja**. In: Tecnologia e Produção: soja e milho 2011/2012. Dourados-MS. v.1, p.155-206, 2011. Disponível em: <https://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/138/138/newarchive-138.pdf>. Acesso em: outubro de 2020

DEPIERI, R. A.; PANIZZI, A. R. Duration of feeding and superficial and in-depth damage to Soybean seed by selected species of stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, v.40, p.197-203, 2011. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2011000200007>

EDUARDO, W. I.; TOSCANO, L. C.; TOMQUELSKI, G.V.; MARUYAMA, W. I.; MORANDO, R. Action thresholds for the Soybean stink bug complex: phytotechnical and physiological parameters and egg parasitism. **Revista Colombiana de Entomologia**, v.44, p.165-171, 2018. Doi: <https://doi.org/10.25100/socolen.v44i2.7312>

FACA, E. C.; PEREIRA, F. F.; FERNANDES, W. C.; SILVA, I. F.; COSTA, V. A.; WENGRAT, A. P. G. S. Reproduction of *Ooencyrtus submetallicus* (Hymenoptera: Encyrtidae) and *Trissolcus* sp. aff. *Urichi* (Hymenoptera: Scelionidae) in eggs of *Nezara viridula* (hemiptera: Pentatomidae) of different ages. **Journal of Agricultural Science**, v. 13, p. 96-106, 2021. Doi: 10.5539/jas.v13n10p96

FÁVERO, K.; PEREIRA, F. F.; KASSAB, S. O.; COSTA, D. P.; ZANUNCIO, J. C. Life and Fertility Tables of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) with *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) pupae. **Annals of the Entomological Society of America**, v.107, p.621-626, 2014. Doi: <https://doi.org/10.1603/AN13082>

FAVETTI, B. M.; BUTNARIU, A. R.; DOETZER, A. K. Storage of *Euschistus heros* Eggs (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) in Liquid Nitrogen for Parasitization by *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Platygastriidae). **Neotropical Entomology**, v.43, p. 291-293, 2014. Doi: <https://doi.org/10.1007/s13744-014-0206-0>

FÉRNANDEZ, F.; SHARKEY, M. J. **Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical**. Bogotá D. C., Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, p. 893. 2006. Disponível em: <http://hdl.handle.net/20.500.12324/34432>. Acesso em: setembro de 2020.

GOLIN, V.; LOIÁCONO, M. S.; MARGARÍA, C. B.; AQUINO, D. A. Natural incidence of egg parasitoids of *Edessa mediatubunda* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) on *Crotalaria spectabilis* in Campo Novo do Parecis, MT, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 40, p.617-618, 2011. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2011000500015>

GOT, B.; LABATTE, J. M.; PIRY, S. European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) development time model. **Environmental Entomology**, v. 25, p.310-320, 1996. Doi: <https://doi.org/10.1093/ee/25.2.310>

GRAZIA, J.; VECCHIO, M. C. DEL ; BALESTIERI, F. M. P. ; RAMIRO, Z. A. Study of the nymphs of the pentatomids (Heteroptera) the live on soybean (*Glycine max* (L.) Merrill): *I-Euschistus heros* (Fabricius, 1798) and *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. v.9, p.39-51, 1980. Doi: <https://doi.org/10.37486/0301-8059.v11i1.271>

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

HANSON, P. E.; GAULD, I. D.; **Hymenoptera de la Region Neotropical**. Memoirs of the American Entomological Institute, v. 77, p. 1-994, 2006.

HUANG, D. W.; NOYES, J. S. A revision of the Indo-Pacific species of *Ooencyrtus* (Hymenoptera: Encyrtidae), parasitoids of the immature stages of economically important insects' species (mainly Hemiptera and Lepidoptera). **Bulletin of the Natural History Museum**, v.63, p1-136, 1994.

LAUMANN, R. A.; MORAES, M. C. B.; SILVA, J. P. D.; VIEIRA, A. M. C.; SILVEIRA, S. D.; BORGES, M. Egg parasitoid wasps as natural enemies of the neotropical stink bug *Dichelops melacanthus*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, p. 442-449, 2010. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2010000500002>

LEONARD, B. R.; BOQUET, D. J.; PADEGETT, B.; DAVIS, J. A.; SCNEIDER, R.; GRIFFING, J. L.; VALVERD, R. A.; LEVY, J.R. Soybean green plant malady contributing factors and mitigation. **Louisiana Agriculture Magazine**, v.54, p32-34, 2011.

LUCINI, T.; PANIZZI, A. R. Electropenetrography (EPG): A Breakthrough tool unveiling stinkbug (Pentatomidae) feeding on plants. **Neotropical Entomology**, v.47, p.6-18, 2018. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/191556/1/ID44476-2018v47n1p6.pdf>. Acesso: setembro de 2020.

MAWELA, K.V., KFIR, R., KRÜGER, K. 2013. Effect of temperature and host species on parasitism, development time and sex ratio of the egg parasitoid *Trichogrammatoidea lutea* Girault (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Biological Control**, v.64, p.211–216, 2013. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2012.11.017>

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

PANIZZI, A. R. Wild hosts of pentatomids: ecological significance and role in their pest status on crops. **Annual Review of Entomology**. v. 42, p.99-122, 1997. Doi: <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.ento.42.1.99>

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

PANIZZI, A. R.; LUCINI, T. What Happened to *Nezara viridula* (L.) in the Americas? Possible Reasons to Explain Populations Decline. **Neotropical Entomology**, v.5, p. 1-10, 2016. Doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s13744-016-0446-2>

PARRA, J. R. P.; HADDAD, M. de L.; SILVEIRA-NETO, S. Tabela de vida de fertilidade de *Perileucoptera coffeella* (Guerin-Meneville, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) em três temperaturas. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.39, p.125-129, 1995. Disponível em: <http://www2.ufpel.edu.br/faem/agrociencia/v10n4/artigo08.pdf>. Acesso em: outubro de 2020.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico: uma visão inter e multidisciplinar**. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J. M. S. Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores. São Paulo: Manole, p.125-142, 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/318826649_Control_Biologico_Uma_Visao_Inter_e_Multidisciplinar_in_portuguese. Acesso me: September de 2020.

PINTO, J. D.; A review of the new world genera of Trichogrammatidae (Hymenoptera). **Journal of Hymenoptera Research**.v. 15, p. 38-163, 2006. Disponível em: <https://ia600201.us.archive.org/8/items/biostor-363/biostor-363.pdf>. Acesso em: outubro de 2020.

QUEIROZ, A. P.; BUENO, A. F.; POMARI-FERNANDES, A.; BORTOLOTTI, O. C.; MIKAMI, A. Y.; OLIVE, L. Influence of host preference, mating and release density on the parasitismo of *Telenomus podisi* (Nixon) (Hymenoptera, Platygasteridae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.61, p.86-90, 2017. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.rbe.2016.12.004>

ROCHA, A. C. P. **Dinâmica de interações tróficas de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) com *Telenomus podisi* e *Trissolcus basal* (Hymenoptera:**

Platygastridae). Tese Doutorado, Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba-SP, p. 44, 2016. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11146/tde-10052016-181150/>. Acesso em: setembro de 2020.

SILVA, R. J. da.; BUENO, V. H. P.; SILVA, D. B.; SAMPAIO, M. V. Tabela de vida de fertilidade de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) em *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) e *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera, Aphididae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 52, p. 124-130, 2008. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0085-56262008000100021>

SILVA, S. A. **Controle Biológico de *Erinnyis Ello* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Shingidae) com parasitoides na cultura da mandioca**. Tese Doutorado, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, p.85, 2017. Disponível em: <http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/487>. Acesso em: dezembro de 2020.

SILVA, G. V.; BUENO, A. F.; NEVES, P.M. O. J.; FAVETTI, B. M. Biological Characteristics and Parasitism Capacity of *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platgastridae) on Eggs of *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae). **Journal of Agricultural Science**, v. 10, p.210, 2018. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/190165/1/Silva-et-al-2018-T-podisi-Biol-e-CP-JAS.pdf>. Acesso em: janeiro de 2021.

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

SOSA-GOMÉZ, D. R.; MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; PANIZZI, A. R.; CORSO, I. C.; BUENO, A. F.; HIROSE, E.; GAZZONI, D. L.; LIVEIRA, E. B. **Soja, manejo integrado de pragas**. Curitiba: EMBRAPA, 2010.

SOSA-GOMÉZ, D. R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORSO, I. C.; OLIVEIRA, L. J. (IN MEMORIAM); MOSCARDI, F. (IN MEMORIAM); PANIZZI, A. R.; BUENO, A. F.; HIROSE, E.; ROGGIA, S. **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja**. 3. Ed, Londrina: Embrapa Soja, p.100, 2014. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/56390/1/Documentos-269-2006.pdf>. Acesso em: setembro de 2020.

SOUTHWOOD, T. R. E. **Ecological methods with particular reference to the study of insect population**. 2.ed. London: Chapman e Hall, p. 524, 1978.

SOUZA, A. M. L.; ÁVILA, C. J.; PARA, J. R. P. Consumo e utilização de alimentos por *D. saccharalis*, *H. virescens* e *S. frugiperda* em duas temperaturas. **Neotropical Entomology**, v. 30, p.11-17, 2001. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2001000100003>

SOUZA, L. A.; BARBOSA, J. C.; GRIGOLLI, J. F. J.; FRAGA, D. F.; MORAES, L. C.; BUSOLI, A. C. Sequential sampling of *Euschistus heros* (Heteroptera:

Pentatomidae) in Soybean. **Scientia Agricola**, v.71, p.549-564, 2014. Doi: <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2013-0314>

TAGUTI, E. A. **Bioecologia De *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae) em ovos de *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) e *Podisi nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae)**. Dissertação Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba-Pr, p. 22, 2018. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1884/55009>. Acesso em: dezembro de 2020

TAGUTI, E. A.; GONÇALVES, J.; BUENO, A. F.; MARCHIORO, S. T. *Telenomus podisi* parasitismo em ovos de *Dichelops melacanthus* e *Podisus nigrispinus* em diferentes temperaturas. **Florida Entomologist**. V, 102, p. 607-613, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1653/024.102.0317>

TARLA, S. Impact of host deprivation on the reproductive potential of the egg parasitoid, *Trissolcus grandis* Thomson (Hymenoptera: Scelionidae). **Egyptian Journal of Biological Pest Control**, v.21, p. 111, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/233780812_Impact_of_Host_Deprivation_on_the_Reproductive_Potential_of_the_Egg_Parasitoid_Trissolcus_grandis_Thomson_Hymenoptera_Scelionidae . Acesso em: janeiro de 2021.

TIAGO, E. F. **Biologia comparada de *Tetrastichus howardi*, *Trichospilus diatraeae* e *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) em lagartas e pupas de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae)**. Tese Doutorado, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, p. 30, 2019. Disponível em: <http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/917>. Acesso em: janeiro de 2020.

TURCHEN, L. M.; GOLIN, V.; FAVETTI, B. M.; BUTNARIU, A. R.; COSTA, V. A. Natural parasitism of *Hexacladia smithii* Ashmead (Hymenoptera: Encyrtidae) on *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae): new record from Mato Grosso State, Brazil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 82, p.1-3, 2015. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1808-1657000852013>

VAN LENTEREN, J. C.; BOLCKMANS, K.; KOHL, J.; RAVENSBERG, W. J.; URBANEJA, A. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. **Biological Control**. v.62, p.1-25, 2017. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10526-017-9801-4>

VIEIRA FILHO, J. E. R.; FORNAZIER, A. Productividad agropecuaria: reducción de la brecha productiva entre el Brasil y los Estados Unidos de América. **Revista CEPAL**, v. 118, p. 216-233, 2016. Disponível em: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/40038>. Acesso em: setembro de 2020.

WILSON, F.; WOOLCOCK, L. T.; Temperature determination of sex in a parthenogenetic parasite, *Ooencyrtus submetallicus* (Howard) (Hymenoptera: Encyrtidae). **Australian Journal of Zoology**, v.8, p.153-169, 1960. Doi: <https://doi.org/10.1071/ZO9600153>

YEARGAN, K. V. Efeitos da temperatura na taxa de desenvolvimento de *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Scelionidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 73, p. 339-342, 1980. Doi: <https://doi.org/10.1093/aesa/73.3.339>

YU, J.-Z., CHI, H., CHEN, B.-H. Comparison of the life tables and predation rates of *Harmonia dimidiata* (F.) (Coleóptera: Coccinellidae) fed on *Aphis gossypii* Glover (Hemíptera: Aphididae) at different temperatures. **Biological Control**, v.64 p. 1-9, 2013. Doi: <https://doi.org/10.1016/J.BIOCONTROL.2012.10.002>

CAPÍTULO I – EXIGÊNCIAS TÉRMICAS DE *Ooencyrtus submetallicus* (HOWARD) (HYM.: ENCYRTIDAE) E *Telenomus PODISI* (ASHMEAD) (HYM.: PLATYGASTRIDAE) EM OVOS DE *Euschistus heros* (FABRICIUS) (HEM.: PENTATOMIDAE)

Artigo enviado à revista *Insects* como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Agronomia

RESUMO

A temperatura é um dos fatores abióticos que influenciam, a biologia e o comportamento dos insetos. Assim, determinamos o desenvolvimento dos parasitoides de ovos, *Ooencyrtus submetallicus* e de *Telenomus podisi*, parasitando ovos de *Euschistus heros* em diferentes temperaturas. Diante dos resultados de exigências térmicas foi estimado o número de gerações desses parasitoides para regiões representativas produtoras de soja do Centro-Oeste e Sul do Brasil. Para o estudo de biologia comparada, 10 ovos de *E. heros* foram ofertados a uma fêmea de cada parasitoide por 24h para o parasitismo. Após este período, as fêmeas foram retiradas e os ovos foram incubados em câmara climatizada ($25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e fosfatase de 14 horas) até a constatação ou não da emergência de adultos dos parasitoides. A porcentagem de parasitismo e emergência, duração do ciclo de vida (ovo-adulto) e longevidade foram semelhantes entre *O. submetallicus* e *T. podisi*. Contudo, a razão sexual e o número de indivíduos emergidos por ovo parasitado foi maior para *O. submetallicus*. Para o estudo de exigências térmicas, 10 ovos de *E. heros* foram individualizados em tubos de vidro, com uma fêmea de cada parasitoide, sendo o parasitismo permitido por 5 horas, em seguida as fêmeas foram retiradas e os tubos contendo os ovos foram transferidos para câmaras climatizadas reguladas a 16, 19, 22, 25, 28, 31 ou 33°C . *Ooencyrtus submetallicus* e *T. podisi* se desenvolveram nas temperaturas entre 16 e 31°C . A temperatura base (T_b) e constante térmica (K) foram de $6,7^{\circ}\text{C}$ e 336,9 graus-dia e para *O. submetallicus*, e de $9,3^{\circ}\text{C}$ e 272,7 graus-dia para *T. podisi*, respectivamente. O número médio estimado de gerações anuais de *O. submetallicus* para Dourados-MS, Ponta Porã-MS, Maracaju-MS, Sorriso-MT, Rio Verde-GO, Marechal Cândido Rondon-PR e Tupanciretã-RS foi de 16,9; 16,4; 15,3; 18,8; 14,9; 11,9 e 13,4, enquanto que para *T. podisi* foi de 18,3; 16,8; 15,5; 18,8; 15,0; 11,9 e 13,4 gerações, respectivamente. *Ooencyrtus submetallicus* e *T. podisi* possuem a mesma capacidade biológica de parasitarem e se desenvolverem em ovos de *E. heros*, em condições de laboratório. A faixa de temperatura entre 16° e 33°C é favorável ao desenvolvimento de *O. submetallicus* e de *T. podisi* parasitando ovos de *E. heros*, indicando que podem sobreviver neste hospedeiro em diferentes regiões produtoras de soja.

Palavras-chave: Controle biológico; parasitoide de ovos; exigências térmicas; características biológicas; percevejo-marrom

CHAPTER I - THERMAL REQUIREMENTS OF *Ooencyrtus submetallicus* (HOWARD) (HYM.: ENCYRTIDAE) AND *Telenomus podisi* (ASHMEAD) (HYM.: PLATYGASTRIDAE) IN EGGS OF *Euschistus heros* (FABRICIUS) (HEM.: PENTATOMIDAE)

ABSTRACT

Temperature is one of the abiotic factors that influence the biology and behavior of insects. Thus, we determined the development of egg parasitoids, *Ooencyrtus submetallicus* and *Telenomus podisi*, parasitizing eggs of *Euschistus heros* at different temperatures. Based on the results of thermal requirements, the number of generations of these parasitoids was estimated for representative soy-producing regions in the Midwest and South of Brazil. For the comparative biology study, 10 eggs of *E. heros* were offered to a female of each parasitoid for 24 hours for the parasitism. After this period, the females were removed and the eggs were incubated in an acclimatized chamber ($25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 10\%$ of RH and phosphatase for 14 hours) until the confirmation or not of the emergence of adults of the parasitoids. The percentage of parasitism and emergence, life cycle duration (egg-adult) and longevity were similar between *O. submetallicus* and *T. podisi*. However, the sex ratio and the number of individuals emerged per parasitized egg was higher for *O. submetallicus*. For the study of thermal requirements, 10 eggs of *E. heros* were individualized in glass tubes, with one female of each parasitoid, with parasitism being allowed for 5 hours, then the females were removed and the tubes containing the eggs were transferred to climate chambers regulated at 16, 19, 22, 25, 28, 31 or 33°C . *Ooencyrtus submetallicus* and *T. podisi* developed at temperatures between 16 and 31°C . The base temperature (T_b) and thermal constant (K) were 6.7°C and 336.9 degrees-day for *O. submetallicus*, and 9.3°C and 272.7 degrees-day for *T. podisi*, respectively. The estimated average number of annual generations of *O. submetallicus* for Dourados-MS, Ponta Porã-MS, Maracaju-MS, Sorriso-MT, Rio Verde-GO, Marechal Cândido Rondon-PR and Tupanciretã-RS was 16.9; 16.4; 15.3; 18.8; 14.9; 11.9 and 13.4, while for *T. podisi* it was 18.3; 16.8; 15.5; 18.8; 15.0; 11.9 and 13.4 generations, respectively. *Ooencyrtus submetallicus* and *T. podisi* have the same biological capacity to parasitize and develop in *E. heros* eggs under laboratory conditions. The temperature range between 16° and 33°C is favorable for the development of *O. submetallicus* and *T. podisi* parasitizing *E. heros* eggs, indicating that they can survive in this host in different soybean producing regions.

Key words: Biological control; egg parasitoid; thermal requirements; biological characteristics; Neotropical brown stink bug.

1. INTRODUÇÃO

O clima tropical do Brasil favorece o cultivo da soja, [*Glycine max* (L.) Merrill] nas diferentes localidades produtoras, porém o mesmo proporciona o aumento de espécies consideradas pragas (WIEST e BARRETO, 2012). O percevejo-marrom, *Euschistus heros* (Fabricius, 1794) (Hemiptera: Pentatomidae) é a espécie mais abundante dentre os demais pentatomídeos pragas da cultura da soja, estando presente nas lavouras de norte a sul do país (CORRÊA-FERREIRA e PANIZZI 1999). Sua alimentação está diretamente relacionada às vagens e grãos, o que causa redução na qualidade dos grãos e queda de produtividade. Além disso, ao se alimentarem injetam toxinas que causam distúrbios fisiológicos nas plantas como retenção foliar que dificulta o processo de colheita (CORRÊA-FERREIRA et al., 2017).

O controle deste percevejo é realizado quase que exclusivamente a base de inseticidas químicos, este pode trazer riscos ao meio ambiente e a saúde humana (CORRÊA-FERREIRA et al., 2013). Com isso, a busca por novos métodos de controle é cada vez mais necessário. O controle biológico vem se tornando um importante método na redução das pragas agrícolas, através do uso de parasitoides de ovos (BUENO et al., 2012). *Ooencyrtus submetallicus* (Howard, 1897) (Hymenoptera: Encyrtidae) tem sido relatado na literatura parasitando ovos de pentatomídeos como, *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) (WILSON e WOOLCOCK 1960), *Edessa meditabunda* (Fabricius, 1974) (GOLIN et al., 2011) e *E. heros* (SANOMIA et al., 2020). Já o parasitoide *Telenomus podisi* (Ashmead, 1893) (Hymenoptera: Platygastriidae) tem se mostrado o mais eficaz no controle de *E. heros* (STECCA et al., 2018).

A eficiência, desenvolvimento e a reprodução desses parasitoides podem ser afetados por fatores abióticos como a temperatura, esta é a que mais influência sobre os aspectos biológicos (PEREIRA et al., 2011; SELVARAJ et al., 2013). Temperaturas muito altas podem aumentar a temperatura corporal a níveis letais, já as mais baixas podem causar danos físicos afetando o desenvolvimento dos insetos (BUENO et al., 2008). Sendo assim, ter conhecimento da temperatura ideal é fundamental para desenvolver programas de criação massal de parasitoides (MAWELA et al, 2013). Em estudos conduzidos para determinação das exigências térmicas é possível estabelecer os efeitos da variação de temperatura sobre os inimigos naturais, onde é levado em consideração as necessidades de cada parasitoide em seus hospedeiros, como limiar

térmico inferior (temperatura base), constante térmica (graus-dias) e a temperatura do local em estudo, com isso será estimado a densidade populacional e o número de gerações que podem ser obtidas sob determinadas condições ambientais (PRATISSOLI et al, 1998; BORGES-FILHO et al., 2017).

Vários estudos foram realizados com o parasitoide *T. podisi* afim de conhecer qual a temperatura ideal para sua criação e liberações em campo, como estimar o número de gerações desta espécie (CIVIDANES et al., 1998; BORGES-FILHO et al., 2017; SILVA et al., 2018; TAGUTI et al., 2019; BRAZ et al., 2021), já que este pode ser encontrado em diversos agro ecossistemas, parasitando ovos de diversos pentatomídeos, mostrando de certa forma a sua adaptação a diferentes condições climáticas e hospedeiros (TORRES et al., 1997). Para o parasitoide *O. submetallicus* ainda não foram realizados estudos referentes a temperatura ideal para a sua criação e liberação em campo.

Desta forma, comparamos o desenvolvimento de *O. submetallicus* e *T. podisi* parasitando ovos de *E. heros*, como também determinamos as exigências térmicas para esses parasitoides. O que permitiu estimar o número médio de gerações para 7 localidades representativas produtoras de soja do Centro-Oeste e Sul do Brasil.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos nas dependências do Laboratório de Controle Biológico de Insetos (LECOBIOL) (22°19'80''S e 54°93'38''W), pertencente a Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.

ETAPA I - Criação e manutenção de insetos utilizados nos experimentos

Ooencyrtus submetallicus

A criação de *O. submetallicus* foi realizada seguindo a metodologia descrita em Faca et al. (2021). Brevemente, os parasitoides foram mantidos em tubos de vidro (2,0 cm de diâmetro x 15,0 cm de altura) fechados com algodão, contendo uma gotícula de mel de abelha para sua alimentação. Os parasitoides foram criados em ovos de *E. heros* até a montagem dos experimentos. Parte da criação foi mantida em câmara climatizada tipo B.O.D (modelo EL 222, ELETROLab®, São Paulo, SP, Brazil) e outra parte em sala

climatizada, ambas as criações mantidas à temperatura de 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ umidade relativa do ar e fotofase de 14 horas. Indivíduos foram inicialmente obtidos de postura de *E. meditabunda* em folhas de plantas de tomate *Solanum lycopersicum* (Linnaeus, 1753) (Solanales: Solanaceae). A coleta foi realizada por Antônio de Souza Silva na região de Dourados, MS e, posteriormente, identificados por Valmir Antonio Costa (Instituto Biológico) Campinas, São Paulo.

Telenomus podisi

Adultos de *T. podisi* foram fornecidos pela Embrapa Agropecuária Oeste, provenientes da Koppert Biological Systems. Os parasitoides foram mantidos em tubos de vidro (2,0 cm de diâmetro x 15,0 cm de altura) fechados com algodão, contendo uma gotícula de mel de abelha para sua alimentação. Os parasitoides foram criados em ovos de *E. heros* até a montagem dos experimentos. Parte da criação foi mantida em sala climatizada e outra parte em câmara climatizada tipo B.O.D (modelo EL 222, ELETROLab[®], São Paulo, SP, Brazil), à 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ umidade relativa e fotofase de 14 horas.

Euschistus heros

Os percevejos foram coletados da fazenda experimental da UFGD por meio de rede de varredura e coleta manual. Ninfas e adultos foram criados em gaiolas confeccionadas de potes plásticos transparentes de 5L. Para alimentação foram fornecidas vagens frescas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), sementes verdes de ligustro (*Ligustrum* sp.), grãos secos de soja (*Glycine max* L.), amendoim cru e descascado (*Arachis hypogaea* L.) e como fonte de água, foram utilizadas placas do tipo Petri de plásticos perfurados ao meio, onde ficava um chumaço de algodão umedecido com água. Foi utilizado como substrato de oviposição dos percevejos, papel filtro 30cm x 30cm dobrado em forma de leque (PANIZZI et al., 2000). Parte dos ovos coletados, diariamente, eram separados para manter a criação estoque de *E. heros*, estes eram colocados em placas de Petri com chumaço de algodão úmido e vagem de feijão, outra parte destinada à multiplicação dos parasitoides *O. submetallicus* e *T. podisi* e montagem do experimento. A criação foi mantida em uma sala climatizada à 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 14 horas. A espécie *E. heros* foi identificada pela Dr^a.

Jocélia Grazia, taxonomista de percevejos pentatomídeos (Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS).

ETAPA II – Desenvolvimento experimental e análises

Biologia comparada de *O. submetallicus* e *T. podisi*.

Ovos de *E. heros* com 24h de idade foram fixados em papel cartão de cor azul celeste (0,50 x 1,00 cm) com goma arábica diluída em água (20%) na densidade de 10 ovos. Cada cartela foi inserida em tubos de vidro (9,50 cm de altura e 1,0 cm de diâmetro) contendo uma gota de mel de abelha na parede interna do tubo, como alimento para o parasitoide. Em seguida uma fêmea de *O. submetallicus* com 120 horas de idade (FACA et al., 2021) foi liberada no interior do tubo, que foi fechado com algodão. O mesmo procedimento foi realizado para as fêmeas de *T. podisi*, entretanto, com 24 horas de idade (BUENO et al., 2020). O parasitismo de ovos pelas fêmeas foi permitido por 24 horas. Após este período, as fêmeas, de ambos parasitoides, foram retiradas dos tubos e as cartelas contendo ovos foram transferidas para a câmara climatizada regulada a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e fosfatase de 14 horas até a possível emergência dos adultos de *O. submetallicus* e *T. podisi*, confirmando assim o parasitismo (ANEXO III).

Durante o ensaio, as características avaliadas foram: duração do ciclo de vida (ovo-adulto), porcentagem de parasitismo $[(n^\circ \text{ de ovos escuros}/n^\circ \text{ total de ovos}) \times 100]$, porcentagem de emergência $[(n^\circ \text{ de ovos com orifício}/n^\circ \text{ de ovos escuros}) \times 100]$, número de indivíduos por ovo, razão sexual $[(rs = n^\circ \text{ de fêmeas} / n^\circ \text{ total})]$ e longevidade dos descendentes com e sem alimento. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com dois tratamentos (espécies de parasitoides) e 20 repetições (uma fêmea parasitando 10 ovos cada). Os dados foram submetidos a análise de variância e teste de *student t* à 5% de probabilidade de erro.

Efeito da temperatura no desenvolvimento de *O. submetallicus* e *T. podisi*.

Ovos de *E. heros* com até 24 horas de idade foram individualizados em tubos de vidro (9,50 cm de altura e 1,00 cm de diâmetro) vedados com algodão contendo uma gotícula de mel de abelha depositada na parede interna do tubo. Cada tubo contendo uma cartela com 10 ovos colados, recebeu duas fêmeas de *O. submetallicus* com 120 horas de idade. O mesmo procedimento foi feito para *T. podisi*, porém com fêmeas de

24 horas de idade. O parasitismo foi permitido por 5 horas em sala climatizada à 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 14 horas. Ao final desse período, as fêmeas foram descartadas e os tubos com ovos foram transferidos para câmaras climatizadas reguladas à 16, 19, 22, 25, 28, 31 ou 33°C e fotofase de 14 horas (ANEXO IV).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com sete tratamentos (temperaturas) com 20 repetições cada (fêmeas parasitando 10 ovos cada). Para cada temperatura foi determinada: duração do ciclo (ovo-adulto) (dias), realizada por meio de observações diárias, sempre no mesmo horário; porcentagem de emergência [(n° de ovos com orifício/n° de ovos escuros) x 100], número de indivíduos por ovo e razão sexual ($rs = n^\circ \text{ de fêmeas} / n^\circ \text{ total}$). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando significativos a 5% de probabilidade, foi realizada a análise de regressão. A equação que melhor se ajustou aos dados foi escolhida com base no coeficiente de determinação (R^2) e na significância dos coeficientes de regressão (β_i).

Determinação da exigência térmica e estimativa do número de gerações de *O. submetallicus* e de *T. podisi*

A temperatura base (T_b) e a constante térmica (K), foram estimadas pelo método da hipérbole (HADDAD et al., 1995), baseando-se na duração do ciclo (ovo-adulto) de *O. submetallicus* e de *T. podisi* nas temperaturas testadas. O número de gerações anuais das duas espécies de parasitoides foi estimado para as representativas regiões produtoras de soja do Centro-Oeste e Sul do Brasil, tais como: Tupanciretã, Rio Grande do Sul, RS; Marechal Cândido Rondon, Paraná, PR; Maracaju, Mato Grosso do Sul, MS; Dourados, Mato Grosso do Sul, MS; Ponta Porã, Mato Grosso do Sul, MS; Sorriso, Mato Grosso, MT e Rio Verde, Goiás, GO. Utilizando-se a equação: $NG = \{T(T_m - T_b) / K\}$, sendo K =constante térmica, T_m = a temperatura média para cada região, T_b = temperatura base e T = o tempo considerado em dias. Os dados climáticos referentes aos últimos dez anos das regiões apresentadas foram fornecidos pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

3. RESULTADOS

Biologia comparada de *O. submetallicus* e *T. podisi*

As porcentagens de parasitismo e emergência foram similares, estatisticamente, entre os parasitoides sendo de 59,0 a 62,5% e de 86,4 a 87,3, respectivamente, para *O.*

submetallicus e *T. podisi*. A duração do ciclo de vida (ovo-adulto), também, não houve diferença entre os parasitoides (Tabela 1). Enquanto, a proporção de fêmeas na descendência foi de 100% em *O. submetallicus* e de 54% para *T. podisi*, sendo significativamente diferente. Da mesma forma, o número de parasitoides emergidos por ovo parasitado, com maior número de *O. submetallicus* (Tabela 1). Quanto a longevidade de adultos dos parasitoides produzidos, observa-se similaridade para quando eles foram alimentados ou não. Por outro lado, adultos de ambas as espécies mantidos com alimento viveram mais, em média, 50% (Tabela 1).

Efeito da temperatura no desenvolvimento de *O. submetallicus* e *T. podisi*

A duração do ciclo de vida (ovo-adulto) dos parasitoides apresentaram relação inversa com o aumento da temperatura de criação. Para *O. submetallicus* a duração foi de $33,4 \pm 0,25$ dias a 16°C e $13,2 \pm 0,09$ dias a 33°C . O mesmo padrão é observado para *T. podisi* que foi de $35,4 \pm 0,11$ e $11,3 \pm 0,11$ dias, quando criados a 16°C a 33°C , respectivamente (Fig. 1). A emergência de *O. submetallicus* foi de 74,2% e 88,8% a 28°C e 33°C , respectivamente. Enquanto *T. podisi* exibiu emergência de 92,9% a 25°C e de 72,5% a 31°C (Fig. 2).

O número de indivíduos por ovo de *O. submetallicus* não foi influenciado pelas temperaturas testadas. Por outro lado, o maior número de indivíduos de *T. podisi* ocorreu a 16°C , com média 1,31 parasitoides emergidos por ovo parasitado (Fig. 3). A proporção de fêmeas na descendência de *O. submetallicus* foi de 100% para todas as temperaturas testadas, enquanto que para *T. podisi*, a proporção de fêmeas na descendência variou de 54% a 67%, as quais foram observadas nas temperaturas 25° e 33°C , respectivamente (fig. 4).

Determinação das exigências térmicas e estimativa do número de gerações de *O. submetallicus* e *T. podisi*.

As exigências térmicas para *O. submetallicus* em ovos de *E. heros* foram baseadas no modelo $y = (1/D) = -0,0020098 + 0,002968x$ ($r^2 = 0,98$), com valores para a temperatura base (T_b) de $6,77^{\circ}\text{C}$ e constante térmica (K) de 336,97 graus-dia (GD) (Fig. 5). Para *T. podisi*, $y = (1/D) = -0,034174 + 0,003670x$ ($r^2 = 0,99$), a temperatura base (T_b) foi de $9,31^{\circ}\text{C}$ e constante térmica (K) 272,46 graus-dia (GD) (Fig. 6).

O número estimado de gerações anuais de *O. submetallicus* para Dourados-MS, Ponta Porã-MS, Maracaju-MS, Sorriso-MT, Rio Verde-GO, Marechal Cândido Rondon-PR e Tupanciretã-RS foi de 16,9; 16,4; 15,3; 18,8; 14,9; 11,9 e 13,4, enquanto para *T. podisi* foi de 18,3; 16,8; 15,5; 18,8; 15,0; 11,9 e 13,4. Já para o *E. heros* foi de 9,76; 8,57; 7,41; 11,03; 7,06; 4,05 e 5,46, respectivamente (Tabela 2).

4. DISCUSSÃO

Os resultados encontrados certificam o potencial do parasitoide *O. submetallicus* para uso no controle biológico de ovos de *E. heros*. Quando comparado com o parasitoide *T. podisi*, o qual já utilizado em programa de controle biológico, a porcentagem de parasitismo e demais características biológicas de *O. submetallicus* foram semelhantes, ou, superior (descendentes produzidos e porcentagem de fêmeas), parasitando ovos de *E. heros*. Assim mostra que este parasitoide tem a capacidade biológica de parasitar ovos do percevejo marrom, praga-chave da cultura da soja.

As porcentagens de emergência observada para ambas as espécies são consideradas adequadas, visto que acima de 72% é ideal para criações em laboratório (OLIVEIRA et al., 2008). Quando a porcentagem de emergência dos ovos parasitados é alta, indica que o hospedeiro foi satisfatório para que os parasitoides completassem o seu desenvolvimento, sendo ideal para programas de controle biológico (BUENO et al., 2009). Sendo assim, os ovos de *E. heros* são apropriados para a multiplicação destes parasitoides em laboratório e futuros trabalhos de semi-campo e campo, poderão confirmar a capacidade de busca e parasitismo.

A duração do ciclo de vida das duas espécies de parasitoides foram semelhantes quando criados em ovos de *E. heros* (média de 17 dias), necessitando de apenas 60% do tempo para completar o ciclo do seu hospedeiro, que corresponde a 28,4 dias em 25°C. Essa característica é interessante para ambos os parasitoides, sendo um fator favorável em liberações a campo (PANIZZI, 2013). O número de indivíduos por ovo foi maior para *O. submetallicus*. Conhecidamente, o gênero *Ooencyrtus* apresenta o comportamento de depositar mais de um ovo por hospedeiro e não são seletivos quando vão parasitar ou até mesmo superparasitar seus hospedeiros. Além disso, este parasitoide é menor que outros parasitoides como por exemplo, *T. podisi* (TUNCA, 2017).

A longevidade dos parasitoides consiste no seu período de sobrevivência, da emergência a morte, e quando essa característica é determinada, considerando condições de estresse de campo como, temperatura e escassez de alimento, pode fornecer informações sobre o intervalo de liberações para a regulação da praga-alvo (OLIVEIRA, 2018). Os parasitoides *O. submetallicus* e *T. podisi* sobreviveram mais quando alimentados. As variações de longevidade dos parasitoides podem estar relacionadas a diversos fatores, que vão desde os ovos dos hospedeiros, condições ambientais aos quais são expostos, gasto de energia durante a cópula, oviposição e privação de alimentação (PACHECO e CORRÊA-FERREIRA, 1998).

A descendência de *O. submetallicus*, nas condições do estudo, é de 100% de fêmeas, o que é uma vantagem para o crescimento populacional da espécie e para programas de controle biológico, pois as fêmeas são as responsáveis diretas pelo parasitismo e, conseqüentemente, produção de novos descendentes e redução da população praga (BUENO et al, 2008). A razão sexual de *O. submetallicus* pode ser explicado devido ao seu tipo de reprodução, que ocorre por partenogênese telítoca, onde os óvulos desenvolvem apenas descendentes fêmeas (WILSON e WOOLCOCK, 1960). Em biofábricas, a predominância de fêmeas sobre parasitoides machos é importante, para criação em larga escala, já que elas são as principais responsáveis pelas gerações seguintes em laboratório (FÁVERO et al., 2015).

Todas as temperaturas testadas influenciaram no desenvolvimento dos parasitoides *O. submetallicus* e *T. podisi*. Sendo assim, foi determinado que a faixa térmica ideal para o desenvolvimento de ambos os parasitoides está entre 25° a 28°C. Em outros trabalhos foram relatados resultados semelhantes para *T. podisi* parasitando ovos de *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae), na faixa térmica entre 20° a 28°C, onde apresentou durações de 21,8 a 11,6 dias (TORRES et al., 1997). Para *Telenomus pachycoris* (Johnson, 1984) (Hymenoptera: Platygasteridae), a duração do ciclo ovo-adulto em ovos de *Pachycoris torridus* Scopoli, 1772 (Hemiptera: Scutelleridae) em temperaturas de 20° a 28°C variou de 24 a 10 dias (BORGES-FILHO et al., 2017). A relação inversa entre temperatura e a duração do ciclo ovo-adulto, pode ser explicada pela baixa atividade metabólica dos parasitoides, quando se encontram em baixas temperaturas, assim o desenvolvimento é completado com menor velocidade. Por outro lado, o aumento da temperatura, aumenta a atividade metabólica e o desenvolvimento é completado com maior velocidade, o que pode ser uma vantagem para o controle biológico já que os adultos surgirão mais cedo, porém este pode trazer

efeitos negativos sobre o parasitismo dos inimigos naturais (TAGUTI et al., 2019). Outros fatores além da temperatura podem influenciar nessa variação do ciclo, como o hospedeiro e a adaptação do parasitoide (PEREIRA et al., 2011).

Os dois parasitoides apresentaram altos índices de emergência nas temperaturas entre 16 e 33°C, demonstrando que ambos podem ser criados nessa faixa térmica sem ocorrer o comprometimento do desenvolvimento. A emergência de *O. submetallicus* e de *T. podisi*, apesar de apresentar leve redução a partir de 31°C, se manteve acima de 70%. Há relatos que alguns parasitoides, como *Ooencyrtus mirus* (Triapitsyn) (Hymenoptera: Encyrtidae) apresenta bom nível (85%) de emergência de seus hospedeiros em faixas de temperatura entre 16 e 32°C (POWER et al., 2020). Assim como, *Telenomus remus* (Nixon) (Hymenoptera: Platygasteridae), em ovos de *Spodoptera* spp. (Lepidoptera: Noctuidae), com valor médio de 80% na faixa de 19 à 28°C (POMARI et al., 2012). O êxito na emergência de parasitoides pode influenciar no número de gerações e na capacidade dos parasitoides se estabelecerem em condições de campo (PRATISSOLI et al., 2009). A razão sexual de *T. podisi* teve um pequeno aumento na temperatura de 33°C, indicando uma maior proporção de fêmeas em relação à machos. O aumento da razão sexual em temperaturas mais extremas, pode estar relacionado à fisiologia do parasitoide durante o período de desenvolvimento embrionário (HANCE et al., 2007). Ambos parasitoides tiveram maiores proporções de fêmeas em todas as temperaturas testadas, isso torna-se importante em programas de controle biológico, uma vez que os machos não contribuem para o parasitismo e controle da praga-alvo (ZANUNCIO et al., 2008).

Com base na duração do desenvolvimento do ciclo (ovo-adulto) nas diferentes temperaturas testadas, foi determinado a constante térmica (K) e o limite térmico inferior de desenvolvimento (T_b). Para *O. submetallicus*, a constante térmica (K) foi maior, indicando que este necessita um maior acúmulo térmico (graus-dias) para completar o seu desenvolvimento, diferente de *T. podisi* que precisa de um menor acúmulo de calor. Contudo, *O. submetallicus* tem potencial de acúmulo térmico diário superior, já que *T. podisi* apresentou uma maior temperatura base (T_b). Isso faz com que não existam diferenças na duração do ciclo ovo-adulto entre as duas espécies. Em outro estudo, foi obtido temperatura base de 11,1°C e constante térmica de 205,3 GD para *T. podisi* (CHEVARRIA et al., 2013). A variação entre os valores encontrados, tanto para temperatura base (T_b) e constante térmica (K) indicam que tanto o hospedeiro utilizado, como a adaptação do parasitoide sob o mesmo, podem ter influenciado nas exigências

térmicas (FÁVERO et al., 2015).

Ooencyrtus submetallicus e *T. podisi* desenvolvem-se mais rápido que seu hospedeiro *E. heros* nas temperaturas estudadas, uma vez que, o mesmo apresentou exigências térmicas superior ao dos parasitoides, sendo $T_b = 14,2^\circ\text{C}$ e $K = 327,8$ GD (CIVIDANES e PARRA, 1994). O número de gerações de ambos os parasitoides também foram maiores que os do hospedeiro, nas condições de temperatura estudadas para as localidades selecionadas produtoras de soja do Centro-Oeste e Sul do Brasil, sendo Ponta Porã-MS, Dourados-MS, Maracaju-MS, Tupanciretã-RS, Mal. Cândido Rondon-PR, Sorriso-MT e Rio Verde-GO. O fato de o desenvolvimento ser mais rápido e o número de gerações dos parasitoides serem superior ao de seu hospedeiro na mesma temperatura, são características importantes para programas de controle biológico, já que isso pode ajudar na estabilidade e/ou redução da população da praga no campo (FÁVERO et al., 2015). Porém vale ressaltar que outros fatores podem influenciar no número de gerações, como fotoperíodo, umidade do ar, qualidade e disponibilidade do hospedeiro, quando essas condições se encontram favoráveis, a temperatura pode tornar-se um fator limitante aos insetos (QUEIROZ et al., 2019; POWER et al., 2020).

Os resultados encontrados para a biologia e exigências térmicas para *O. submetallicus* e, comparados a *T. podisi*, em ovos de *E. heros*, são importantes para a criação dos mesmos em laboratório. *Ooencyrtus submetallicus* apresentou desempenho semelhante a *T. podisi* nas características avaliadas e pode sobressair por produzir apenas descendentes fêmeas em temperaturas comuns de criação e produção de soja no Brasil.

5. CONCLUSÕES

Ooencyrtus submetallicus e *T. podisi* possuem a mesma capacidade de parasitar e se desenvolver em ovos de *E. heros*, nas condições estudadas.

Ambos os parasitoides exibiram desenvolvimento e parasitismo satisfatório nas temperaturas entre 16e e 31°C, indicando que ambos são capazes de sobreviverem em diferentes regiões produtoras de soja com esta faixa térmica.

6. AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico

Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de produtividade ao orientador (processo 304055/2019-0). À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul pelo apoio. A Associação Sul-Mato-Grossense de Produtores e Consumidores de Florestas Plantadas (Reflore MS), a JB Biotecnologia e ao Grupo Vittia pelos recursos financeiros.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORGES-FILHO, R. C.; NAVA, D. E.; POLANCZYK, R. A.; MARANGON, R. B.; LOIÁCONO, M. Biology of *Telenomus pachycoris* (Hymenoptera: Scelionidae), a parasitoid of eggs of *Pachycoris torridus* (Hemiptera: Scutelleridae): The effects of egg age, exposure time, and temperature. **Florida Entomologist**, v.100, p.375-379, 2017. Doi: <https://doi.org/10.1653/024.100.0238>
- BUENO, R. C. O. F.; CARNEIRO, T. R.; PRATISSOLI, D.; BUENO, A. F.; FERNANDES, O. A. Biology and thermal requirements of *Telenomus remus* reared on fall armyworm *Spodoptera frugiperda* eggs. **Ciência Rural**, v.38, p. 01–06, 2008. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000100001>
- BUENO, R. C. O. F.; PARRA, J. R. P.; BUENO, A. F.; HADDAD, M. Desempenho de Tricogramatídeos como Potenciais Agentes de Controle de *Pseudoplusia includens* Walker (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, v.38, p.389-394, 2009. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2009000300015>
- BUENO, A. F.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F.; BUENO, R. C. O. F. Inimigos naturais das pragas da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (Ed.). **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília, DF: Embrapa, p.493-629, 2012. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/artropodes/Capitulo8.pdf>. Acesso em outubro de 2020.
- CHEVARRIA, V. V.; DEL PONTA, E. M.; JAHNKE, S. M. Number of generations of a stink bug and its parasitoid and severity of soybean rust, simulated under climate and crop management scenarios in northern RS State, Brazil. **Ciência Rural**, v.43, p.571-578, 2013. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013000400002>
- CIVIDANES, F. J.; PARRA, J. R. P. Biologia em diferentes temperaturas e Exigências Térmicas de percevejos pragas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, p.1841-1846, 1994. Doi: <https://doi.org/10.37486/0301-8059.v23i2.935>
- CORRÊA-FERREIRA B. S.; PANIZZI, A. R. **Percevejos da soja e seu manejo**. Londrina: EMBRAPA – CNPSo, p.45, 1999. (Circular Técnica, 24). Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/circTec24_000g4vbbaaq02wx5ok0dkla0s1m9151b.pdf. Acesso em: novembro de 2020.
- CORRÊA-FERREIRA, B. S.; CASTRO L. C.; ROGGIA, S.; CESCINETTO, N. L.; DA COSTA J. M.; DE OLIVEIRA, M. C. N. **MIP-Soja: resultados de uma tecnologia eficiente e sustentável no manejo de percevejos no atual sistema produtivo da soja**. Londrina: Embrapa soja, p. 55, 2013. (Documentos, n. 341). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/963897/1/Doc341.pdf>. Acesso em: setembro de 2020.
- CORRÊA-FERREIRA, B. S.; SOSA-GÓMEZ, D. R. **Percevejos e o sistema de produção soja/milho**. Londrina: Embrapa Soja, p. 98, 2017. (Documentos, n. 397).

Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/171684/1/Doc-397-OL.pdf>. Acesso em: setembro de 2020.

FACA, E. C.; PEREIRA, F. F.; FERNANDES, W. C.; SILVA, I. F.; COSTA, V. A.; WENGRAT, A. P. G. S. Reproduction of *Ooencyrtus submetallicus* (Hymenoptera: Encyrtidae) and *Trissolcus* sp. aff. *Urichi* (Hymenoptera: Scelionidae) in eggs of *Nezara viridula* (hemiptera: Pentatomidae) of different ages. **Journal of Agricultural Science**, v. 13, p. 96-106, 2021. Doi: 10.5539/jas.v13n10p96

FÁVERO, K.; PEREIRA, F. F.; TORRES, J. B.; OLIVEIRA, H. N.; KASSAB, S. O.; ZANUNCIO, J. C. Reproduction of *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) in *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) Pupae at Different Temperatures. **Florida Entomological Society**, v. 98, p. 865- 869, 2015. Doi: <https://doi.org/10.1653/024.098.0308>

GOLIN, V.; LOIÁCONO, M. S.; MARGARÍA, C. B.; AQUINO, D. A. Natural incidence of egg parasitoids of *Edessa mediatubunda* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) on *Crotalaria spectabilis* in Campo Novo do Parecis, MT, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 40, p.617-618, 2011. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2011000500015>

HADDAD, M. L.; MORAES, R. C. B.; PARRA, J. R. P. MOBAE, **Modelos bioestatísticos aplicados à entomologia**. Manual. ESALQ/USP, p.44, 1995.

HANCE, T.; VAN-BAAREN, J.; VERNON, P.; BOIVIN, G. Impact of extreme temperatures on parasitoids in a climate change perspective. **Annual Review of Entomology**, v.52, p.107-126, 2007. Doi: <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.52.110405.091333>

MARGARÍA, C. B.; LOIÁCONO, M. S.; LANTERI, A. A. New geographic and host records for scelionid wasps (Hymenoptera: Scelionidae) parasitoids of insect pests in South America. **Zootaxa**, v.23, .41-49, 2009. Doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.191989>

MAWELA, K. V.; KFIR, R.; KRÜGER, K. Effect of temperature and host species on parasitism, Development time and sex ratio of the egg parasitoid *Trichogrammatoidea lutea* Girault (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Biological Control**, v.64, p.211-216, 2013. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2012.11.017>

OLIVEIRA, H. N.; PEREIRA, F. F.; PRATISSOLI, D. *Trichogramma* como alternativa de controle de *Heliothis virescens*. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.3, p.191-194, 2008. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/242986>. Acesso em: janeiro de 2021

OLIVEIRA, F. A. L. D.; SILVA, R. O.; OLIVEIRA, N. R. X. D.; ANDRADE, G. S.; PEREIRA, F. F.; ZANUNCIO, J. C.; COUTINHO, C. R.; PASTORI, P. L. Reproduction of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) with Different Densities and Parasitism Periods in *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) Pupae. **Folia Biologica (Kraków)**, v.66, p.103-110, 2018. Doi: https://doi.org/10.3409/fb_66-3.01

PACHECO, D. J. P.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Potencial reprodutivo e longevidade do parasitoide *Telenomus podisi* Ashmead, em ovos de diferentes espécies de percevejos. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, p. 585-591, 1998. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0301-80591998000400011>

PANIZZI, A. R.; MCPHERSON, J. E.; JAMES, D. G.; JAVAHERY, M.; MCPHERSON, R. M. Stink bugs (Pentatomidae). In: SCHAEFER, C.W.; PANIZZI, A.R. (Eds.). **Heteroptera of economic importance**, p. 421-474, 2000. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/stink.panizzi_000ge7ase4102wx5okOylax2l13dknl4.pdf. Acesso em: outubro de 2020

PANIZZI, A. R. History and contemporary perspectives of the integrated pest 342 management of soybean in Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 42, P. 119-127, 2013. Doi: <https://doi.org/10.1007/s13744-013-0111-y>

PEREIRA, F. F.; ZANUNCIO, J. C.; OLIVEIRA, H. N.; GRANCE, E. L. V.; PASTORI, P. L.; GAVA-OLIVEIRA, M. D. Thermal requirements and estimate number of generations of *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) in different *Eucalyptus* plantations regions. **Brazilian Journal Biological**, v. 71, p.431-436, 2011. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1519-69842011000300012>

POMARI, A. F.; BUENO, A. F.; BUENO, R. C. O. F.; JÚNIOR-MENEZES, A. O. Biological characteristics and thermal requirements of the biological control agent *Telenomus remus* (Hymenoptera: Platygasteridae) reared on eggs of different species of the genus *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae), **Annals of the Entomological Society of America**, v. 105, p. 73-81, 2012. Doi: <https://doi.org/10.1603/AN11115>

POWER, N. A.; GANJISAFFAR, F.; PERRING, T. M. Effect of temperature on the survival and developmental rate of immature *Ooencyrtus mirus* (Hymenoptera: Encyrtidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 20, p. 1-10, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1093/jee/toaa110>

PRATISSOLI, D., PEZZOPANE, J. E. M., ESPOSTI, M. D. D., BERTAZO, C. L., & FORNAZIE, J. M. Estimativa do Número de Gerações de *Trichogramma pretiosum* Riley na Traça do Tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick), com Base nas Exigências Térmicas. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, p.109-115, 1998. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0301-80591998000100014>

PRATISSOLI, D.; OLIVEIRA, H. N.; POLANCZYC, R. A.; HOLTZ, R. A.; BUENO, R. C. O. F.; BUENO, A. F.; GONÇALVES, J. R. Adult Feeding and Matting Effects on The Biological Potential and Parasitism of *Trichogramma pretiosum* and *T. accacioi* (Hym: Trichogrammatidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.52, p. 1057- 1052, 2009. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1516-89132009000500001>

QUEIROZ, A. P.; FAVETTI, B. M.; HAYASHIDA, R.; GRANDE, M. L. M.; NEIVA, M. M.; PANIZZI, A. R.; BUENO, A. F. Effect of the age's parasitoid and host eggs on *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae) parasitism. **Neotropical Entomology**, v.48, p.974-982, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1007/s13744-019-00724-2>

SANOMIA, W. Y.; PEREIRA, F. F.; SILVA, I. F. Inseticide selectivity to *Ooencyrtus*

submetallicus (Hymenoptera: Encyrtidae) under extended laboratory conditions. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 50, p. 1-8, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1590/1983-40632020v5061793>

SELVARAJ, S.; GANESHAMOORTHY, P.; PANDIARAJ, T. Potential impacts of recent climate change on biological control agents on agro-ecosystem: **A review. International Journal of Biodiversity and Conservation**, v.5, p. 845-852, 2013. Doi: <https://doi.org/100,5897/IJBC2013.0551>

SILVA, G. V.; BUENO, A. F.; NEVES, P. M. O. J.; FAVETTI, B. M. Biological characteristics and parasitism Capacity of *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae) on eggs of *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae). **Journal of Agricultural Science**, v.10, p.210-220, 2018. Doi: <http://dx.doi.org/10.5539/jas.v10n8p210>

STECICA, C. S.; BUENO, A. F.; PASINI, A.; SILVA, D. M.; ANDRADE, K.; ZIRONDI FILHO, D. M. Impact of Insecticides Used in Soybean Crops to the Egg Parasitoid *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae). **Neotropical Entomology**, v.47, p.281-291, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1007/s13744-017-0552-9>

TAGUTI, E. A.; GONÇALVES, J.; BUENO, A. F.; MARCHIORO, S. T. *Telenomus podisi* parasitism on *Dichelops melacanthus* and *Podisus nigrispinus* eggs at different temperatures. **Florida Entomologist**, v.102, p. 607-613, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1653/024.102.0317>

TORRES, J. B.; PRATISSOLI, D.; ZANUNCIO, J. C. Thermal Requirements and Development of the Egg Parasitoids *Telenomus podisi* Ashmead and *Trissolcus brochymenae* (Ashmead) on the Predator Stinkbug *Podisus nigrispinus* (Dallas). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.26, p.445-453, 1997. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0301-80591997000300006>

TUNCA, H.; COLOMBEL, E.; VENARD, M.; TABONE, E. Incidence of superparasitism in the egg parasitoid, *Ooencyrtus kuvanae* Howard (Hymenoptera: Encyrtidae). **Biocontrol Science and Technology**, v.27, p. 796-808, 2017. Doi: <https://doi.org/10.1080/09583157.2017.1342765>

WIEST, A.; BARRETO, M. R. Evolução dos Insetos-Praga na Cultura da Soja no Mato Grosso. **EntomoBrasilis**, v. 5, p. 84-87, 2012. Doi: <http://dx.doi.org/10.12741/ebrasilis.v5i2.173>

WILSON, F.; WOOLCOCK, L. T.; Temperature determination of sex in a parthenogenetic parasite, *Ooencyrtus submetallicus* (Howard) (Hymenoptera: Encyrtidae). **Australian Journal of Zoology**, v.8, p.153-169, 1960. Doi: <https://doi.org/10.1071/ZO9600153>

ZANUNCIO, J. C.; SILVA, C. A. D.; LIMA, E. R.; PEREIRA, F. F.; RAMALHO, F. S.; SERRÃO, J. E. Predation rate of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae with and without defense by *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 51, p. 121-125, 2008. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1516-89132008000100015>.

QUADRO 1. Características biológicas (média±EP) de *Ooencyrtus submetallicus* (Howard, 1897) (Hymenoptera: Encyrtidae) e *Telenomus podisi* (Ashmead, 1893) (Hymenoptera: Platygasteridae) criados em ovos de *Euschistus heros* (Fabricius, 1794) (Hemiptera: Pentatomidae), à 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ umidade relativa do ar e fotofase de 14 horas. UFGD, Dourados, MS, 2021.

Características biológicas	<i>O. submetallicus</i>	<i>T. podisi</i>	CV (%)
Duração do ciclo (ovo-adulto)	17,75 ± 0,10 a	17,50 ± 0,11 a	2,72
Parasitismo (%)	59,00 ± 1,43 a	62,50 ± 1,22 a	9,83
Emergência (%)	86,47 ± 2,26 a	87,33 ± 2,08 a	11,43
Razão sexual	1,00 ± 0,00 a	0,54 ± 0,02 b	6,76
Número de indivíduos por ovo	1,95 ± 0,05 a	1,29 ± 0,04 b	12,11
Longevidade sem alimento	9,60 ± 0,47 a	10,80 ± 0,51 a	21,57
Longevidade com alimento	18,15 ± 0,82 a	19,95 ± 0,83 a	19,6

Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste T à 5% de probabilidade.

QUADRO 2. Estimativa de gerações anuais de *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platigastridae), *Ooencyrtus submetallicus* (Hymenoptera: Encyrtidae) e *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) para regiões produtoras de soja do Centro Sul do Brasil. UFGD, Dourados, MS, 2021.

Localidades	<i>T. podisi</i>	<i>O. submetallicus</i>	<i>E. heros</i>
Tupanciretã, RS	11,43	11,99	4,05
Mal. Cândido Rondon, PR	13,12	13,36	5,46
Maracaju, MS	15,47	15,26	7,41
Dourados, MS	18,29	18,33	9,76
Ponta Porã, MS	15,29	16,39	8,57
Sorriso, MT	18,82	18,78	11,03
Rio Verde, GO	15,05	14,92	7,06

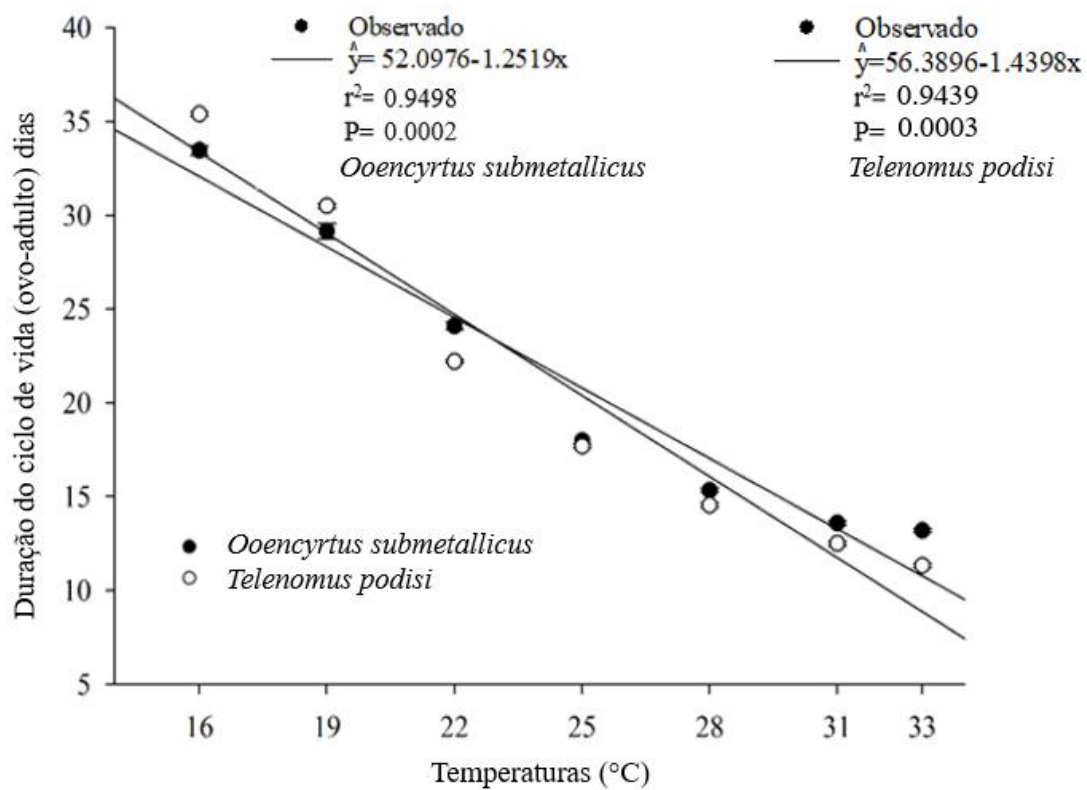


FIGURA 1. Duração (média±EP) do ciclo de vida de ovo a adulto (dias) de *Ooencyrtus submetallicus* (Hymenoptera: Encyrtidae) e de *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae) em ovos de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) em diferentes temperaturas. UFGD, Dourados, MS, 2021.

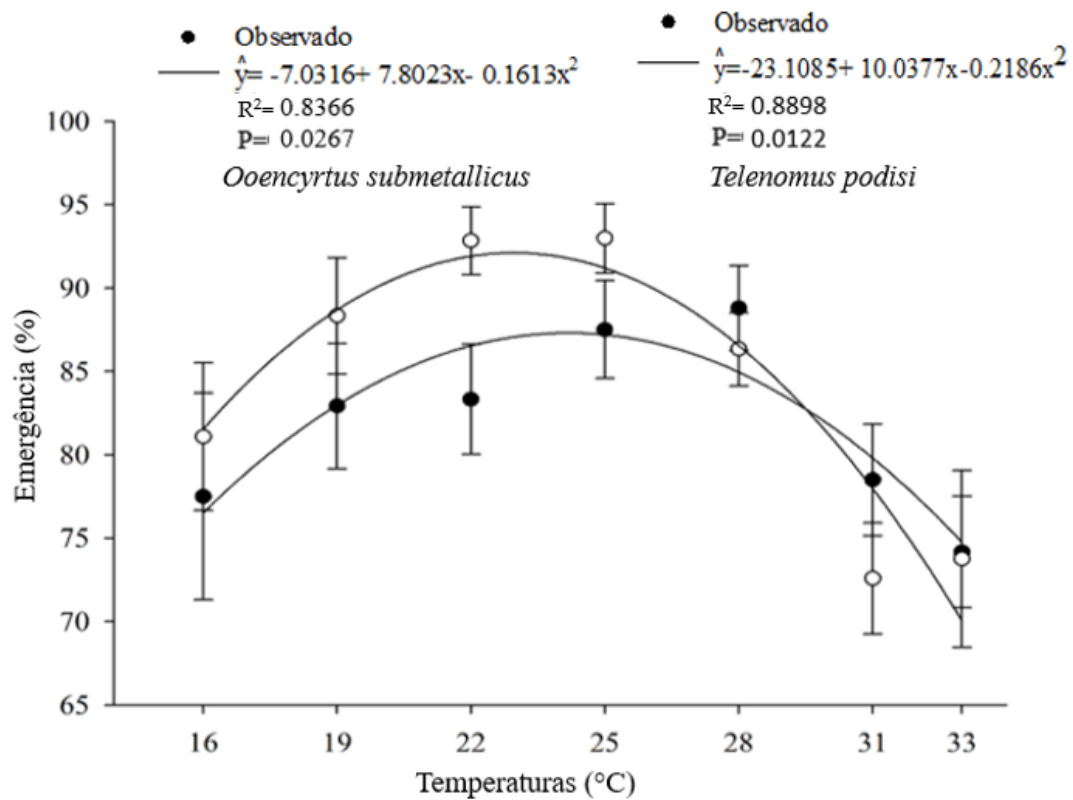


FIGURA 2. Emergência (%) (média±EP) de *Ooencyrtus submetallicus* (Hymenoptera: Encyrtidae) e de *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae) em ovos de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) em diferentes temperaturas. UFGD, Dourados, MS, 2021.

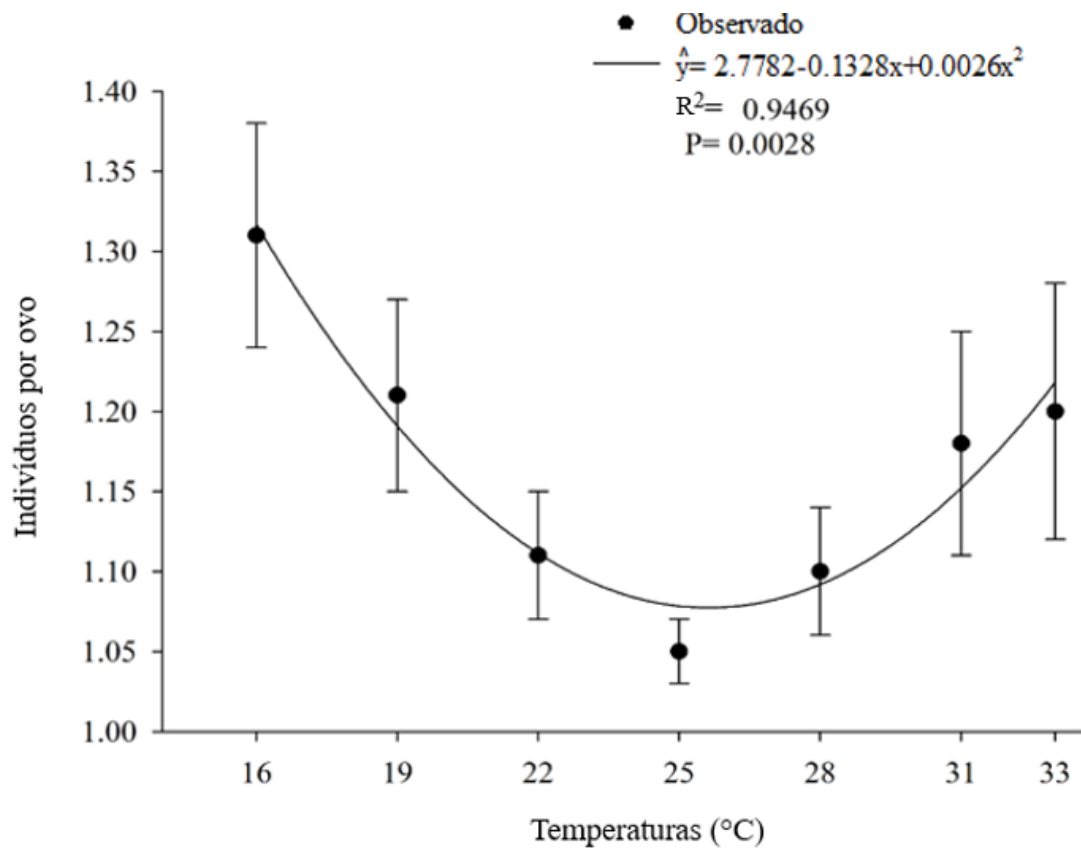


FIGURA 3. Indivíduos por ovo (%) (média±EP) de *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae) em ovos de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) em diferentes temperaturas. UFGD, Dourados, MS, 2021.

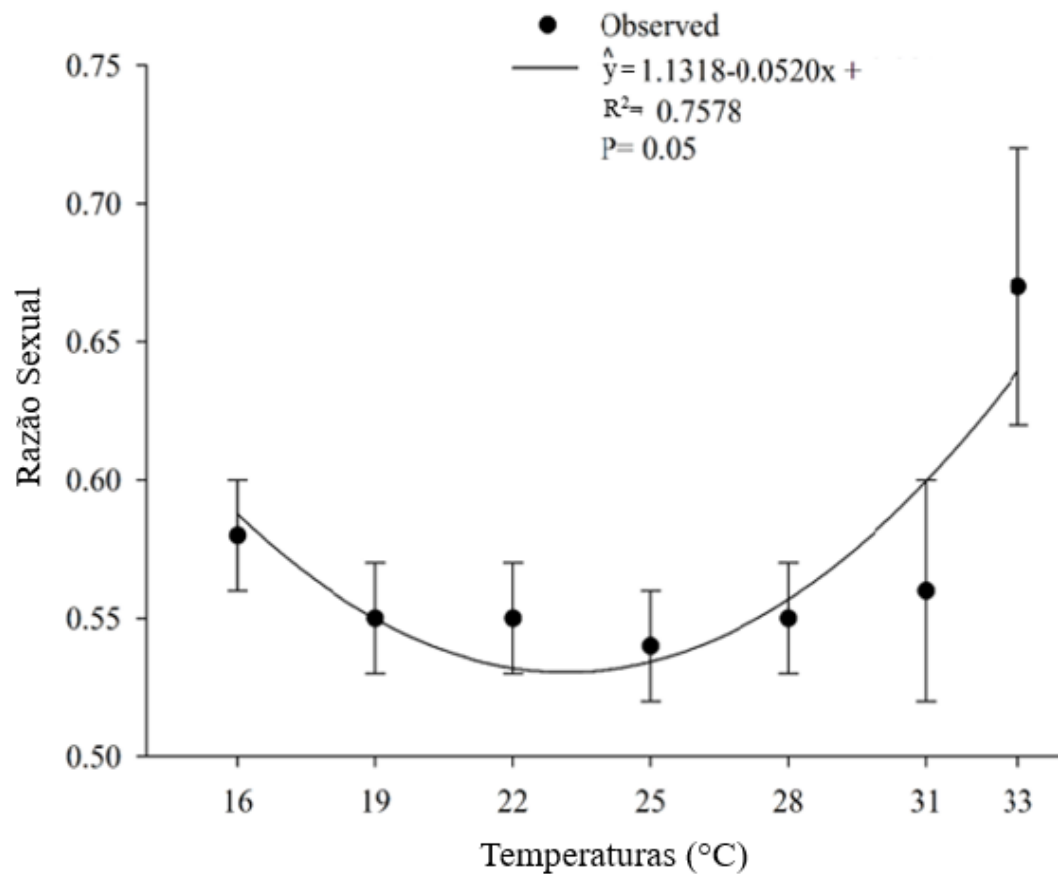


FIGURA 4. Razão sexual (%) (média±EP) de *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae) em ovos de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) em diferentes temperaturas. Umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, mantidas constantes. UFGD, Dourados, MS, 2021.

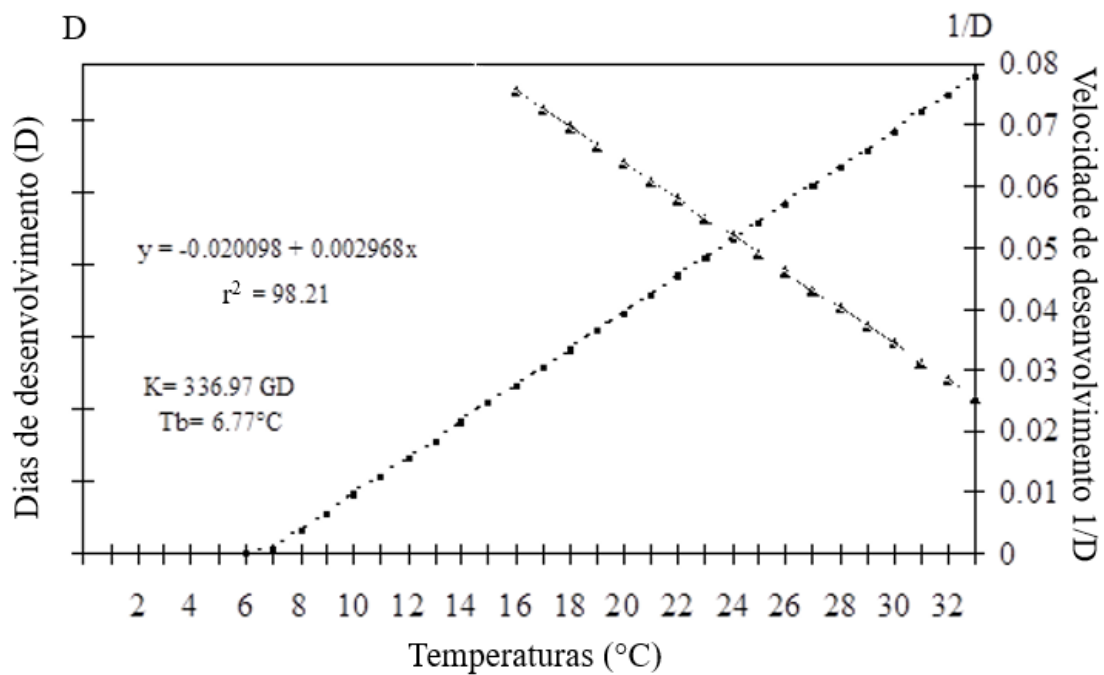


FIGURA 5. Duração (dias) e velocidade de desenvolvimento de *Ooencyrtus submetallicus* (Hymenoptera: Encyrtidae) em ovos de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) em diferentes temperaturas. Umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, mantidas constantes. UFGD, Dourados, MS, 2021.

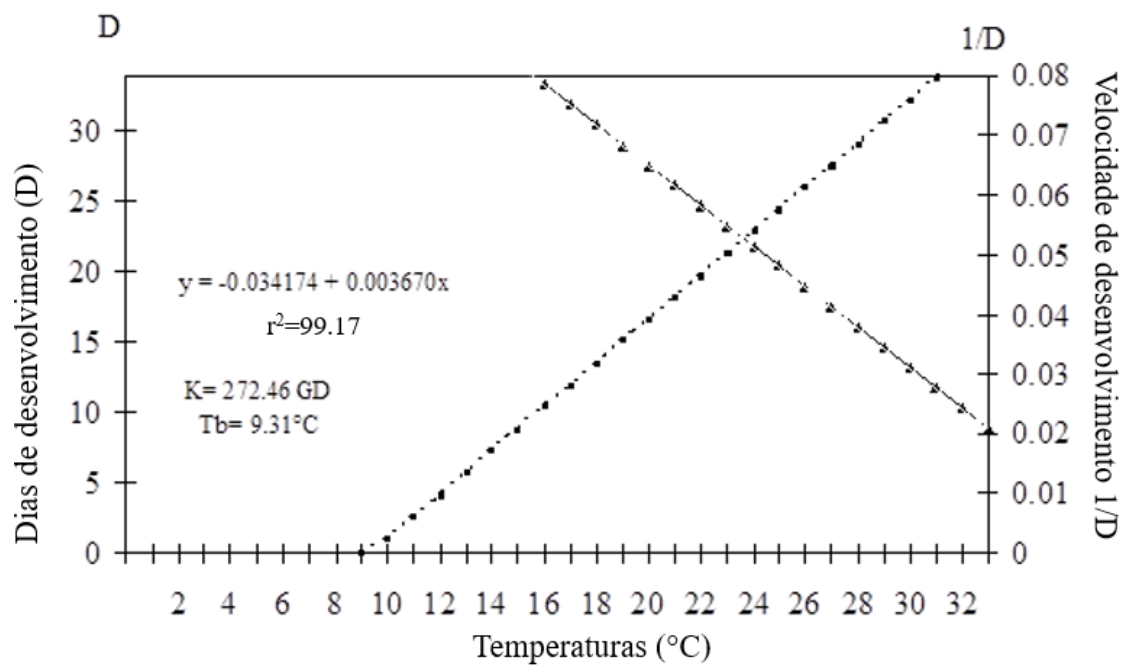


FIGURA 6. Duração (dias) e velocidade de desenvolvimento de *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae) em ovos de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) em diferentes temperaturas. Umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, mantidas constantes. UFGD, Dourados, MS, 2021.

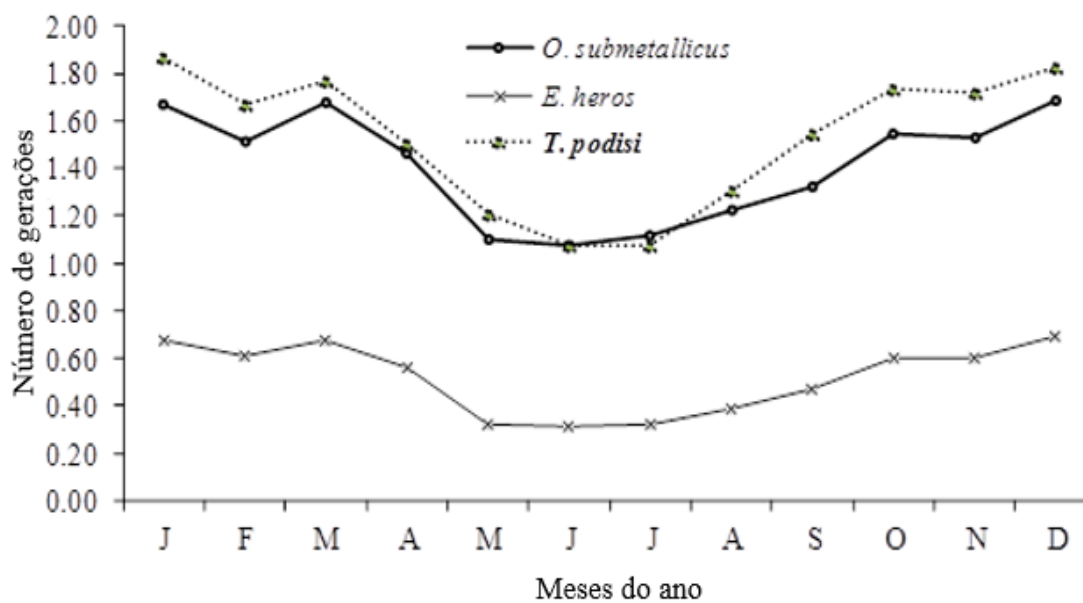


FIGURA 7. Estimativa do número médio mensal de gerações de *O. submetallicus* (Hymenoptera: Encyrtidae), *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae) e de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) para o município de Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. UFGD, Dourados, MS, 2021.

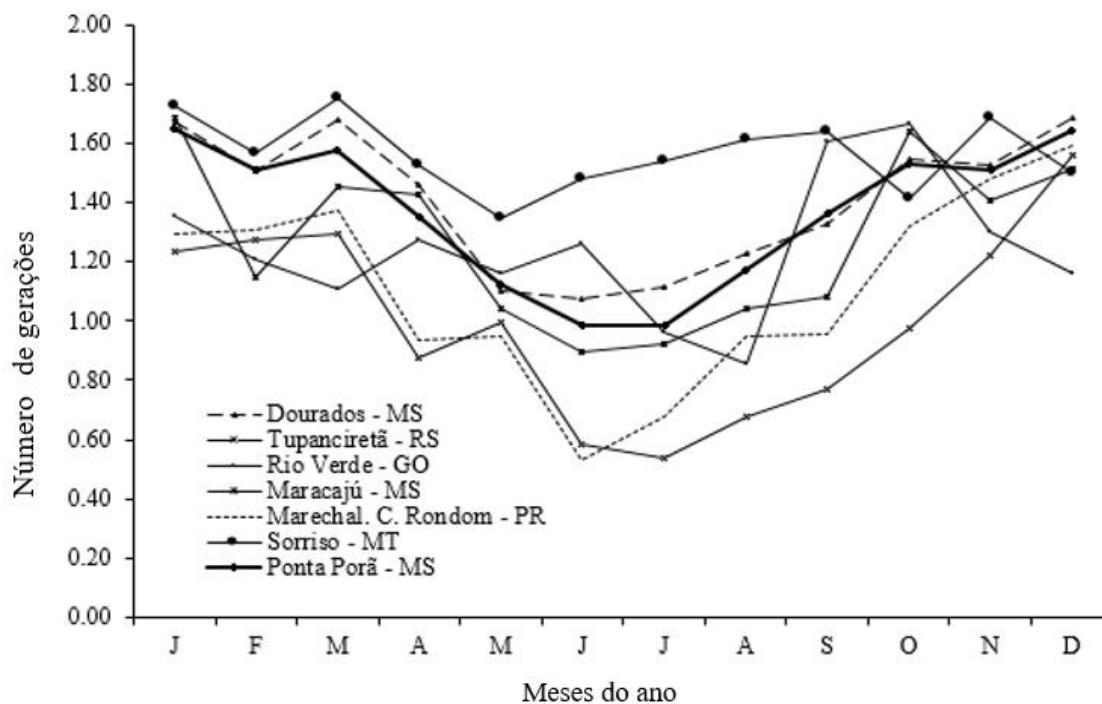


FIGURA 8. Estimativa do número de gerações de *Ooencyrtus submetallicus* (Hymenoptera: Encyrtidae) em ovos de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) nos diferentes meses do ano, para duas localidades produtoras de soja do estado do Mato Grosso do Sul. UFGD, Dourados, MS, 2021.

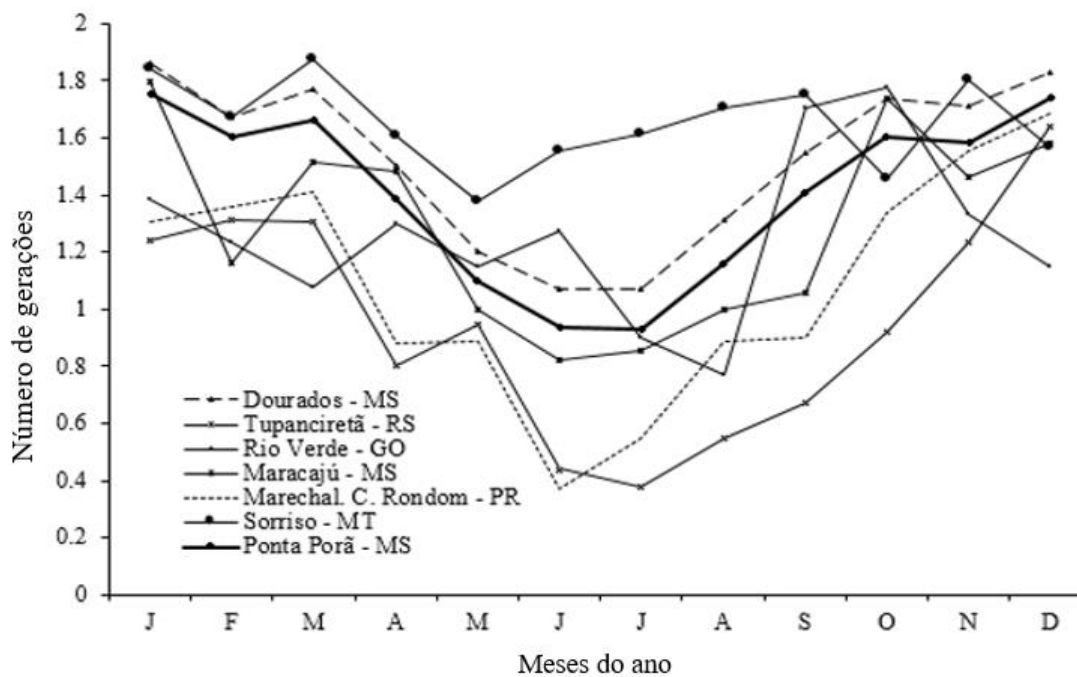


FIGURA 9. Estimativa do número de gerações de *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae) em ovos de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) nos diferentes meses do ano, para duas localidades produtoras de soja do estado do Mato Grosso do Sul. UFGD, Dourados, MS, 2021.

CAPÍTULO II – Desempenho reprodutivo de *Ooencyrtus submetallicus* (Howard) (Hym.: Encyrtidae) e *Telenomus podisi* (Ashmead) (Hym.: Platygasteridae) em ovos de *Euschistus heros* (Fabricius) (Hem.: Pentatomidae)

RESUMO:

A utilização de parasitoides tem se tornado uma alternativa promissora, em todo o mundo, destacando-se como principal grupo de inimigos naturais nos sistemas de produção agrícola. Uma das metodologias de estudo utilizadas para estimar a taxa de crescimento populacional de insetos é a tabela de vida e fertilidade. O desempenho reprodutivo de *Ooencyrtus submetallicus* (Howard, 1897) (Hymenoptera: Encyrtidae) e *Telenomus podisi* (Ashmead, 1893) (Hymenoptera: Platygasteridae) foi determinado, parasitando ovos de *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae), e comparado mediante tabelas de vida e fertilidade. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Controle Biológico de Insetos (LECOBIOL), da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados, Mato Grosso do Sul. Ovos do hospedeiro foram individualizados com fêmeas dos parasitoides em tubos de vidro. Diariamente, as fêmeas receberam ovos frescos do hospedeiro até a morte. A duração do ciclo de vida (ovo-adulto) foi de 17,5 dias para *O. submetallicus* e *T. podisi*. A longevidade das fêmeas de *O. submetallicus* e de *T. podisi* foram estimadas em $18,1 \pm 0,78$ e $21,1 \pm 0,85$ dias, com capacidade de aumentar em número de 0,16 e 0,18 fêmeas/fêmea*dia; taxa líquida de reprodução de 58,3 e 52,3 fêmeas/fêmea; razão finita de aumento de 1,18 e 1,20; tempo médio entre as gerações de 24,4 e 21,2 dias, e tempo de duplicação da população de 4,17 e 3,69 semanas. Os parâmetros da tabela de vida foram similares para *O. submetallicus* e *T. podisi*. Assim, *O. submetallicus* tem potencial para ser integrado ao programa de controle biológico do percevejo-marrom da soja, como mais uma opção junto a *T. podisi*.

Palavras-chave: Percevejo-marrom; controle biológico; tabela de vida; parasitoides; cultura da soja.

CHAPTER II - Reproductive performance of *Ooencyrtus submetallicus* (Howard) (Hym.: Encyrtidae) and *Telenomus podisi* (Ashmead) (Hym.: Platygasteridae) in eggs of *Euschistus heros* (Fabricius) (Hem.: Pentatomidae)

ABSTRACT

The use of parasitoids has become a promising alternative worldwide, standing out as the main group of natural enemies in agricultural production systems. One of the study methodologies used to estimate the insect population growth rate is the life table and fertility. The reproductive performance of *Ooencyrtus submetallicus* (Howard, 1897) (Hymenoptera: Encyrtidae) and *Telenomus podisi* (Ashmead, 1893) (Hymenoptera: Platygasteridae) was determined by parasitizing eggs of *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera), compared to Hemiptera: through fertility life tables. The experiments were carried out at the Laboratory for Biological Control of Insects (LECOBIOL), at the Federal University of Grande Dourados (UFGD), in Dourados, Mato Grosso do Sul. Host eggs were individualized with female parasitoids in glass tubes. Daily, females received fresh eggs from the host until death. Life cycle duration (egg-adult) was 17.5 days for *O. submetallicus* and *T. podisi*. The longevity of *O. submetallicus* and *T. podisi* females was estimated at 18.1 ± 0.78 and 21.1 ± 0.85 days, with the capacity to increase in number by 0.16 and 0.18 females/female *day; net reproduction rate of 58.3 and 52.3 females/female; finite ratio of increase of 1.18 and 1.20; mean time between generations of 24.4 and 21.2 days, and population doubling time of 4.17 and 3.69 weeks. The life table parameters were similar for *O. submetallicus* and *T. podisi*. Thus, *O. submetallicus* has the potential to be integrated into the soybean stink bug biological control program, as another option with *T. podisi*.

Key words: Neotropical brown stink bug; biological control; life table; parasitoids; soybean crop.

1. INTRODUÇÃO

Dentre as diferentes ferramentas do Manejo Integrado de Pragas (MIP), o Controle Biológico se destaca pela utilização de inimigos naturais como, predadores, parasitoides e microrganismos entomopatogênicos que regulam naturalmente as populações de insetos-pragas, mantendo seu equilíbrio no agro ecossistema (BORTOLOTTO et al., 2016; HEIMPEL e MILLS, 2017). A utilização de parasitoides tem se tornado uma alternativa promissora em todo o mundo, destacando-se como principal grupo de inimigos naturais nos sistemas de produção agrícola, devido a sua eficiência de ação, a facilidade de produção e multiplicação desses agentes de controle (VAN LENTEREN, 2012; FÁVERO et al., 2014; VAN LENTEREN et al., 2018).

Na cultura da soja, os parasitoides são importantes reguladores naturais da população do percevejo-marrom, *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae), pois impedem que as ninfas eclodam e causem danos futuramente (PACHECO e CORRÊA-FERREIRA 1998). Parasitoides de ovos como, *Telenomus podisi* (Ashmead, 1893) (Hymenoptera: Platygastridae) tem se mostrado uma boa opção no controle de *E. heros*, através de liberações, mantendo a praga abaixo do nível de dano econômico onde tem apresentando altas taxas de parasitismo (VAN LENTEREN et al., 2017; STECCA et al., 2018). *Ooencyrtus submetallicus* (Howard, 1897) (Hymenoptera: Encyrtidae) é um parasitoide de percevejos e lepidópteros (GOLIN et al., 2011). Em laboratório tem apresentado porcentagens de parasitismo e emergência importantes sobre seus hospedeiros na cultura da soja como, *E. heros* e *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Pentatomidae) (WILSON e WOOLCOCK, 1960; FERREIRA, 2016; SANOMIA et al., 2020)

Para o sucesso na utilização desses agentes naturais em programas de controle biológico, é necessário determinar as características de sua população, incluindo, taxa de fecundidade e crescimento e taxa de parasitismo (GOLIZADEH et al., 2009; FÁVERO et al., 2014). A tabela de vida de fertilidade estima parâmetros de uma população de insetos por meio da duração do ciclo de vida e sobrevivência, combinados com dados de fecundidade das fêmeas. Isso, permite estimar a estrutura e a idade dos insetos em determinado tempo e determinar o crescimento dessa determinada população (SOUTHWOOD e HENDERSON, 2000; PORTILLA et al., 2014). Os estudos de tabela de vida de fertilidade, determinam o intervalo de tempo entre cada geração (T), taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m) e a taxa líquida de reprodução (R_o). Estes

parâmetros são empregados para estimar o crescimento populacional das espécies sob as condições em que estão sendo estudadas (SOUTHWOOD, 1978; PORTILLA et al 2014).

Conhecer a taxa reprodutiva dos parasitoides é fundamental para avaliar o seu potencial como possível agente de controle biológico. Algumas espécies do gênero *Telenomus* spp. parasitam até duas vezes mais ovos de *E. heros* que parasitoides do gênero *Trissolcus* spp., além de apresentarem longevidade de até 25 dias, demonstrando capacidade de procurar seu hospedeiro por mais tempo (PACHECO e CÔRREA-FERREIRA, 1998). Desta forma, este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho reprodutivo de *O. submetallicus* e de *T. podisi* parasitando ovos de *E. heros*, por meio da análise comparativa das tabelas de vida de fertilidade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas dependências do Laboratório de Controle Biológico de Insetos (LECOBIOL) (22°19'80''S e 54°93'38''W), pertencente a Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Etapa I - Criação de insetos utilizados nos experimentos

Ooencyrtus submetallicus

A criação de *O. submetallicus* foi realizada seguindo a metodologia descrita em Faca et al. (2021). Brevemente, os parasitoides foram mantidos em tubos de vidro (2,0 cm de diâmetro x 15,0 cm de altura) fechados com algodão, contendo uma gotícula de mel de abelha para sua alimentação. Os parasitoides foram criados em ovos de *E. heros* até a montagem dos experimentos. Parte da criação foi mantida em câmara climatizada tipo B.O.D (modelo EL 222, ELETROLab®, São Paulo, SP, Brazil) e outra parte em sala climatizada, ambas as criações mantidas à temperatura de 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ umidade relativa do ar e fotofase de 14 horas. Indivíduos foram inicialmente obtidos de postura de *E. meditabunda* em folhas de plantas de tomate *Solanum lycopersicum* (Linnaeus, 1753) (Solanales: Solanaceae). A coleta foi realizada por Antônio de Souza Silva na região de Dourados, MS e, posteriormente, identificados por Valmir Antonio Costa (Instituto Biológico) Campinas, São Paulo.

Telenomus podisi

Adultos de *T. podisi* foram fornecidos pela Embrapa Agropecuária Oeste, provenientes da Koppert Biological Systems. Os parasitoides foram mantidos em tubos de vidro (2,0 cm de diâmetro x 15,0 cm de altura) fechados com algodão, contendo uma gotícula de mel de abelha para sua alimentação. Os parasitoides foram criados em ovos de *E. heros* até a montagem dos experimentos. Parte da criação foi mantida em sala climatizada e outra parte em câmara climatizada tipo B.O.D (modelo EL 222, ELETROLab[®], São Paulo, SP, Brazil), à 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ umidade relativa e fotofase de 14 horas.

Euschistus heros

Os percevejos foram coletados da fazenda experimental da UFGD por meio de rede de varredura e coleta manual. Ninfas e adultos foram criados em gaiolas confeccionadas de potes plásticos transparentes de 5L. Para alimentação foram fornecidas vagens frescas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), sementes verdes de ligustro (*Ligustrum* sp.), grãos secos de soja (*Glycine max* L.), amendoim cru e descascado (*Arachis hypogaea* L.) e como fonte de água, foram utilizadas placas do tipo Petri de plásticos perfurados ao meio, onde ficava um chumaço de algodão umedecido com água. Foi utilizado como substrato de oviposição dos percevejos, papel filtro 30cm x 30cm dobrado em forma de leque (PANIZZI et al., 2000). Parte dos ovos coletados, diariamente, eram separados para manter a criação estoque de *E. heros*, estes eram colocados em placas de Petri com chumaço de algodão úmido e vagem de feijão, outra parte destinada à multiplicação dos parasitoides *O. submetallicus* e *T. podisi* e montagem do experimento. A criação foi mantida em uma sala climatizada à 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 14 horas. A espécie *E. heros* foi identificada pela Dr^a. Jocélia Grazia, taxonomista de percevejos pentatomídeos (Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS).

Etapas II – Desenvolvimento experimental e análises

Tabela de vida de fertilidade

Fêmeas de *O. submetallicus* ou de *T. podisi* com até 24 horas de idade foram individualizadas em tubos de vidro (2,5 cm de diâmetro e 8,5 cm de comprimento),

vedados com algodão e com gotículas de mel de abelha para alimentação na parte interna dos tubos. Um total de vinte fêmeas de cada parasitoide receberam diariamente dez ovos de *E. heros* com até 24 horas de idade (FACA et al., 2021), para parasitar. Este procedimento foi adotado até a morte das fêmeas. Os ovos submetidos ao parasitismo no dia anterior foram acondicionados em tubos de vidro (2,5 cm de diâmetro e 8,5 cm de comprimento), devidamente etiquetados, até a emergência dos descendentes. O experimento foi mantido em sala climatizada à 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 14 horas.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com 20 repetições (fêmeas) e dois tratamentos (*O. submetallicus* e *T. podisi*). As características avaliadas foram: porcentagem de parasitismo e emergência, o número total de ovos parasitados, a razão sexual e a longevidade dos adultos (machos e fêmeas). A partir desses valores foi elaborada a tabela de vida de fertilidade para cada espécie (BIRCH, 1948; SOUTHWOOD, 1995), determinando-se a idade média das fêmeas parentais no intervalo (x), sendo esta idade contatada a partir da fase de ovo; o número de descendentes fêmeas produzido por fêmea parental na idade x (m_x); a expectativa de vida até a idade x (l_x), sendo expressa com uma fração da população inicial de uma fêmea e número total de fêmeas nascidas na idade x ($l_x m_x$); a taxa líquida de reprodução (R_0); o intervalo de tempo entre cada geração (T); a taxa intrínseca de crescimento (R_m); o tempo necessário para a população duplicar em número de indivíduos (TD) e a razão finita de aumento (λ) (número de vezes que a população multiplica por unidade de tempo), usando as equações:

- Tempo de uma geração (T) (tempo entre o nascimento dos pais e o dos filhos) com:

$$DG = \frac{\sum_{x=0}^y x.l_x.m_x}{R_0}$$

- Taxa líquida de reprodução (R_0) (número de fêmeas adicionadas por uma fêmea durante toda sua vida) pela fórmula de KREBS (1994):

$$R_0 = \sum_{x=0}^y l_x.m_x$$

- Razão infinitesimal de aumento (r_m) (taxa de aumento populacional por unidade de tempo) com a fórmula de KREBS (1994): $r_m = \ln(R_0)/DG$

- Razão finita de aumento (λ) (número de fêmeas adicionadas à população por fêmea do parasitoide por unidade de tempo) pela fórmula de KREBS (1994): $\lambda = \text{antilog}(r_m \times 0,4343)$
- Tempo necessário para a população do parasitoide dobrar em número de indivíduos (TD) calculado pela fórmula de KREBS (1994): $TD = \ln(2)/r_m$
- Valor de reprodução (VR_x) (KREBS, 1994), contribuição de uma fêmea de idade x

$$VR_x = \sum_{t=x}^y (l_t/l_x)m_t$$

para a futura população, calculada por classe de idade, com: ;
 onde x é a classe de idade base; y , a de idade mais velha e t , qualquer classe de idade entre x e y .

3. RESULTADOS

O número de descendentes de *O. submetallicus* parasitando ovos de *E. heros* foi de $67,4 \pm 3,69$ fêmeas sendo 100% de fêmeas. A longevidade das fêmeas de *O. submetallicus* foi de $18,1 \pm 0,78$ dias. O período de oviposição durou $15,4 \pm 0,87$ dias (Tabela 1). O número de descendentes de *T. podisi* parasitando *E. heros* foi de $84,6 \pm 3,52$, com razão sexual de 60% de fêmeas. A longevidade das fêmeas foi de $21,1 \pm 0,85$ dias. O período de oviposição durou $17,7 \pm 0,89$ dias (Tabela 2). O maior número de ovos parasitados por uma fêmea de *T. podisi* ou *O. submetallicus* foi 7 e 6 ovos, respectivamente, durante 14 horas de fotofase.

A duração do ciclo de vida (ovo-adulto) de *O. submetallicus* em ovos de *E. heros* foi de $17,75 \pm 0,10$ dias. Em relação à oviposição, o maior número de produção de descendentes fêmeas (4,89) ocorreu no sexto dia. Até o décimo primeiro dia de vida, já haviam sido produzidos mais de 80% dos descendentes (Tabela 3). A duração do ciclo de vida (ovo-adulto) de *T. podisi* foi de $17,5 \pm 0,11$ dias. A oviposição teve início desde sua emergência, com maior produção de descendentes fêmeas (7,13), no primeiro dia (Tabela 4).

Ooencyrtus submetallicus multiplica-se por geração (R_o) 58,30 vezes, sendo assim, a partir de cada fêmea podem ser geradas 58,30 fêmeas, com período de 24,47 dias entre as gerações (MGT). São necessárias 4,17 semanas para a população duplicar (DT) e, a quantidade de fêmeas adicionadas à população por fêmea que resultará fêmea, ou seja, a taxa de aumento (λ) foi de 1,18. Já a taxa intrínseca de crescimento (r_m) foi de

0,16. Para *T. podisi*, o número de vezes que sua população se multiplicou por geração (R_0) foi de 52,34 dias, com período entre as gerações (MGT) de 21,24 dias. O tempo de duplicação (DT) é de 3,69 semanas com taxa de aumento (λ) de 1,20. Já a capacidade em aumentar de número (r_m) é de 0,18 (Tabela 5).

De modo geral, a taxa líquida de reprodução (R_0), a capacidade inata de aumentar em número (r_m), a razão finita de aumento (λ) e o tempo de duplicação da população em dias (DT) foram semelhantes para ambos os parasitoides, somente o parâmetro tempo médio de geração [MGT (T)] foi diferente.

4. DISCUSSÃO

O período de oviposição de *O. submetallicus* foi maior a partir do quinto dia de vida adulta e para *T. podisi*, o maior período foi a partir dos primeiros dias de vida adulta, e esse fato pode ser explicado pela maturação sexual dos parasitoides. Por exemplo, *O. submetallicus* apresenta maturação sinovigênico, ou seja, os ovos são produzidos e maturados durante toda a vida adulta. Parasitoides como *O. submetallicus* precisam passar por um período de maturação, necessitando de alguns dias para iniciar o processo de maturação (KAPRANAS e TENA, 2015; FACA et al., 2021).

Fêmeas de *O. submetallicus* apresentaram longevidade de $18,1 \pm 0,78$ dias e *T. podisi* em $21,1 \pm 0,85$ dias e, após este período, todas as fêmeas morreram. Quando as fêmeas estão expostas continuamente ao parasitismo. Vivem menos se comparadas a fêmeas desprovidas de hospedeiro (YAMAMOTO e FOERSTER, 2003). A emergência total dos indivíduos de *O. submetallicus* foi menor quando comparado ao *T. podisi*. Porém, todos os indivíduos de *O. submetallicus* são fêmeas. *Telenomus podisi* apesar de apresentar maior emergência (total de 84,6), apenas 51,3 eram indivíduos fêmeas do total de 84,6, sendo assim a razão sexual foi de 0,60. Em outros estudos foram encontrados valores de 0,82 para *T. podisi* em ovos de *D. melacanthus* (BORTOLOTTO et al., 2016).

O resultado da razão sexual de *O. submetallicus* pode ser explicado devido ao seu tipo de reprodução, está ocorre por partenogênese telítoca, onde os machos geralmente são raros (WILSON e WOOLCOCK, 1960). Para *T. podisi*, apesar dos diferentes hospedeiros a razão sexual não foi afetada, sempre havendo um maior número de fêmeas. Essa característica representa o grande potencial que a espécie estudada possui, pois, a eficiência de um determinado parasitoide é maximizada quando um alto número

de fêmeas é obtido (SAGARRA et al., 2000). Em relação ao número total de ovos que cada uma das fêmeas dos parasitoides conseguiram parasitar, é importante saber porque dependendo do número de indivíduos que são liberados em campo, é possível estimar a quantidade de ovos do hospedeiro que serão parasitados.

A taxa líquida de reprodução (R_o) corresponde a contribuição média que cada fêmea pode gerar para a geração subsequente, sendo expressa em número de descendentes fêmeas por fêmea e, esta foi maior para *O. submetallicus* onde cada geração pode aumentar em média 58,30 vezes, enquanto *T. podisi* pode aumentar até 52,34 vezes na faixa ideal de desenvolvimento em ovos de *E. heros*. Em outras espécies como *Ooencyrtus telenomicida* (Vassilev, 1904) (Hymenoptera: Encyrtidae) provenientes de ovos de *Graphosoma lineatum* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Pentatomidae) foram encontrados valores de 52,96 (R_o) (ROVERSI et al., 2018). R_o não é adequado para fazer comparações entre espécies quando se encontram em condições ambientais diferentes pelo fato de que este parâmetro não estima a verdadeira capacidade de aumento das espécies, por considerar apenas o número de fêmeas que são adicionadas por geração, dessa forma é utilizado r_m e λ que são mais complexos (BIRCH, 1948),

A taxa intrínseca de crescimento (r_m) permite realizar a comparação do potencial de crescimento populacional de diferentes espécies, facilitando a verificar o papel do parasitoide como agente de controle biológico. Esta pode ser obtida através da razão da taxa líquida de reprodução (R_o) e tempo médio de geração (T) (FÁVERO et al., 2014). Desse modo, a capacidade de aumentar em número de *O. submetallicus* foi de 0,16 e para *T. podisi* foi de 0,18 em ovos de *E. heros*. Para o controle biológico o principal parâmetro relacionado a tabela de vida de fertilidade, é a taxa intrínseca de crescimento (r_m) (PEDIGO e ZEISS, 1996), pois quando se deseja avaliar um inimigo natural, visando utiliza-lo em liberações para a manutenção da densidade populacional das pragas a um nível que não cause prejuízo, deve-se atentar para o fato de que o mesmo será um bom agente de controle se sua capacidade intrínseca de crescimento for, pelo menos semelhante ou superior à da praga (VAN LENTEREN, 2000).

A razão finita de aumento (λ) de *O. submetallicus* e de *T. podisi* foram semelhantes. Estes valores indicam que ambos parasitoides possuem grande capacidade de adicionar indivíduos/fêmea/dias nas gerações que foram avaliadas. Este parâmetro é um dos mais importantes de uma tabela de vida, além de ser o valor que faz a comparação entre outros trabalhos, a razão finita de aumento (λ) é o número de vezes

que uma população pode se multiplicar em uma unidade de tempo (BIRCH, 1948).

Ooencyrtus submetallicus apresentou um período de 24,47 dias entre o nascimento dos pais a emergência dos descendentes [MGT (T)], ou seja, de uma geração, já o período para que possa ocorrer a duplicação da população (DT) foi de 4,17 semanas, enquanto *T. podisi* apresentou período [MGT (T)] de 21,24 dias e de duplicação da população (DT) de 3,69 semanas. Esses resultados indicam que ambos parasitoides podem dobrar suas populações em média de 30 dias.

Os resultados apresentados por *O. submetallicus* e *T. podisi* em ovos de *E. heros*, na tabela de vida de fertilidade foram semelhantes, somente o período de geração foi diferente. Assim, *O. submetallicus* apresenta um grande potencial reprodutivo, possibilitando a criação massal em laboratório e facilitando assim a sua implementação como um agente de controle biológico efetivo no controle de *E. heros*.

5. CONCLUSÃO

O parasitoide *O. submetallicus* exibiu parâmetros de tabela de vida similares ao parasitoide *T. podisi*, já empregado no controle biológico de ovos de *E. heros*. Assim, *O. submetallicus* tem potencial para ser integrado ao programa de controle biológico do percevejo-marrom da soja.

6. AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de produtividade ao orientador (processo 304055/2019-0). À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul pelo apoio. A Associação Sul-Mato-Grossense de Produtores e Consumidores de Florestas Plantadas (Reflora MS), a JB Biotecnologia e ao Grupo Vittia pelos recursos financeiros.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIRCH, L. C. The intrinsic rate of natural increase of na insect populations. **Journal of Animal Ecology**, v.17, p.16-26, 1948. Doi: <https://doi.org/10.2307/1605>

BORTOLOTTO, O. C.; BUENO, A. F.; STOPA, Y. K.; SILVA.; QUEIROZ, A. P. Development of *Dichelops melacanthus* and its eggs parasitoid *Telenomus podisi* reared on Bt-soybean MON 87701 x MON 89788 and its near conventional isoline under diferent temperature. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.88, n.2, p. 1023-1034, 2016. Doi: <https://doi.org/10.1590/0001-3765201620150257>

FACA, E. C.; PEREIRA, F. F.; FERNANDES, W. C.; SILVA, I. F.; COSTA, V. A.; WENGRAT, A. P. G. S. Reproduction of *Ooencyrtus submetallicus* (Hymenoptera: Encyrtidae) and *Trissolcus* sp. aff. *Urichi* (Hymenoptera: Scelionidae) in eggs of *Nezara viridula* (hemiptera: Pentatomidae) of different ages. **Journal of Agricultural Science**, v. 13, p. 96-106, 2021. Doi: 10.5539/jas.v13n10p96

FÁVERO, K.; PEREIRA, F. F.; KASSAB, S. O.; COSTA, D. P.; ZANUNCIO, J. C. Life and Fertility Tables of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) with *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) pupae. **Annals of the Entomological Society of America**, v, 107, p.621-626, 2014. Doi: <http://dx.doi.org/10.1603/AN13082>

GOLIN, V.; LOIÁCONO, M. S.; MARGARÍA, C. B.; AQUINO, D. A. Natural incidence of egg parasitoids of *Edessa mediatubunda* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) on *Crotalaria spectabilis* in Campo Novo do Parecis, MT, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 40, p.617-618, 2011. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2011000500015>

GOLIZADEH, A.; KAMALIB, K.; FATHIPOURB, Y.; ABBAASIPOUR, H. Effect of temperature on life table parameters of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) on two brassicaceous host plants **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v.12, p.207-2012, 2009. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aspen.2009.05.002>

HEIMPEL, G. E.; MILLS, N. J. **Biological control: Ecology and applications**. Cambridge and New York: Cambridge University Press. p. 1-380, 2017. Doi: <http://dx.doi.org/10.1017/9781139029117>

KAPRANAS, APOSTOLOS; TENA, ALEJANDRO. Encyrtid parasitoids of soft scale insects: Biology, behavior, and their use in biological control. **Annual review of entomology**, v.60, p.195-211, 2015. Doi: <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-010814-021053>

PACHECO, D. J. P.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Potencial reprodutivo e longevidade do parasitóide *Telenomus podisi* Ashmead, em ovos de diferentes espécies de percevejos. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v .27, p.585-591, 1998. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0301-80591998000400011>

PANIZZI, A. R.; MCPHERSON, J. E.; JAMES, D. G.; JAVAHERY, M.; MCPHERSON, R. M. Stink bugs (Pentatomidae). In: SCHAEFER, C.W.; PANIZZI,

A.R. (Eds.). **Heteroptera of economic importance**, p. 421-474, 2000. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/stink.panizzi_000ge7ase4102wx5okOylax2l13dknl4.pdf. Acesso em: outubro de 2020.

PEDIGO, L. P.; ZEISS, M. R. **Developing a degree-day model for predicting insect development**, p.67-74. In: PEDIGO, L.P.; ZEISS, M. R. (Eds) *Analyses in insect ecology and management*, Ames, Iowa State University Press, p.168, 1996.

PORTILLA, P.; MORALES-RAMOS, J. A.; ROJAS, M. G.; BLANCO, C. A. Life tables as tools of evaluation and quality control for arthropod mass production. In: MORALES-RAMOS, J. A.; ROJAS, M. G.; SHAPIRO-ILAN, D. I. (Eds), *Mass production of beneficial organisms: Invertebrates and entomopathogens*. Amsterdam, Academic Press. p. 764, 2014. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-391453-8.00008-X>

ROVERSI, F.; MALTESE, M.; SIMONI, S.; CASCONI, P.; BINAZZI, F.; STRANGI, A.; PEVERIERI, G. S.; GUERRIERI, E. *Graphossoma lineatum* (Hemiptera: Pentatomidae) a suitable host for mass rearing *Ooencyrtus telenomicida* (Hymenoptera: Encyrtidae). **International Journal of Pest Management**, v. 64, p. 294-302, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1080/09670874.2017.1403059>

SAGARRA, L. A.; VICENT, C.; STEWART, R. K. Mutual interference among female *Anagyrus kamali Moursi* (Hymenoptera: Encyrtidae) and its impact on fecundity, progeny production and sex ratio. **Biocontrol Science and Technology**, v.10, p.239-244, 2000. Doi: <https://doi.org/10.1080/09583150050044510>

SANOMIA, W. Y.; PEREIRA, F. F.; SILVA, I. F. Inseticide selectivity to *Ooencyrtus submetallicus* (Hymenoptera: Encyrtidae) under extended laboratory conditions. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 50, p. 1-8, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1590/1983-40632020v5061793>

SOUTHWOOD, T. R. E. **Ecological methods, with particular reference to the study of insect populations**. 1.ed. Springer, p.524, 1978.

SOUTHWOOD, T. R. E.; HENDERSON, P. A. **Ecological methods**. 3.ed. Oxford: Blackwell Science, p.575, 2000.

STECCA, C. S.; BUENO, A. F.; PASINI, A.; SILVA, D. M.; ANDRADE, K.; ZIRONDI FILHO, D. M. Impact of Insetticides Used in Soybean Crops to the Egg Parasitoid *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygastroidae). **Neotropical Entomology**, v.47, p.281-291, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1007/s13744-017-0552-9>

VAN LENTEREN, J. C. **Success in biological control of arthropods by augmentation of natural enemies**, p.77-103. In: GURR, G.; WRATTEN, S. (Eds). *Biological control: measures of success*. Springer, p.448, 2000. Doi: https://doi.org/10.1007/978-94-011-4014-0_3

VAN LENTEREN, J. C. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. **Biocontrol**, v.57, p.1-20, 2012. Doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s10526-011-9395-1>

VAN LENTEREN, J. C.; BUENO, V. H. P.; SMIT, J.; SOARES, M. A.; CALIXTO, A. M.; MONTES, F. C.; PETER, J. Predation of tuta absoluta eggs during the nymphal stages of three neotropical mirid predators on tomato. **Bulletin of Insectology**, v.70, p.69-74, 2017. Disponível em: <http://www.bulletinofinsectology.org/pdfarticles/vol70-2017-069-074vanlenteren.pdf>. Acesso em: fevereiro de 2021.

VAN LENTEREN, J. C.; BOLCKMANS, K; KÖHL, J.; RAVENSBERG, W. J.; URBANEJA, A. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. **Biocontrol**, v.63, p.39-59, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10526-017-9801-4>

YAMAMOTO, A. C.; FOERSTER, L. A. Reproductive biology and longevity of *Euplectrus ronnai* (Brèthes) (Hymenoptera: Eulophidae). **Neotropical Entomology**, v.32, p. 481-485, 2003. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2003000300016>

WILSON, F.; WOOLCOCK, L. T.; Temperature determination of sex in a parthenogenetic parasite, *Ooencyrtus submetallicus* (Howard) (Hymenoptera: Encyrtidae). **Australian Journal of Zoology**, v.8, p.153-169, 1960. Doi: <https://doi.org/10.1071/ZO9600153>

QUADRO 1. Longevidade, período de oviposição e produção de progênie de *Ooencyrtus submetallicus* (Hymenoptera: Encyrtidae) em ovos de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) a 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 14 h. UFGD, Dourados, MS, 2021

Fêmea	Longevidade (dias)	Período de oviposição (dias)	Progênie			
			Total	Fêmeas	Machos	Razão sexual
1	18	14	65	65	0	1
2	12	9	37	37	0	1
3	21	18	80	80	0	1
4	23	20	90	90	0	1
5	17	11	53	53	0	1
6	15	15	76	76	0	1
7	17	15	67	67	0	1
8	21	20	86	86	0	1
9	20	18	73	73	0	1
10	12	8	31	31	0	1
11	19	17	74	74	0	1
12	20	16	70	70	0	1
13	22	19	80	80	0	1
14	18	11	49	49	0	1
15	22	19	82	82	0	1
16	13	12	54	54	0	1
17	23	21	84	84	0	1
18	18	16	75	75	0	1
19	17	17	72	72	0	1
20	14	11	50	50	0	1
Média	$18,1 \pm 0,78$	$15,4 \pm 0,87$	$67,4 \pm 3,69$	$67,4 \pm 3,69$	$0 \pm 0,00$	$1 \pm 0,00$

QUADRO 2. Longevidade, período de oviposição e produção de progênie de *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae) em ovos de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) a 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 14 h. UFGD, Dourados, MS, 2021

Fêmea	Longevidade (dias)	Período de oviposição (dias)	Progênie			
			Total	Fêmeas	Machos	Razão sexual
1	16	13	66	41	25	0,62
2	25	22	107	64	43	0,59
3	24	23	84	59	25	0,70
4	15	12	64	37	27	0,57
5	24	20	97	57	40	0,58
6	22	18	87	54	33	0,62
7	24	21	95	58	37	0,61
8	24	21	106	65	41	0,61
9	15	13	68	39	29	0,57
10	23	19	94	56	38	0,59
11	23	14	80	45	37	0,56
12	21	17	84	50	34	0,59
13	14	10	50	30	20	0,60
14	23	20	89	54	35	0,60
15	24	21	99	60	39	0,60
16	22	18	86	52	34	0,60
17	15	12	61	38	23	0,62
18	24	21	91	57	34	0,62
19	24	22	102	61	41	0,59
20	22	17	82	48	34	0,58
Média	$21,1 \pm 0,85$	$17,7 \pm 0,89$	$84,6 \pm 3,52$	$51,3 \pm 2,22$	$33,5 \pm 0,00$	$0,60 \pm 0,01$

QUADRO 3. Tabela de vida e fertilidade de fêmeas de *Ooencyrtus submetallicus* (Hymenoptera: Encyrtidae) em ovos de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) a 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 14 h. UFGD, Dourados, MS, 2021

$x^{(1)}$	$l_x^{(2)}$	$m_x^{(3)}$	$l_x m_x^{(4)}$
0,5	1,00	-	fase
:	:	:	Imatura
18,2	0.8650	2,5000	2,1625
19,2	0.8650	2,8000	2,4220
20,2	0.8650	3,6000	3,1140
21,2	0.8650	4,0000	3,4600
22,2	0.8650	4,9500	4,2817
23,2	0.8650	5,6500	4,8872
24,2	0.8650	5,6000	4,8440
25,2	0.8650	5,5000	4,7575
26,2	0.8217	5,4700	4,4980
27,2	0.7785	5,3333	4,1520
28,2	0.7785	5,2777	4,1087
29,2	0.6487	5,0666	3,2870
30,2	0.6055	4,7142	2,8545
31,2	0.6055	4,3571	2,6382
32,2	0.3892	4,3333	1,6887
33,2	0.1730	4,0000	0,6920
34,2	0.4757	3,5454	1,6887
35,2	0.3892	3,0000	1,1677
36,2	0.3460	2,5000	0,8650
37,2	0.2162	2,2000	0,4757
38,2	0.1297	1,6666	0,2162
39,2	0.0432	1,0000	0,0432
Total			58,30

⁽¹⁾ x = ponto médio de cada idade em dias

⁽²⁾ l_x = expectativa de vida até a idade x

⁽³⁾ m_x = fertilidade específica

⁽⁴⁾ $l_x m_x$ = número de fêmeas nascidas na idade x

QUADRO 4. Tabela de vida e fertilidade de fêmeas de *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae) em ovos de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) a 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 14 h. UFGD, Dourados, MS, 2021

$x^{(1)}$	$l_x^{(2)}$	$m_x^{(3)}$	$l_x m_x^{(4)}$
0,5	1,00	-	fase
:	:	:	Imatura
18	2,0000	3,5661	7,1323
19	0,8293	3,5684	2,9594
20	0,8730	3,4500	3,0118
21	0,8730	3,4200	2,9856
22	0,8730	3,4200	2,9856
23	0,8730	3,4200	2,9856
24	0,8730	3,3900	2,9594
25	0,8730	3,3600	2,9332
26	0,8730	3,1500	2,7499
27	0,8730	3,0600	2,6713
28	0,8293	2,9684	2,4618
29	0,8293	2,7789	2,3047
30	0,7420	2,8235	2,0952
31	0,6547	2,5600	1,6761
32	0,6111	2,3571	1,4404
33	0,6111	2,0142	1,2309
34	0,6111	1,9285	1,1785
35	0,5238	1,8000	0,9428
36	0,4365	1,6200	0,7071
37	0,3928	1,2000	0,4714
38	0,3055	1,1142	0,3404
39	0,1309	0,8000	0,1047
40	0,0436	0,6000	0,0261
Total			52,34

⁽¹⁾ x = ponto médio de cada idade em dias

⁽²⁾ l_x = expectativa de vida até a idade x

⁽³⁾ m_x = fertilidade específica

⁽⁴⁾ $l_x m_x$ = número de fêmeas nascidas na idade x

QUADRO 5. Parâmetros de crescimento populacional de *Ooencyrtus submetallicus* (Hymenoptera: Encyrtidae) (1) e *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygastridae) (2) criados em ovos de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) calculados a partir de 20 fêmeas, a 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 14 h. UFGD, Dourados, MS, 2021

Parasitoides	$R_o^{(1)}$	$r_m^{(2)}$	$\lambda^{(3)}$	MGT (T) ⁽⁴⁾	DT ⁽⁵⁾
<i>Ooencyrtus</i>	58,30 a	0,16 a	1,18 a	24,47 a	4,17 a
<i>submetallicus</i>	[51,61 – 64,98]	[0,16 - 0,16]	[1,17 – 1,18]	[23, 94 – 24,99]	[4,12 – 4,21]
<i>Telenomus</i>	52,34 a	0,18 a	1,20 a	21,24 b	3,69 a
<i>podisi</i>	[43,44- 61,24]	[0,16 – 0,20]	[1,18 – 1,22]	[19,73 – 22,74]	[3,23 – 4,16]

⁽¹⁾ R_o = taxa líquida de reprodução, expressa em fêmeas/por fêmea parental/geração.

⁽²⁾ r_m = capacidade inata de aumentar em número

⁽³⁾ λ = razão finita de aumento

⁽⁴⁾MGT (T) = tempo médio de geração, em dias

⁽⁵⁾DT = tempo de duplicação da população em dias

* Intervalo de confiança

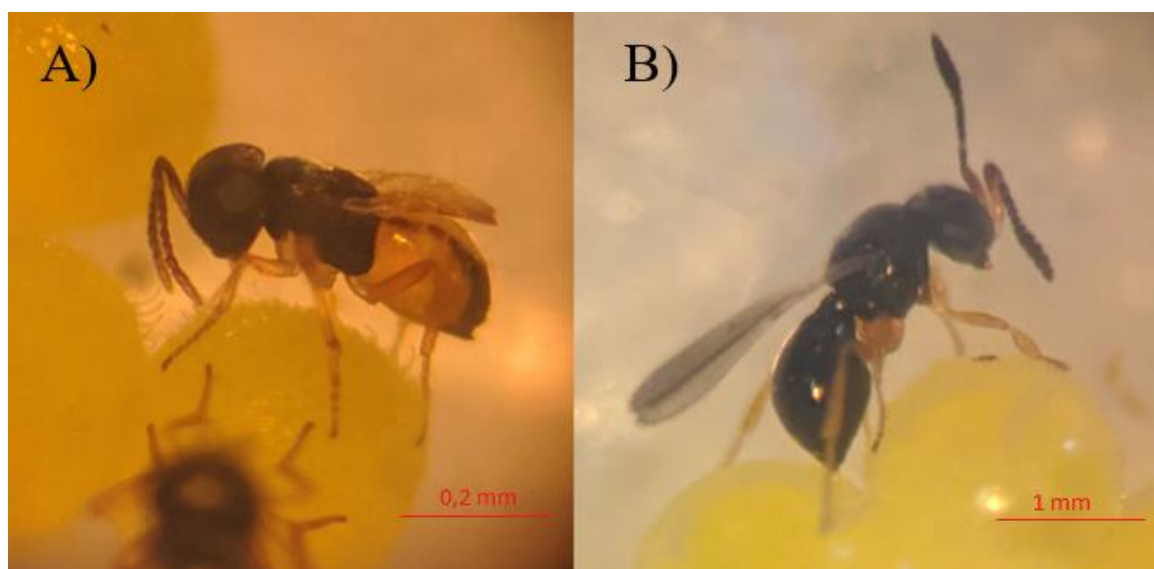
CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos, foi possível entender melhor o efeito do fator abiótico, temperatura, sobre as características biológicas de *O. submetallicus* e *T. podisi* em ovos de *E. heros*, além de demonstrar que ambos apresentam capacidade semelhante de se reproduzirem em ovos de *E. heros*. Os resultados obtidos demonstram a capacidade dos parasitoides de se desenvolverem em faixas de temperatura semelhantes as que foram estudadas, indicando que os mesmos são capazes de se adaptarem em diferentes regiões produtoras de soja com a faixa térmica estudada.

Também foi possível adquirir informações importantes para a multiplicação desses parasitoides em condições de laboratório, podendo ser realizadas até mesmo criações em larga escala, a partir do conhecimento da sua interação com o hospedeiro, do seu tempo de duplicar as gerações seguintes e sua capacidade em aumentar o número de indivíduos. Em laboratório, *O. submetallicus* apresentou características favoráveis a ser um candidato para controle biológico de *E. heros*, porém ainda são necessários estudos de semi-campo e campo.

Na literatura trabalhos como estes ainda são escassos para *O. submetallicus*, sendo assim, os resultados apresentados neste estudo são iniciais para que o parasitoide possa se tornar um novo agente de controle biológico no combate ao *E. heros* na cultura da soja.

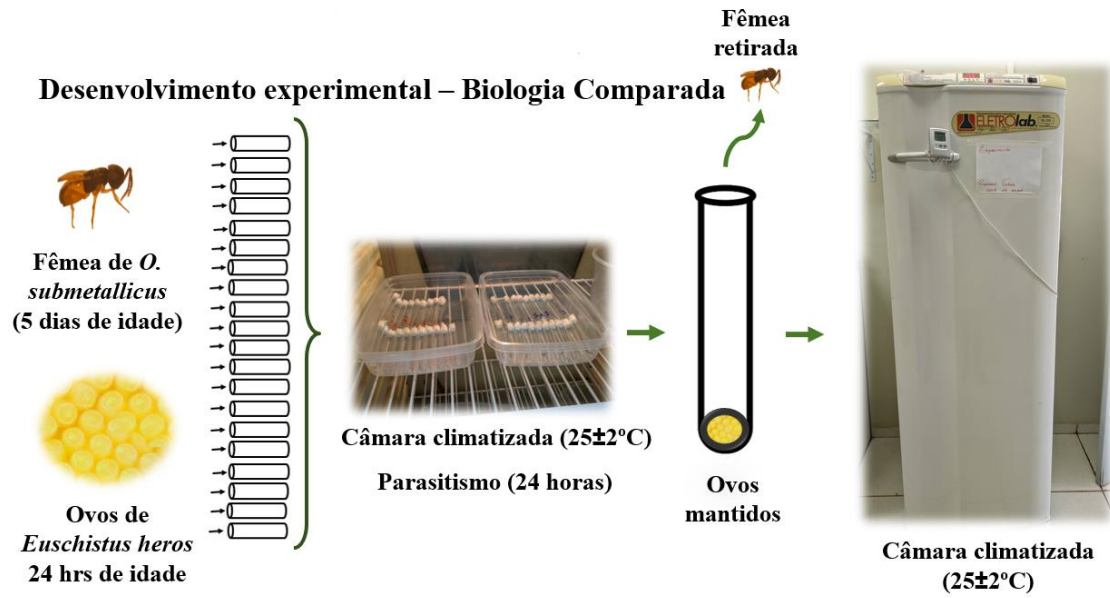
ANEXOS



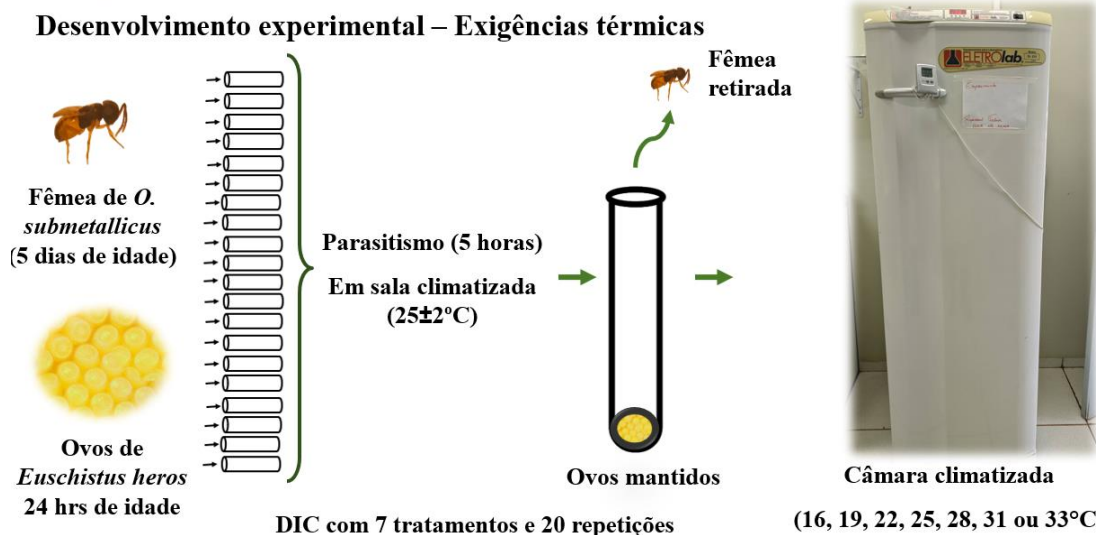
ANEXO I. Fêmea de *Ooencyrtus submetallicus* (Hymenoptera: Encyrtidae) (A) e fêmea de *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae) (B), parasitando ovos de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae). UFGD, Dourados, MS, 2021.



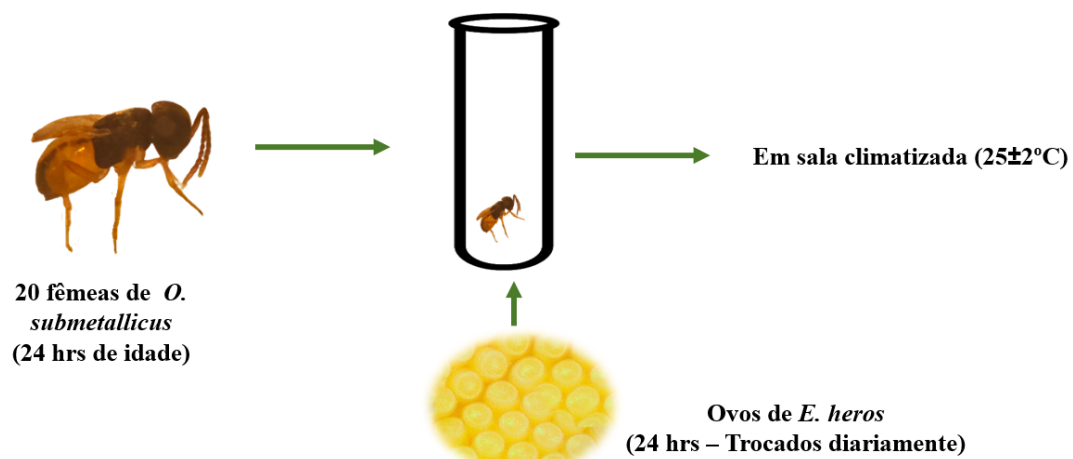
ANEXO II. Detalhes da metodologia de criação e multiplicação do percevejo *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) e dos parasitoides *Ooencyrtus submetallicus* (Hymenoptera: Encyrtidae) e *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae) em laboratório. Massa de ovos e adultos de *E. heros* e ovos coletados (A-B). Multiplicação dos parasitoides em ovos de *E. heros* em acondicionados em tubos de vidros (C). Ninfas recém eclodidas e de segundo a quinto instar (D-E). Gaiolas de criação com adultos de *E. heros* (F). UFGD, Dourados, MS, 2021.



ANEXO III. Detalhes da metodologia de Biologia Comparada com *Ooencyrtus submetallicus* (Hymenoptera: Encyrtidae). O mesmo procedimento foi realizado para *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygastriidae). UFGD, Dourados, MS, 2021.



ANEXO IV. Detalhes da metodologia de Exigências Térmicas com *Ooencyrtus submetallicus* (Hymenoptera: Encyrtidae). O mesmo procedimento foi realizado para *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae). UFGD, Dourados, MS, 2021.

Desenvolvimento experimental

ANEXO V. Detalhes da metodologia de Tabela de vida de fertilidade com *Ooencyrtus submetallicus* (Hymenoptera: Encyrtidae). O mesmo procedimento foi realizado para *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae). UFGD, Dourados, MS, 2021.