Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese será disponibilizado somente a partir de 30/01/2027

At the author's request, the full text of this thesis will not be available online until
Jan. 30, 2027

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Botucatu

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
UNESP | BOTUCATU

MARIA CAROLINA COSTA TORRES

AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS DAS ESPÉCIES *Trichogramma pretiosum* (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE), *Telenomus remus* E *Telenomus podisi* (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE) EM DIFERENTES HOSPEDEIROS

Botucatu
2026

MARIA CAROLINA COSTA TORRES

AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS DAS ESPÉCIES *Trichogramma pretiosum* (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE), *Telenomus remus* E *Telenomus podisi* (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE) EM DIFERENTES HOSPEDEIROS

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Proteção de plantas

Orientadora: Profa. Dra. Regiane Cristina de Oliveira

Botucatu
2026

T693a

Torres, Maria Carolina Costa

Avaliação de parâmetros das espécies Trichogramma pretiosum (Hymenoptera: Trichogrammatidae), Telenomus remus e Telenomus podisi (Hymenoptera: Scelionidae) em diferentes hospedeiros / Maria Carolina Costa Torres. -- Botucatu, 2026

80 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu

Orientadora: Regiane Cristina de Oliveira

1. controle biológico. 2. hospedeiros alternativos. 3. parasitoides. 4. insetos como agentes de controle biologico. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Dados fornecidos pelo autor(a).

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS DAS ESPÉCIES *Trichogramma pretiosum* (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE), *Telenomus remus* E *Telenomus podisi* (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE) EM DIFERENTES HOSPEDEIROS

AUTORA: MARIA CAROLINA COSTA TORRES
ORIENTADORA: REGIANE CRISTINA DE OLIVEIRA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Agronomia (Proteção de Plantas), pela Comissão Examinadora:

Prof.ª Dr.ª REGIANE CRISTINA DE OLIVEIRA (Participaçao Presencial)
Protecao Vegetal / Faculdade de Ciencias Agronomicas de Botucatu Unesp

Prof. Dr. RONALDO PAVARINI (Participaçao Virtual)
Campus Experimental de Registro / Engenharia Agronômica e Engenharia de Pesca - UNESP - Registro
pl

Dr. DANIEL DE LIMA ALVAREZ (Participaçao Virtual) pl
./.

Botucatu, 30 de janeiro de 2026.

A minha avó Maria Ignez e meu avô Sergio,
dedico-lhes

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho, com profundo amor e gratidão, à minha querida avó Maria Ignez, que sempre me apoiou nesta jornada e tornou possível a realização deste sonho. Sua presença, carinho e incentivo foram fundamentais em todos os momentos.

Agradeço também à minha mãe e ao meu pai, pelo amor, estrutura, dedicação e apoio constantes ao longo desses trinta anos. Tudo o que conquistei é reflexo da base sólida e do exemplo que sempre me ofereceram.

Agradeço também a minha tia Teca, Selma e Eunice por todo o apoio dado ao longo de minha vida.

Registro meus sinceros agradecimentos à minha orientadora, professora Regiane Cristina de Oliveira, pela acolhida no AGRIMIP, pela orientação atenciosa e pela excelência com que conduziu este trabalho. Sua paciência, incentivo e visão crítica foram essenciais para meu crescimento pessoal e profissional.

Sou grata ao AGRIMIP, que me recebeu com tanto acolhimento e se tornou um espaço de aprendizado, amadurecimento e desenvolvimento profissional.

Aos meus amigos de AGRIMIP, Marina, Ana Paula, Roberta, Anne, Pedro, Jéssica e Jorge, deixo minha gratidão pela amizade, companheirismo e apoio durante todos esses anos. A presença de cada um foi essencial para que eu superasse as dificuldades e seguisse em frente com confiança e motivação.

Dedico um agradecimento especial à minha melhor amiga, Ana Flávia, que há quinze anos está presente em minha vida, mesmo à distância, tornando meus dias mais leves e felizes.

Agradeço com muito carinho à minha prima Bia e ao meu primo Pedro, meus grandes companheiros, cuja presença constante, apoio e amor incondicional foram fundamentais em todas as fases desta trajetória.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para esta conquista, deixo meu mais sincero agradecimento.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil – CAPES – Código de financiamento 001.

RESUMO

O controle biológico de pragas, integrado ao Manejo Integrado de Pragas (MIP), é essencial para a agricultura sustentável. Este trabalho avaliou a qualidade biológica de *Trichogramma pretiosum*, *Telenomus remus* e *Telenomus podisi* em diferentes hospedeiros. Foram realizados testes de voo, preferência, análises morfométricas e identificação de endossimbiontes. Os resultados indicaram que *T. pretiosum* manteve capacidade de voo semelhante em *Ephestia kuehniella* (69,7 ± 13,9%) e *Chrysodeixis includens* (65,5 ± 13,8%), com maior parasitismo no primeiro (95 ± 21,7%). *Telenomus remus* apresentou desempenho superior em seu hospedeiro natural *Spodoptera frugiperda*, com 92,5 ± 5,6% de capacidade de voo e 85% de parasitismo, comparado aos 88,5 ± 6,4% de voo e 40% de parasitismo em *Corcyra cephalonica*. Para *Telenomus podisi*, o uso de ovos frescos de *Euschistus heros* resultou em melhores índices (95,1 ± 4,6% de voo e 85% de parasitismo) em relação aos ovos congelados (73,8 ± 12,9% de voo e 40% de parasitismo). Análises morfométricas confirmaram que hospedeiros mais nutritivos geram parasitoides maiores e mais vigorosos. Foram identificados endossimbiontes como *Nosema*, *Serratia*, *Arsenophonus* e *Hamiltonella*, que podem influenciar o desempenho biológico. Conclui-se que a qualidade do hospedeiro e o monitoramento rigoroso em biofábricas são determinantes para o sucesso do controle biológico no campo

Palavras-chave: controle biológico; parasitoides de ovos; qualidade biológica; hospedeiro; endossimbiontes.

ABSTRACT

Biological control is a key strategy for sustainable agriculture within Integrated Pest Management (IPM). This study evaluated the biological quality of *Trichogramma pretiosum*, *Telenomus remus*, and *Telenomus podisi* across different hosts. Methods included flight and preference tests, morphometric analysis, and endosymbiont identification. *T. pretiosum* showed similar flight capacity in *Ephestia kuehniella* (69.7 ± 13.9%) and *Chrysodeixis includens* (65.5 ± 13.8%), with higher parasitism in *E. kuehniella* (95 ± 21.7%). *Telenomus remus* performed better in its natural host *Spodoptera frugiperda* (92.5 ± 5.6% flight; 85% parasitism) than in *Corcyra cephalonica* (88.5 ± 6.4% flight; 40% parasitism). For *Telenomus podisi*, fresh *Euschistus heros* eggs yielded superior results (95.1 ± 4.6% flight; 85% parasitism) compared to frozen eggs (73.8 ± 12.9% flight; 40% parasitism). Morphometric data indicated that more nutritious hosts produce larger, more vigorous parasitoids. Endosymbionts such as *Nosema*, *Serratia*, *Arsenophonus*, and *Hamiltonella* were detected, potentially affecting biological performance. In conclusion, host quality and strict monitoring in biofactories are essential for successful field biological control.

Keywords: biological control; egg parasitoids; biological quality; host; endosymbionts**.**

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL..... **17**

CAPÍTULO 1 - CONTROLE DE QUALIDADE DE *Trichogramma pretiosum* (HYMENOPTERA: TRICHOMMATIDAE), *Telenomus remus* E *Telenomus podisi* (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE)..... 19

1.1 INTRODUÇÃO..... 19

1.2 REVISÃO DE LITERATURA..... 20

1.2.1 Utilização de parasitoides de ovos para controle biológico de pragas no Brasil..... 20

1.2.2 Protocolos para o controle de qualidade em biofábricas..... 21

1.2.3 Efeitos do hospedeiro de criação na qualidade biológica dos gêneros *Trichogramma* e *Telenomus*..... 22

1.3 CONCLUSÕES..... 23

REFERÊNCIAS..... 24

CAPÍTULO 2 – TESTE DE VOO E TESTE DE PREFERÊNCIA COMO CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: *Trichogramma*tidae), *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) *E Telenomus podisi Ashmead* (Hymenoptera: Scelionidae) MULTIPLICADOS EM DIFERENTES HOSPEDEIROS..... **27**

2.1 INTRODUÇÃO..... 27

2.2 MATERIAL E MÉTODOS..... 28

2.2.1 Área Experimental..... 28

2.2.2 Criação e manutenção de *Spodoptera frugiperda* e *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae)..... 28

2.2.3 Criação e manutenção de *Corcyra cephalonica* e *Ephestia kuehniela* (Lepidoptera: Pyralidae)..... 29

2.2.4 Criação e manutenção de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae)..... 30

2.2.5 Criação e manutenção de *Trichogramma* pretiosum (Hymenoptera: Trichogrammatidae)..... 30

2.2.6 Criação e manutenção de *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae)..... 31
2.2.7 Criação e manutenção de *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Scelionidae)..... 31
2.2.8 Bioensaios de preferência..... 32
2.2.9 Bioensaios de testes de voo..... 34
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 35
2.3.1 Testes de preferência e de voo de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) e *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae)..... 35
2.3.2 Testes de preferência e de voo de *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae) em ovos de *Corcyra cephalonica* (Lepidoptera: Pyralidae) e *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)..... 39
2.3.3 Testes de preferência e de voo de *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Scelionidae) em ovos frescos e congelados *de Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae)..... 41
2.4 CONCLUSÕES..... 44
REFERÊNCIAS..... 45

CAPÍTULO 3 – IDENTIFICAÇÃO DE BACTÉRIAS ENDOSSIMBIONTES E AVALIAÇÃO DA MORFOMETRIA DE *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: *Trichogramma*tidae), *Telenomus remus* Nixon e *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae) multiplicados em diferentes hospedeiros. 48
3.1 INTRODUÇÃO..... 48
3.2 MATERIAL E MÉTODOS..... 49
3.2.1 Área Experimental..... 49
3.2.2 Criação e manutenção de *Spodoptera frugiperda* e *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae)..... 49
3.2.3 Criação e manutenção de *Corcyra cephalonica* e *Ephestia kuehniela* (Lepidoptera: Pyralidae)..... 50
3.2.4 Criação e manutenção de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) 51

3.2.5 Criação e manutenção de *Trichogramma* pretiosum (Hymenoptera: Trichogrammatidae)..... 52
3.2.6 Criação e manutenção de *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae)..... 52
3.2.7 Criação e manutenção de *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Scelionidae) 53
3.2.8 Morfometria de *Trichogramma pretiosum, Telenomus remus e Telemus podisi*..... 53
3.2.9 Amostragem e extração de dna e detecção molecular de endossimbiontes (pcr)..... 54
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 56
3.3.1 Morfometria de *Trichogramma pretiosum* em diferentes hospedeiros e endossimbiontes associados..... 56
3.3.2 Morfometria de *Telenomus remus* em diferentes hospedeiros e endossimbiontes associados..... 60
3.3.3 Morfometria de *Telenomus podisi* em diferentes hospedeiros e endossimbiontes associados..... 63
3.4 CONCLUSÕES..... 66
REFERÊNCIAS..... 67

CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 71
REFERÊNCIAS..... 73

INTRODUÇÃO GERAL

O controle biológico de pragas agrícolas consolidou-se como uma das principais ferramentas para promover sistemas produtivos mais sustentáveis e equilibrados. Trata-se de uma estratégia que utiliza agentes de controle biológico, como parasitoides, predadores e microrganismos, para reduzir populações de insetos-praga, contribuindo para a estabilidade dos agroecossistemas e para a diminuição da dependência exclusiva de métodos convencionais. Sua relevância não se restringe apenas ao aspecto ambiental, mas também ao econômico e social, uma vez que possibilita a produção de alimentos com menor impacto, favorece a conservação da biodiversidade e fortalece a credibilidade da agricultura nacional frente às demandas de mercados cada vez mais exigentes (Parra, 2021).

Entre os agentes de maior importância no controle biológico destacam-se os parasitoides de ovos, como *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae), *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) e *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae). Essas espécies atuam diretamente sobre pragas-chave de culturas de grande relevância econômica, como a lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), a falsa-medideira *Chrysodeixis includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) e o percevejo-marrom *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae). A utilização desses parasitoides em programas de liberação planejada tem demonstrado resultados expressivos na redução de danos às lavouras, tornando-se um componente essencial do Manejo Integrado de Pragas (MIP). Nesse contexto, o MIP deve ser entendido como um sistema que integra diferentes táticas culturais, químicas, mecânicas e biológicas, de forma complementar, sendo o controle biológico o eixo central que pode ser associado às demais práticas para garantir maior eficiência e sustentabilidade (Hassan; Selim, 2024).

A eficácia do controle biológico, entretanto, depende diretamente da qualidade dos organismos produzidos em biofábricas. A criação massal de parasitoides exige protocolos rigorosos de avaliação, pois fatores como o hospedeiro utilizado, as condições ambientais de criação, o manejo das colônias e até a presença de endossimbiontes podem influenciar características fundamentais como taxa de emergência, longevidade, razão sexual, capacidade de voo e potencial de parasitismo (Morales *et al*., 2022). Assim, o controle de qualidade torna-se etapa indispensável

para assegurar que os indivíduos liberados em campo mantenham desempenho adequado e contribuam efetivamente para a supressão das pragas-alvo.

Este trabalho foi estruturado em três capítulos que se complementam na avaliação da qualidade biológica de *T. pretiosum*, *T. remus* e *T. podisi*. O primeiro capítulo apresenta uma revisão sobre protocolos de controle de qualidade em biofábricas, destacando parâmetros essenciais e os efeitos da criação contínua sobre a variabilidade genética. O segundo capítulo aborda a aplicação de testes de voo e de preferência, comparando o desempenho dos parasitoides em diferentes hospedeiros, como *Ephestia kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae), *Corcyra cephalonica* (Stainton) (Lepidoptera: Pyralidae), *S. frugiperda*, *C. includens* e *E. heros*. Esses testes fornecem informações valiosas sobre a capacidade de dispersão e o comportamento de escolha dos parasitoides (Zang *et al*., 2021). O terceiro capítulo investiga a presença de bactérias endossimbiontes e realiza análises morfométricas, evidenciando como fatores nutricionais e microbiológicos podem influenciar o vigor dos parasitoides produzidos.

Os resultados obtidos reforçam que o controle biológico constitui uma estratégia sólida e indispensável para a agricultura moderna. A integração de diferentes táticas fortalece a resiliência dos sistemas agrícolas, mas é o controle biológico que garante a base sustentável e a credibilidade das ações de manejo. Portanto, este trabalho oferece subsídios para a otimização da criação massal de parasitoides de ovos e para a consolidação de programas de liberação em campo, reafirmando que o controle biológico é um pilar central da agricultura sustentável no Brasil.

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese será disponibilizado somente a partir de 30/01/2027

At the author's request, the full text of this thesis will not be available online until
Jan. 30, 2027

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desta pesquisa evidenciam de forma clara que a qualidade biológica de *Trichogramma pretiosum*, *Telenomus remus* e *Telenomus podisi* não é determinada por um único fator isolado, mas sim por uma complexa rede de interações entre o hospedeiro de criação, as características morfométricas dos indivíduos e a comunidade de endossimbiontes associada. Essa constatação reforça que o sucesso do controle biológico depende de uma visão integrada e multidimensional, na qual cada elemento exerce influência direta sobre o desempenho dos parasitoides em campo.

A escolha do hospedeiro revelou-se decisiva, pois impactou diretamente parâmetros fundamentais como capacidade de voo, taxa de parasitismo, razão sexual e dimensões corporais. Hospedeiros nutricionalmente mais adequados proporcionaram indivíduos maiores e mais vigorosos, capazes de apresentar melhor dispersão e eficiência no parasitismo. Para *T. pretiosum*, a criação em *C. includens* resultou em indivíduos com desempenho superior em termos de razão sexual, enquanto *T. remus* mostrou maior eficiência quando multiplicado em *S. frugiperda*. Já *T. podisi* demonstrou que a utilização de ovos frescos de *E. heros* é significativamente mais vantajosa do que ovos congelados, reforçando a importância da qualidade do substrato de criação para assegurar a eficácia do parasitoide.

As análises morfométricas ampliaram essa compreensão ao demonstrar que hospedeiros mais nutritivos geram parasitoides maiores, e indivíduos de maior porte tendem a ser mais vigorosos, traduzindo-se em maior capacidade de voo, maior alcance de dispersão e maior eficiência no parasitismo. Essa relação direta entre nutrição, morfometria e desempenho biológico evidencia que a qualidade do hospedeiro é um dos pilares para a produção massal de inimigos naturais com elevado padrão de eficiência.

Outro aspecto de grande relevância foi a detecção de endossimbiontes, como *Nosema*, *Serratia*, *Arsenophonus* e *Hamiltonella*, presentes em diferentes espécies e hospedeiros. A constatação de que esses microrganismos podem influenciar a longevidade e a eficiência dos parasitoides reforça a necessidade de incorporar o monitoramento microbiológico aos protocolos de controle de qualidade em biofábricas. O acompanhamento contínuo da microbiota associada torna-se, portanto, indispensável para garantir que os lotes produzidos mantenham estabilidade e vigor,

evitando perdas de desempenho que poderiam comprometer a credibilidade dos programas de controle biológico.

Diante desses achados, fica evidente que a produção massal de parasitoides de ovos para programas de manejo integrado de pragas exige uma abordagem integrada e rigorosa, que envolva a seleção criteriosa de hospedeiros nutricionalmente adequados e compatíveis com as pragas-alvo, a implementação de protocolos padronizados de controle de qualidade com ênfase em parâmetros morfométricos e comportamentais, como a capacidade de voo, e o monitoramento contínuo de endossimbiontes para a detecção precoce de agentes potencialmente prejudiciais.

A adoção conjunta dessas práticas assegura a produção de inimigos naturais com alto padrão de eficiência, fortalecendo a credibilidade e a sustentabilidade do controle biológico. Mais do que uma alternativa, o controle biológico se consolida como um pilar central da agricultura moderna, capaz de integrar-se harmoniosamente às demais táticas do manejo integrado de pragas e de contribuir para sistemas agrícolas mais equilibrados, resilientes e menos dependentes de insumos externos. Este trabalho, ao reunir evidências experimentais e análises integradas, reafirma a importância de investir em protocolos contínuos de qualidade e em inovação tecnológica nas biofábricas, garantindo que o controle biológico avance não apenas como prática complementar, mas como estratégia protagonista na construção de uma agricultura sustentável e de futuro.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. F. V. **Controle de qualidade de inimigos naturais em biofábricas**. 2020. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2020. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11146/tde-20200813-111534/pt-br.php. Acesso em: 11 fev. 2026.

ALMEIDA, R. P. de. **Controle de qualidade na produção massal de *Trichogramma pretiosum*, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae)**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2020. (Série Documentos, 282). Disponível em: http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1134538. Acesso em: 29 jul. 2025.

ANDREADIS, T. G. *Nosema* infections in *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae): Pathogenicity and modes of transmission. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 94, n. 3, p. 168–173, 2007
.
AVILA, R. S. *et al*. Quality control in the mass rearing of egg parasitoids: biological parameters and field efficiency. **Frontiers in Agronomy**, v. 5, p. 114-128, 2023.
BARBOSA, J. C.; MALDONADO JUNIOR, W. **AgroEstat: sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos**. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2015. 396 p.

BECNEL, J. J.; ANDREADIS, T. G. Microsporidia in insects. In: WEISS, L. M.; BECNEL, J. J. (ed.). **Microsporidia: Pathogens of Opportunity**. 1. ed. Hoboken: Wiley, 2014. p. 521–570.

BELLON, P. P. *et al*. Avaliação da qualidade de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) para o controle biológico. **Revista Colombiana de Entomología**, v. 40, n. 1, p. 19-23, 2014. Disponível em: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882014000100004. Acesso em: 11 fev. 2026.

BJØRNSON, S.; OI, D. H. Microsporidia biological control agents and pathogens of beneficial insects. In: WEISS, L. M.; BECNEL, J. J. (ed.). **Microsporidia: Pathogens of Opportunity**. 1. ed. Hoboken: Wiley, 2014. p. 635–670.

BLEICHER, E.; PARRA, J. R. P. Influence of host size on the fecundity and longevity of *Trichogramma galloi* Zucchi (Hym., Trichogrammatidae). **Journal of Applied Entomology**, v. 115, n. 1-5, p. 449-453, 1993.

BORGES, M. *et al*. Comportamento de busca de hospedeiros por parasitoides de ovos. In: PARRA, J. R. P. *et al*. (org.). **Controle Biológico no Brasil: Parasitoides e Predadores**. São Paulo: Holos Editora, 2011. p. 235-255.

BORGES, M. *et al*. Quality of *Trichogramma pretiosum* reared in eggs of *Anagasta kuehniella* stored at different temperatures. **Biological Control**, v. 27, n. 1, p. 1-7, 2003.

BORTOLOTTO, O. C. *et al*. Integrated Pest Management in Brazil: historical advancement and future challenges. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 66, n. 1, e20220015, 2022.

BUENO, R. C. O. F. *et al*. Biological characteristics and thermal requirements of *Telenomus remus* reared on fresh and frozen *Spodoptera frugiperda* eggs. **Pest Management Science**, v. 65, n. 6, p. 753-758, 2009.

BUENO, R. C. O. F. *et al*. Biological control as a key tool for the management of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in maize. **Biological Control**, v. 152, p. 104443, 2021.

BUENO, R. C. O. F. *et al*. Cold storage of host eggs affects the biological traits of *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Scelionidae). **Biological Control**, v. 165, p. 104792, 2022.

BUENO, R. C. O. F. *et al*. Morphometric patterns of the parasitoid *Trichogramma*. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, n. 4, p. 489-492, 2009.

BUENO, R. C. O. F.; PARRA, J. R. P. Mass rearing of egg parasitoids for biological control programs. In: PARRA, J. R. P. (ed.). **Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on *Trichogramma***. Dordrecht: Springer, 2012. p. 373-400.

CAPALBO, D. M. F.; SÁ, L. A. N. **Controle biológico no Brasil: avanços, desenvolvimento, recomendações**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1026360/1/2006AA044.pdf. Acesso em: 29 jul. 2025.

CARVALHO, J. R. *et al*. Effects of cold storage on the quality of *Trichogramma galloi*. **BioControl**, v. 59, n. 3, p. 331-339, 2014.

CARVALHO, J. R. *et al*. Host quality affects the performance of *Trichogramma pretiosum*. **BioControl**, v. 61, n. 1, p. 47-55, 2016.

CARVALHO, J. R. *et al*. Influence of host size on the fitness of *Trichogramma pretiosum*. **Biological Control**, v. 82, p. 8-12, 2015.

CÔNSOLI, F. L.; PARRA, J. R. P. Development of *Trichogramma galloi* and *T. pretiosum* on eggs of *Diatraea saccharalis* frozen in liquid nitrogen. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 80, n. 3, p. 413-417, 1996.

DI RIENZO, J. A. *et al*. **InfoStat, versión 2020**. Córdoba: Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, 2020. Disponível em: http://www.infostat.com.ar. Acesso em: 12 jun. 2025.

FOSTER, R. **Controle biológico de doenças de plantas no Brasil**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/579982/1/2009CL07.pdf. Acesso em: 29 jul. 2025.

GOMES, A. F. *et al*. *Serratia symbiotica* enhances host fitness by modulating growth and immune responses in *Trichogramma* wasps. **Microbial Ecology**, v. 85, p. 345-357, 2023.

GOTTLIEB, Y. *et al*. Identification and localization of a *Rickettsia* sp. in *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). **Applied and Environmental Microbiology**, v. 72, n. 5, p. 3646–3652, 2006.

HAJEK, A. E.; DELALIBERA, I. Fungal pathogens as classical biological control agents against arthropods. **BioControl**, v. 55, n. 1, p. 147–158, 2010.

HAJIME, A. H.; OLIVEIRA, H. N. de; MARIANI, A. Liberações do parasitoide *Telenomus podisi* associadas à tecnologia Block para o controle do percevejo marrom da soja. In: JORNADA DE INICIAÇÃO À PESQUISA DA EMBRAPA, 2021, Dourados. **Resumos [...]**. Brasília, DF: Embrapa, 2021. Disponível em: http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1134639. Acesso em: 11 fev. 2026.

HANSEN, L. S.; JENSEN, K. M. V. Effect of temperature on parasitism and host-feeding of *Trichogramma turkestanica*. **Journal of Applied Entomology**, v. 126, n. 1, p. 8-13, 2002.

HASSAN, E.; SELIM, A. **Integrated Pest Management: Trends and Strategies**. 2. ed. Palmerton: CRC Press, 2024.

HASSAN, S. A. **Methods to test the side effects of pesticides on *Trichogramma cacoeciae***. In: Environmental Effects of Pesticides, 1994.

HEDDI, A. Four intracellular genomes direct weevil biology: Nuclear, mitochondrial, principal endosymbiont, and *Wolbachia*. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 96, n. 12, p. 6814–6819, 1999.

HOFFMANN, C. S. *et al*. Efficiency of *Telenomus podisi* and *Trissolcus basalis* in the management of *Euschistus heros* in soybean crops. **Journal of Applied Entomology**, v. 148, n. 2, p. 210-222, 2024.

LI, X. *et al*. Host shift affects the microbiota and symbiont composition in egg parasitoids. **Frontiers in Microbiology**, v. 15, 2024.

LIMA, D. T. de. **Telenomus podisi: nova aposta biológica contra percevejos**. Revista Acesso em: 11 fev. 2026.

LIMA, T. C. *et al*. Advances in cryopreservation of host eggs for parasitoid mass production. **Neotropical Entomology**, v. 49, n. 1, p. 1-10, 2020.

LOECK, A. E.; GRÜTZMACHER, D. D. Biology and thermal requirements of *Telenomus podisi* Ashmead and *Trissolcus basalis* (Wollaston) (Hymenoptera: Scelionidae) in eggs of *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 4, p. 585-591, 2002.

MILANEZ, J. M. *et al*. Avaliação de linhagens de *Trichogramma pretiosum* para o controle de *Spodoptera frugiperda*. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 8, n. 1, p. 55-61, 2009. Disponível em: https://revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/5267. Acesso em: 11 fev. 2026.

MONTENEGRO, H. *et al*. Male-killing *Spiroplasma* naturally infecting *Drosophila melanogaster*. **Insect Molecular Biology**, v. 14, n. 3, p. 281-287, 2005.

MORAES, M. C. B. *et al*. *Telenomus podisi* no controle de percevejos da soja: perspectivas e desafios. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 65, n. 4, p. 1–10, 2021. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S008556262100067X. Acesso em: 29 jul. 2025.

MORALES, J. *et al*. Genetic diversity and quality control of mass-reared parasitoids for biological control. **Insects**, v. 12, n. 2, p. 157-172, 2021.

MORALES, M. G. *et al*. Quality control of mass-reared parasitoids: a review of current protocols and future perspectives. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 146, n. 4, p. 385-398, 2022.

MOURA, I. L. *et al*. Biological performance of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in different lepidopteran hosts. **Journal of Applied Entomology**, v. 144, n. 8, p. 705-714, 2020.

MURILO, F. R. **Parasitismo de populações de *Anaphes nitens* (Hymenoptera: Mymaridae) em *Gonipterus platensis* (Coleoptera: Curculionidae) e endossimbiontes associados**. 2019. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

NOVÁKOVÁ, E.; HYPŠA, V.; MORAN, N. A. *Arsenophonus*, an emerging clade of intracellular symbionts with a broad host distribution. **BMC Microbiology**, v. 9, n. 1, p. 143, 2007.

PARRA, J. R. P. Biological control in Brazil: an overview. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 71, n. 5, p. 345-355, 2014.

PARRA, J. R. P. Mass rearing of *Trichogramma* and its use in Brazil. In: CONSOLI, F. L.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (ed.). **Egg Parasitoids in Agroecosystems with Emphasis on *Trichogramma***. Dordrecht: Springer, 2010. p. 267-287.

PARRA, J. R. P. **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico**. Piracicaba: FEALQ, 1997.

PARRA, J. R. P. The evolution of artificial diets and their interactions in science and technology. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (org.). **Insect bioecology and nutrition for integrated pest management**. Boca Raton: CRC Press, 2012. p. 51-92.

PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. **Trichogramma em sistemas de manejo de pragas**. In: PARRA, J. R. P. *et al*. (org.). Controle Biológico no Brasil. São Paulo: Editora Holos, 2021.

PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. *Trichogramma* em programas de controle biológico no Brasil: situação atual e perspectivas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 7, p. 645–653, 2004. Disponível em: https://www.scielo.br/j/pab/a/hMGwktnXwQ7jP4vnp7fyYTN. Acesso em: 29 jul. 2025.

PEREIRA, F. F. *et al*. Biological characteristics of *Telenomus remus* Nixon reared on *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) eggs. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 63, n. 2, p. 152-156, 2019.

PINTO, A. S.; LUCON, C. M. M.; BETTIOL, W. (org.). **Controle biológico de pragas, doenças e plantas daninhas**. Piracicaba: FEALQ, 2019.
PIZZOL, J. *et al*. Does host size influence the fitness of *Trichogramma* egg parasitoids? **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 137, n. 2, p. 124-132, 2010.

POMARI-AFONSO, A. *et al*. Biological performance and morphometry of *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae) reared on different hosts. **Journal of Applied Entomology**, v. 146, n. 4, p. 415-425, 2022. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jen.12964. Acesso em: 6 fev. 2026.

POMARI-AFONSO, A. *et al*. Qualidade biológica de *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae) criado em diferentes hospedeiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 53, n. 12, p. 1311-1318, 2018.

POMARI-FERNANDES, A. *et al*. Flight capacity and parasitism of *Trichogramma pretiosum* and *T. acacioi*. **Journal of Applied Entomology**, v. 139, n. 1-2, p. 33-41, 2015.

POSTALI, L. *et al*. Thermal stress during development affects the quality of *Trichogramma pretiosum*. **Journal of Applied Entomology**, v. 145, n. 5, p. 412-421, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1111/jen.12858. Acesso em: 08 fev. 2026.

PRATISSOLI, D. *et al*. Biological characteristics of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) reared on eggs of *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) and *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 48, n. 5, p. 771-776, 2005.

PRATISSOLI, D. *et al*. Biological characteristics of *Trichogramma pretiosum* reared on eggs of *Helicoverpa zea* and *Spodoptera frugiperda*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 6, p. 547-553, 2005.

PRATISSOLI, D.; PARRA, J. R. P. Selection of *Trichogramma* strains for biological control of the tomato borer. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 2, p. 185-188, 2000.

PREZOTTI, L. *et al*. Testes de qualidade de voo para *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym., Trichogrammatidae) criados em ovos de *Ephestia kuehniella* Zeller (Lep., Pyralidae). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 3, p. 483-487, 2002.

PREZOTTI, L.; PARRA, J. R. P.; VENCOVSKY, R.; DIAS, C. T.; CRUZ, I.; CHAGAS, M. C. M. **Capacidade de voo de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) criado em hospedeiro natural e alternativo**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2002. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/964036/1/Capacidadedevoodeo TelenomusremusNixon.pdf. Acesso em: 29 jul. 2025.

PREZOTTI, L.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. Teste de voo como critério de avaliação da qualidade de *Trichogramma pretiosum*. **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 2, p. 319-326, 2002.

PREZOTTI, L.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. Testes de qualidade para *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em laboratório. **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 1, p. 83-89, 2002. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1519-566X2002000100012. Acesso em: 02 fev. 2026.

QUEIROZ, A. P. *et al*. Host selection behavior of *Trichogramma pretiosum*: influence of host age and size. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 169, n. 4, p. 342-351, 2021.

QUEIROZ, A. P. *et al*. Parasitism of *Telenomus remus* on *Spodoptera frugiperda* eggs: impact of mass rearing generations. **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 40, p. 895-903, 2020.

QUEIROZ, A. P. *et al*. Performance of *Telenomus remus* reared on fresh and frozen *Spodoptera frugiperda* eggs. **Bulletin of Entomological Research**, v. 107, n. 6, p. 791-798, 2017.

QUERINO, R. B. *et al*. Host preference of *Telenomus remus* Nixon for *Spodoptera frugiperda*. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 4, p. 557-562, 2010.

QUERINO, R. B. *et al*. Host preference of *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) to *Spodoptera frugiperda* (Smith) and *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) eggs. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 2, p. 241-246, 2010.

REIS, A. S. *et al*. Endosymbionts in *Trichogramma*: prevalence and effects on host fitness. **Scientific Reports**, v. 13, n. 1, p. 4567, 2023. Disponível em: https://www.nature.com/articles/s41598-023-31520-2. Acesso em: 6 fev. 2026.

RODRIGUES, D. K. S. *et al*. Parasitismo de *Trichogramma pretiosum* em ovos de *Chrysodeixis includens* sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 3, p. e5663, 2019.

RUNDLE, B. J. *et al*. Effects of cold storage on *Trichogramma brassicae*. **Biocontrol Science and Technology**, v. 14, n. 1, p. 3-13, 2004.

SÁ, V. G. M. *et al*. Nutritional quality of *Euschistus heros* eggs affects *Telenomus podisi* development. **Journal of Insect Physiology**, v. 86, p. 22-29, 2016.

SAMPAIO, F.; MARCHIORO, C. A.; FOERSTER, L. A. Modeling parasitoid development: climate change impacts on *Telenomus remus* (Nixon) and *Trichogramma foersteri* (Takahashi) in southern Brazil. **Pest Management Science**, Hoboken, v. 81, n. 9, p. 5335–5349, set. 2025. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40343721/. Acesso em: 09 fev. 2026.

SANTOS, L. F. *et al*. Flight and parasitism capacity of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) after cold storage. **Neotropical Entomology**, v. 51, p. 112-120, 2022.

SANTOS, L. R. *et al*. Morphometric and biological quality of egg parasitoids in agricultural landscapes. **Neotropical Entomology**, v. 53, n. 1, p. 112-124, 2024. Disponível em: https://link.springer.com/journal/13744. Acesso em: 6 fev. 2026.

SCHMIDT, J. M. *et al*. Microsporidian infections in parasitoid wasps: implications for biological control. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 190, p. 107736, 2022.

SOUZA, J. R. *et al*. Quality of *Trichogramma pretiosum* reared in eggs of *Anagasta kuehniella* and *Corcyra cephalonica*. **Biological Control**, v. 96, p. 64-68, 2016.

STEFANELLO, S. H. *et al*. Host influence on the morphometry and parasitism of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 81, n. 2, p. 340-348, 2021. Disponível em: https://www.scielo.br/j/bjb/a/6R8VfXp6jLhL9q9z8X8zGfH/. Acesso em: 6 fev. 2026.

STERNHOFF, G. R. *et al*. Influência do hospedeiro no desenvolvimento e parasitismo de *Telenomus podisi* e *Trissolcus basalis*. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 20, n. 1, p. 45-52, 2021.

THAO, M. L. Cospeciation of psyllids and their prokaryotic primary endosymbionts. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 66, n. 7, p. 2898–2905, 2000.

THAO, M. L.; BAUMANN, P. Evolutionary relationships of primary prokaryotic endosymbionts of whiteflies and their hosts. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 70, n. 6, p. 3401–3406, 2004.

VACARI, A. M. *et al*. Quality of *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) reared at different host densities and the estimated cost of its commercial production. **Biological Control**, v. 63, n. 2, p. 102-106, 2012.

VAN LENTEREN, J. C. **Quality control and production of biological control agents: Theory and Testing Procedures**. Wallingford: CABI Publishing, 2003. 327 p.

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

VIANNA, U. R. *et al*. Genetic variability maintenance in *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) populations: implications for biological control programs. **Neotropical Entomology**, v. 49, p. 894–902, 2020.

VIANNA, U. R. *et al*. Quality control of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in mass rearing. **Biological Control**, v. 144, 104230, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2020.104230. Acesso em: 09 fev. 2026.

VINSON, S. B. Parasitoid-host relationships. In: JOLIVET, P.; HAWKESWOOD, T. J.; VIENNE, M. (org.). **Host-plants and insects: food, evolution and biodiversity**. Sofia: Pensoft, 1994. p. 17-26.

WEBER, I. D. **Modelo computacional para determinação de estratégia de liberação de *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae)**. 2021. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2021. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11146/tde-13092021-135107/. Acesso em: 11 fev. 2026.

WENGRAT, A. P. G. S. *et al*. Integrative taxonomy and phylogeography of *Telenomus remus* (Scelionidae), with the first record of natural parasitism of *Spodoptera* spp. in Brazil. **Scientific Reports**, London, v. 11, e14110, 2021. DOI: 10.1038/s41598-021-93510-3. Disponível em: https://www.nature.com/articles/s41598-021-93510-3. Acesso em: 11 fev. 2026.

WERENKRAB, A. *et al*. *Wolbachia* effects in *Trichogramma* wasps: a meta-analysis. **Symbiosis**, v. 83, p. 1-12, 2021.

WERREN, J. H.; BALDO, L.; CLARK, M. E. *Wolbachia*: master manipulators of invertebrate biology. **Nature Reviews Microbiology**, v. 6, n. 10, p. 741–751, 2008.

ZANARDI, O. Z. *et al*. Laboratory selection reduces fitness of the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in field conditions. **Journal of Economic Entomology**, v. 111, n. 2, p. 845–851, 2018.

ZANARDI, O. Z. *et al*. Quality control of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) produced in large scale. **Journal of Economic Entomology**, v. 111, n. 5, p. 2100-2108, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1093/jee/toy192. Acesso em: 11 fev. 2026.

ZANG, L. S. *et al*. Global trends in the use of Trichogramma for biological control. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 66, p. 337-356, 2021.

ZCHORI-FEIN, E.; BROWN, J. K. Diversity of prokaryotes associated with *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 95, n. 6, p. 711–718, 2002.

ZCHORI-FEIN, E.; PERLMAN, S. J. Distribution of the bacterial symbiont *Cardinium* in arthropods. **Molecular Ecology**, v. 13, n. 7, p. 2009–2016, 2004.