

Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

**Exigências térmicas e tabela de vida de fertilidade de *Trichogramma foersteri*
Takahashi, 2021, no hospedeiro *Ephesia kueniella* Zeller, 1879.**

Maria Eduarda Baesteiro Caldeira

Trabalho de conclusão de curso apresentado
como parte dos requisitos para obtenção do
título de Engenheira Agrônoma

PIRACICABA

2025

Maria Eduarda Baesteiro Caldeira

**Exigências térmicas e tabela de vida de fertilidade de *Trichogramma foersteri*
Takahashi, 2021, no hospedeiro *Ephestia kuehniella* Zeller, 1879.**

Orientador:

Prof. Dr. José Roberto Postali Parra

Trabalho de conclusão de curso apresentado
como parte dos requisitos para obtenção do
título de Engenheira Agrônoma

PIRACICABA

2025

Sumário

Resumo.....	6
Abstract	7
1. Introdução	8
2. Objetivo	10
3. Material e Métodos.....	10
3.1. Criação de insetos	10
3.2. Exigências térmicas de <i>Trichogramma foersteri</i> em ovos de <i>E. kuehniella</i>	10
3.3. Tabela de vida de fertilidade de <i>T. foersteri</i> em diferentes temperaturas	12
4. Análise Estatística	12
5. Resultados e discussão.....	13
5.1. Parasitismo, emergência e razão sexual de da geração parental de <i>T. foersteri</i> em ovos de <i>E. kuehniella</i>	13
5.2. Exigências térmicas de <i>T. foersteri</i> em ovos de <i>E. kuehniella</i>	14
5.3. Tabela de vida de fertilidade de <i>T. foersteri</i> em <i>E. kuehniella</i> em diferentes temperaturas.....	17
6. Conclusões	19
7. Referências.....	21

Resumo

Exigências térmicas e tabela de vida de fertilidade de *Trichogramma foersteri* Takahashi, 2021, no hospedeiro *Ephestia kuehniella* Zeller, 1879.

Parasitoides do gênero *Trichogramma* Westwood, 1833 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) estão entre os inimigos naturais mais utilizados em programas de controle biológico, sendo sua aplicação em larga escala viabilizada pela criação em hospedeiros alternativos, como *Ephestia kuehniella* Zeller, 1879 (Lepidoptera: Pyralidae), o mais utilizado no mundo. O presente estudo avaliou o efeito da temperatura sobre o parasitismo, o desenvolvimento e a emergência de *Trichogramma foersteri* Takahashi, 2021 em ovos de *E. kuehniella*, visando determinar o limite térmico inferior (T_b), a constante térmica (K) e elaborar a tabela de vida de fertilidade. Aproximadamente 300 ovos foram oferecidos ao parasitismo por fêmeas do parasitoide nas temperaturas de 15, 18, 20, 22, 25, 28, 30 e 32 °C, sob umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14h, durante 48h. As avaliações foram realizadas diariamente, registrando-se o número de ovos parasitados, a viabilidade de emergência e a razão sexual. Após a emergência, fêmeas da progênie de cada temperatura foram individualizadas e receberam ovos diariamente até a morte, com exceção de 32 °C, na qual os insetos emergiram e imediatamente morreram. *Trichogramma foersteri* completou o desenvolvimento em todas as temperaturas avaliadas, apresentando melhor desempenho entre 20 e 30 °C, sem diferença significativa entre elas, com maiores médias de parasitismo a 20 e 25 °C ($66,75 \pm 3,34$ e $65,90 \pm 1,85$ ovos, respectivamente). A viabilidade de emergência foi superior a 95% a 25, 28 e 30 °C e acima de 85% nas demais temperaturas, exceto a 20 °C ($79,63 \pm 4,20\%$). A razão sexual foi superior a 0,70 entre 18 e 28 °C, indicando predominância de fêmeas, e reduziu-se nas temperaturas extremas ($0,63 \pm 0,14$ a 15 °C e $0,40 \pm 0,06$ a 30 °C). O tempo de desenvolvimento foi inversamente proporcional à temperatura, variando de $41,00 \pm 0,03$ dias a 15 °C a $8,73 \pm 0,02$ dias a 30 °C; o limite térmico inferior de desenvolvimento (T_b) e a constante térmica (K) estimados foram 11,60 °C e 157,51 graus-dia, respectivamente. Com estes dados foi possível confeccionar a tabela de vida de fertilidade. A taxa líquida de reprodução (R_0) foi mais elevada entre 20 e 30 °C, enquanto a taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m) e a razão finita de aumento (λ) aumentaram com a temperatura, com os maiores valores registrados a 28 e 30 °C; em contrapartida, o intervalo médio entre gerações (T) foi inversamente proporcional à temperatura, variando de $43,30 \pm 0,29$ dias (15 °C) a $9,48 \pm 0,12$ dias (30 °C). Os resultados obtidos possibilitam estabelecer condições mais favoráveis em diferentes regiões, bem como facilitar uma produção em larga escala e planejar liberações em programas de controle biológico.

Palavras-chave: controle biológico; criação massal; parâmetros populacionais; efeito da temperatura

Abstract

Thermal requirements and fertility life table of *Trichogramma foersteri* Takahashi, 2021, on the host *Ephestia kuehniella* Zeller, 1879

Egg parasitoids of the genus *Trichogramma* Westwood, 1833 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) are among the most widely used natural enemies in biological control programs, with large-scale application enabled by rearing on alternative hosts, especially *Ephestia kuehniella* Zeller, 1879 (Lepidoptera: Pyralidae). This study evaluated the effect of temperature on parasitism, development, and emergence of *Trichogramma foersteri* Takahashi, 2021 reared on *E. kuehniella* eggs, aiming to determine the lower developmental threshold (T_b), thermal constant (K), and fertility life table parameters. Approximately 300 eggs were offered for parasitism by parasitoid females at temperatures of 15, 18, 20, 22, 25, 28, 30, and 32 °C, under $70 \pm 10\%$ relative humidity and a 14-h photophase for 48 h. Daily evaluations recorded the number of parasitized eggs, emergence viability, and sex ratio. After emergence, females from each temperature were individualized and supplied daily with host eggs until death, except at 32 °C, at which emergence occurred followed by immediate mortality. *Trichogramma foersteri* completed its development at all evaluated temperatures, showing the best performance between 20 and 30 °C, with no significant differences among them; the highest parasitism rates were observed at 20 and 25 °C (66.75 ± 3.34 and 65.90 ± 1.85 eggs, respectively). Emergence viability exceeded 95% at 25, 28, and 30 °C and remained above 85% at the remaining temperatures, except at 20 °C ($79.63 \pm 4.20\%$). Sex ratio values were higher than 0.70 between 18 and 28 °C, indicating female predominance, and decreased at extreme temperatures (0.63 ± 0.14 at 15 °C and 0.40 ± 0.06 at 30 °C). Developmental time was inversely proportional to temperature, ranging from 41.00 ± 0.03 days at 15 °C to 8.73 ± 0.02 days at 30 °C; the estimated lower developmental threshold (T_b) and thermal constant (K) were 11.60 °C and 157.51 degree-days, respectively. Fertility life tables indicated higher net reproductive rate (R_0) between 20 and 30 °C, whereas the intrinsic rate of increase (r_m) and the finite rate of increase (λ) increased with temperature, reaching the highest values at 28 and 30 °C. In contrast, the mean generation time (T) was inversely proportional to temperature, ranging from 43.30 ± 0.29 days at 15 °C to 9.48 ± 0.12 days at 30 °C. These results provide essential information to define favorable thermal conditions for different regions, support mass-rearing protocols, and optimize release strategies in biological control programs.

Keywords: biological control; mass rearing; population parameters; temperature effect

1. Introdução

A agricultura brasileira destaca-se mundialmente pela extensão de suas áreas cultivadas e pelo clima tropical, que permite a produção agrícola durante todo o ano. No entanto, essas mesmas condições favorecem a migração e o aumento populacional de insetos-praga entre as safras, o que leva os produtores a recorrerem com maior frequência ao uso de agroquímicos. O uso excessivo desses produtos, porém, pode causar desequilíbrios ambientais, afetar organismos benéficos e favorecer a seleção de pragas resistentes aos princípios ativos utilizados.

Diante desse cenário, o controle biológico tem se consolidado como uma alternativa relevante dentro do Manejo Integrado de Pragas (MIP). O controle biológico aumentativo, que consiste na liberação massal de inimigos naturais, apresenta vantagens sobre métodos químicos, como ausência de resíduos tóxicos, preservação de organismos benéficos e menor risco à saúde, além de não haver registros de resistência dos insetos a esse tipo de controle (Parra, 2002).

Entre os agentes de controle biológico, destacam-se os himenópteros do gênero *Trichogramma* Westwood, 1833 (Hymenoptera: Trichogrammatidae), que incluem espécies generalistas, característica que confere elevada versatilidade em programas de controle biológico de pragas. Espécies desse gênero têm se mostrado altamente eficazes no manejo de insetos-praga de importância agrícola, como *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae), amplamente utilizado no controle de *Diatraea saccharalis* Fabricius, 1974 (Lepidoptera: Crambidae), parasitando ovos, inviabilizando o embrião e impedindo a eclosão das lagartas em mais de cinco milhões de hectares atualmente (Revista Cultivar, 2025).

Recentemente, foi descrita *Trichogramma foersteri* Takahashi, 2021, parasitoide de ovos com maior porte, agressividade e capacidade de pseudoparasitismo, capaz de parasitar ovos de *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith, 1797 (Lepidoptera: Noctuidae) e *Spodoptera eridania* (Stoll 1782) (Lepidoptera: Noctuidae) e induzir mortalidade do hospedeiro por meio de pseudoparasitismo (Sampaio et al., 2024). Para que esse parasitoide seja eficiente como agente de controle biológico, é necessário que sua produção ocorra em larga escala. No caso de *Trichogramma*, procura-se produzir os parasitoides em hospedeiros alternativos, que reduzem o custo de criação e viabilizam a produção massal. *Ephesia kuehniella* Zeller, 1879 (Lepidoptera: Pyralidae) é o hospedeiro alternativo mais utilizado mundialmente para a produção de *Trichogramma*

(Parra, 1997).

Nesse contexto, compreender como fatores ambientais influenciam o desenvolvimento do parasitoide torna-se fundamental para otimizar sua produção em laboratório. Os insetos, por serem pecilotérmicos, têm metabolismo e distribuição geográfica regulados pela temperatura do ambiente (Lee & Delinger, 1981). O desenvolvimento ocorre com o acúmulo de graus-dias, permitindo estimar parâmetros como constante térmica (K), limites térmicos inferior (Tb) e superior (Tmax), e temperatura ótima de desenvolvimento (Toti) (Haddad et al., 1999). Esses dados são essenciais tanto para estudos ecológicos quanto para a criação massal em laboratório, possibilitando estimar o número de gerações em uma localidade e planejar liberações em programas de controle biológico (Garcia et al., 2019; Alberti et al., 2021). O limite térmico inferior (Tb) e a constante térmica (K) são parâmetros fundamentais para a criação massal de agentes de controle biológico. Esses indicadores permitem prever e controlar o ritmo de desenvolvimento dos insetos, que, por serem pecilotérmicos, apresentam sua temperatura corporal e, conseqüentemente, seu metabolismo, diretamente influenciada pela temperatura do ambiente. Assim, é possível acelerar ou desacelerar o desenvolvimento conforme a demanda da produção.

O valor de Tb indica a temperatura mínima na qual o inseto é capaz de se desenvolver (Haddad et al., 1999). A partir desse parâmetro, é possível estimar quanto de energia térmica o organismo consegue acumular em determinadas condições ambientais (Garcia et al., 2019). Já a constante térmica (K) representa a quantidade total de energia necessária para que o inseto complete seu desenvolvimento (Haddad et al., 1999). Combinando Tb e K, torna-se possível estimar com precisão o tempo de desenvolvimento em dias, o que é essencial para o planejamento e a sincronização da criação massal.

Nesse contexto, a tabela de vida de fertilidade reúne informações sobre sobrevivência, reprodução, razão sexual e expectativa de vida de uma população. Ela permite calcular índices demográficos essenciais, como expectativa de vida, taxa reprodutiva básica e capacidade de aumento populacional. Esses parâmetros são fundamentais para otimizar criações massais, auxiliando na definição do número ideal de indivíduos a produzir e do momento adequado para liberação em campo. A tabela de vida tem sido amplamente estudada para avaliação dos parâmetros biológicos de espécies de pragas tais como *Euschistus heros* Fabricius, 1798 (Hemiptera: Pentatomidae) (Rodrigues, 2020), *Diceraeus melacanthus* Dallas, 1851 (Hemiptera: Pentatomidae) (Souza, 2023), *Anthonomus grandis* Boheman, 1843 (Coleoptera: Curculionidae)

(Bonamin, 2024), *Spodoptera* spp. Guenée, 1852 (Lepidoptera: Noctuidae) (Parra et al., 2021) e seus inimigos naturais, *Trichogramma* spp. (Bleicher, 1985) e *Telenomus remus* Nixon, 1937 (Hymenoptera: Scelionidae) (Melo, 2024).

A partir dos dados gerados, tanto de exigências térmicas quanto de tabela de vida de fertilidade, pode-se elaborar mapas de zoneamento ecológico que podem indicar os melhores locais e épocas para o estabelecimento da praga e dos seus inimigos naturais.

2. Objetivo

Estudar exigências térmicas e confeccionar tabela de vida de fertilidade de *Trichogramma foersteri* Takahashi 2021 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de hospedeiro alternativo, *Ephestia kuehniella* Zeller, 1879 (Lepidoptera: Pyralidae), em oito temperaturas (15, 18, 20, 22, 25, 28, 30 e 32°C), visando otimizar sua criação, para programas de controle biológico.

3. Material e Métodos

3.1.Criação de insetos

Os ovos de *E. kuehniella* foram obtidos a partir da colônia mantida no Laboratório de Biologia de Insetos, laboratório integrado ao São Paulo Advanced Research Center for Biological Control (SPARCBIO), localizado no Departamento de Entomologia e Acarologia da ESALQ – USP.

A criação de *T. foersteri* foi mantida no SPARCBio, utilizando ovos de hospedeiro alternativo, com ovos colados em cartela (5,0 altura X 1,5 largura cm). Para a instalação dos experimentos, foram utilizados indivíduos de *T. foersteri* desenvolvidos em ovos de *E. kuehniella*, a partir da sexta geração.

Tanto para a criação, quanto para a condução dos experimentos, somente ovos do primeiro dia de postura de *E. kuehniella* foram utilizados, pois estes apresentam um maior volume em relação aos dias subsequentes de oviposição de *E. kuehniella* (D'Ascenção, 2023).

3.2.Exigências térmicas de *Trichogramma foersteri* em ovos de *E. kuehniella*.

Para avaliar o efeito da temperatura sobre o desenvolvimento do inseto, foi estabelecida uma geração inicial em cada temperatura, com o objetivo de uniformizar a população e definir a faixa térmica a ser avaliada. A temperatura de 32 °C foi excluída das análises, uma vez que os insetos morreram logo após a emergência.

Fêmeas de *T. foersteri* com 24 horas após a emergência foram individualizadas e mantidas em tubos de vidro (8,5 cm de altura × 2,5 cm de diâmetro), vedados com filme de PVC. Como fonte alimentar, forneceu-se, no interior de cada tubo, uma gotícula de mel puro. Para o parasitismo, foi disponibilizada uma cartela contendo, em média, 300 ovos de *E. kuehniella*, previamente esterilizados em lâmpada germicida e fixados em papel-cartão com cola de arroz atóxica, permanecendo à disposição das fêmeas por um período de 48 horas.

Os tubos foram mantidos em câmaras climatizadas ajustadas para oito diferentes temperaturas (15, 18, 20, 22, 25, 28, 30 e 32 ± 1 °C), umidade relativa de $70 \pm 10\%$, e fotofase de 14h. Para cada temperatura, foram realizadas 20 repetições, sendo cada repetição composta por uma fêmea. Após o período de parasitismo, as fêmeas foram removidas e os tubos mantidos nas respectivas temperaturas.

Na geração inicial, foram avaliados: o número de ovos parasitados, a viabilidade de emergência (ovos parasitados com orifício de saída) e a razão sexual, determinada pela seguinte fórmula: $rs = \text{número de fêmeas} / (\text{número de fêmeas} + \text{número de machos})$.

Para avaliar a capacidade de parasitismo em diferentes temperaturas, após a emergência da progênie oriunda da geração inicial, 20 fêmeas e 20 machos de cada temperatura foram acondicionados em tubos de vidro contendo uma gotícula de mel, permanecendo juntos por 24 horas para permitir a cópula. Após esse período, os machos foram retirados, e cartelas contendo, em média, 150 ovos de *E. kuehniella*, previamente inviabilizados em lâmpada UV, foram oferecidas às fêmeas para parasitismo por 24 horas. Decorrido esse intervalo, as cartelas foram substituídas por novas cartelas contendo ovos frescos, e o procedimento foi repetido diariamente até a morte das fêmeas.

As posturas foram mantidas nas respectivas temperaturas e acompanhadas diariamente para a avaliação do número de ovos parasitados. O período de desenvolvimento ovo-adulto de *T. foersteri* em cada temperatura foi determinado a partir da emergência dos parasitoides, sendo contabilizados diariamente o número de fêmeas e machos emergidos. Também foram avaliadas a razão sexual e a viabilidade de emergência.

Com base nos dados de tempo de desenvolvimento obtidos da progênie, foram estimadas a constante térmica (K) e o limite térmico inferior (T_b), utilizando a equação linear proposta por Haddad et al. (1999): $1/D = a + bT$, em que $1/D$ representa a taxa de desenvolvimento (d^{-1}) e T a temperatura (°C). O limiar térmico inferior (T_b) foi calculado como a razão entre os coeficientes linear e angular da regressão ($-a/b$), enquanto a

constante térmica (K) foi obtida pelo inverso do coeficiente angular ($1/b$), conforme Campbell et al. (1974). Os cálculos de exigências térmicas foram realizados pelo software desenvolvido por Garcia e Parra (2022).

3.3. Tabela de vida de fertilidade de *T. foersteri* em diferentes temperaturas

A partir dos dados obtidos sobre a biologia de *T. foersteri* em diferentes temperaturas, foram determinados os parâmetros necessários para a elaboração da tabela de vida de fertilidade. Para sua construção, foram considerados os seguintes dados: longevidade das fêmeas, duração do período ovo–adulto, viabilidade de emergência, parasitismo diário e razão sexual.

Os índices calculados foram: taxa líquida de reprodução (R_0), taxa intrínseca de aumento (r_m), taxa finita de aumento (λ) e duração média de geração (T). A determinação desses parâmetros foi realizada no software TWOSEX-MSChart (Chi, 2023). A comparação estatística entre as temperaturas também foi efetuada pelo teste Bootstrap, disponível no mesmo software.

4. Análise Estatística

As variáveis-resposta número de ovos parasitados e tempo de desenvolvimento foram analisadas por meio de Modelos Lineares Generalizados (GLMs). Para o número de ovos parasitados, ajustou-se um GLM com distribuição binomial negativa, utilizando funções do pacote MASS (Venables, 2002). Já o tempo de desenvolvimento foi modelado assumindo distribuição Gamma com função de ligação log. As variáveis emergência e razão sexual foram analisadas utilizando Modelos de Localização, Escala e Forma - GAMLSS (Rigby & Stasinopoulos, 2005), empregando a distribuição beta inflada. A significância dos efeitos foi avaliada por teste de razão de verossimilhança (LR). Em todos os modelos, avaliou-se a significância dos efeitos dos tratamentos, bem como ajustes e pressupostos específicos de cada distribuição adotada. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5%) utilizando o pacote emmeans (Lenth, 2024), sendo que toda as análises foram realizadas usando R (R Core Team, 2025).

5. Resultados e discussão

5.1. Parasitismo, emergência e razão sexual de da geração parental de *T. foersteri* em ovos de *E. kuehniella*.

As temperaturas testadas no presente estudo permitiram o desenvolvimento completo de *T. foersteri* da geração parental (F₀) em ovos de *E. kuehniella*. Nessa geração, foram avaliados o parasitismo, a viabilidade e a razão sexual (Tabela 1).

Tabela 1. Parasitismo, viabilidade (%), e razão sexual de *Trichogramma foersteri* em ovos do hospedeiro alternativo *Ephesia kuehniella* (geração F₀), avaliados em diferentes temperaturas.

Temperatura (°C)	Parasitismo	Viabilidade (%)	Razão sexual
15	28,15 ± 5,54 A	38, 67 ± 8,82 C	0,82 ± 0,06 AB
18	44,30 ± 6,12 A	33,25 ± 5,34 C	0,53 ± 0,05 B
20	41,65 ± 2,71 A	75,60 ± 2,71 B	0,81 ± 0,04 A
22	47,00 ± 5,62 A	85,97 ± 2,08 AB	0,75 ± 0,05 A
25	36,10 ± 2,28 A	97,44 ± 0,67 A	0,75 ± 0,04 A
28	28,25 ± 2,80 A	96, 085 ± 0,85 A	0,76 ± 0,03 A
30	39,20 ± 6,59 A	86,79 ± 4,34 AB	0,70 ± 0,07 A
32	29,82 ± 7,26 A	52, 73 ± 5,12 C	0,81 ± 0,09 A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não são significativamente diferentes entre si de acordo com o teste de Tukey (p>0,05).

Quanto aos dados de parasitismo, não houve diferença significativa no número de ovos parasitados entre as temperaturas avaliadas (F = 151,70; GL = 7; p = 0,096), com médias variando de 28,15 ± 5,54 ovos a 15 °C até 47,00 ± 5,62 ovos a 22 °C (Tabela 1). Padrão semelhante foi observado por Villalba et al. (2023), que também não encontraram diferença significativa no parasitismo entre diferentes linhagens de *T. foersteri* nas temperaturas avaliadas (15, 20, 25 e 30 °C).

A temperatura influenciou significativamente a viabilidade ($\chi^2 = 103,80$; GL = 8; p = 0), sendo que a faixa entre 22 e 30 °C apresentou valores acima de 85%, limite adotado como referência para controle de qualidade (Navarro, 1998). As maiores taxas de emergência foram registradas entre 25 e 28 °C, variando de 96,85 ± 0,85% a 97,44 ± 0,67%. As temperaturas de 22 e 30 °C apresentaram valores intermediários, entre 85,97 ± 2,08% e 86,79 ± 4,34%. Por outro lado, a temperatura de 20 °C apresentou viabilidade inferior a 85%, ficando abaixo do padrão recomendado pelo referido autor. As temperaturas extremas (15, 18 e 32 °C) resultaram nas menores taxas de emergência,

variando de $33,25 \pm 5,34\%$ a $52,73 \pm 5,12\%$, evidenciando forte redução da viabilidade nessas condições (Tabela 1).

Por fim, a razão sexual foi influenciada pelas temperaturas mais baixas, apresentando diferença significativa ($\chi^2 = 67,29$; $df = 21$; $GL = 6$) 18°C e um valor intermediário a 15°C . Nas demais temperaturas não houve diferença significativa, todas com valores acima de 0,7, indicando predominância de fêmeas — característica fundamental em programas de controle biológico, pois são elas que realizam o parasitismo (Tabela 1).

5.2. Exigências térmicas de *T. foersteri* em ovos de *E. kuehniella*.

As temperaturas testadas neste experimento permitiram o desenvolvimento completo da progênie (geração F1) de *T. foersteri* em hospedeiro alternativo *E. kuehniella*. As diferentes temperaturas influenciaram altamente as variáveis biológicas do parasitoide. Os resultados obtidos a partir das exigências térmicas de *T. foersteri* em ovos do hospedeiro alternativo *E. kuehniella* nas oito temperaturas avaliadas encontram-se na Tabela 2. Na temperatura de 32°C , as fêmeas conseguiram parasitar e a progênie chegou à fase adulta; entretanto, os indivíduos emergidos apresentaram baixa sobrevivência, morrendo logo após a emergência, sendo assim, não foi possível avaliar a influência da temperatura na progênie.

Tabela 2. Parasitismo, viabilidade (%), razão sexual e tempo de desenvolvimento de *Trichogramma foersteri* em ovos do hospedeiro alternativo *Ephestia kuehniella* (geração F1), avaliados em diferentes temperaturas.

Temperatura ($^\circ\text{C}$)	Parasitismo	Viabilidade (%)	Razão sexual	Tempo de Desenvolvimento
15	$17,20 \pm 4,33$ C	$89,97 \pm 5,46$ AB	$0,63 \pm 0,14$ AB	$41,00 \pm 0,19$ G
18	$36,05 \pm 4,47$ B	$90,94 \pm 4,95$ AB	$0,79 \pm 0,05$ A	$26,08 \pm 0,02$ F
20	$66,75 \pm 3,34$ A	$79,63 \pm 4,20$ B	$0,86 \pm 0,02$ A	$19,22 \pm 0,03$ E
22	$58,25 \pm 1,48$ A	$86,75 \pm 2,80$ AB	$0,72 \pm 0,06$ A	$15,24 \pm 0,03$ D
25	$65,90 \pm 1,85$ A	$97,40 \pm 0,81$ A	$0,73 \pm 0,06$ A	$11,95 \pm 0,01$ C
28	$56,30 \pm 2,30$ A	$94,24 \pm 0,98$ A	$0,72 \pm 0,03$ A	$9,16 \pm 0,03$ B
30	$57,55 \pm 1,48$ A	$95,24 \pm 0,60$ A	$0,40 \pm 0,06$ B	$8,73 \pm 0,02$ A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não são significativamente diferentes entre si de acordo com o teste de Tukey ($p > 0,05$).

Os resultados obtidos na geração da progênie oriunda da geração inicial foram semelhantes àqueles observados no período de adaptação.

O parasitismo de *T. foersteri* apresentou melhor desempenho nas temperaturas entre 20 a 30 °C, as quais não diferiram significativamente entre si ($F = 162,95$; $GL = 6$; $p < 0,001$). Os maiores valores foram registrados a 20 e 25 °C, com médias de $66,75 \pm 3,34$ e $65,90 \pm 1,85$ ovos parasitados, respectivamente. A temperatura de 18 °C resultou em um valor intermediário de parasitismo, com média de $36,05 \pm 4,47$ ovos parasitados, enquanto a menor taxa foi observada a 15 °C, com $17,20 \pm 4,33$ ovos (Tabela 2). Resultados semelhantes foram relatados por Carvalho et al. (2017), que observaram maior percentual de parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) na faixa de 25 °C. De forma semelhante, Foerster et al. (2014) registraram maiores taxas de parasitismo de *T. pretiosum* e *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Erebididae) a 26 °C. Marchioro et al. (2015) também obtiveram maiores taxas de parasitismo de *T. pretiosum* e *T. atopovirilia* em ovos de *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) nas temperaturas de 20 e 25 °C.

Quanto à viabilidade, houve influência significativa das diferentes temperaturas sobre os tratamentos ($\chi^2 = 22,09$; $GL = 6$; $p = 0,001$). Com exceção de 20 °C, todas as temperaturas resultaram em altas taxas de emergência, variando de $86,75 \pm 2,80$ a $97,40 \pm 0,81$, valores superiores a 85%, limite adotado como referência para controle de qualidade (Navarro, 1998). A temperatura de 20 °C apresentou a menor viabilidade, com média de $79,63 \pm 4,20$ (Tabela 2). No estudo conduzido por Villalba et al. (2023), verificou-se que diferentes linhagens de *T. foersteri* apresentaram taxas de emergência mais elevadas quando desenvolvidas em ovos de *P. forficifera*. Nesse estudo, a temperatura também influenciou significativamente a viabilidade, sendo que três das quatro linhagens avaliadas apresentaram diferenças significativas a 25 °C. De forma semelhante, Nishimura (2020) avaliou as exigências térmicas de *T. foersteri* em ovos de *A. gemmatalis* e registrou valores de viabilidade superiores aos observados no presente estudo. Essas diferenças podem estar relacionadas a fatores intrínsecos aos ovos dos diferentes hospedeiros. Ainda assim, a influência da temperatura foi evidente, sendo que 30 °C e 15 °C resultaram nas menores taxas de emergência.

O tempo de desenvolvimento foi inversamente proporcional à temperatura, e

todos os tratamentos diferiram significativamente entre si ($F = 18,83$; $GL = 6$; $p < 0,001$), evidenciando que o aumento da temperatura reduziu o intervalo entre o parasitismo e a emergência dos adultos. Na menor temperatura avaliada ($15\text{ }^{\circ}\text{C}$), o desenvolvimento de *T. foersteri* levou, em média, $41,00 \pm 0,19$ dias, enquanto na maior temperatura ($30\text{ }^{\circ}\text{C}$) esse período foi reduzido para $8,73 \pm 0,02$ dias (Tabela 2). Essa tendência também foi observada por Foerster & Foerster (2009), que avaliaram cinco espécies de *Trichogramma* em ovos de *A. gemmatalis* sob cinco temperaturas. Nesse estudo, a $14\text{ }^{\circ}\text{C}$, o tempo de desenvolvimento de *Trichogramma rojasi* Nagaraja & Nagarkatti, 1973 ($37,2 \pm 0,20$ dias) e *Trichogramma acacioi* Brun, Moraes & Soares, 1984 ($41,2 \pm 0,20$ dias) foi significativamente menor em comparação às demais espécies avaliadas, enquanto *T. atopovirilia* apresentou o maior período de desenvolvimento nessa temperatura ($49,0 \pm 0,00$ dias). Já nas temperaturas de 26 e $30\text{ }^{\circ}\text{C}$, os tempos de desenvolvimento foram reduzidos para $9,0 \pm 0,00$ e $8,0 \pm 0,00$ dias, respectivamente, para todas as espécies, com exceção de *T. acacioi*, que apresentou um acréscimo de um dia para a emergência dos adultos em ambas as temperaturas.

A razão sexual apresentou os maiores valores entre as temperaturas de 18 a 28°C , que não tiveram diferença significativa entre elas ($\chi^2 = 40,31$; $GL = 6$; $p < 0,001$), com todas apresentando valores acima de $0,70$, indicando uma predominância de fêmeas, o que favorece o controle biológico, pois são as fêmeas que fazem o controle da praga. Nas extremidades térmicas, observou-se redução: a $15\text{ }^{\circ}\text{C}$, a razão sexual foi de $0,63 \pm 0,14$, e a $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ apresentou o menor valor, de $0,40 \pm 0,06$ (Tabela 2). A redução da razão sexual em temperaturas elevadas também foi observada em outras espécies de *Trichogramma*, como *T. pretiosum* e *T. galloi* (Cônsoi e Parra, 1995; Bueno, Parra e Bueno, 2009).

A partir destes dados foi possível calcular os valores para constante térmica (K) e limiar térmico inferior (T_b) de *T. foersteri* em hospedeiro alternativo *E. kuehniella* foram de $157,51$ GD e $11,60^{\circ}\text{C}$ respectivamente (Figura 1). Os valores obtidos no presente estudo, de *T. foersteri* em ovos de *E. kuehniella* são próximos aos determinados em outros trabalhos feitos com *T. foersteri*, como de Villalba et al. (2023), onde a temperatura base variou de $12,09$ a $12,98^{\circ}\text{C}$ e uma constante térmica de $145,13$ a $120,48$ GD, entre as diferentes linhagens de *T. foersteri*, em ovos de *P. forficifera*. Nishimura (2020) também chegou a valores semelhantes, com uma T_b de $9,55^{\circ}\text{C}$, e um K de $162,49$ GD, em ovos do hospedeiro natural, *A. gemmatalis*.

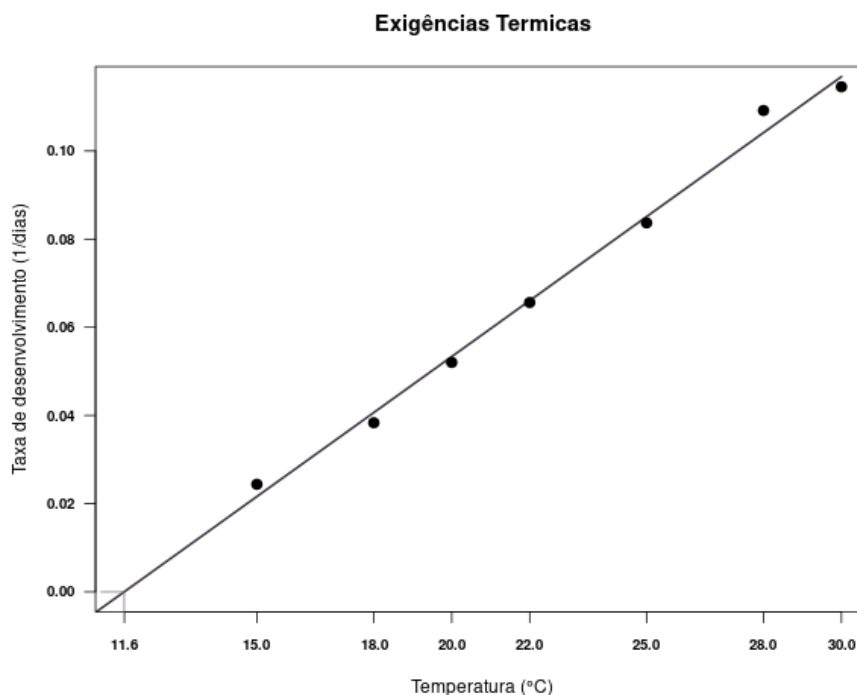


Figura 1. Taxa de desenvolvimento de *Trichogramma foersteri* em ovos do hospedeiro alternativo *Ephestia kuehniella*, avaliado em diferentes temperaturas (UR $70 \pm 10\%$; fotofase 14 horas).

Ao comparar os valores obtidos para as exigências térmicas de *T. foersteri* em ovos do hospedeiro natural *A. gemmatilis*, analisados por Nishimura (2020), observa-se que todos os parâmetros biológicos são alterados quando o parasitoide é desenvolvido em hospedeiro alternativo. O desenvolvimento em ovos de *E. kuehniella* resultou em aumento no tempo de desenvolvimento, além de redução da razão sexual e da viabilidade. O número de ovos parasitados também foi menor no hospedeiro alternativo. Uma possível explicação para essas alterações é a o tamanho do ovo do hospedeiro, tendo e vista que o *T. foersteri* é cerca de duas vezes maior que as demais espécies do gênero (Takahashi et al., 2021)

5.3. Tabela de vida de fertilidade de *T. foersteri* em *E. kuehniella* em diferentes temperaturas.

Com base nos resultados obtidos foi confeccionada uma tabela de vida de fertilidade, onde é possível analisar parâmetros populacionais como taxa líquida de reprodução (R_0), razão intrínseca de crescimento populacional (r_m), razão finita de aumento (λ) e intervalo médio entre gerações (T).

Quanto à taxa líquida de reprodução (R_0), que representa o número de vezes que a população aumenta a cada geração, os maiores valores foram observados nas

temperaturas entre 20 e 30 °C, indicando que, nas temperaturas de 15 e 18 °C, os parasitoides apresentam menor capacidade de geração de descendentes ao longo da vida (Tabela 3). Resultados semelhantes foram reportados por Pratissoli et al. (2004), que observaram valores mais elevados de R_0 para *T. pretiosum* e *T. acacioi* desenvolvidos em ovos de *E. kuehniella* na faixa de 20 a 30 °C, com redução nas temperaturas de 15 e 35°C. Padrão semelhante também foi registrado para *Telenomus remus* por Melo et al. (2024), que encontraram maiores valores de R_0 entre 22 e 33 °C e redução nas temperaturas de 18, 20 e 35 °C.

A razão intrínseca de crescimento populacional (r_m) apresentou relação direta com a temperatura, com valores mais elevados nas temperaturas mais altas, especialmente a 28 e 30 °C, e menores valores nas temperaturas mais baixas. Segundo Andrewartha & Birch (1954), quanto maior o valor de r_m , maior é o sucesso da espécie em determinado ambiente; assim, para o incremento populacional de *T. foersteri*, as temperaturas entre 28 e 30 °C mostram-se mais favoráveis (Tabela 3). Comportamento semelhante foi observado para *T. pretiosum* e *T. acacioi* desenvolvidos em ovos de *E. kuehniella*, cujos valores de r_m aumentaram progressivamente entre 15 e 30 °C, atingindo máximos a 25 e 30 °C, com posterior redução a 35 °C (Pratissoli et al., 2004).

A razão finita de aumento (λ), que expressa o número de fêmeas adicionadas à população por fêmea a cada unidade de tempo, também diferiu significativamente entre as temperaturas, apresentando valores diretamente proporcionais ao aumento térmico. Os maiores valores de λ foram registrados a 28 e 30 °C, não diferindo entre si, enquanto temperaturas mais baixas resultaram em valores progressivamente reduzidos, indicando menor incremento populacional nessas condições (Tabela 3). Tendência semelhante foi observada por Villalba (2023), ao avaliar diferentes linhagens de *T. foersteri* em ovos de *P. forficifera*. Resultados concordantes foram reportados por Pratissoli et al. (2007), que analisaram cinco linhagens de *T. pretiosum* em ovos de *Phthorimaea absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae), verificando aumento de λ com a elevação da temperatura, com valores máximos a 30 °C.

Quanto ao intervalo médio entre as gerações (T), que corresponde ao tempo médio entre o nascimento dos indivíduos de uma geração e o da geração seguinte, observaram-se diferenças significativas entre todas as temperaturas avaliadas, com comportamento inversamente proporcional à temperatura. O maior intervalo foi registrado a 15 °C (43,30 ± 0,29 dias), enquanto o menor ocorreu a 30 °C (9,48 ± 0,12 dias), evidenciando aceleração do ciclo em condições térmicas mais elevadas (Tabela 3). Resultado

semelhante foi descrito para outras espécies de *Trichogramma* desenvolvidas em ovos de *E. kuehniella*, em que *T. pretiosum* apresentou duração de 49,76 dias a 15 °C e 7,54 dias a 35 °C, enquanto *T. acacioi* registrou 50,66 dias a 15 °C e 7,55 dias a 35 °C (Pratissoli et al., 2004).

Tabela 3. Tabela de vida de fertilidade de *Trichogramma foersteri* em ovos do hospedeiro alternativo *Ephestia kuehniella*, avaliado em diferentes temperaturas.

Temperatura (°C)	R_0	λ	r	T
15	8,6 ± 3,29 C	1,0510 ± 0,0108 F	0,05 ± 1,04 F	43,3 ± 0,288 A
18	18,03 ± 3,58 B	1,1119 ± 0,0085 E	0,11 ± 7,64 E	27,26 ± 0,166 B
20	33,25 ± 5,50 A	1,1832 ± 0,0100 D	0,17 ± 8,46 D	20,83 ± ,188 C
22	29,13 ± 4,66 AB	1,2208 ± 0,0129 C	0,20 ± 1,06 C	16,9 ± 0,290 D
25	32,95 ± 5,29 A	1,3020 ± 0,0165 B	0,26 ± 1,27 B	13,24 ± 0,114 E
28	28,15 ± 4,58 AB	1,3893 ± 0,0245 A	0,33 ± 1,77 A	10,15 ± 0,182 F
30	28,78 ± 4,61 AB	1,4252 ± 0,0254 A	0,35 ± 1,79 A	9,48 ± 0,121 G

6. Conclusões

Os resultados indicam que *T. foersteri* pode ser criado com sucesso em ovos de *E. kuehniella* nas temperaturas avaliadas, exceto a 32 °C, na qual a emergência da progênie foi afetada significativamente. Nas demais condições térmicas, o desempenho biológico observado demonstra que a espécie apresenta características favoráveis à sua manutenção e à produção em laboratório, especialmente quando associadas às exigências térmicas definidas neste estudo.

A análise da tabela de vida de fertilidade mostra que as temperaturas entre 20 e 30 °C são as mais adequadas para promover o aumento populacional de *T. foersteri*. Nessa faixa térmica, registram-se os maiores valores da taxa líquida de reprodução (R_0), indicando maior multiplicação populacional por geração; da razão intrínseca de crescimento (r_m), que reflete maior aptidão da espécie naquele ambiente; e da razão finita de aumento (λ), que evidencia um incremento mais elevado de indivíduos na população, pois é o número de fêmeas produzido por fêmeas, que darão origem a fêmeas. Além disso, observa-se que o intervalo médio entre gerações (T) diminui progressivamente com o aumento da temperatura, permitindo ajustar o tempo de desenvolvimento às demandas da criação massal.

Os dados obtidos possibilitaram a identificação de condições mais favoráveis em diferentes regiões, permitindo a elaboração de estudos de zoneamento térmico para a utilização do inseto em distintas regiões. Além disso, esses resultados contribuem para a produção em larga escala e para o planejamento de liberações em programas de controle biológico.

7. Referências

- ALBERTI, L.; DINIZ, A. J. F.; GARCIA, A. G.; PARRA, J. R. P. 2021. Determining the minimum temperature for storage of *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae) adults for biological control of Asian citrus psyllid. *Neotrop Entomol.*, v.50, p.114 – 120.
- ANDREWARTHA, H. G.; BIRCH, L. C. 1954. The distribution and abundance of animals. Chicago, University of Chicago Press.
- BLEICHER, E. Biologia e exigências térmicas de populações de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). 1985. Tese (Doutorado em Ciências – Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- BONAMIN, F. P. P. Desenvolvimento de *Anthonomus grandis* Boheman, 1843 (Coleoptera: Curculionidae) em dietas natural e artificiais, em diferentes temperaturas, visando avaliar a adequabilidade da dieta artificial para programas de controle biológico e seu zoneamento no Brasil. 2024. Tese (Doutorado em Ciências – Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2024.
- BUENO, R. C. O. de F.; PARRA, J. R. P.; BUENO, A. F. Biological characteristics and thermal requirements of a Brazilian strain of the parasitoid *Trichogramma pretiosum* reared on eggs of *Pseudoplusia includens* and *Anticarsia gemmatilis*. *Biological Control*, v. 51, n. 3, p. 355–361, 2009.
- CAMPBELL, A.; FRAZER, B. D.; GILBERT, N.; GUTIERREZ, A. P.; MACKAUER, M. Temperature requirements of some aphids and their parasites. *Journal of Applied Ecology*, v. 11, n. 2, p. 431–438, 1974. DOI: 10.2307/2402197.
- CARVALHO, G. S.; SILVA, L. B.; REIS, S. S.; LOPES, G. N. Biological parameters and thermal requirements of *Trichogramma pretiosum* reared on *Helicoverpa armigera* eggs. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 52, n. 11, p. 961-968, 2017. doi:10.1590/S0100-204X2017001100001.
- CHI, H.; GÜNCAN, A.; KAVOUSI, A. 2022. TWSEX-MSChart: the key tool for life table research and education. *Entomologia*, v. 42, n. 6, p. 845–849, 2022. DOI: 10.1127/entomologia/2022/1851.
- CÔNSOLI, F. L.; PARRA, J. R. P. Effects of constant and alternating temperatures on *Trichogramma galloi* Zucchi (Hym., Trichogrammatidae) biology. I. Development and thermal requirements. *Journal of Applied Entomology*, v. 119, n. 1–5, p. 415–418, 1995b.
- D`ASCENÇÃO, B. M. M. Determinação da evolução da postura e tamanho de ovos colocados pelo hospedeiro *Ephestia kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae),

visando à programas de controle biológico. Trabalho de conclusão de curso – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2023.

FOERSTER, M. R.; FOERSTER, L. A. Effects of temperature on the immature development and emergence of five species of *Trichogramma*. *BioControl*, v. 54, p. 445–450, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10526-008-9195-4>.

FOERSTER, M.R.; MARCHIORO, C.A.; FOERSTER, L.A. Temperature-dependent parasitism, survival, and longevity of five species of *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) associated with *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae). *Neotropical Entomology*, v.43, p.176-182, 2014. DOI: 10.1007/s13744-013-0189-2.

GARCIA, A. G.; FERREIRA, C. P.; GODOY, W. A. C.; MEAGHER, R. L. 2019. A computational model to predict the population dynamics of *Spodoptera frugiperda*. *J Pest Sci*, v.92, n.1, p.120 – 126.

GARCIA, A. G.; PARRA, J. R. P. Métodos de determinação de limites térmicos e constante térmica para insetos. Piracicaba: ESALQ, 2022. 25 p. il. Recurso eletrônico. ISBN 978-65-87391-18-2.

HADDAD, M. L.; PARRA, J. R. P.; MORAES, R. C. B. Métodos para estimar os limites térmicos inferior e superior de desenvolvimento de insetos. Piracicaba: FEALQ, 1999. 29 p.

LEE, R. E. DELINGER, D. E. 1991. *Insects at low temperatures*. London: Chapman & Hall. 514p.

Lenth R (2024). *_emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means_*. R package version 1.10.1, <<https://CRAN.R-project.org/package=emmeans>>.

MARCHIORO, C.A.; KRECHMER, F.S.; FOERSTER, L.A. Assessing the total mortality caused by two species of *Trichogramma* on its natural host *Plutella xylostella* (L.) at different temperatures. *Neotropical Entomology*, v.44, p.270-277, 2015. DOI: 10.1007/s13744-014-0263-4.

MELO, M. C.; COELHO JUNIOR, A.; GARCIA, A. G.; PARRA, J. R. P. Mass rearing requirements and ecological zoning of *Telenomus remus* estimated through life table in different temperatures and relative humidities. *Biological Control*, v. 195, 2024. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2024.105546.

NAVARRO, M.A. *Trichogramma spp Producción, uso y manejo en Colombia*. Guadalajara de Buga, Imprectec, 1998. 176p.

PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (ed.). 1997. *Trichogramma* e o controle biológico aplicado. Piracicaba: Fealq, 324 p.

PARRA, J. R. P. 2002. Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores. São Paulo: Editora Manole Ltda.

PARRA, J. R. P.; COELHO JUNIOR, A.; CUERVO-RUGNO, J. B.; GARCIA, A. G.; ANDRADE MORAL, R.; SPECHT, A.; DOURADO NETO, D. Important pest species of the *Spodoptera* complex: Biology, thermal requirements and ecological zoning. International Journal of Biometeorology, Heidelberg, 2021. DOI: 10.1007/s10340-021-01365-4.

PRATISSOLI, D.; ZANUNCIO, J. C.; VIANNA, U. R.; ANDRADE, J. S.; GUIMARÃES, E. M.; ESPINDULA, M. C. Fertility life table of *Trichogramma pretiosum* and *Trichogramma acacioi* on eggs of *Anagasta kuehniella* at different temperatures. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 39, n. 2, p. 193–196, fev. 2004.

PRATISSIOLI, D.; POLANCZYK, R. A.; ANDRADE, G. S.; HOLTZ, A. F. S.; PASTORI, P. L. Tabela de vida de fertilidade de cinco linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.: Trichogrammatidae) criadas em ovos de *Tuta absoluta* (Merick) (Lep.: Gelechiidae), sob temperaturas constantes e alternadas. Ciência Rural, Santa Maria, v.37, n.3, p.618-622, mai-jun, 2007.

R Core Team. 2024. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Viena, Áustria. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.

REVISTA CULTIVAR. *Trichogramma galloi*. Revista Cultivar, 10 jun. 2025. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/fitossanidade/trichogramma-galloi>. Acesso em: 08 dez. 2025.

RODRIGUES, L. M.. Exigências térmicas e higrométricas de *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae), criado em dietas natural e artificial, visando ao zoneamento da praga no Brasil. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciências – Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2020.

SAMPAIO, F.; MARCHIORO, C. A.; TAKAHASHI, T. A.; FOERSTER, L. A. 2024. A new biocontrol agent against old enemies: The potential of *Trichogramma foersteri* for the control of *Spodoptera frugiperda* and *Spodoptera eridania*. Biological Control, [S.l.], v. 192, p. 105504, Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2024.105504>.

SOUZA, M. T. Biologia e zoneamento de *Diceræus melacanthus* Dallas, 1851

(Hemiptera: Pentatomidae) e do parasitoide de ovos *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae) no Brasil a partir das exigências térmicas e higrométricas. 2023. Dissertação (Mestrado em Ciências – Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2023.

TAKAHASHI, T. A.; NISHIMURA, G.; QUERINO, R. B.; FOERSTER, L. A. An integrative taxonomy of a new species of *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) with high reproductive capacity. *Neotropical Entomology*, v. 50, n. 1, p. 90–99, 2021. DOI: 10.1007/s13744-020-00834-2.

VENABLES, W. N. & Ripley, B. D. (2002) *Modern Applied Statistics with S*. Fourth Edition. Springer, New York. ISBN0-387-95457-0

VILLALBA, G. A.; SCHEUNEMANN, T.; KRÜGER, A. P.; CORRÊA, L. M.; BERNARDI, D.; NAVA, D. E. Biology, thermal requirements, and fertility life table of strains of *Trichogramma foersteri* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in *Palpita forficifera* (Lepidoptera: Crambidae). *Neotropical Entomology*, v. 52, p. 204-211, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13744-022-01020-2>.