

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade



Dissertação

**Bioecologia de *Trichogramma foersteri* e *Trichogramma pretiosum*  
(Hymenoptera: Trichogrammatidae) visando o controle de *Palpita  
forficifera* (Lepidoptera: Crambidae) em oliveira**

**Guido Roberto Aguilera Villalba**

Pelotas, 2021

**Guido Roberto Aguilera Villalba**

**Bioecologia de *Trichogramma foersteri* e *Trichogramma pretiosum*  
(Hymenoptera: Trichogrammatidae) visando o controle de *Palpita  
forficifera* (Lepidoptera: Crambidae) em oliveira**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área de conhecimento: Entomologia).

Orientador: Prof. Dr. Dori Edson Nava

Coorientador: Prof. Dr. Daniel Bernardi

Pelotas, 2021

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas  
Catalogação na Publicação

A282b Aguilera, Guido

Bioecologia de *Trichogramma foersteri* e *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) visando o controle de *Palpita forficifera* (Lepidoptera: Crambidae) em oliveira / Guido Aguilera ; Dori Edson Nava, orientador ; Daniel Bernardi, coorientador. — Pelotas, 2021.

75 f.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2021.

1. Lagarta-da-oliveira. 2. Medidas protetivas. 3. Parasitismo. 4. Proteção de plantas. 5. Manejo genético. I. Nava, Dori Edson, orient. II. Bernardi, Daniel, coorient. III. Título.

CDD : 632.6

Elaborada por Gabriela Machado Lopes CRB: 10/1842

**Guido Roberto Aguilera Villalba**

**Bioecologia de *Trichogramma foersteri* e *Trichogramma pretiosum*  
(Hymenoptera: Trichogrammatidae) visando o controle de *Palpita  
forficifera* (Lepidoptera: Crambidae) em oliveira**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências Fitossanidade (área do conhecimento: Entomologia) Programa de Pós-graduação em Fitossanidade, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas,

Data de defesa:

Banca examinadora:

---

Dori Edson Nava. Dr.

(Embrapa Clima Temperado) (Orientador)

---

Daniel Bernardi. Dr.

(Universidade Federal de Pelotas)

---

Marcos Barros de Medeiros. Dr.

(Universidade Federal da Paraíba)

---

Roberta Tognon. Dra.

(BioIn Biotecnologia)

A Deus, aos meus pais, Walter Aguilera e Blanca Villalba, a minhas irmãs Alma e Karina, minha esposa Belén, e amigos pelo apoio em todo momento e por sempre acreditarem em mim nessa trajetória.

**Dedico**

## **Agradecimentos**

Aos meus pais Walter e Blanca, porque foram, são e sempre serão minha maior motivação para melhorar na vida.

Às minhas irmãs Karina e Alma, que desde a infância confiaram e forneceram tudo o que eu precisava, sendo meus modelos.

À minha esposa Belén, por seu apoio incondicional e companhia nos momentos bons e ruins.

À meu orientador Prof. Dr. Dori Edson Nava, pela amizade e por me orientar e aconselhar sabiamente na preparação e execução deste trabalho ao longo desses anos.

Aos meus colegas, pelos momentos compartilhados e pela amizade que mantenho com cada um.

Aos professores da Pós-Graduação, que deram o máximo de dedicação para que eu pudesse continuar adquirindo conhecimentos.

Aos profissionais do Departamento de Fitossanidade da UFPEL que sempre acompanharam de perto a nossa atuação e por garantir uma formação técnica, ética e de qualidade.

À toda equipe do Laboratório de Entomologia da Embrapa Clima Temperado, em especial aos grandes amigos que formei neste local e levo para a vida.

Aos meus amigos Tiago Scheunemann, Alexandra Peter Krüger e Luís Miguel da Silva Corrêa que me apoiaram desde o primeiro dia que cheguei na cidade até o último dia que fiquei.

A Dra. Ranyse Barbosa Querino da Silva (Embrapa Cerrados), ao Dr. Leonardo Castelo Branco Carvalho (UFRA) e a Dra. Renata Mendonça (EMBRAPA/UNB) pela confirmação da espécie, *Trichogramma foersteri*.

Ao Professor Dr. José Roberto Postali Parra e ao Dr. Aloisio Coelho Junior da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo, pelo envio das linhagens de *Trichogramma pretiosum*.

Aos membros da banca examinadora, que cordialmente aceitaram o convite para integrá-la.

**OBRIGADO...**

**"Não julgue sua vida pelo produto que  
você colhe, mas pelas sementes que  
você planta diariamente."**

***Robert Louis Stevenson.***

## Resumo

AGUILERA, Guido. **Bioecologia de *Trichogramma foersteri* e *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) visando o controle de *Palpita forficifera* (Lepidoptera: Crambidae) em oliveira.** 2021. 74f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Brasil.

O cultivo comercial de oliveira *Olea europaea* L. (Olaceae) é recente no Brasil e adaptações estão sendo realizadas visando sua produção em condições edafoclimáticas brasileiras. Um dos principais problemas na produção é a ocorrência da lagarta-da-oliveira *Palpita forficifera* Munroe (Lepidoptera: Crambidae), que tem ocasionado perdas em todas as regiões produtoras do País. O manejo da praga tem sido dificultado pela falta de opções de controle, uma vez que há apenas um produto comercial à base de Espinetoram registrado junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). O uso de agentes biológicos de controle, especialmente o parasitoide de ovos *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) tem grande potencial, uma vez que é amplamente utilizado para outras espécies de *Palpita* na Europa e Ásia. No Brasil, este fato tem se intensificado a partir do registro da espécie *Trichogramma foersteri* Takahashi (Hymenoptera: Trichogrammatidae), em cultivos de oliveira. Deste modo, este trabalho objetivou estudar aspectos bioecológicos de *T. foersteri* em diferentes condições térmicas e selecionar linhagens de *T. foersteri* e de *Trichogramma pretiosum* Riley com potencial para o controle de *P. forficifera*. Estudou-se a biologia de linhagens de *T. foersteri* por meio de parâmetros biológicos das fases imaturas e adulta em ambientes na faixa térmica de 10 a 30°C, tendo como hospedeiro, ovos de *Palpita forficifera*. A seleção foi realizada a partir de cinco linhagens de *T. foersteri* (R1, R2, R3, R4 e R5) e quatro de *T. pretiosum* (AC, PR, MJU e RVI). Para tanto, foram avaliados a duração (dias) do período ovo-adulto, razão sexual (rs), porcentagens (%) de parasitismo e emergência, número de parasitóides por ovo, número de ovos parasitados e longevidade (dias). Para a fase imatura de *T. foersteri* foi verificado que a duração do

período ovo-adulto foi inversamente proporcional à temperatura variando de 32 a 34 dias a 15°C para 6,5 a 7,5 dias a 30°C. Contudo, a faixa térmica avaliada não influenciou o parasitismo e a razão sexual. Para a fase adulta observou-se uma variação na porcentagem de parasitismo e emergência tanto em relação à temperatura quanto às linhagens. Assim como, a temperatura influenciou a longevidade que variou de cerca de 50 dias a 15°C para 6 dias a 30°C. Esta variação registrada nos parâmetros biológicos das fases imaturas e adulta influenciou nas taxas de crescimento populacionais da tabela de vida para todas as linhagens avaliadas. Com base no período de desenvolvimento ovo a adulto o limiar térmico de desenvolvimento ( $T_b$ ) e a constante térmica ( $K$ ) das cinco linhagens variaram de 12,09 a 12,98 e 120,48 a 145,13 graus-dias. As linhagens de *T. foersteri* apresentaram a maior porcentagem média diária de parasitismo em relação às de *T. pretiosum*. A taxa de emergência das linhagens de *T. foersteri* foi maior do que as linhagens de *T. pretiosum* e o tempo de desenvolvimento do período ovo-adulto foi maior em *T. foersteri* do que *T. pretiosum*. A longevidade de fêmeas variou de 9,0 a 14,68 dias, enquanto a dos machos variou de 6,67 a 12,68 dias, sendo menos longevos do que as fêmeas. De uma maneira geral *T. foersteri* apresenta melhores condições biológicas sobre ovos de *P. forficifera* do que *T. pretiosum*, evidenciando-se um parasitoide com potencial de uso para a multiplicação e liberação em campo. Um emprego massal desse organismo pode contribuir no estabelecimento de um programa de produção integrada da oliveira no Brasil.

**Palavras-chave:** Lagarta-da-oliveira, medidas protetivas, parasitismo, fatores climáticos, manejo genético, gestão da produção, proteção de plantas.

## Abstract

AGUILERA, Guido. **Bioecology of *Trichogramma foersteri* and *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) for the control of *Palpita forficifera* (Lepidoptera: Crambidae) in olive trees.** 2021. 74f. Dissertation (Master Degree) – Post-Graduate Program in Plant Health, Federal University of Pelotas, Pelotas, Brazil.

The commercial orchards of olive tree *Olea europaea* L. (Olaceae) is recent in Brazil and adaptations are being carried out aiming its production in Brazilian soil and climate conditions. One of the main production problems is the occurrence of the olive caterpillar *Palpita forficifera* Munroe (Lepidoptera: Crambidae), which has caused losses in all producing regions of the country. The pest management has been hampered by the lack of control options, since there is only one commercial product based on Espinetoram registered with the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply (MAPA). The use of biological control agents, especially the egg parasitoid *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) has great potential as it is widely used for other *Palpita* species in Europe and Asia. In Brazil, this fact has been intensified since the registration of the species *Trichogramma foersteri* Takahashi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in olive plantations. Thus, this work aimed to study bioecological aspects of *T. foersteri* under different thermal conditions and to select strains of *T. foersteri* and *Trichogramma pretiosum* Riley with potential to control *P. forficifera*. The biology of *T. foersteri* strains was studied through biological parameters of the immature and adult phases in environments in the thermal range of 10 to 30°C, having as host, eggs of *P. forficifera*. Selection was performed from five *T. foersteri* strains (R1, R2, R3, R4 and R5) and four of *T. pretiosum* (AC, PR, MJU and RVI). Therefore, the duration (days) of the egg-adult period, sex ratio (rs), percentages (%) of parasitism and emergence, number of parasitoids per egg, number of parasitized eggs and longevity (days) were evaluated. For the immature phase of *T. foersteri* it was verified that the duration of the egg-adult period was inversely proportional to the temperature, varying from 32 to 34 days at 15°C to 6.5 to 7.5 days at 30°C. However, the thermal range evaluated did not influence parasitism and sex ratio. For the adult phase, a variation in the percentage of parasitism and emergence was

observed, both in relation to temperature and to the strains. As well, the temperature influenced the longevity that varied from about 50 days at 15°C to 6 days at 30°C. This variation recorded in the biological parameters of the immature and adult phases influenced the population growth rates of the life table for all evaluated strains. Based on the period of development from egg to adult, the developmental thermal threshold ( $T_b$ ) and thermal constant ( $K$ ) of the five strains ranged from 12.09 to 12.98 and 120.48 to 145.13 degree-days. The *T. foersteri* strains showed the highest average daily percentage of parasitism in relation to *T. pretiosum*. The emergence rate of *T. foersteri* strains was higher than that of *T. pretiosum* strains and the development time from egg-adult period was longer in *T. foersteri* than *T. pretiosum*. The longevity of females ranged from 9.0 to 14.68 days, while that of males ranged from 6.67 to 12.68 days, being less long-lived than females. In general, *T. foersteri* presents better biological conditions on *P. forficifera* eggs than *T. pretiosum*, showing a parasitoid with potential use for multiplication and release in the field. Mass use of this organism can contribute to the establishment of an integrated olive tree production program in Brazil.

**Keywords:** Olive caterpillar, protective measures, parasitism, climatic factors, genetic management, production management, plant protection.

## Lista de Figuras

### Artigo 2

- Figura 1. Ritmo diário de parasitismo de espécies/linhagens de *Trichogramma* em ovos de *Palpita forficifera*. 70
- Figura 2. Longevidade (dias) dos progenitores fêmea (A) e machos (B) de diferentes linhagens de *Trichogramma foersteri* (R1, R2, R3, R4 e R5) e *Trichogramma pretiosum* (AC, PR, MJU, RVI) criados em ovos de *Palpita forficifera*. Tratamentos seguidos pela mesma letra não diferem pelo teste de log-rank ( $p \leq 0,05$ ). 71
- Figura 3. Fenograma comparativo de nove linhagens de *Trichogramma foersteri* e *T. pretiosum*, criados em ovos de *P. forficifera*, resultando na análise de agrupamento realizado com base nos parâmetros biológicos avaliados (porcentagem de ovos parasitados, número de parasitóides emergidos, tempo de desenvolvimento, número de parasitóides por ovo, razão sexual e longevidade de fêmeas). Linhagens RVI, MJU, PR, AC = *T. pretiosum* e R15, R10, R8, R2 e R1 = *T. foersteri*. 72

## Lista de Tabelas

### Artigo 1

- Tabela 1. Média ( $\pm$  erro padrão) da duração (dias) do período ovo-adulto, porcentagem de parasitismo e razão sexual de cinco linhagens de *Trichogramma foersteri* criados em diferentes temperaturas. Umidade relativa do ar de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 14h. 44
- Tabela 2. Limiar térmico inferior de desenvolvimento ( $T_b$ ), constante térmica ( $K$ ), equação linear da velocidade de desenvolvimento ( $1/D$ ) e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) da fase de ovo-adulto de linhagem de *Trichogramma foersteri*. 45
- Tabela 3. Média ( $\pm$  erro padrão) da porcentagem de parasitismo, emergência, razão sexual e longevidade de cinco linhagens de *Trichogramma foersteri* criados em diferentes temperaturas. Umidade relativa do ar de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 14h. 46
- Tabela 4. Tabela de vida de fertilidade de linhagens de *Trichogramma foersteri* em diferentes temperaturas constantes e multiplicado em ovos *Palpita forficifera*. 48

### Artigo 2

- Tabela 1. Descrição das linhagens de *Trichogramma* utilizadas para a seleção, levando-se em consideração a espécie, o hospedeiro, cultura e o local de coleta. 68
- Tabela 2. Parâmetros biológicos (Média  $\pm$  EP) das linhagens de *Trichogramma foersteri* e *Trichogramma pretiosum* criados em ovos de *Palpita forficifera*. Temperatura de  $25\pm 1^\circ\text{C}$ , umidade relativa de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 14 h. 69

## Sumário

1	Introdução geral .....	14
2	Artigo 1 - Bioecologia de <i>Trichogramma foersteri</i> Takahashi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em <i>Palpita forficifera</i> Munroe (Lepidoptera: Crambidae).....	20
2.2	Introdução .....	22
2.3	Material e Métodos .....	25
2.4	Resultados .....	29
2.5	Referências .....	37
3	Artigo 2 - Seleção de linhagens de <i>Trichogramma foersteri</i> , para o controle de <i>Palpita forficifera</i> Munroe, 1959 (Lepidoptera: Crambidae) .....	50
3.1	Introdução .....	51
3.2	Materiais e Métodos .....	54
3.3	Resultados e Discussão .....	58
3.4	Referências .....	61
4	Considerações gerais .....	73
5	Referências gerais .....	75

## 1. Introdução geral

A oliveira [*Olea europaea*, Linnaeus, 1753 (Oleaceae)] é uma angiosperma, dicotiledônea que se adapta em climas subtropicais e temperados, sendo cultivada amplamente no sul da Europa, norte da África e parte da Ásia, onde existe uma temperatura média de 22°C, clima comum presente no Mediterrâneo, o qual predomina com verões secos e invernos chuvosos, onde esse acúmulo de frio é necessário para a reprodução. As exigências edafoclimáticas são requisitos essenciais a serem considerados para o cultivo de oliveiras, pois as plantas necessitam de um período de frio de aproximadamente 60 dias com temperaturas médias de 20°C para garantir a floração (ALBIN; VILLAMIL 2003; OLIVEIRA et al. 2014).

O centro de origem da oliveira é a região do Mediterrâneo, mais precisamente entre os países da Síria e Líbia onde seu cultivo data de dez mil anos a.C. (SANTOS 2002; WREGE et al. 2009). Com a expansão da colonização espanhola no século XVI no continente Americano, houve a introdução de várias espécies vegetais, entre elas a oliveira, sendo primeiramente cultivada no Peru, Chile, Argentina, México e Estados Unidos, e posteriormente ao século XVIII no Brasil.

O consumo de azeitonas e azeite é tradicional nos países da península ibérica, e tem sido incentivado, pois o mesmo apresenta qualidade nutricional, compostos fenólicos, aromas e sabores que aporta na dieta diária, sendo comprovadamente indicado pelos nutricionistas para evitar problemas com hipertensão, diabetes, aterosclerose, entre outras doenças (EL RYACHI et al. 2011; FRANKEL et al. 2013). No Brasil, o cultivo comercial de oliveira é recente, sendo que os estados do Rio Grande do Sul (RS), Santa Catarina (SC), Paraná (PR), São Paulo (SP) e Minas Gerais (MG) vêm investindo esforços para aumentar a produção (SILVA et al. 2017). Atualmente, RS e MG são os maiores produtores de oliveira no país (IBRAOLIVA 2021). No mundo, o Brasil é considerado um dos maiores importadores de azeitona e azeite, tendo consumido no período de março de 2020 até março de 2021 aproximadamente de 125,5 mil toneladas de azeitona e 101,6 mil toneladas de azeite (INTERNATIONAL OLIVE OIL COUNCIL 2021). A grande demanda por esses

produtos proporciona uma oportunidade para a exploração econômica da oliveira no Brasil e de acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (2017) foram implementadas no país nos últimos 15 anos uma área de 7.000 ha, sendo que mais de 60% destas áreas produtivas estão localizados no RS que é líder na produção de azeites no Brasil.

O consumo de azeite no Brasil corresponde a praticamente a produção de um país como Portugal e metade da produção de oliva da Grécia, com um valor anual que os importadores estimam ser de em média, cerca de 1.100.000 milhões de reais para abastecer o mercado nacional. Esse valor representa um consumo anual por habitantes de apenas 0,35 Kg, e contrasta com o consumo de países como a Espanha e Itália onde o consumo é de cerca de 16 Kg por habitante. No caso da azeitona, pode-se dizer que cada brasileiro consome, atualmente, cerca de 0,55 gramas por ano, muito abaixo, por exemplo, do menor consumo de países da Europa que é cerca de 2,6 Kg de azeitonas/ano per capita (EPAMIG 2018).

Com o crescimento da cultura no Brasil, surgem problemas fitossanitários como doenças e insetos-praga (RICALDE; GARCIA 2013), que comprometem a produção da oliveira e a qualidade do azeite e da azeitona. Com a globalização dos mercados consumidores e a exigência de alimentos de melhor qualidade, diversas práticas foram implementadas e nesse contexto o manejo integrado de pragas baseado principalmente nas práticas culturais e no uso racional de agrotóxicos, tem propiciado um equilíbrio entre as populações das pragas e dos seus inimigos naturais e por consequência uma redução dos danos econômicos (ESTAY et al. 2009).

Em função do recente cultivo comercial de oliveiras no Brasil, por volta dos anos 2000 e também pelo fato do país estar isolado geograficamente dos principais centros produtores, a entomofauna que causa danos a cultura difere dos demais centros tradicionais de cultivo. Assim, o principal inseto-praga que ocorre no Brasil é a lagarta-da-oliveira *Palpita forficifera* Munroe, 1959 (Lepidoptera: Crambidae), espécie nativa da região neotropical e que está presente no Brasil e no Uruguai (MUNROE, 1969). Os danos são causados nas brotações e estima-se uma perda aproximada de 15% ao ano (ARGOS 2018).

As lagartas se alimentam da oliveira, causando destruição nas gemas apicais e brotações, e quando ocorre uma alta infestação consomem folhas senescentes e frutos. A época de maior ocorrência da *P. forficifera* vai de setembro a maio, sendo que, dias quentes e úmidos favorecem seu desenvolvimento (PRADO; SILVA 2006; RICALDE et al. 2015; SCHEUNEMANN et al. 2017).

Devido aos danos causados por *P. forficifera* na oliveira e a necessidade de aumentar a produção interna de azeites e azeitona, torna-se essencial definir um sistema de manejo desta praga integrado com as demais práticas de manejo fitossanitário. Tradicionalmente, nos países de maior produção o manejo das pragas é realizado com o uso de pesticidas, sendo que, no Brasil, esse fato é uma das principais limitações para a implementação do MIP, uma vez que, apenas o princípio ativo espinetoram (Delegate<sup>®</sup>), possui registro para a cultura (AGROFIT 2021); embora estudos demonstrem a eficiência de vários ingredientes ativos e que poderiam compor a grade de agrotóxicos para o controle de *P. forficifera* (CASTILHOS; BRUGNARA 2019). Recentemente, o setor tem conseguido a extensão de uso de alguns fungicidas através por meio da Instrução Normativa Nº 1, publicada em conjunto pelo MAPA e pelo Ministério da Saúde, em fevereiro de 2010 e atualizada em 2014 que estabelece as diretrizes e exigências para o registro e uso de agrotóxicos em culturas de suporte fitossanitário insuficiente (CSFI) (ou *minor crops*), o que propiciam o manejo das principais doenças da cultura. Infelizmente essa tendência não tem ocorrido para os inseticidas.

Dessa forma, em razão da falta de opções para o manejo de *P. forficifera* e do sistema de produção de oliveira no Brasil onde a pressão com pragas é menor do que nas regiões tradicionais de cultivo, tem-se buscado métodos de controle mais ambientalmente adequados como o controle biológico tanto por meio da preservação dos agentes, quanto pela possibilidade do uso de liberações inundativas de parasitóides em olivais. Em outros países onde o cultivo da oliveira é importante como no Egito e na Turquia, o uso de parasitóides de ovos para o controle de lepidópteros-praga é uma realidade. Assim para o controle da traça-da-oliveira *Prays oleae* (Bernard, 1788) (Lepidoptera: Plutellidae), considerada a principal praga da cultura, são

utilizadas quatro espécies de *Trichogramma* sendo: *Trichogramma cordubensis* (Caballero & Vargas 1985), *Trichogramma cacociae* (Marchal, 1927), *Trichogramma euproctidis* (Girault, 1911) e *Trichogramma bourarachae* (Pintureau & Babault, 1988) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (HEGAZI et al., 2005).

As espécies de *Trichogramma* constituem um dos grupos de inimigos naturais mais utilizados para programas de controle biológico em todo o mundo, principalmente de lepidópteros-praga. O gênero *Trichogramma* é o maior da família Trichogrammatidae, com aproximadamente 230 espécies descritas, alguns de importância econômica (PINTO, 1998; QUERINO et al. 2017; PARRA; COELHO, 2019).

Devido à alta eficiência e sua capacidade de adaptação em diferentes ambientes agrícolas com particularidades de clima em várias partes do mundo, espécies de *Trichogramma* são utilizadas para aproximadamente 200 hospedeiros (BERTIN; PAVINATO; PARRA, 2017). Além disto, o seu uso é favorecido, pois é de fácil criação em laboratório que é realizado em hospedeiros alternativos (HASSAN, 1993; ZUCCHI; MONTEIRO, 1997; HAJI et al., 2002). No Brasil, são relatadas 28 espécies em diferentes hospedeiros, sendo que muitos de importância econômica, destacando-se, *Diaphania hyalinata* (Linnaeus, 1767), *Anticarsia gemmatilis* (Hübner, 1818), *Stenoma catenifer* (Walsingham, 1912) (Lepidoptera: Elachistidae), *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797), *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae), *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae), *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée, 1854) (Lepidoptera: Crambidae), *Pectinophora gossypiella* (Saunders, 1844) (Lepidoptera: Gelechiidae), *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927) (Lepidoptera: Tortricidae) dentre outras (QUERINO et al., 2017; PARRA; COELHO, 2019). O uso de *Trichogramma* no Brasil é direcionado para o controle de pragas nas culturas do algodão (*Gossypium* Linnaeus, 1753), milho (*Zea mays* Linnaeus, 1753), soja [(*Glycine max*) (L. Merrill, 1917)], cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* Linnaeus, 1753), sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench 1794], feijão (*Phaseolus vulgaris* Linnaeus, 1753), citros (*Citrus* spp.), melão (*Cucumis melo* Linnaeus,

1753), abacate (*Persea americana* Miller, 1768), mandioca (*Manihot esculenta* Crantz, 1769) e hortaliças (PARRA, 2019).

Mesmo sendo considerado um parasitoide generalista, a maioria das espécies de *Trichogramma* apresentam evidências de variação interespecífica e intraespecífica na preferência hospedeira (PARRA, 2014), o que pode influenciar na eficácia do parasitoide e no estabelecimento de programas de controle biológico. Dessa forma, uma das primeiras etapas de um programa de controle biológico para lepidópteros-praga com parasitoides do gênero *Trichogramma* está relacionada ao conhecimento do efeito de fatores climáticos como temperatura e os fatores relacionados ao hospedeiro (PRATISSOLI et al., 2005). Pelo fato de *P. forficifera* ser uma praga com alto potencial de causar perdas ao setor da olivicultura brasileira, torna-se indispensável o estudo para o desenvolvimento de métodos de controle e que possam ser utilizados dentro da filosofia do MIP. Desta forma, este trabalho teve como objetivo conhecer a bioecologia de *Trichogramma foersteri* e *Trichogramma pretiosum*, e selecionar linhagens de *Trichogramma* que demonstrem efetividade no controle da *P. forficifera* para serem, numa etapa seguinte, testadas em olivais no estado de Rio Grande do Sul.

Artigo 1 – Brazilian Journal of Biology

**(A ser submetido)**

**Biologia de linhagens de *Trichogramma foersteri* Takahashi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em *Palpita forficifera* Munroe (Lepidoptera: Crambidae) e em diferentes temperaturas**

G. A. Villalba<sup>a</sup>, T. Scheunemann<sup>b</sup>, A. P. Krüger<sup>c</sup>, L. M. Corrêa<sup>d</sup>, D. Bernardi<sup>e</sup> e D. E. Nava<sup>f</sup>

<sup>a</sup>Universidade Federal de Pelotas, Laboratório de Biologia de Insetos, Pelotas, RS, Brasil.

<sup>b</sup>Universidade Federal de Pelotas, Laboratório de Biologia de Insetos, Pelotas, RS, Brasil.

<sup>c</sup>Universidade Federal de Pelotas, Laboratório de Biologia de Insetos, Pelotas, RS, Brasil.

<sup>d</sup>Embrapa Clima Temperado, Laboratório de Entomologia, Pelotas, RS, Brasil.

<sup>e</sup>Universidade Federal de Pelotas, Laboratório de Biologia de Insetos, Pelotas, RS, Brasil.

<sup>f</sup>Embrapa Clima Temperado, Laboratório de Entomologia, Pelotas, RS.

**Resumo**

*Trichogramma foersteri* Takahashi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) é um parasitoide identificado recentemente em ovos de *Palpita forficifera* Munroe (Lepidoptera: Crambidae), considerada a principal praga da oliveira no Brasil. A eficiência de um parasitoide está condicionada a vários fatores como a temperatura que influencia o seu desenvolvimento e desempenho reprodutivo. O objetivo foi estudar a biologia das fases imaturas e adulta em diferentes temperaturas, determinar as

exigências térmicas e elaborar uma tabela de vida de fertilidade de cinco linhagens de *T. foersteri*. Os parâmetros biológicos das fases imaturas e adulta do inimigo natural foram avaliadas nas temperaturas de 10, 15, 20, 25 e 30°C em ovos de lagartas da oliveira. Para a fase imatura observou-se que a duração do período (dias) ovo-adulto foi inversamente relacionada à temperatura variando de 32 a 34 dias a 15°C para 6,5 a 7,5 dias a 30°C. No entanto, a faixa térmica avaliada não influenciou o parasitismo e a razão sexual para as fases imaturas. O limiar térmico de desenvolvimento ( $T_b$ ) e a constante térmica ( $K$ ) das cinco linhagens variaram de 12,09 a 12,98 e 120,48 a 145,13 graus-dias, respectivamente. Para a fase adulta observou-se uma variação na porcentagem do parasitismo e emergência tanto em relação à temperatura quanto às diferentes linhagens. A temperatura não influenciou na razão sexual, mas afetou a longevidade dos insetos que variou de cerca de 50 dias a 15°C para 6 dias a 30°C. As variações observadas nos parâmetros biológicos das fases imaturas e adulta de *T. foersteri* influenciaram nas taxas de crescimento populacionais da tabela de vida para todas as linhagens avaliadas.

**Palavras-chave:** Parasitoide de ovo, praga da oliveira, exigências térmicas, capacidade de parasitismo.

**Biology of *Trichogramma foersteri* Takahashi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) strains on *Palpita forficifera* Munroe (Lepidoptera: Crambidae) and at different temperatures**

#### **Abstract**

*Trichogramma foersteri* Takahashi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) is a parasitoid recently identified in eggs of *Palpita forficifera* Munroe (Lepidoptera: Crambidae),

considered the main pest of olive trees in Brazil. The efficiency of a parasitoid is conditioned to several factors such as temperature, which influence its development and reproductive performance. The objective was to study the biology of the immature and adult stages at different temperatures, determine the thermal requirements and elaborate a fertility life table of five strains of *T. foersteri*. The biological parameters of the immature and adult phases of the natural enemy were evaluated at temperatures of 10, 15, 20, 25 and 30°C. For the immature phase, it was observed that the duration of the period (days) egg-adult was inversely related to temperature ranging from 32 to 34 days at 15°C to 6.5 to 7.5 days at 30°C. However, the thermal range evaluated did not influence the parasitism and sex ratio for the immature phases. The thermal development threshold (Tb) and thermal constant (K) of the five strains varied from 12.09 to 12.98 and 120.48 to 145.13 degree-days, respectively. For the adult phase, a variation in the percentage of parasitism and emergence was observed both in relation to temperature and strains. The temperature did not influence the sex ratio, but it did affect the insects' longevity, which ranged from about 50 days at 15°C to 6 days at 30°C. The variations observed in the biological parameters of the immature and adult stages of *T. foersteri* influenced the population growth rates of the life table for all evaluated strains.

**Keywords:** Egg parasitoid, olive pest, biology, thermal requirements, life table, parasitism capacity.

## 1. Introdução

Um dos principais limitantes para a produção de oliveira no Rio Grande do Sul é a lagarta-da-oliveira *Palpita forficifera* Munroe, 1959 (Lepidoptera: Crambidae), considerada o inseto-praga de maior ocorrência nos cultivos (Ricalde e Garcia, 2013). Os danos são ocasionados pelas lagartas, devido sua alimentação nas brotações,

contudo, em altas infestações, podem atacar folhas senescentes, flores e frutos (Coutinho et al., 2009; Melo et al., 2014; Scheunemann et al., 2017; Scheunemann et al. 2018; Scheunemann et al. 2019). A principal consequência do ataque da praga no cultivo é o comprometimento da produção do ano seguinte, já que a oliveira produz em ramos de ano.

O manejo da lagarta-da-oliveira tem sido dificultado em função da falta de alternativas para o controle já que os plantios de oliveira são recentes e também ao fato das pragas do cultivo serem únicas da oliveira ou possuírem poucos hospedeiros. Além disso, os cultivos de oliveira no Brasil são praticados com pouco uso de insumos o que faz com que a produção de azeite e azeitonas sejam produzidos praticamente, num sistema orgânico de produção. Dessa forma, o uso de agentes de controle biológico tem sido uma alternativa para o controle de *P. forficifera* nos cultivos de oliveira, embora sejam necessários estudos para viabilizar sua utilização.

A utilização de parasitoides, especialmente espécies de *Trichogramma*, na fase inicial de desenvolvimento dos insetos praga, ou seja, na fase de ovo vem sendo uma prática recomendada no manejo integrado de pragas, pois impede que as lagartas causem danos em função da interrupção do desenvolvimento do hospedeiro, e assim seu aumento populacional, reduzindo os riscos de toxicidade ou contaminação do meio ambiente, quando do uso de pesticidas químicos. No Brasil, existem vários casos de sucesso com o uso de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) são relatados para o controle de diferentes espécies de lepidópteros-praga em culturas de importância agrícola (Coelho e Parra, 2019). Na oliveira foram coletadas diversas linhagens de *Trichogramma* e identificadas como sendo *Trichogramma foersteri* Takahashi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (Ranyse Barbosa Querino, comunicado pessoal).

Uma das primeiras etapas para a implementação de um programa de controle biológico, além da identificação, é a realização de estudos da biologia dos inimigos naturais da praga alvo e sua relação com os fatores climáticos. Assim, para a obtenção da eficiência nas liberações de *Trichogramma*, devem ser levadas em consideração as características da cultura, da espécie hospedeira e dos fatores abióticos (Davies et al. 2011).

A temperatura, é um dos principais fatores que afetam o desempenho de *Trichogramma*, apresentam um melhor desenvolvimento quando submetidos a uma temperatura denominada ótima, esses parasitoides são capazes de se desenvolver em uma faixa ampla de temperatura (Bueno et al., 2012; Carvalhos Dos Santos et al., 2017). A temperatura é o fator ambiental que mais exerce influência sobre os estágios de desenvolvimento com respostas sobre a duração do ciclo de vida, a taxa de parasitismo, a razão sexual e a longevidade destes parasitoides (Silveira Neto et al., 1976; Firake et al., 2014).

Segundo Lima et al. (2017) é importante conhecer a influência das condições térmicas sobre as espécies de *Trichogramma* e assim otimizar o potencial de controle de insetos praga. Outros estudos indicam que uma mesma espécie de *Trichogramma*, pode ser afetada de forma diferenciada pela temperatura se proveniente de regiões diferentes, sendo assim, as características dos parasitoides devem ser consideradas ao escolher a espécie ou as linhagens mais adequadas para serem utilizadas no campo (Figueiredo et al., 2015).

A escolha de espécies adaptadas as condições ambientais dos locais de liberação e ao hospedeiro podem ser chave para o sucesso de programas de controle biológico. Aspectos biológicos de diversas espécies de *Trichogramma* spp. já foram pesquisados em diferentes hospedeiros e temperaturas, no entanto no Brasil, não há relatos de

pesquisas mencionando aspectos biológicos desse parasitoide quando criado em ovos de *P. forficifera*. Fato considerado primordial para a elaboração de um programa de manejo fitossanitário da praga. Desta forma, o trabalho teve por objetivo estudar as linhagens de *T. foersteri*, coletadas em olivais na região de Pelotas e Rio Grande, Rio Grande do Sul por meio da avaliação dos parâmetros biológicos em ovos de *P. forficifera* submetidos a diferentes condições térmicas.

## 2. Material e Métodos

O trabalho foi realizado no laboratório de Entomologia da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil, em sala climatizada com umidade relativa de  $70\pm 10\%$ , fotofase de 14h e temperaturas constantes de 10, 15, 20, 25 e  $30\pm 1^\circ\text{C}$ .

### 2.1. Criação e manutenção de *P. forficifera*

A criação do hospedeiro foi realizada em dieta natural utilizando brotações de oliveira que foi oferecida diariamente para as lagartas até a fase da pupa. As lagartas foram mantidas em gaiola confeccionada de caixa plástica (20 x 40 cm e 15 cm de profundidade), a qual também serviu de local de pupação. Por ocasião do início da emergência, os adultos foram transferidos para gaiolas confeccionadas com garrafas PET transparentes (5L) (22 cm de altura x 16 cm de diâmetro). A parte superior foi mantida fechada com tela tipo tule, fixada com elástico. Nas gaiolas foi oferecido alimento a base de solução de mel a 10% (água e mel) e também água pura, oferecidos via capilaridade em algodão hidrófilo dispostos em tubos plásticos tipo Falcon de 10 ml. Os ovos foram obtidos do substrato de oviposição (papel filtro) colocado sobre o tule, na parte superior da gaiola. Sobre o papel foi colocado um pano esponja (Spontex™,

Panesponja, Ilhéus, Brasil) com objetivo de manter a umidade e evitar a desidratação dos ovos. Diariamente, durante o período de oviposição, o papel filtro contendo os ovos foi retirado. Parte da postura foi destinada para a manutenção da criação de *P. forficifera* conforme Scheunemann et al. (2019) e outra parte foi destinada para os experimentos de biologia das linhagens de *T. foersteri*.

## 2.2. Obtenção dos parasitoides e criação de manutenção

*Trichogramma foersteri* foi coletado em olivais dos municípios de Pelotas e Rio Grande, Rio Grande do Sul. Para isso foram oferecidas cartelas de papelão contendo ovos de *P. forficifera*, fixados nos ramos das oliveiras. As cartelas permaneceram expostas ao parasitismo por 24 horas e após foram recolhidas e mantidas no laboratório para observar o parasitismo dos ovos de *P. forficifera*, cuja indicação foi o escurecimento do córion dos ovos. Os ovos da cartela foram separados e individualizados de acordo com o local e data de coleta e definidos como linhagens R1, R2, R3, R4 e R5. Cada linhagem foi criada separadamente em tubos de vidro (20 cm de comprimento x 10 cm de diâmetro) para evitar contaminação. Após a emergência dos parasitoides provenientes de ovos de *P. forficifera* expostos a campo, os adultos foram alimentados com pequenos filetes de mel puro para evitar a morte dos adultos por afogamento dispostos na lateral do vidro de cada um dos tubos. Assim como, foi colocado papel filtro umedecido de aproximadamente 2 cm de diâmetro com a finalidade de manter a umidade do ambiente e assim evitar a desidratação e secamento do hospedeiro (ovo de *P. forficifera*) e do parasitoide que estava em desenvolvimento. Posteriormente, foi dado início a criação de manutenção das linhagens mediante o oferecimento de ovos de *P. forficifera* com até 12 horas de idade, oferecidos em cartelas de papelão ( $\pm 2000$  ovos por cartela), por um período de 24 horas. Assim como, foi

colocado o papel umedecido, os ovos de *P. forficifera* foram colocados em tubos de vidro (20 cm de comprimento x 10 cm de diâmetro) vedados com filme plástico PVC e mantidos em sala climatizada com temperatura de  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 14h até a emergência novamente dos parasitoides para dar início aos bioensaios.

### 2.3. Parâmetro biológico da fase imatura de *T. foersteri* em diferentes condições térmicas

Ovos de *P. forficifera* parasitados por um período de 12 horas das linhagens R1, R2, R3, R4 e R5 de *T. foersteri* foram mantidos em câmaras climatizadas com temperaturas de 10, 15, 20, 25 e  $30\pm 1^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 14h. Os ovos parasitados foram acondicionados em tubos de vidro (8,5 cm de altura x 2,5 cm em diâmetro) fechados com filme plástico Magipack®. O desenvolvimento dos parasitoides foi acompanhado diariamente até sua emergência. De cada uma das linhagens foram avaliadas a duração do período ovo-adulto, observando diariamente, número de ovos parasitados, contando por meio de microscópio, porcentagem de emergência, contando por meio de microscópio e razão sexual, por meio da utilização da fórmula  $rs = \text{fêmea} / (\text{fêmea} + \text{macho})$ .

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos (temperaturas) e seis repetições (cartelas contendo 30 ovos de *P. forficifera*). Para determinar as exigências térmicas foram utilizados os dados de duração das linhagens de *T. foersteri* obtidos nas diferentes temperaturas. O limiar térmico inferior de desenvolvimento ou temperatura base ( $T_b$ ) e a constante térmica ( $K$ ) foram obtidos pelo método da hipérbole, utilizando o software MOBAE (Haddad et al., 1999)

#### 2.4. Parâmetro biológico da fase adulta de *T. foersteri* em diferentes condições térmicas

Foram separados por meio de identificação das antenas vinte e cinco casais de *T. foersteri* com até 12 horas das linhagens R1, R2, R3, R4 e R5 de *T. foersteri* e individualizadas em tubos de vidro (8,5 x 2,5 cm), fechados com filme plástico PVC, contendo na parede interna uma gotícula de mel que serviu de alimento para os adultos. Posteriormente, os insetos foram mantidos em câmaras climatizadas com temperaturas constantes (Tratamentos) de 10, 15, 20, 25 e 30±1°C, umidade relativa do ar de 70±10% e fotofase de 14h. Diariamente até o 15º dia ou a morte das fêmeas foram oferecidos cartelas de papel filtro (1,5 x 2 cm) (substrato de postura) contendo 30 ovos de *P. forficifera* com até 12 horas de idade. Para a contagem do número de ovos foi utilizado um microscópio estereoscópico. Após 24 horas de parasitismo, as cartelas foram transferidas para outros tubos de vidro (8,5 x 2,5 cm), fechados com plástico filme PVC, e mantidos em câmaras climatizadas reguladas em temperatura 25±1°C, umidade relativa de 70±10% e fotofase de 14h, até a emergência dos parasitoides. Os parâmetros biológicos avaliados foram: duração do período ovo-adulto (dias), porcentagem (%) de parasitismo e emergência e a razão sexual [ $rs = \text{fêmea} / (\text{fêmea} + \text{macho})$ ] e longevidade (dias) dos parasitoides. A contagem dos ovos parasitados, número de parasitoides emergidos e determinação do sexo foi realizada com a ajuda de um microscópio. A partir dos parâmetros biológicos avaliados nos estágios imaturos e adulto foi calculado os parâmetros da tabela de vida de fertilidade estimando o tempo médio de geração (T), a taxa líquida de reprodução ( $R_o$ ), a taxa intrínseca de crescimento ( $R_m$ ) e a taxa finita de aumento ( $\lambda$ ) (Southwood 1995). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos (temperaturas) e 25 repetições (casais) de cada linhagem.

## 2.4. Análise estatística

Os dados foram analisados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro Wilk; à homocedasticidade pelo teste de Hartley; e, a independência dos resíduos por análise gráfica. Os dados foram submetidos à análise de variância ( $p \leq 0,05$ ) pelo procedimento de modelos mistos (PROC MIXED). Constatando-se significância estatística, os efeitos do hospedeiro foram avaliados pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ). A longevidade de fêmeas e machos foi analisada por meio da construção das curvas de sobrevivência utilizando o estimador de Kaplan-Meier, as quais foram comparadas pelo teste de log-rank (R Development Core Team 2015). Os parâmetros da tabela de vida de fertilidade foram estimados através da técnica de “Jackknife” (Meyer et al. 1986), utilizando-se o “Lifetable.sas” (Maia et al. 2000) no ambiente “SAS System”.

## 3. Resultado e Discussão

### 3.1. Desenvolvimento dos imaturos em diferentes condições térmicas

A duração do período ovo-adulto das linhagens de *T. foersteri* diferiu significativamente entre as temperaturas estudadas, sendo esses valores, inversamente proporcionais à condição térmica (Tabela 1). De uma maneira geral a variação da duração na temperatura de 15°C foi de 32 dias, enquanto na de 30°C foi de 6,5 dias. Em relação a duração do período ovo-adulto dentro de cada temperatura, também foram observadas diferenças significativas, com exceção da temperatura de 15°C (Tabela 1). A temperatura 10°C não possibilitou o desenvolvimento das diferentes linhagens de *T. foersteri*. A alteração na duração do ciclo ovo-adulto de espécies de *Trichogramma* em diferentes temperaturas tem sido relatada por vários autores parasitando diferentes pragas, e esse é um fenômeno natural já que a temperatura é o principal fator

responsável pelo desenvolvimento dos insetos (Pereira et al., 2004; Zago et al., 2007; Ramalho 2018).

Segundo Pratissoli et al. (2021) a variação na duração do ciclo (ovo-adulto) de espécies de *Trichogramma* em determinada faixa de temperatura registrado por diferentes autores indica que este parâmetro biológico não depende somente da temperatura utilizada, mas também da adaptação da espécie ou linhagem e do hospedeiro. Diversos estudos relatam a temperatura como sendo o principal fator que interfere na duração do ciclo do parasitoide (Zago et al., 2007; Oliveira et al., 2017). Estudos realizados por Garrard et al. (2016) constataram que são necessários de 6,4 a 41,6 e 7,2 a 41,7 dias para *Trichogramma pratissolii* Querino & Zucchi (2003) completar o seu desenvolvimento em ovos de *A. kuehniella* e *Corcyra cephalonica* Stainton (1865) (Lepidoptera: Pyralidae) em temperaturas variando de 15 a 33°C, respectivamente. Moraes et al. (2020) ao estudarem cinco espécies de *Trichogramma* sobre *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), relataram também um decréscimo no período de desenvolvimento ovo-adulto com a elevação da temperatura, para todas as espécies estudadas. Embora nesse estudo não se tenha estudado a adequação hospedeira, pode-se concluir que *P. forficifera* possibilita o desenvolvimento de *T. foersteri*. Entretanto é importante comparar o desenvolvimento de *P. foersteri* em outros hospedeiros, já que o mesmo, também promove alterações na duração do ciclo (Pratissoli & Parra, 2001; Pratissoli, 2021).

A porcentagem de parasitismo das linhagens de *T. foersteri* não variou entre as temperaturas estudadas, com exceção da linhagem R3 a 30°C (Tabela 1). Os valores na taxa de parasitismo, de uma maneira geral, foram próximos de 60%, variando de 52,1 a 62,6% (Tabela1). Por outro lado, também não foi observado variação na taxa de parasitismo das diferentes linhagens dentro das temperaturas avaliadas. Na temperatura

de 10°C não houve desenvolvimento. O potencial de parasitismo tem sido avaliado por diversos pesquisadores e tem-se constatado com unanimidade que as variações encontradas neste fator estão diretamente relacionadas com a espécie e/ou linhagem do parasitoide e a condições climáticas (Ramos Coutinho, 2021). Além disso, a porcentagem do parasitismo manteve-se inalterada demonstrando um padrão, considerando a variação da temperatura. Isto é importante, a fim de manter a qualidade do parasitoide para liberação em massa quando criados previamente em temperaturas que assemelham às condições da região de estudo. Além disso, para as condições do sul do Brasil a manutenção da taxa de parasitismo nas temperaturas de 15 e 30°C indica que o parasitoide tem uma faixa térmica ampla de atuação e atende às variações térmicas da região de cultivo de oliveira onde os parasitoides em menores temperaturas entram em um estado de hibernação para sua sobrevivência.

Como regra geral, encontra-se na literatura que, dentro de uma faixa ótima de temperatura, fêmeas de *Trichogramma*, para diferentes espécies, têm potencial para parasitar entre 60 e 100% dos ovos. Os resultados obtidos foram similares aos encontrados por Borba et al. (2006), onde relatam a 25°C uma variação de 61,7 a 68,3% de parasitismo de *T. pretiosum* em ovos de *Bonagota cranaodes* Meyrick (Lepidoptera: Tortricidae).

A razão sexual não diferiu estatisticamente entre as linhagens de *T. foersteri*, com valores superiores a 0,74 (Tabela 1). Cabe destacar que três das cinco linhagens apresentaram somente fêmeas como descendentes (R3-R4-R5), e de uma maneira geral a quantidade de machos nas linhagens é muito pequena, indicando que o fenômeno da partenogênese telitoquia (Ramos Coutinho, 2021) é frequente em *T. foersteri*. A razão sexual encontrada no presente estudo é satisfatória na produção de indivíduos para liberação em campo ou estudos laboratoriais, são as fêmeas que parasitam e controlam

as populações de pragas, mas a presença de machos é importante devido a variabilidade genética.

Os valores da temperatura base ( $T_b$ ), da constante térmica ( $K$ ) e do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para as cinco linhagens de *T. foersteri* são apresentados na Tabela 2. Os valores de  $T_b$  e  $K$  variaram de 12,09 a 12,98°C e 143,67 a 120,48 graus-dia. Os altos valores de  $R^2$  obtidos atestam a confiabilidade dos resultados alcançados (Tabela 2). Esses resultados são próximos aos obtidos por Oliveira et al. (2017) para outras espécies e linhagens de *Trichogramma* em ovos de *A. kuehniella*. As variações ocorridas na  $T_b$  e  $K$  estão diretamente relacionadas com as linhagens de *Trichogramma* e com o hospedeiro de criação (Parra, 1997; Pratissoli et al., 2005).

Através dos dados de requerimento térmico de *T. foersteri* em ovos de *P. forficifera*, pode-se estimar para os municípios de Rio Grande e Pelotas, microrregiões produtoras de oliveiras no estado de Rio Grande do Sul, que *T. foersteri* pode completar 30,41 gerações nessas regiões com a temperatura média de 25°C respectivamente, ao longo do ano, estas informações poderão auxiliar na elaboração dos modelos de controle da lagarta-da-oliveira, assim como na produção desse parasitoide em condições de laboratório.

A porcentagem total de parasitismo de *T. foersteri* em ovos de *P. forficifera* foi sem diferença significativa na temperatura de 15°C (50%), 20 (45%), 30 (47%) e 25°C (43%) (Tabela 3). As menores taxas de parasitismo de *T. foersteri* ocorreram nas temperaturas de 20, 25 e 30°C com (31%) cada um. Apesar da capacidade de parasitismo de espécies de *Trichogramma* ser influenciada pela temperatura e o hospedeiro utilizado, Rodriguez & Sampaio (2020) observaram resultados semelhantes ao deste trabalho; as maiores taxas de parasitismo em ovos de *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) para *T. pretiosum* e *T. exiguum* (Hymenoptera:

Trichogrammatidae) também se encontravam a 20 e 35°C. As variações de parasitismo observadas, bem como as relatadas por outros autores, podem estar relacionadas, segundo Parra & Coelho (2019), à técnica de criação utilizada, ao hospedeiro natural do parasitoide, à procedência da linhagem, à geração de laboratório, às condições de temperatura, umidade relativa, e ao fotoperíodo e hospedeiro alternativo utilizado para manutenção das criações de laboratório. As fêmeas de *T. foersteri* diminuíram o número de ovos colocados diariamente em função do tempo de parasitismo nas condições térmicas em que foram submetidas, podendo-se, desta forma, inferir que o parasitismo tende a decrescer com o passar do tempo. Fato similar também foi constatado para outras espécies de *Trichogramma*, sobre hospedeiros diferentes (Oliveira et al., 2019). O parasitismo acumulado de ovos de *Plutella xylostella* (Lepidoptera, Plutillidae), nas temperaturas de 18, 20, 22, 25, 28, 30 e 32°C atingiu 50% para cada faixa térmica, aos 2, 16, 11, 3, 5, 4 e 7 dias. Ramos Coutinho et al. (2021) atribuíram, como causa da variação no parasitismo, o uso do hospedeiro utilizado em variadas condições climáticas. Isto foi observado também por Salamina (1997), que registraram o decréscimo total do parasitismo de *T. minutum* em ovos de *Sitotroga cerealella* (Oliver), após o 8º dia com poucos ovos sendo parasitados, bem como Pereira et al. (2004), que detectou parasitismo de *T. pretiosum* em ovos de *S. cerealella* até 13º dia.

Apesar da percentagem de emergência não teve diferenças nas faixas de 15, 20 e 30°C, porém na faixa de 25°C a linhagens R2 apresentou uma emergência de 100%, onde as demais linhagens tiveram porcentagens mais baixas os resultados obtidos foram superiores aos encontrados por Carvalho et al. (2017), onde esses autores relataram uma variação de 61,7 a 68,3% a 25°C em ovos de *Bonagota cranaodes* Meyrick (Lepidoptera: Tortricidae) e de 85,4 a 89,6% em ovos de *A. kuehniella* ao trabalharem com *T. pretiosum*. Bueno et al. (2012) por sua vez, estudando *T. pretiosum* encontraram

valores semelhantes entre *A. gemmatalis* e *Pseudoplusia includens* Walker (Lepidoptera: Noctuidae) sendo estes superiores a 90%. Diante a isso, pode-se dizer que *P. forficifera* representa ser um hospedeiro em potencial para esta espécie de *Trichogramma*.

Independente da razão sexual não ter sofrido variação significativa com a variação de temperatura, os resultados encontrados estão dentro da faixa encontrada por outros autores (Werrer 1997; Viana et al 2020). Diante desses valores encontrados, é permitido afirmar que a variação na temperatura não influenciou a razão sexual, provavelmente, por não ter ocorrido mudanças nas características qualitativas dos ovos de *P. forficifera*. Essa característica representa grande potencialidade da espécie estudada e menor gasto, pois em menor quantidade de ovos do hospedeiro, é possível obter a quantidade de fêmeas necessárias para as liberações em campo (Zago et al., 2007). Além disso, a razão sexual superior 0,5 é considerada adequada no controle de qualidade na produção massal desses agentes (Van Lenteren et al., 2003).

A longevidade foi influenciada pelas diferentes temperaturas e para as diferentes linhagens de *T. foersteri* (Tabela 3). A longevidade de *T. foersteri* em ovos de *P. forficifera* variou entre as temperaturas estudadas apresentando portanto uma relação inversa ao aumento da temperatura. Para o parasitoide se desenvolver de ovo a adulto a 30°C foi necessário tempo 8,6 vezes menor que a 15°C. Em todas as temperaturas as linhagens entre si não apresentaram diferenças estatísticas porém observou-se uma diminuição na longevidade dos adultos quando foram submetidas a temperaturas mais altas. Esses resultados indicam a grande influência da temperatura sobre o desenvolvimento deste parasitoide. A temperatura representa um dos principais mecanismos externos de regulação fisiológica dos seres vivos e, dentre os quais, os insetos são fortemente influenciados por este, vindo a sofrer bruscas alterações em seu

desenvolvimento (Del Pino et al., 2020). Entretanto, a resposta fisiológica do parasitoide à variação de temperatura pode ser uma característica intrínseca, podendo variar entre espécies e, ou linhagens, bem como ser influenciada pelas características do hospedeiro em que se encontra (Pratissoli et al. 2005).

A influência negativa da temperatura sobre o período de longevidade tem sido relatada por vários autores para diferentes espécies de *Trichogramma* e hospedeiros (Calvin et al., 1984; Pratissoli & Parra, 2000; Nicoli et al., 2004) ao estudarem cinco espécies de *Trichogramma* sobre *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), relataram um decréscimo no período de sobrevivência com a elevação da temperatura, para todas as espécies estudadas. Além disso, esses autores verificaram ainda uma diferenciação entre as distintas espécies, sendo que a 18°C *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner apresentou a maior duração (29 dias) enquanto que as espécies *T. pretiosum* e *Trichogramma rojasi* Nagaraja & Nagarkatti as menores (28 e 27 dias, respectivamente).

Desta forma, verificou-se que a temperatura exerce grande influência no desenvolvimento e sobrevivência de *T. foersteri* em ovos de *P. forficifera* e que, constitui um bom hospedeiro para *T. foersteri* linhagem com relação aos resultados obtidos.

Estudos de tabela de vida de fertilidade têm sido usados para avaliar o potencial de crescimento de espécies de parasitoides submetidas a diferentes temperaturas. Os resultados obtidos para o tempo médio de geração (T) estão de acordo com os resultados encontrados em outras pesquisas com *T. pretiosum*, onde os valores decresceram com a elevação térmica (Pratissoli & Parra, 2000; Pratissoli et al., 2021).

Da mesma forma, os valores de  $R_0$ , os quais indicam o número de vezes em que a população aumenta a cada geração mostram um maior crescimento naquelas

populações da linhagem R3 mantidas a 25°C (22,5 vezes), apresentando o mesmo comportamento para as demais temperaturas. Quando outros hospedeiros foram utilizados para avaliação de *T. pretiosum* tais como *T. absoluta*, *Sitotogra cerealella* Oliver (Lepidoptera: Gelechiidae) e *A. kuehniella*, os maiores valores para taxa líquida de reprodução foram encontrados aos 20, 25 e 30°C, respectivamente (Pratissoli & Parra, 2000; Pratissoli et al., 2021). A taxa líquida de reprodução corresponde ao número de vezes que a população poderá se multiplicar por geração, sendo que a capacidade máxima de aumento da população ocorreu quando os ovos do hospedeiro foram submetidos a temperaturas de 25°C consideradas dentro da faixa normal de reprodução do *Trichogramma*, este parâmetro é importante para se avaliar dentro de uma criação, pois não é influenciado pelos fatores abióticos (Oliveira et al., 2017), indicando que este hospedeiro representa um maior ou menor potencial de produção de fêmeas para *T. foersteri* contribuindo para uma maior eficiência no controle biológico.

A taxa intrínseca de aumento ( $r_m$ ) é um importante parâmetro que se obtém ao fazer-se uma tabela de vida de fertilidade (Pedigo & Zeiss 1996) e, segundo Andrewartha & Birch (1954), quanto maior o valor de  $r_m$  mais bem sucedida será a espécie, em um determinado ambiente. Nesse trabalho obteve-se um aumento na taxa intrínseca quando a temperatura aumentou, sendo esses valores de 0,130 e 0,161 a 30° para as linhagens R3 e R4, respectivamente. Resultados próximos foram obtidos por Zago et al. (2003) para *T. pretiosum* no hospedeiro *A. kuehniella*.

A taxa finita de crescimento populacional ( $\lambda$ ) representa o número de fêmeas adicionadas à população e está relacionada diretamente com a taxa líquida reprodutiva ( $R_0$ ) e com a taxa intrínseca de crescimento populacional ( $r_m$ ), sendo estes os principais parâmetros que influenciam no valor da  $\lambda$ . Os valores observados para a taxa finita de aumento de *T. foersteri* em *P. forficifera* foram de 1,050; 1,011; 1,140 e 1,170,

respectivamente para as temperaturas de 15, 20, 25, 30°C (Tabela 4). Estes resultados apresentam relação direta com a taxa líquida reprodutiva e com a taxa intrínseca de aumento, pois estes são os principais fatores que influenciam no valor de  $\lambda$ . Os valores encontrados para *T. foersteri* criado em ovos de *P. forficifera* foi maior que o relatado por vários autores, assim como Zago et al. (2003) para *T. bournieri* em ovos de *S. cerealella*, próximos aos relatados por Pratissoli et al. (2005) utilizando *T. acacioi* em ovos *A. kuehniella* e Damascena et al. (2021), para *T. pretiosum* e *T. ostriniae* criados em ovos de *P. xylostella*. Estes valores indicam que a razão finita de aumento pode variar de acordo com a espécie utilizada, e mostra que *T. foersteri* possui uma capacidade de adicionar indivíduos/ fêmea/dia nas diversas gerações avaliadas, sendo os resultados encontrados no hospedeiro *P. forficifera*.

Os resultados dos diferentes parâmetros biológicos avaliados para as cinco linhagens de *T. foersteri* indicam uma variação intraespecífica e que a faixa térmica avaliada propicia o desenvolvimento do parasitoide, com exceção de 10°C. Essas informações serão úteis para conhecer o desenvolvimento de *T. foersteri*, recentemente identificado no sul do Brasil.

#### 4. Referências bibliográficas

- ANDREWARTHA, H.G., BIRCH, L.C., 1954. The innate capacity for increase in numbers. In: The Distribution and Abundance of Animals. University of Chicago Press, Chicago, pp. 31-54.
- BUENO, A.F., SOSA, R., CORRÊA FERREIRA, B.S., MOSCARDI, F., BUENO, F., 2012. Inimigos naturais das pragas da soja. In: Soja manejo integrado de insetos e outros Artrópodes-praga. Brasília: Embrapa, pp. 493-630.

- CALVIN, D.D., KNAPP, M.C., WELCH, S.M., POSTON, F.L., and ELZINGA, R.J., 1984. Impact of environmental factors on *Trichogramma pretiosum* reared on southwestern corn borer eggs. *Environmental Entomology*, vol. 13, no. 3, pp. 774-780.
- CARVALHO, G.D.S., SILVA, L.B., REIS, S.S., VERAS, M.S., CARNEIRO, E., ALMEIDA, M.L.D., and LOPES, G.N., 2017. Biological parameters and thermal requirements of *Trichogramma pretiosum* reared on *Helicoverpa armigera* eggs. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 52, pp. 961-968.
- COELHO J.R., STOUTHAMER, R., and PARRA, J.R.P., 2019. Flight propensity of isofemale lines of *Trichogramma pretiosum* Riley in two relative humidity levels. *Florida Entomologist*, pp. 364-368.
- DAMASCENA, A., OLIVEIRA, D., PRATISSOLI, F., TAMASHIRO, L., and PRATISSOLI, D., 2021. Comportamento de quatro espécies *Trichogramma* em ovos de *Helicoverpa zea*. *Enciclopédia Biosfera*, vol. 18, no. 37.
- DAVIES, A.P., CARR, C.M., SCHOLZ, B.C., and ZALUCKI, M.P., 2011. Using *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) for insect pest biological control in cotton crops: An Australian perspective. *Australian Journal of Entomology*, vol. 50, no. 4, pp. 424-440.
- DEL PINO, M., GALLEGO, J.R., HERNÁNDEZ SUÁREZ, E., and CABELLO, T., 2020. Effect of temperature on life history and parasitization behavior of *Trichogramma achaeae* Nagaraja and Nagarkatti (Hym.: Trichogrammatidae). *Insects*, vol. 11, no. 8, pp. 482.
- FIGUEIREDO, M.D.L., CRUZ, I., DA SILVA, R.B., and FOSTER, J.E., 2015. Biological control with *Trichogramma pretiosum* increases organic maize productivity by 19.4%. *Agronomy for Sustainable Development*, vol. 35, no. 3, pp. 1175-1183.

- FIRAKE, D.M., KHAN, M.A., and STRAND, M., 2014. Alternating temperatures affect the performance of *Trichogramma* species. *Journal of Insect Science*, vol. 14, no. 1.
- GARRAD, D.T., BOOTH, M.J., FURLONG, J., 2016. The effect of rearing temperature on development, body size, energetics and fecundity of the diamondback moth. *Bulletin of Entomological Research*, vol. 106, no. 2, pp. 175-181.
- HADDAD, M.L., PARRA, J.R.P., and MORAES, R.C.B., 1999. Métodos para estimar os limites térmicos inferior e superior de desenvolvimento de insetos.
- LIMA, V.L.S., DE CARVALHO, J.R., and PRATISSOLI, D., 2017. Desenvolvimento do parasitoide *Trichogramma pretiosum* em ovos da falsa-medideira *Trichoplusia ni* em diferentes temperaturas. *Anais da 30ª Semana Acadêmica do Curso de Agronomia do CCAE/UFES-SEAGRO*.
- MAIA, H.N.M., LUIZ, A., and CAMPANHOLA, C., 2000. Statistical inference on associated fertility life table parameters using jackknife technique: computational aspects. *Journal of Economic Entomology*, vol. 93, pp. 511–518.
- MORAIS, R.M.D., MORO, T.S., SALDANHA, C.W., STEFFEN, G.P.K., MISSIO, E., MALDANER, J., and STEFFEN, R.B., 2020. *Trichogramma pretiosum* em liberação no campo e sob diferentes temperaturas em laboratório. *Arquivos do Instituto Biológico*, pp. 87.
- NETO, S.S., NAKANO, O., BARBIN, D., and NOVA, N.V., 1976. Manual de Ecologia dos Insetos. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, pp. 419.
- NICOLI, E.M., PRATISSOLI, D., REIS, E., and SANTOS, H. 2004. Viabilidade e razão sexual de *Trichogramma atopovirilia* Oatman and Platner, 1983 (Hymenoptera, Trichogrammatidae) sob influência do hospedeiro *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879)

(Lepidoptera, Pyralidae) em condições de laboratório. *Entomology Vectors*, vol. 11, pp. 21-533.

OLIVEIRA, C.M., OLIVEIRA, J.V., BARBOSA D.R.S., BREDÁ, M.O., FRANÇA, S. M., and DUARTE, B.L.R., 2017. Biological parameters and thermal requirements of *Trichogramma pretiosum* for the management of the tomato fruit borer (Lepidoptera: Crambidae) in tomatoes. *Crop Protection*, v.99, p.39-44.

OLIVEIRA, R.C.M., PASTORI, P.L., COUTINHO, C.R., JUVENAL, S.O., and AGUIAR, C.V.S., 2019. Natural parasitism of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae) eggs on tomato (Solanales: Solanaceae) in the Northeast region, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 80, pp. 474-475.

PARRA, J.R.P., 1997. Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma*, pp. 121-150. In J.R.P., PARRA and R.A. ZUCCHI, *Trichogramma e o controle aplicado*. Piracicaba, FEALQ, pp. 324.

PARRA, J.R.P., COELHO, A., 2019. Biological control applied in Brazil; from laboratory tests to field application. *Journal of Insect Science*, vol. 19, no. 2, <https://doi.org/10.1093/jisesa/iey112>.

PEDIGO, L.P., ZEISS, M.R., 1996. Developing a degree-day model for predicting insect development. In: PEDIGO, L.P., ZEISS, M.R., *Analyses in Insect Ecology and Management*. Iowa State University Press, Ame, pp. 67-74.

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

- PRATISSOLI, D., PARRA, J.R.P., 2000. Desenvolvimento e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley criado em duas traças do tomateiro. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, vol. 35, pp. 1281-1288.
- PRATISSOLI, D., ZANUNCIO, J., VIANNA, U., ANDRADE, J., ZANOTTI, L., and SILVA, A., 2005. Biological characteristics of *Trichogramma pretiosum* and *Trichogramma acacioi* (Hym.: Trichogrammatidae), parasitoids of the avocado defoliator *Nipteria panacea* (Lep.: Geometridae), on eggs of *Anagasta kuehniella* (Lep.: Pyralidae). *Brazilian of Archives Biology and Technology*, vol. 48, pp. 7-13.
- PRATISSOLI, D.; PARRA, J.R.P., 2001. Selection of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) strains for the control of *Tuta absoluta* (Meyrick) and *Phthorimaea operculella* (Zeller) moths (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotropical Entomology*, vol. 30, no. 2, pp. 277-282.
- PRATISSOLI, F., OLIVEIRA, D., DAMASCENA, A., JUNIOR, L.A., and PRATISSOLI, D., 2021. Parasitismo de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: noctuidae). *Enciclopédia Biosfera*, vol. 18, no. 37.
- RAMALHO, D.G., 2018. Efeito do estresse hídrico na composição química de brássicas e sua influência em *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lep.: Plutellidae) e *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hym.: Trichogrammatidae). Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo.
- RAMOS COUTINHO, C., ARAÚJO DE SOUZA, S., DOS SANTOS PONTES, A., SEKIGUCHI DE GODOY, M., FAGUNDES PEREIRA, F., and PASTORI, P.L., 2021. Thermal requirements of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) lines in *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae) eggs. *Revista Colombiana de Entomologia*, vol. 47, no. 1.

- RICALDE, M.P., GARCIA, F.R.M., 2013. Insetos e ácaros associados à cultura da oliveira na América do Sul. *Revista de Ciências Ambientais*, vol. 7, no. 2. pp. 61-72.
- RODRIGUES, S.M.M., and SAMPAIO, M.V., 2020. Armazenamento de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em baixas temperaturas. *Arquivos do Instituto Biológico*, vol. 78, pp. 45-51.
- SALAMINA, B.A.Z., 1997. Bioecologia de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879, para o controle de *Anticarsia gemmatilis* Hubner, 1818, na cultura da soja. p. 106. Tese de doutorado, ESALQ/USP, Piracicaba.
- SCHEUNEMANN, T., GRÜTZMACHER, A.D., NÖRNBERG, S.D., GONÇALVES, R.S., NAVA, D.E. Deu traça. *Revista HF Cultivar*, v.105, p.14-16, 2017.
- SCHEUNEMANN, T., MANICA BERTO, R., NÖRNBERG, S.D., GONÇALVES, R.S., GRÜTZMACHER, A.D., and NAVA, D.E., 2019. Biology and fertility life tables for *Palpita forficifera* (Lepidoptera: Crambidae) reared on three olive cultivars and privet. *Journal of Economic Entomology*, vol. 112, no. 1, 450-456.
- SCHEUNEMANN, T., BERNARDI, D., and NAVA, D.E. Pragas da oliveira. *Cultivar HF*, n. p. 10-13, 2019.
- SOUTHWOOD, T.R.E., 1995. Ecological methods. London, Chapman & Hall, pp. 524.
- VAN LENTEREN, J.C., and BUENO, V.H., 2003. Augmentative biological control of arthropods in Latin America. *BioControl*, vol. 48, no. 2, pp. 123-139.
- VIANNA, U.R., PRATISSOLI, D., ZANUNCIO, J.C., DE ALENCAR, J.R., and ZINGER, F.D., 2020. Espécies e/ou linhagens de *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle de *Anticarsia gemmatilis* (Lepidoptera: Noctuidae). *Arquivos do Instituto Biológico*, vol. 78, pp. 81-87.

WERREN, J.H., 1997. Biology of Wolbachia. *Annual Review of Entomology*, vol. 42, pp. 587–609.

ZAGO, H., 2003. Tabela de vida de fertilidade de *Trichogramma pratissolii* Querino and Zucchi, (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em hospedeiros alternativos, sob diferentes temperaturas. *Ciência e Agrotecnologia*, 2008, vol. 32, pp. 1214-1217.

ZAGO, H.B., PRATISSOLI, D., BARROS, R., GONDIM J.R., and SANTOS J.R., 2007. Capacidade de Parasitismo de *Trichogramma pratissolii* Querino and Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em hospedeiros alternativos, sob diferentes temperaturas. *Neotropical Entomology*, vol. 36, pp. 084-089.

**Tabela 1.** Média ( $\pm$  erro padrão) da duração (dias) do período ovo-adulto, porcentagem de parasitismo e razão sexual de cinco linhagens de *Trichogramma foersteri* criados em diferentes temperaturas. Umidade relativa do ar de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 14h.

Tratamentos	Temperatura (°C)					
	10*	15	20	25	30	
Duração (ovo a adulto)						
R1	-	33,0 ± 0,76A <sup>ns</sup>	24,0 ± 0,76 aB	12,5 ± 0,00 aC	7,5 ± 0,00 aD	<i>F</i> = 10,13; gl= 4, 25; <i>P</i> < 0.0001
R2	-	34,0 ± 0,76A	22,0 ± 0,76 bB	11,5 ± 0,00 abC	6,5 ± 0,00bD	<i>F</i> = 17,90; gl = 4, 25; <i>P</i> < 0.0001
R3	-	33,0 ± 0,76A	24,0 ± 0,70 aB	10,5 ± 0,00 bC	7,5 ± 0,00 aD	<i>F</i> = 8,34; gl= 4, 25; <i>P</i> < 0.0001
R4	-	32,0 ± 0,76A	24,0 ± 0,80 aB	12,5 ± 0,00 aC	7,5 ± 0,00 aD	<i>F</i> = 8,00; gl = 4, 25; <i>P</i> < 0.0001
R5	-	32,0 ± 0,75A	24,0 ± 0,70 aB	12,0 ± 0,00 aC	7,5 ± 0,00 aD	<i>F</i> = 8,12; gl = 4, 25; <i>P</i> < 0.0001
F		4,11	3,17	2,13	5,10	
gl		4, 25	4, 25	4, 25	4, 25	
p		=0,2231	<0,0001	<0,0001	<0,0001	
Parasitismo (%)						
R1	-	60,8 ± 3,83A <sup>ns</sup>	59,8 ± 6,49A <sup>ns</sup>	58,5 ± 3,54A <sup>ns</sup>	59,5 ± 2,96A <sup>ns</sup>	<i>F</i> = 22,14; gl = 4, 25; <i>P</i> =0,1134
R2	-	57,6 ± 8,57A	61,5 ± 2,29A	62,6 ± 5,08A	57,6 ± 4,55A	<i>F</i> = 15,44; gl = 4, 25; <i>P</i> =0,3218
R3	-	60,3 ± 3,10A	62,6 ± 3,91A	61,6 ± 2,32A	52,1 ± 4,82B	<i>F</i> = 12,44; gl = 4, 25; <i>P</i> < 0.0001
R4	-	60,0 ± 2,73A	62,3 ± 2,66A	61,0 ± 2,50A	60,6 ± 1,28A	<i>F</i> = 13,56; gl = 4, 25; <i>P</i> =0,1211
R5	-	62,2 ± 2,67A	59,0 ± 5,09 A	59,2 ± 2,54A	53,3 ± 5,02A	<i>F</i> = 18,10; gl = 4, 25; <i>P</i> < 0.0001
F		11,12	10,09	12,24	10,31	
gl		4, 25	4, 25	4, 25	4, 25	
p		=0,0734	=0,0984	=0,0231	=0,0146	
Razão sexual						
R1	-	0,79 ± 0,04A <sup>**</sup>	0,74 ± 0,05A <sup>**</sup>	0,77 ± 0,03A <sup>**</sup>	0,81 ± 0,07A <sup>**</sup>	$\chi^2$ = 35,11; gl = 4, 25; <i>P</i> =0,2213
R2	-	0,81 ± 0,08A	0,85 ± 0,05A	0,77 ± 0,04A	0,77 ± 0,02A	$\chi^2$ = 44,87; gl = 4, 25; <i>P</i> =0,1132
R3	-	1,00 ± 0,00A	1,00 ± 0,00A	1,00 ± 0,00A	1,00 ± 0,00A	$\chi^2$ = 42,90; gl = 4, 25; <i>P</i> =0,1021
R4	-	1,00 ± 0,00A	1,00 ± 0,00A	1,00 ± 0,00A	1,00 ± 0,00A	$\chi^2$ = 44,17; gl = 4; 25; <i>P</i> =0,3544
R5	-	1,00 ± 0,00A	1,00 ± 0,00A	1,00 ± 0,00A	1,00 ± 0,00A	$\chi^2$ = 41,90; gl = 4, 25; <i>P</i> =0,1125
$\chi^2$		4,11	2,10	5,17	6,11	
gl		4, 25	4, 25	4, 25	4, 25	
p		=0,2202	=0,2677	=0,1144	=0,1021	

\* Temperatura não utilizada para análise estatística, pois não ocorreu desenvolvimento. Médias seguidas de mesma letra minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si, Teste Tukey,  $p < 0,05$ . ns: não significativo na coluna pelo Teste Tukey,  $p < 0,05$ ; \*\* não significativo pelo teste de qui-quadrado

**Tabela 2.** Limiar térmico inferior de desenvolvimento (Tb), constante térmica (K), equação linear da velocidade de desenvolvimento (1/D) e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) da fase de ovo-adulto de linhagem de *Trichogramma foersteri*.

Linhagens	Tb (°C)	K (GD)	Equação de regressão linear	$R^2$	F	p-valor
R1	12,23	144,50	$y = -0,08502 + 0,00692x$	0,93	26,97	0,1113
R2	12,98	120,48	$y = -0,10775 + 0,00830x$	0,93	26,92	0,1018
R3	12,14	137,90	$y = -0,08806 + 0,00725x$	0,95	38,12	0,0252
R4	12,11	145,13	$y = -0,08350 + 0,00689x$	0,93	25,33	0,1193
R5	12,09	143,67	$y = -0,08417 + 0,00696x$	0,95	28,96	0,0328

**Tabela 3.** Média ( $\pm$  erro padrão) da porcentagem de parasitismo, emergência, razão sexual e longevidade de cinco linhagens de *Trichogramma foersteri* quando adultos foram criados em diferentes temperaturas. Umidade relativa do ar de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 14h.

Linhagens	Temperatura (°C)					
	10*	15	20	25	30	
Parasitismo (%)						
R1	-	49,5 ± 3,50Aa	40,2 ± 4,5ABa	31,0 ± 4,9Bb	47,0 ± 4,0Aa	$F = 14,10$ ; gl = 3, 96; $P < 0.0001$
R2	-	49,5 ± 3,8Aa	41,2 ± 3,5ABa	40,8 ± 5,4ABa	38,2 ± 3,9Abc	$F = 10,08$ ; gl = 3, 96; $P < 0.0001$
R3	-	48,7 ± 4,5Aa	45,5 ± 4,0Aab	43,7 ± 6,2Aa	31,0 ± 3,2Bc	$F = 12,34$ ; gl = 3, 96; $P < 0.0001$
R4	-	41,8 ± 3,10Ab	36,3 ± 3,5Abc	40,7 ± 5,2Aa	38,0 ± 3,9Abc	$F = 18,11$ ; gl = 3, 96; $P < 0.0001$
R5	-	50,0 ± 4,3Aa	31,8 ± 3,7Cc	37,2 ± 5,0BCab	45,5 ± 3,8ABab	$F = 13,10$ ; gl = 3, 96; $P < 0.0001$
F		2,13	7,11	2,09	6,43	
gl		4, 119	4, 119	4, 119	4, 119	
p		=0,2231	<0,0001	<0,0001	<0,0001	
Emergência (%)						
R1	-	95,3 ± 4,1Aa	94,4 ± 4,1Aa	75,0 ± 8,80Bc	99,0 ± 0,9Aa	$F = 23,12$ ; gl = 3, 96; $P = 0,0967$
R2	-	90,9 ± 5,0Aa	99,1 ± 0,5Aa	100,0 ± 0,00Aa	91,1 ± 5,6Aa	$F = 25,10$ ; gl = 3, 96; $P = 0,1110$
R3	-	88,8 ± 5,6Aa	93,8 ± 4,1Aa	79,2 ± 8,3Ac	98,0 ± 1,6Aa	$F = 22,12$ ; gl = 3, 96; $P = 0,1911$
R4	-	98,3 ± 0,9Aa	94,1 ± 4,1ABa	83,3 ± 7,6Bbc	91,0 ± 5,6ABa	$F = 23,06$ ; gl = 3, 96; $P < 0.0001$
R5	-	98,6 ± 0,7Aa	94,0 ± 4,1Aa	91,7 ± 5,6Aab	99,9 ± 0,1Aa	$F = 28,01$ ; gl = 3, 96; $P = 0,1312$
F		22,09	15,64	10,11	21,08	
gl		4, 119	4, 119	4, 119	4, 119	
p		=0,0231	=0,0977	<0,0001	=0,0201	
Razão sexual						
R1	-	0,8 ± 0,1** <sup>ns</sup>	0,8 ± 0,1**	0,6 ± 0,1**	0,8 ± 0,1**	$\chi^2 = 21,10$ ; gl = 3, 96; $P = 0,1231$
R2	-	0,8 ± 0,1 <sup>ns</sup>	0,8 ± 0,1	0,6 ± 0,2	0,9 ± 0,0	$\chi^2 = 36,07$ ; gl = 3, 96; $P = 0,1098$
R3	-	0,9 ± 0,1 <sup>ns</sup>	1,0 ± 0,0	0,8 ± 0,1	1,0 ± 0,0	$\chi^2 = 32,12$ ; gl = 3, 96; $P = 0,1212$
R4	-	1,0 ± 0,0 <sup>ns</sup>	1,0 ± 0,0	0,8 ± 0,1	1,0 ± 0,0	$\chi^2 = 28,17$ ; gl = 3, 96; $P = 0,0243$
R5	-	1,0 ± 0,0 <sup>ns</sup>	1,0 ± 0,0	0,9 ± 0,1	1,0 ± 0,0	$\chi^2 = 31,10$ ; gl = 3, 96; $P = 0,1100$
$\chi^2$		2,10	5,12	3,18	6,09	
gl		4, 119	4, 119	4, 119	4, 119	
p		=0,0896	=0,1134	=0,1354	=0,0944	
Longevidade						
R1	-	57,9 ± 1,6Aa	26,3 ± 1,3Ba	10,3 ± 0,7Cb	6,0 ± 0,3Da	$F = 4,10$ ; gl = 3, 96; $P < 0.0001$
R2	-	51,7 ± 3,9Aa	24,2 ± 1,0Ba	10,2 ± 0,4Cb	5,9 ± 0,3Da	$F = 2,08$ ; gl = 3, 96; $P < 0.0001$
R3	-	57,0 ± 2,2Aa	25,4 ± 1,3Ba	10,8 ± 0,5Cab	5,9 ± 0,3Da	$F = 2,34$ ; gl = 3, 96; $P < 0.0001$

R4	-	58,0 ± 2,7Aa	23,9 ± 1,4Ba	12,1 ± 0,4Ca	5,9 ± 0,3Da	$F = 5,78$ ; gl = 3, 96; $P < 0.0001$
R5	-	55,5 ± 2,5Aa	24,0 ± 1,1Ba	11,2 ± 0,7Cab	6,2 ± 0,3Da	$F = 3,22$ ; gl = 3, 96; $P < 0.0001$
F		7,12	8,18	4,15	3,19	
gl		4, 119	4, 119	4, 119	4, 119	
p		=0,1021	=0,1398	<0,0001	=0,1765	

\* Temperatura não utilizada para análise estatística, pois não ocorreu desenvolvimento. Médias seguidas de mesma letra minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si, Teste Tukey,  $p < 0,05$ . ns: não significativo na linha pelo teste de qui-quadrado; \*\* não significativo na coluna pelo teste de qui-quadrado

**Tabela 4.** Tabela de vida de fertilidade de linhagens de *Trichogramma foersteri* em diferentes temperaturas constantes e multiplicado em ovos *Palpita forficifera*.

Temperaturas/ Linhagens	T (dias)	R <sub>o</sub> (♀ / ♀)	r <sub>m</sub> (♀ / ♀ [dias])	λ
15°C				
R1	51,6 ± 1,60 ab	11,5 ± 0,10 b	0,008 ± 0,001 c	1,008 ± 0,001 c
R2	52,3 ± 1,34 a	11,6 ± 0,09 b	0,009 ± 0,001 c	1,009 ± 0,001 c
R3	49,3 ± 1,70 b	20,8 ± 0,99 a	0,048 ± 0,003 a	1,050 ± 0,003 a
R4	53,9 ± 1,54 a	11,1 ± 0,23 b	0,003 ± 0,001 c	1,003 ± 0,003 c
R5	53,0 ± 1,7 a	12,7 ± 0,23 b	0,019 ± 0,002 b	1,019 ± 0,003 b
20°C				
R1	36,5 ± 1,46 a	11,1 ± 0,12 b	0,003 ± 0,001 b	1,000 ± 0,001 a
R2	35,8 ± 1,60 a	11,3 ± 0,11 b	0,009 ± 0,001 b	1,009 ± 0,001 a
R3	35,1 ± 1,70 a	21,5 ± 0,21 a	0,023 ± 0,001 a	1,011 ± 0,002 a
R4	35,4 ± 1,74 a	22,1 ± 0,21 a	0,021 ± 0,002 a	1,001 ± 0,003 a
R5	35,4 ± 1,65 a	10,5 ± 0,07 c	0,002 ± 0,001 b	1,012 ± 0,001 a
25°C				
R1	23,7 ± 2,10 a	11,0 ± 0,03 c	0,002 ± 0,001 c	1,000 ± 0,001 b
R2	20,9 ± 1,98 a	11,6 ± 0,22 c	0,020 ± 0,006 b	1,024 ± 0,006 b
R3	21,2 ± 2,24 a	22,5 ± 0,34 a	0,073 ± 0,008 a	1,140 ± 0,008 a
R4	23,6 ± 1,95 a	11,8 ± 0,26 c	0,026 ± 0,006 b	1,026 ± 0,006 b
R5	20,6 ± 1,53 a	17,4 ± 1,01 b	0,097 ± 0,002 a	1,102 ± 0,011 a
30°C				
R1	17,4 ± 1,79 a	11,7 ± 0,14 b	0,030 ± 0,005 b	1,031 ± 0,005 b
R2	16,2 ± 1,77 a	11,2 ± 0,12 b	0,012 ± 0,002 b	1,012 ± 0,006 b
R3	18,9 ± 1,77 a	20,9 ± 0,02 a	0,130 ± 0,001 a	0,193 ± 0,005 a
R4	16,4 ± 1,60 a	19,1 ± 0,86 a	0,161 ± 0,003 a	1,170 ± 0,004 a
R5	19,6 ± 1,70 a	11,8 ± 0,15 b	0,031 ± 0,001 b	1,031 ± 0,005 ab

<sup>1</sup>Valores representam a média ± Erro padrão obtida pelo método Jackknife no software SAS.

T = tempo de geração;

R<sub>o</sub> = taxa reprodutiva líquida;

r<sub>m</sub> = taxa intrínseca de aumento

λ = taxa finita de aumento.

Letras diferentes dentro da mesma temperatura indicam diferenças significativas dentro de uma linha [(teste de Tukey), P <0,05]

**Artigo 2 – Neotropical Entomology**

(A ser submetido)

**Seleção de Linhagens de *Trichogramma foersteri* e *Trichogramma pretiosum*  
(Hymenoptera: Trichogrammatidae), para o Controle de *Palpita forficifera*  
(Lepidoptera: Crambidae)**

Guido Aguilera Villalba<sup>1</sup>, Tiago Scheunemann<sup>1</sup>, Alexandra Peter Krüger<sup>1</sup>, Luís Miguel Corrêa<sup>2</sup>, Daniel Bernardi<sup>1</sup> & Dori Edson Nava<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil

<sup>2</sup> Bolsista em Iniciação Científica, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil

<sup>3</sup> Embrapa Clima Temperado, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil

**Resumo** - *Palpita forficifera* Munroe 1959 é um lepidóptero-praga de origem da região Neotropical e vem causando prejuízos nos cultivos de oliveira do Brasil e do Uruguai. *Trichogramma* é um importante parasitoide de ovos de lepidópteros e vem sendo usado em programas de controle biológico de pragas em diversas partes do mundo. Deste modo, o objetivo do presente trabalho foi selecionar espécies e/ou linhagens de *Trichogramma* como possíveis agentes de controle de *P. forficifera*. A seleção foi realizada a partir de cinco linhagens de *Trichogramma foersteri* Takahashi (R1, R2, R3, R4 e R5) e quatro de *Trichogramma pretiosum* Riley (AC, PR, MJU e RVI). Foram avaliados os seguintes parâmetros biológicos: duração do período (dias) ovo-adulto, razão sexual (rs), porcentagens de parasitismo e emergência, número de parasitoides por ovo, número de ovos parasitados e longevidade (dias) dos insetos. As linhagens de *T. foersteri* apresentaram a maior porcentagem média diária de parasitismo em relação às de *T. pretiosum*. Entretanto, o número de ovos parasitados foi próximo, com exceção

da linhagem RVI de *T. pretiosum*. A taxa de emergência e o tempo de desenvolvimento (ovo-adulto) foi maior em *T. foersteri* do que *T. pretiosum*. A longevidade de fêmeas variou de 9,0 a 14,68 dias, enquanto a dos machos variou de 6,67 a 12,68 dias, sendo de uma maneira geral menos longevos do que as fêmeas para ambas as espécies. De uma maneira geral *T. foersteri* apresenta melhores condições biológicas em ovos de *P. forficifera* do que *T. pretiosum* o que demonstra a potencialidade de uso para programas de multiplicação e liberação em campo para o manejo da lagarta da oliveira.

**Palavras-chave:** Parasitoide de ovos. Manejo fitossanitário. Adaptação a diferentes temperaturas. Olivicultura.

## **Introdução**

O Brasil é considerado um dos maiores importadores de produtos derivados da oliveira no âmbito mundial, sendo considerado o segundo maior importador de azeitona e azeite (COI 2021). A produção nacional de azeite e azeitona é de menos de 1% da demanda, mas as áreas de produção têm aumentado nos últimos anos em função da oportunidade em ocupar parte desse mercado. As principais áreas de produção estão localizadas nos estados de Minas Gerais (MG), São Paulo (SP) e Rio Grande do Sul (RS), sendo que esse último é responsável pela produção de aproximadamente 60% da produção nacional, que é de 83 mil toneladas (PRO-OLIVA 2021). A qualidade do azeite brasileiro não deixa nada a desejar em relação ao azeite produzido na região do mediterrâneo, mas os cultivos apresentam alguns gargalos que precisam ser sanados no intuito de viabilizar economicamente os plantios de oliveiras e permitir que o Brasil se torne um grande produtor de azeite de alta qualidade, gerando renda e emprego para o setor e reduzindo gastos na produção e com as importações (Vieira 2019).

Nas principais regiões de produção de oliveira no mundo, existe a ocorrência de inúmeras pragas, sendo que várias são controladas por inimigos naturais. No Brasil há espécies que podem causar perdas econômicas, como a lagarta-da-oliveira *Palpita forficifera* Munroe, 1959 (Lepidoptera: Crambidae) que devido ao aumento da área de cultivo, se tornou a principal praga e tem preocupado o setor (Ricalde *et al* 2015).

Na Europa, cerca de 40% da redução da produção de um olival está relacionada aos ataques de pragas (insetos, doenças e plantas daninhas), no qual 18% está associado aos insetos, com custos anuais de controle que podem chegar até 150 milhões de euros (Rodrigues 2016). No Brasil, as perdas causadas por pragas ainda não foram estimadas. Ricalde (2013) destaca que *P. forficifera* é o principal inseto-praga e causa danos em brotações tanto de plantas estabelecidas como de plantas jovens. As fêmeas ovipositam nas brotações e as lagartas ao eclodirem, iniciam a alimentação raspando os primórdios foliares e à medida que aumentam de tamanho podem consumir folhas inteiras. Os danos provocados consistem na redução da área foliar e, no comprometimento das gemas vegetais que são responsáveis pela produção do ano seguinte, visto que a oliveira frutifica nessas brotações (Scheunemann *et al* 2019).

Com a problemática no uso de defensivos fitossanitários em uma cultura classificada como de Suporte Fitossanitário Insuficiente (CSFI) (ou *Minor crops*, em inglês) os agentes de controle biológico podem ser uma importante estratégia que vem sendo utilizado mundialmente cada vez com mais força, através da liberação, incremento e conservação de inimigos naturais (parasitoides, predadores e microrganismos), impedindo que os insetos-praga atinjam níveis de causar dano econômico. Dentre os agentes de controle biológico utilizados para lepidópteros-praga, destaca-se o gênero *Trichogramma* que é considerado o principal parasitoide de ovos e responsável por manter em equilíbrio as populações das pragas. *Trichogramma* possui

uma ampla distribuição mundial e várias espécies são criadas em hospedeiros alternativos, o que viabiliza os programas de controle biológico com liberações inundativas. Além disso, espécies de *Trichogramma* utilizam o estágio de ovo do hospedeiro para crescer e se desenvolver, impedindo assim que ocorra a eclosão e consequentemente a alimentação e o dano da praga (Parra & Cênsoli 2009).

O uso de parasitoides nativos e que estejam adaptados a uma região é um dos pontos que pode favorecer a implantação dos programas de controle biológico. No entanto, para que espécies/linhagens locais possam ser utilizadas como alternativa no controle de pragas existe a necessidade de multiplicação das mesmas em larga escala em hospedeiros alternativos e que mantenham a qualidade de seus parâmetros bioecológicos como a taxa de parasitismo, razão sexual, longevidade e capacidade de voo (Parra & Cênsoli 2009).

Dentre os parâmetros a serem avaliados para a seleção de linhagens visando a criação massal torna-se imprescindível conhecer o melhor hospedeiro para a multiplicação, a densidade de ovos do hospedeiro, o tamanho e a qualidade do mesmo, o tempo de exposição do parasitoide/hospedeiro e o conhecimento das exigências térmicas. Entretanto por se tratar de um parasitoide cosmopolita, a maioria das espécies de *Trichogramma* apresenta evidências de variação interespecífica e intraespecíficas na preferência hospedeira (Hassan 1989), o que resulta na aceitação de determinados hospedeiros, devido ao comportamento de busca, orientado por características nutricionais e morfológicas do ovo hospedeiro (Parra 2019). Neste contexto, objetivou-se com este trabalho selecionar a(s) espécie(s) e ou linhagem(s) de *Trichogramma*, para o controle de *P. forficifera* a partir de parâmetros biológicos avaliados em condições de laboratório.

## **Materiais e Métodos**

O trabalho foi realizado no Laboratório de Entomologia da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil, em sala climatizada com temperatura de  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa do ar de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 14h.

### **Criação de *Palpita forficifera***

Ovos da *P. forficifera* utilizados para multiplicação de *Trichogramma* foram obtidos da criação mantida em laboratório conforme proposto por Scheunemann *et al* (2019). Para o desenvolvimento larval utilizou-se gaiolas de plástico (30 cm de largura x 30 cm de altura x 45 cm de comprimento) contendo brotações de oliveira da cv. Koroneiki, que foram oferecidos diariamente até a pupação. Ao emergir os adultos foram transferidos para gaiolas de plástico transparente (22 cm de altura x 16 cm de diâmetro), confeccionadas a partir de garrafas Pet (5L). A parte superior foi removida e para evitar a fuga dos adultos foi utilizado um tecido tipo tule, que foi ajustado a gaiola por meio de elástico. Em cada gaiola foram mantidos 20 casais, sendo alimentados com uma solução de mel a 10% (água e mel) e água. Tanto a água quanto a solução de mel foram oferecidos em tubos plásticos tipo Falcon de 10 mL, por capilaridade em algodão embebido. Os recipientes contendo o alimento e a água foram ajustados a orifícios na lateral da gaiola.

Os ovos foram obtidos na parte superior da gaiola por meio de um substrato de papel (12,5 cm de diâmetro) colocado sobre o tule e que foi mantido úmido a partir de pano esponja (Spontex™, Panesponja, Ilhéus, Brasil) ajustado sobre o papel filtro. Após o início da oviposição, diariamente o papel filtro contendo os ovos foi retirado, e armazenado em placas Petri (9 cm de diâmetro) em câmara climatizada a  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ . Uma

parte dos ovos foi utilizada para os experimentos e a outra parte foi utilizada para a criação de manutenção.

### **Obtenção e criação de manutenção de *Trichogramma***

Foram avaliadas nove linhagens/espécies de *Trichogramma*, sendo cinco linhagens de *T. foersteri* Takahashi, 2021 coletadas em olivais nos municípios de Pelotas e Rio Grande, Rio Grande do Sul, sendo denominadas com os códigos R1, R2, R3, R4 e R5 (Tabela 1). As outras quatro linhagens de *T. pretiosum* Riley, 1879 com o código definido do local de origem (AC, PR, MJU e RVI), provenientes do laboratório de Biologia de Insetos do Departamento de Entomologia e Acarologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) da Universidade de São Paulo (USP).

As linhagens de *T. foersteri* foram obtidas a partir de posturas de *P. forficifera* (ovos colocados em papel toalha), disponibilizadas nos olivais por 24h. Os parasitoides emergidos dos ovos de cada papel toalha foram considerados uma linhagem, sendo mantidos em tubos de vidro (20 cm de comprimento x 10 cm de largura). Assim que os parasitoides emergiram, foram ofertados ovos de *P. forficifera* de 12 horas, obtidos da criação de manutenção. Após um período de 24 horas de exposição procedeu-se à retirada dos ovos acondicionando-os em tubos de vidro (20 cm de comprimento x 10 cm de largura) vedados com filme plástico PVC devidamente identificados para evitar contaminação.

Para alimentação dos adultos foram colocados filetes de mel na lateral interna dos tubos de vidro. Além do mel foi colocado papel filtro umedecido de aproximadamente 2 cm de diâmetro dentro dos tubos a cada 48 horas para evitar a desidratação dos ovos de *P. forficifera* que estavam parasitados. Os tubos de vidro foram colocados em sala

climatizada e diariamente foi verificada a emergência dos parasitoides para a realização dos experimentos. Para identificação *T. foersteri*, foram enviados espécimes para a Dr. Ranyse Querino Barbosa da Embrapa Cerrado que procedeu a identificação por meio de uma avaliação morfológica e molecular.

### **Seleção de linhagens de *Trichogramma***

Foram selecionados 25 casais das nove linhagens (Tabela 1) de *Trichogramma* utilizadas nos experimentos. As linhagens de *T. pretiosum* foram mantidas por duas gerações em ovos de *P. forficifera* para evitar o condicionamento pre-imaginal. Após esse período, casais com 12 horas de idade de ambas as linhagens (tratamento) foram individualizados em tubos de vidro (8,5 x 2,5 cm) e tampados com filme plástico de PVC (Magipack<sup>®</sup>), contendo um filete de mel na lateral interna da parede do vidro como fonte de alimento. Diariamente, até o 15º dia, foi oferecido para cada casal uma cartela (2 x 1,5 cm) contendo 30 ovos de *P. forficifera* com 12h de idade e visivelmente aptos para o parasitismo, porem ao decorrer das horas muitos dos ovos viáveis se apresentavam inviáveis (o córion estava mal formado e os ovos apresentavam-se deformados). As cartelas foram confeccionadas com auxílio de um microscópio estereoscópico. Com uma tesoura procedeu-se o recorte do substrato de oviposição, totalizando 30 ovos por cartela. Após 24h de exposição aos parasitoides, as cartelas contendo os ovos foram retiradas e acondicionadas em outros tubos de vidro (8,5 cm e 2,5 cm) fechado com plástico filme PVC. Este procedimento foi repetido durante 15 dias ou até a morte das fêmeas. Para evitar o ressecamento dos ovos após o parasitismo, foi adicionado em cada tubo um pedaço de papel úmido (1 x 1cm), assim como, procedeu-se á identificação dos tubos com data e a linhagens/espécie correspondente. Os tubos foram mantidos em sala climatizada a uma temperatura de  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ , umidade

relativa do ar  $70\pm 10\%$  e fotofase de 14h e diariamente foram realizadas observações para realizar a manutenção da umidade e registrar a data de emergência.

Os parâmetros biológicos avaliados para cada tratamentos (linhagem/espécie) foram: duração do período ovo-adulto (dias), o número de ovos parasitados, a porcentagem (%) de parasitismo e emergência, o número de parasitoide emergidos por ovo, a razão sexual (rs) e a longevidade (dias) dos genitores e dos descendentes. A porcentagem de parasitismo foi calculada a partir do número de ovos parasitados (pretos) e a emergência foi obtida a partir do número de parasitoides emergidos dos ovos em relação aos ovos parasitados. A razão sexual foi estimada a partir da formula (rs:  $n^{\circ}$  de fêmeas /  $n^{\circ}$  de fêmeas +  $n^{\circ}$  de machos), sendo o sexo determinado com base nas características do dimorfismo apresentado nas antenas (fêmeas possuem a antena clavada e os machos antenas aristadas. Para a determinação da longevidade da geração  $F_1$  foram avaliados 25 casais dos descendentes, mantidos em tubos de vidro (8,5 cm e 2,5 cm) e alimentados com uma gotícula de mel. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com nove tratamentos (linhagens/espécies de *Trichogramma*, Tabela 1), sendo utilizado para cada tratamento 25 repetições.

### **Análise estatística**

Os dados biológicos foram verificados quanto a normalidade e a homoscedasticidade dos resíduos a partir dos testes de Shapiro Wilk (2020) e Bartlett (2020), respectivamente. Os dados referentes a porcentagem de ovos parasitados, número de parasitoides emergidos, tempo de desenvolvimento, número de parasitoides por ovo e razão sexual não atenderam aos pressupostos de normalidade e homoscedasticidade e, portanto, foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis ( $p \leq 0,05$ ). Confirmada a significância estatística, os dados foram comparados pelo teste de

Dunn ( $p \leq 0,05$ ). Os dados de longevidade dos genitores nos diferentes tratamentos, bem como dos descendentes (geração F1), foram analisados por meio de curvas de sobrevivência com o estimador Kaplan-Meier, e comparados usando o teste de log-rank. A partir dos parâmetros biológicos e para uma melhor discriminação das linhagens foi realizado uma análise de agrupamento (*cluster analyses*). Todas as análises estatísticas foram realizadas no software R versão 4.0.3 (R Core Team, 2020).

## Resultados e Discussão

A porcentagem de parasitismo diferiu significativamente ( $H= 160,37$ ,  $gl= 8$ ,  $p < 0,0001$ ) entre as espécies/linhagens de *Trichogramma* avaliadas, sendo que as linhagens R1, R2, R3 e R4 apresentaram os maiores valores, variando de 52,4 a 69,4%, embora R1 e R4 não tenham diferido de R5 (Tabela 2). As demais linhagens apresentaram taxas de parasitismo abaixo de 44,1%. As linhagens pertencentes a *T. pretiosum* (AC, PR, MJU e RVI) foram as de menor porcentagem de ovos parasitados (Tabela 2). Tais diferenças observadas entre as espécies/linhagens podem ser devido às variações interespecífica e intraespecífica que influenciam na aceitação hospedeira. É esperado que estas variações ocorram principalmente por se tratar de indivíduos provenientes de diferentes regiões e por este motivo terem comportamento diferenciado, sendo que estas diferenças no potencial de parasitismo entre espécies e/ou linhagens têm sido relatadas (Paes *et al* 2018). Por ser um hospedeiro com pouco estudo o comportamento de busca por parte do parasitoide pode variar de uma espécie e/ou linhagem para outra, sendo afetada por componentes nutricionais, morfologia do ovo hospedeiro e por diferenças nas respostas biológicas durante o processo de aceitação do hospedeiro (Pratissoli & Parra 2001). Apesar da porcentagem de parasitismo ter sido variável em função das espécies e linhagens, o número de ovos parasitados variou menos entre os tratamentos,

devido ao fato das linhagens das duas espécies possuírem comportamento de parasitismo diferente, ao longo do tempo diferente (Figura 1), ou seja, o parasitismo das linhagens de *T. foersteri* é concentrado nos quatro primeiros dias, enquanto as linhagens de *T. pretiosum* realizam o parasitismo por mais tempo.

As variações no parasitismo entre as espécies/linhagem observada neste trabalho também foi registrado em outros estudos como o descrito por Silva et al. (2016) que estudou características biológicas de 13 espécies/linhagens de *Trichogramma* em *Gymnandrosoma aurantianum* Lima (Lepidoptera: Tortricidae) com taxas de parasitismo variáveis entre 16 e 77,5%.

A baixa porcentagem de parasitismo demonstrada pelas linhagens de *T. pretiosum* em relação a *T. foersteri* pode aumentar se as mesmas forem mantidas nesse hospedeiro por várias gerações sucessivas. Carli et al. (2017) observaram aumento no parasitismo de *T. pretiosum* em ovos de *Grapholita molesta* Busck (Lepidoptera: Tortricidae), quando criados por cinco gerações neste hospedeiro. Portanto, não são apenas características nutricionais e morfológicas do hospedeiro que influenciam o parasitismo, mas também a adaptabilidade do parasitoide ao hospedeiro.

A porcentagem de emergência também diferiu significativamente entre as linhagens avaliadas ( $H = 127,29$ ,  $gl = 8$ ,  $p < 0,0001$ ), sendo observado a formação de dois grupos, um formado por *T. foersteri* que emergiu em taxas maiores, sendo superior a 90% e outro pelas linhagens de *T. pretiosum* em que as taxas foram menores a 61% (Tabela 2). Contudo, o presente resultado demonstra que, das espécies/linhagens de *Trichogramma*, ovos de *P. forficifera* podem ser adequados para o desenvolvimento destes parasitoides, ao contrário das linhagens de *T. pretiosum* que tiveram um desempenho inferior. A variação no percentual de emergência pode ocorrer devido às características físico-químicas de cada hospedeiro. Resultados próximos aos

encontrados no presente trabalho foram observados por Grande *et al* (2021), onde o percentual de emergência variou de 30,9 a 42,1%, para espécies/linhagens de *Trichogramma* em ovos de *G. aurantianum* e relacionaram tal resultado à perda excessiva de umidade dos ovos. Desta forma, a porcentagem de emergência, torna-se um importante fator relacionado ao sucesso no estabelecimento de programas de controle biológico e deve ser levada em consideração no uso de parasitoides de ovos para o manejo de insetos praga, pois, independente das taxas de parasitismo, baixas taxas de emergência podem prejudicar o estabelecimento de um programa de controle biológico (Del Pino *et al* 2020).

O período de desenvolvimento (ovo-adulto) dos parasitoides diferiu significativamente ( $H = 143,71$ ,  $gl = 8$ ,  $p < 0,0001$ ) entre as linhagens/espécies estudadas, variando de 9,64 a 11,78 dias (Tabela 2). Para esse parâmetro biológico também foi observado o mesmo comportamento do parâmetro porcentagem de emergência, ou seja, foi há a formação de dois grupos, um para as linhagens de *T. foersteri* e todas a suas linhagens e outro para as oriundas de *T. pretiosum* e suas linhagens.

Bueno *et al* (2010), no trabalho realizado com a mesma linhagem *T. pretiosum* coletada no município de Rio Verde (RVI) em ovos de *Pseudoplusia includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae), registraram o desenvolvimento mais rápido, entre todos os tricogramatídeos testados, o que pode ser observado pela menor duração de ovo-adulto (9,35 dias) diferindo significativamente de todas as demais espécies/linhagens, inclusive das linhagens da mesma espécie. De outro lado a linhagem R1 de *T. foersteri* apresentou a maior duração de ovo-adulto (Tabela 2).

A menor duração do período ovo-adulto observada para *T. pretiosum* linhagem MJU é desejável em um programa de controle biológico aplicado visto que permite um maior número de gerações do parasitoide no mesmo período de tempo, maximizando

seu potencial de controle no campo. Entre tanto, a seleção de linhagem/espécie deve ser feita por meio da avaliação conjunta de todos os parâmetros biológico avaliados. Provavelmente, esta diferença observada no desenvolvimento pré-imaginal de aproximadamente dois dias, deve ser uma característica das espécies de *Trichogramma* estudadas, já que houve uma pequena variação da duração dentre as linhagens de cada espécie.

Houve diferença significativa para o número de indivíduo por ovo nas espécies/linhagens testadas de *Trichogramma* ( $H= 83,33$ ,  $gl= 8$ ,  $p < 0,0001$ ), observando-se valores mínimos de um indivíduo por ovo, e com melhores desempenhos das linhagens/espécies R1, R2 e MJU (Tabela 2). Este resultado demonstra que ovos de *P. forficifera* são capazes de hospedar e fornecer condições adequadas para o desenvolvimento de um indivíduo parasitoide em média, provavelmente devido ao tamanho e à quantidade de nutrientes presentes nos mesmos. Resultados semelhantes ao da presente pesquisa, foram constatados por Bueno et al. (2010), que observaram uma variação de 1,0 a 1,2 parasitoide por ovo de *P. includens*. No entanto, valores diferentes foram relatados por Del Pino et al (2020), que verificaram médias variando de 1,4 a 1,8 indivíduos por ovo de *G. aurantianum*. O número de parasitoides emergidos por ovo é variável em função da qualidade e do volume do ovo do hospedeiro. Segundo Vinson (1997), o tamanho do hospedeiro não influencia apenas o número de ovos parasitados pela fêmea, mas também o tamanho do adulto de *Trichogramma*, o qual depende dos recursos nutricionais disponíveis para o desenvolvimento da larva. Portanto, com base no presente estudo, a geração de apenas um descendente em média por ovos de *P. forficifera*, permite inferir que estes parasitoides terão maior probabilidade de sobreviver em campo, uma vez que tiveram condições ideais para o desenvolvimento e consequentemente apresentaram melhor eficácia no parasitismo.

Houve diferença significativa ( $H = 146,02$ ,  $gl = 8$ ,  $p < 0,0001$ ) entre as médias de razão sexual para as espécies/linhagens de *Trichogramma*. Foram observados valores de razão sexual igual ou próximo a 1 para as linhagens de *T. foersteri*; enquanto para as linhagens de *T. pretiosum*, a razão sexual foi próxima de 0,5 (Tabela 2). A razão sexual de 1 representa que a totalidade dos indivíduos gerados são fêmeas. No entanto, esse resultado pode ser devido à qualidade do hospedeiro, à pressão de seleção, ou mesmo pelo fator abiótico temperatura. Além disso, estes resultados podem estar relacionados a fatores comportamentais das fêmeas que, durante o processo de aceitação hospedeira, otimizam a razão sexual dos descendentes para atender às condições locais (Vinson 1997, Souza *et al* 2016). Ou ainda ser a presença da bactéria Wolbachia, que causa alteração reprodutiva em inúmeros artrópodes, induzindo a partenogênese telítica (Almeida & Stouthamer 2017). Bueno *et al* (2010) observaram valores de razão sexual variando de 0,6 a 0,9 para espécies/linhagens de *Trichogramma* em ovos de *P. includens*. Viana *et al* (2020), similarmente, observaram uma variação na razão sexual de 0,6 a 0,8 para espécies/linhagens *Trichogramma* em ovos de *G. aurantianum*. A razão sexual é uma variável de importância singular, uma vez que, as fêmeas são as responsáveis pelo parasitismo no campo. Desta forma, populações de parasitoides que apresentem uma razão sexual alta, próximo a 1,0 são mais interessantes para liberações inundativas, pois apresentam mais indivíduos aptos a realizar o parasitismo.

A longevidade é uma característica importante, pois indivíduos mais longevos têm maior tempo para procurar e parasitar maior número de ovos dos hospedeiros. Com respeito a isso a maior longevidade foi observada pela linhagem AC de *T. pretiosum* tanto para fêmeas e machos sendo de 14 e 10 dias, respectivamente. Porém a menor longevidade foi representada pela linhagem de *T. foersteri* R2 para fêmeas e machos com 9 e 6 dias, respectivamente (Figura 2).

Tanto o hospedeiro utilizado para a multiplicação do parasitoide, quanto a sua origem, podem afetar a longevidade. Assim, Riveiro *et al* (2019) observaram que a longevidade de parasitoides criados em *A. kuehniella* foi de 19,9 dias, superior àquela de parasitoides provenientes de *Sitotroga cerealella* (Olivier), cuja longevidade foi de 4,5 dias. Pratissoli *et al* (2005) verificou que *T. pretiosum* proveniente de *Phthorimaea operculella* (Zeller) apresentou longevidade média de 16,5 dias, enquanto que parasitoides provenientes de *Tuta absoluta* (Meyrick) viveram em média 11,4 dias. Parra *et al* (2009) obtiveram longevidade maior (5,8 dias) para *T. galloi* Zucchi emergido de ovos de *A. kuehniella*, em relação àqueles provenientes de *S. cerealella* (2,1 dias), na temperatura de 25°C, indicando que o hospedeiro afeta a sobrevivência. Entretanto, Pereira *et al* (2019) e Favetti *et al* (2019) verificaram em seus respectivos trabalhos que *T. galloi* não sofreu efeito em função do hospedeiro de criação, não havendo diferenças entre *A. kuehniella*, *Corcyra cephalonica* (Stainton) e *S. cerealella*. Diferentemente do observado para *T. pretiosum* que foi mais longo quando criado em ovos de *C. cephalonica*, em relação a *A. kuehniella* e *S. cerealella*.

Com base na análise de agrupamento foi observada a formação de dois grupos (Figura 3), um com as linhagens de *T. foersteri* e outro com as linhagens de *T. pretiosum* e analisando os resultados obtidos para os parâmetros biológicos é possível afirmar que as linhagens R1, R2, R3 e R4 são mais promissoras para serem utilizadas em estudos de liberação em condições de campo em função de se observar maiores de valores de parasitismo, concentrado nos primeiros dias de vida. Entretanto, pelo fato de ser uma espécie recentemente descrita (Takahashi *et al* 2021) e dessa forma, pouco conhecida pela ciência, estudos complementares deverão ser realizados em condições de laboratório, como a viabilidade de uso de hospedeiros alternativos [*Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae), *Sitotroga cerealella* Oliver (Lepidoptera: Gelechiidae)

ou *Corcyra cephalonica* (Stainton) (Lepidoptera: Pyralidae] para a multiplicação em larga escala do parasitoide.

### Agradecimentos

Ao Professor José Roberto Postali Parra e ao Dr. Aloisio Coelho Junior da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo, pelo envio das linhagens de *T. pretiosum*.

### Referências

- Almeida R, Stouthamer R (2017) Filogenia do endosimbionte *Wolbachia* em *Trichogramma*, an alpha-proteobacteria (Rickettsiae). Braz. J. Biol. 78:421-428
- Bueno RCOF, Bueno AF, Parra JRP, Vieira SS, Oliveira LJ (2010) Biological characteristics and parasitism capacity of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae) on eggs of *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). Rev. Bras. Entomol, 54: 322-327
- Carli M, Coelho A, Milanez JM, Nardi C, Parra JRP (2017) Selection of *Trichogramma* species as potential natural enemies for the control of *Opogona sacchari* (Bojer). Sci Agric. 74:401-404
- Coi, Consejo Oleícola Internacional (2021) Disponível em:<<http://www.internationaloliveoil.org/estaticos/view/132-world-table-olive-figures>>. Acesso em 05 mai 2021
- Silva C, Morelli R, Parra JRP (2016) Effects of self-superparasitism and temperature on biological traits of two neotropical *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) species. J. Econ. Entomol. 109(4):1555-1563

- Del Pino M, Gallego R, Hernández Suárez E, Cabello T (2020) Effect of temperature on life history and parasitization behavior of *Trichogramma achaeae* Nagaraja and Nagarkatti (Hym: Trichogrammatidae). *Insects* 11(8): 482
- Grande MLM, De Queiroz AP, Gonçalves J, Hayashida R, Ventura MU, De Freitas Bueno A (2021) Impact of environmental variables on parasitism and emergence of *Trichogramma pretiosum*, *Telenomus remus* and *Telenomus podisi*. *Neotrop. Entomol.* 50:605–614
- Hassan SA (1989) Selection of suitable *Trichogramma* strains to control the codling moth *Cydia pomonella* and the two summer fruit tortrix moths *Adoxophyes orana*, *Pandemis heparana* (Lep.: Tortricidae). *Entomophaga*, 34(1):19-27
- Pratissoli D, Thuler RT, Andrade GS, Zanotti LCM, Silva AFD (2005) Estimativa de *Trichogramma pretiosum* Riley, para controle de *Tuta absoluta* Meyrick, em tomateiro. *Pesqui. Agropec. Brasil.* 40(7):715-718
- Pró-Oliva Evento Salão do Azeite, Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul (2021). Disponível em:<http://www.agricultura.rs.gov.br/pro-oliva>< Acesso em 23 de ago de 2021
- Parra JRP, Cônsoli FL (2019) Criação massal e controle de qualidade de parasitoides de ovos. *Revista Anual Universidade Federal de Lavras, Controle biológico de pragas, Lavras* pp. 169-198
- Paes JPP, Lima VLS, Pratissoli D, De Carvalho JR, De Freitas Bueno, RCO, (2018) Selection of parasitoids of the genus *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and parasitism at different eggs ages of *Duponchelia fovealis* (Lepidoptera: Crambidae) *Acta Scientiarum. Biological Sciences* 40:1-9
- Pratissoli D, Parra JRP (2001) Selection of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) strains for the control of *Tuta absoluta*

- (Meyrick) and *Phthorimaea operculella* (Zeller) moths (Lepidoptera: Gelechiidae). Neotrop. Entomol. 30(2):277-282
- Pereira ACQ, Dos Santos LC, Ramalho DG, Taguti PS, Dos Santos Costa JA, De Bortoli SA (2019) Ovos de *Diatraea saccharalis* tratados com produtos químico e biológico afetam o parasitismo e a longevidade de *Trichogramma galloi*? In Anais do Congresso Brasileiro de Fitossanidade 5(1): 2
- Ricalde MP, Nava DE, Loeck AE, Coutinho EF, Bisognin A, Garcia FRM (2015) Insects related to olive culture in Rio Grande do Sul State, Brazil, Cienc. Rural 45(12):2125-2130
- Rodrigues RMA (2016) Emergência do Sistema Olivícola no Estado do Rio Grande do Sul. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016
- Ribeiro LK, Nardi C, Junior AC, Parra JRP (2019). Efeito de baixas temperaturas no parasitismo e longevidade de *Trichogramma atopovirilia* Oatman; Platner criado em dois hospedeiros. In Anais do Congresso Brasileiro de Fitossanidade 5(1): 1
- R Core Team (2020) R A language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, URL <https://www.R-project.org/>.
- Shapiro SS, Wilk MB (1965) An analysis of variance test for normality (complete samples). Biometrika, 52: 591-611.
- Scheunemann T, Manica Berto R, Nörnberg SD, Gonçalves RS, Grützmacher AD, Nava DE (2019) Biology and fertility life tables for *Palpita forficifera* (Lepidoptera: Crambidae) reared on three olive cultivars and privet. J. Econ. Entomol. 112(1): 450-456

- Takahashi TA, Nishimura G, Querino RB, Foersteri, LA. (2021) An integrative taxonomy of a new species of *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) with high reproductive capacity. *Neotrop Entomol* 50: 90–99
- Vinson SB (1997) Comportamento de seleção hospedeira de parasitoides de ovos, com ênfase na família Trichogrammatidae. In: PARRA JRP, ZUCCHI RA, (1997) *Trichogramma e o controle biológico aplicado*. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, Piracicaba. pp. 67-120
- Vieira BN (2019) Manejo em um olival comercial e produção de azeite de oliva extravirgem. *Informe Agropecuário EPAMIG*, Belo Horizonte 27(231):79-83

Tabela 1. Descrição das linhagens de *Trichogramma* utilizadas para a seleção, levando-se em consideração a espécie, o hospedeiro, cultura e o local de coleta.

Código	Espécie	Hospedeiro	Cultura	Local de coleta
R1	<i>Trichogramma foersteri</i>	<i>Palpita forficifera</i>	Oliveira	Pelotas, RS
R2	<i>Trichogramma foersteri</i>	<i>Palpita forficifera</i>	Oliveira	Rio Grande, RS
R3	<i>Trichogramma foersteri</i>	<i>Palpita forficifera</i>	Oliveira	Pelotas, RS
R4	<i>Trichogramma foersteri</i>	<i>Palpita forficifera</i>	Oliveira	Rio Grande, RS
R5	<i>Trichogramma foersteri</i>	<i>Palpita forficifera</i>	Oliveira	Rio Grande, RS
AC	<i>Trichogramma pretiosum</i>	<i>Helicovera armigera</i>	Soja	Sorriso, MG
PR	<i>Trichogramma pretiosum</i>	<i>Anticarsia gemmatilis</i>	Soja	Lapa, PR
MJU	<i>Trichogramma pretiosum</i>	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Tomate	Maracaju, MS
RVI	<i>Trichogramma pretiosum</i>	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Soja	Rio Verde, GO

OBS: As linhagens de AC, PR, MJU e RVI pertencentes a *T. pretiosum* foram oriundas do laboratório de Biologia de Insetos do Departamento de Entomologia da ESALQ/ USP.

Tabela 2. Parâmetros biológicos (média  $\pm$  erro padrão) de linhagens de *Trichogramma foersteri* (R1, R2, R3, R4, R5) e *Trichogramma pretiosum* (AC, PR, MJU, RVI) em ovos de *Palpita forficifera*. Temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , umidade relativa de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 14h.

Linhagens	Parasitismo (%) <sup>a</sup>	Nº total de ovos parasitados	Emergência (%) <sup>a</sup>	Parasitoides/ovo <sup>a</sup>	Razão sexual <sup>a</sup>	Tempo de desenvolvimento (dias) <sup>a</sup>
R1	60,53 $\pm$ 2,95 ab	32,80 $\pm$ 2,61 ab	90,04 $\pm$ 2,43 a	1,16 $\pm$ 0,02 a	0,71 $\pm$ 0,03 bc	11,78 $\pm$ 0,11 a
R2	69,40 $\pm$ 2,62 a	36,20 $\pm$ 2,17 ab	94,07 $\pm$ 1,95 a	1,11 $\pm$ 0,02 a	0,80 $\pm$ 0,02 b	11,42 $\pm$ 0,06 a
R3	64,42 $\pm$ 2,28 a	45,56 $\pm$ 1,64 a	95,22 $\pm$ 1,44 a	1,05 $\pm$ 0,01 bc	0,98 $\pm$ 0,01 a	11,23 $\pm$ 0,09 a
R4	52,41 $\pm$ 3,50 ab	35,95 $\pm$ 2,16 ab	97,48 $\pm$ 0,76 a	1,00 $\pm$ 0,01 c	1,00 $\pm$ 0,00 a	11,60 $\pm$ 0,10 a
R5	44,14 $\pm$ 2,24 b	30,28 $\pm$ 1,51 bc	96,19 $\pm$ 1,70 a	1,00 $\pm$ 0,01 c	0,99 $\pm$ 0,01 a	11,56 $\pm$ 0,10 a
AC	20,99 $\pm$ 1,89 c	46,42 $\pm$ 4,52 a	47,28 $\pm$ 3,75 b	1,06 $\pm$ 0,05 bc	0,50 $\pm$ 0,04 c	9,88 $\pm$ 0,10 b
PR	18,28 $\pm$ 1,52 c	35,82 $\pm$ 3,89 ab	56,45 $\pm$ 4,04 b	1,05 $\pm$ 0,04 bc	0,66 $\pm$ 0,03 bc	9,76 $\pm$ 0,11 b
MJU	12,18 $\pm$ 1,27 c	32,86 $\pm$ 4,54 ab	61,55 $\pm$ 3,71 b	1,14 $\pm$ 0,05 a	0,58 $\pm$ 0,04 bc	9,64 $\pm$ 0,10 b
RVI	7,90 $\pm$ 1,07 c	15,05 $\pm$ 2,97 c	51,68 $\pm$ 6,59 b	1,06 $\pm$ 0,37 bc	0,51 $\pm$ 0,06 bc	9,81 $\pm$ 0,13 b

<sup>a</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste Dunn ( $p \leq 0,05$ ).

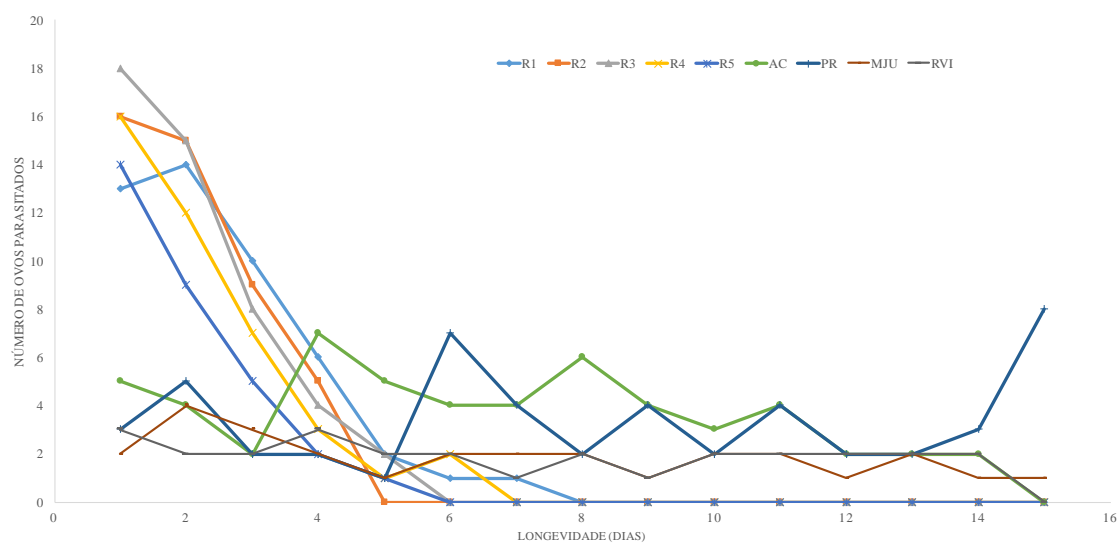


Figura 1. Ritmo diário de parasitismo de espécies/linhagens de *Trichogramma* em ovos de *Palpita forficifera*.

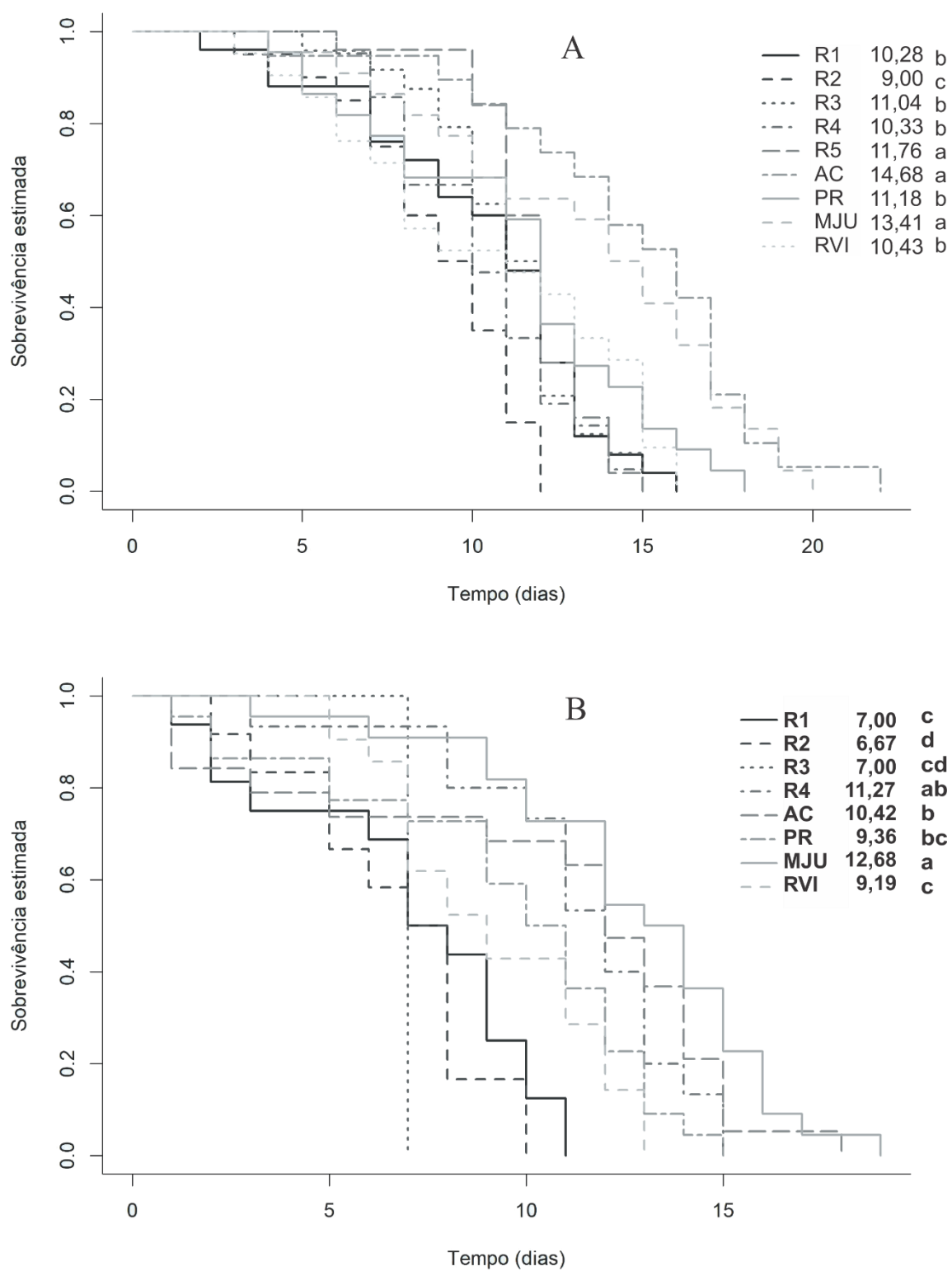


Figura 2. Longevidade (dias) dos progenitores fêmea (A) e machos (B) de diferentes linhagens de *Trichogramma foersteri* (R1, R2, R3, R4 e R5) e *Trichogramma pretiosum* (AC, PR, MJU, RVI) criados em ovos de *Palpita forficifera*. Tratamentos seguidos pela mesma letra não diferem pelo teste de log-rank ( $p \leq 0,05$ ).

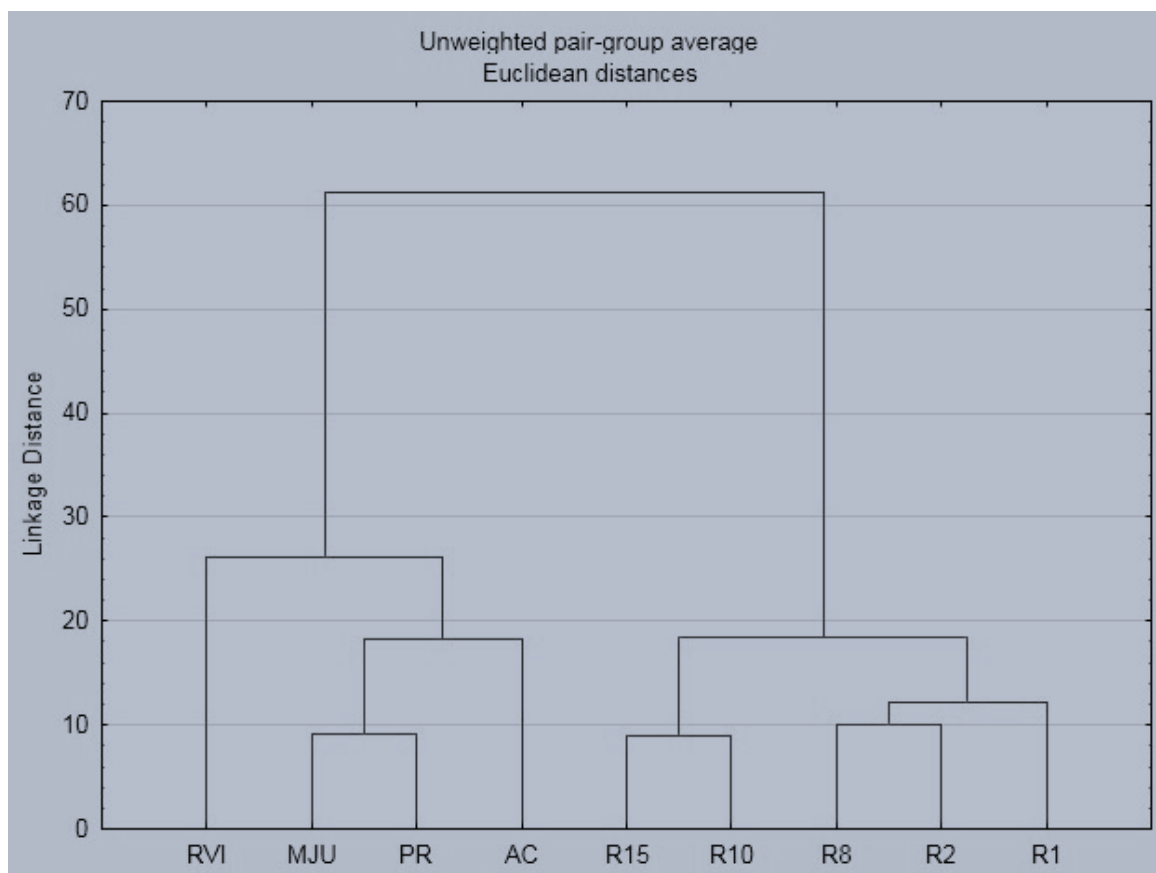


Figura 3. Fenograma comparativo de nove linhagens de *Trichogramma foersteri* e *T. pretiosum*, criados em ovos de *P. forficifera*, resultando na análise de agrupamento realizado com base nos parâmetros biológicos avaliados (porcentagem de ovos parasitados, número de parasitoides emergidos, tempo de desenvolvimento, número de parasitoides por ovo, razão sexual e longevidade de fêmeas). Linhagens RVI, MJU, PR, AC = *T. pretiosum* e R15, R10, R8, R2 e R1 = *T. foersteri*.

### Considerações Finais

*Trichogramma foersteri* é uma espécie recentemente descrita e foi identificada parasitando ovos de *P. forficifera* em pomares de oliveira no Rio Grande do Sul. A partir das observações realizadas neste estudo de aspectos de sua biologia e avaliação do potencial de controle de *P. forficifera*, pode-se considerar que:

1. Com o aumento da temperatura há uma diminuição significativa da duração de uma geração da espécie *T. foersteri* quando criados em ovos do hospedeiro *P. forficifera*, contudo o intervalo térmico de 15 a 30°C não influenciou a eficiência de parasitismo e nem afetou a razão sexual, sugerindo que a espécie possui uma amplitude adaptativa relativamente confortável em relação às variações climáticas dessa região subtropical brasileira.
2. A faixa térmica avaliada não influenciou o parasitismo e a razão sexual.
3. O limiar térmico de desenvolvimento ( $T_b$ ) e a constante térmica ( $K$ ) das cinco linhagens foram variáveis de 12,09 a 12,98 e 120,48 a 145,13 graus-dias, respectivamente.
4. Para a fase adulta observou-se uma variação na porcentagem de parasitismo e emergência tanto em relação à temperatura quanto às linhagens.
5. A temperatura influenciou a longevidade que variou de cerca de 50 dias a 15°C para 6 dias a 30°C.
6. Todas as linhagens de *T. foersteri* avaliadas nas diferentes temperaturas apresentaram altas taxas de crescimento populacional por meio da avaliação dos parâmetros da tabela de vida de fertilidade.
7. As linhagens de *T. foersteri* apresentaram a maior porcentagem média diária de parasitismo em relação às de *T. pretiosum*.
8. A taxa de emergência das linhagens de *T. foersteri* foi maior do que as linhagens de *T. pretiosum* e o tempo de desenvolvimento do período ovo-adulto foi maior em *T. foersteri* do que *T. pretiosum*.
9. A longevidade de fêmeas variou de 9,0 a 14,68 dias, enquanto a dos machos variou de 6,67 a 12,68 dias, sendo de uma maneira geral menos longevos do que as fêmeas.

10. As linhagens de *T. foersteri* possuem maior potencial para serem utilizadas para o controle de *P. forficifera*. Embora não se possa descartar nenhuma das linhagens de *T. pretiosum*. Futuros trabalhos visando avaliar os melhores hospedeiros para multiplicação massal deverão ser realizados.

### Referencias Gerais

- ALBIN, A.; VILLAMIL, J. Aceite de oliva; tradicional sabor mediterráneo, rejuvenecido en tierras Uruguayas. **Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria**. Montevideo, v.1, p.25-28, 2003.
- ARGOS. Associação Rio-Grandense de Olivicultores. Disponível em <[http://www.argos.org.br/new\\_argos/](http://www.argos.org.br/new_argos/)>. Acesso em: 9 de abr. 2019.
- AGROFIT. Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/portal/page/portal/Internet-MAPA/pagina-inicial/servicos-e-sistemas/sistemas/agrofit>>. Acesso em: 07 jul. 2019.
- BERTIN, A.; PAVINATO, V.A.C.; PARRA, J.R.P. Fitness-related changes in laboratory populations of the egg parasitoid *Trichogramma galloi* and the implications of rearing on factitious hosts. *BioControl*, v.62, p.435-444, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10526-017-9795-y>.
- CASTILHOS, R.V.; BRUGNARA, E.C. Eficácia de inseticidas para controle da lagarta-da-oliveira, *Palpita forficifera* (Lepidoptera: Crambidae), em laboratório. **Revista Agropecuaria Catarinense**, v.32, p.68-72, 2019. DOI: [doi.org/10.22491/RAC.2019.v32n3.9](https://doi.org/10.22491/RAC.2019.v32n3.9).
- COI, Consejo Oleícola Internacional. Disponível em: <<http://www.internationaloliveoil.org/estaticos/view/132-world-table-olive-figures>>. Acesso em: 05 mai. 2021.
- ESTAY, P.; GONZÁLEZ, V.; ROJAS C.B. Plagas del Olivo y su Manejo en el Valle de Azapa. **Informativo Oficina Técnica INIA**. URUGUAY, v.9, p.1-6, 2009.
- EL RIACHY, M.; PRIEGO-CAPOTE, F.; LEÓN, L.; RALLO, L.; LUQUE DE CASTRO, M.D. Hydrophilic antioxidants of virgin olive oil. Part 1: Hydrophilic phenols: A key factor for virgin olive oil quality. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v.113, p.678–691, 2011. DOI: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ejlt.201000400>.

- EPAMIG, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Pesquisa garante produção de azeitonas. 2018. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/3912053-Pesquisa-da-epamig-garanteproducao-de-azeitonas.html>>. Acesso em: 08 de jan. de 2019.
- FRANKEL, E.; BAKHOUCHE, A.; LOZANO-SÁNCHEZ, J.; SEGURA-CARRETERO, A.; FERNÁNDEZ-GUTIÉRREZ, A. Literature review on the production process to obtain extra virgin olive oil enriched in bioactive compounds. Potential use of by-products as alternative sources of polyphenols. **Journal of Agricultural Food Chemical**, v.61, p.5179-5188, 2013. DOI: [doi.org/10.1021/jf400806z](https://doi.org/10.1021/jf400806z).
- HASSAN, S.A. The mass rearing and utilization of *Trichogramma* to control lepidopterous pests: achievements and outlook. **Pesticide Science**, v.37, p.387-391, 1993. DOI: [/doi/abs/10.1002/ps.2780370412](https://doi.org/10.1002/ps.2780370412).
- HEGAZI, E.M. Naturally occurring *Trichogramma* species in olive farms in Egypt. **Insect Science**, v.12, p.195-202, 2005. DOI: [10.1111/j.1744-7917.2005.00023.x](https://doi.org/10.1111/j.1744-7917.2005.00023.x).
- HAJI, F.N.P. *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 para o controle de pragas no tomateiro industrial. 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. p.477-494, 2002.
- IBRAOLIVA. Instituto Brasileiro de Olivicultura. Disponível em: <<http://www.expointer.rs.gov.br/ibraoliva>>. Acesso em: 04 de jan. de 2021.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. Plano agrícola e pecuário 2017/2018. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/arquivo-publicacoes-plano-abc/PAP1617.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2020.
- MUNROE, E. New species and new subspecies of *Palpita* (Lepidoptera: Pyralidae). **The Canadian Entomologist**, v.91, p.641-650, 1959. DOI: <https://doi.org/10.4039/Ent91641-10>.
- COUTINHO, E.F.; OLIVEIRA, J.R.; HAERTER, J.A; COSTA, V.B. Oliveira: Aspectos Técnicos e Cultivo no Sul do Brasil. 01. ed. Brasília/DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 181p., 2014.

- PARRA, J.R.P.; COELHO, A. Biological control applied in Brazil; From laboratory tests to field application. *J. Insect Sci.* v.19, 2019. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iey112>
- PARRA, J.R.P. Controle biológico na agricultura brasileira. **Entomological Communications**, v.1, p.2675-1305, 2019.
- PARRA, J.R.P. Biological control in Brazil: an overview. **Scientia Agricola**, v.71, p.420-429, 2014. DOI: [doi.org/10.1590/0103-9016-2014-0167](https://doi.org/10.1590/0103-9016-2014-0167)
- PRADO, E.; SILVA, R.A. Principais pragas da Oliveira: biologia e manejo. **Informe Agropecuário**, v.27, p.79-83, 2006.
- PRATISSOLI, D.; THULER, R.T.; ANDRADE, G.S.; ZANOTTI, L.C.M.; SILVA, A.F.D. Estimativa de *Trichogramma pretiosum* Riley, para controle de *Tuta absoluta* Meyrick, em tomateiro. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v.40, p.715-718, 2005.
- PINTO, J.D. Systematics of the North American species of *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) **Entomological Society of Washington**, p.28, 1998.
- QUERINO, R.B.; MENDES, J.V.; COSTA, V.A.; ZUCCHI, R.A. New species, notes and new records of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in Brazil. **Zootaxa**, v.4232, p.137-143, 2017. DOI: [doi.org/10.11646/zootaxa.4232.1.11](https://doi.org/10.11646/zootaxa.4232.1.11).
- RICALDE, M.P.; GARCIA, F.R.M. Insetos e ácaros associados à cultura da oliveira na América do Sul. **Revista de Ciências Ambientais**, v.7, p.61-72, 2013.
- RICALDE, M.P.; NAVA, D.E.; LOECK, A.E.; COUTINHO, E.F.; BISOGNIN, A. GARCIA, F.R.M. Insects related to olive culture in Rio Grande do Sul State, Brazil, **Ciencia Rural**, v.45, p.2125-2130, 2015. DOI: [doi.org/10.1590/0103-8478cr20141477](https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20141477).
- SILVA, M.C.R.; CASTILHOS, R.V.; LOPES, J.R.; BRUGNARA, E.C. Bactéria *Xylella fastidiosa* detectada em oliveiras no sudeste brasileiro. **Agropecuaria Catarinense**, v.30, p.35-37, 2017. DOI: [x.doi.org/10.22491/RAC.2019](https://doi.org/10.22491/RAC.2019).
- SCHEUNEMANN, T.; GRÜTZMACHER, A.D.; NÖRNBERG, S.D.; GONÇALVES, R.S.; NAVA, D.E. Deu traça. **Revista HF Cultivar**, v.105, p.14-16, 2017.

- SCHEUNEMANN, T.; MANICA-BERTO, R.; NÖRNBERG, S.D.; GONÇALVES, R.S.; GRÜTZMACHER, A.D.; NAVA, D.E. Biology and fertility life tables for *Palpita forficifera* (Lepidoptera: Crambidae) reared on three olive cultivars and privet. **Journal of Economic Entomology**, v.112, p.450-456, 2018.
- SCHEUNEMANN, T.; BERNARDI, D.; NAVA, D.E. Pragas da oliveira. **Cultivar HF**, n. p. 10-13, 2019.
- SANTOS, J.F. El contexto de la olivicultura, la producción y el consumo de aceite de oliva en el mundo. 2002. Disponível em: <[http://www.tesisenxarxa.net/TESIS\\_UdL/AVAILABLE/TDX-0201105-120902/Tjfs04de23.pdf](http://www.tesisenxarxa.net/TESIS_UdL/AVAILABLE/TDX-0201105-120902/Tjfs04de23.pdf)>. Acesso em: 21 set. 2019.
- WREGE, M.S.; COUTINHO, E.F.; STEINMETZ, S.; REISSER, C.; ALMEIDA, I.; MATZENAUER, R.; RADIN, B. Zoneamento agroclimático para oliveira no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.37, p.656-666, 2009.
- ZUCCHI, R.A.; MONTEIRO, R.C. O gênero *Trichogramma* na América do Sul. In: PARRA J.R.P.; ZUCCHI, R.A. *Trichogramma* e o controle biológico aplicado. Piracicaba, p.41-66, 1997.