RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese/dissertação será disponibilizado somente a partir de 30/07/2027

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

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

FCA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
UNESP | BOTUCATU

JÉSSICA APARECIDA DE OLIVEIRA MUNIZ

DESENVOLVIMENTO DE *Telenomus remus* Nixon (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE) EM OVOS DE *Corcyra cephalonica* Stainton (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE) MULTIPLICADO EM DIFERENTES TIPOS DE DIETA E PARASITISMO EM OVOS DE *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

Botucatu

2025

JÉSSICA APARECIDA DE OLIVEIRA MUNIZ

DESENVOLVIMENTO DE *Telenomus remus* Nixon (HYMENOPTERA:SCELIONIDAE) EM OVOS DE *Corcyra cephalonica* Stainton (LEPIDOPTERA:PYRALIDAE) MULTIPLICADO EM DIFERENTES TIPOS DE DIETA E PARASITISMO EM OVOS DE *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (LEPIDOPTERA:NOCTUIDAE)

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

2025

M966d

Muniz, Jéssica

Desenvolvimento de Telenomus remus (Hymenoptera: Scelionidae) em ovos de Corcyra cephalonica (Lepidoptera: Pyralidae) multiplicado em diferentes tipos de dieta e parasitismo em ovos de Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuiae) / Jéssica Muniz. -- Botucatu, 2025

85 p. : il., tabs., fotos

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

Orientadora: Regiane Cristina de Oliveira

1. Características bioecológicas e seleção de hospedeiro por Telenomus remus Nixon (Hymenoptera: Scelionidae). I. Título.

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

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Botucatu

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: DESENVOLVIMENTO DE *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae) EM OVOS DE *Corcyra cephalonica* (Lepidoptera: Pyralidae) MULTIPLICADO EM DIFERENTES TIPOS DE DIETA E PARASITISMO EM OVOS DE *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)

AUTORA: JÉSSICA APARECIDA DE OLIVEIRA MUNIZ
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)
Proteção Vegetal / Faculdade de Ciências Agronômicas Unesp

Pesquisador Dr. ADRIANO THIBES HOSHINO (Participaçao Virtual)
Agronomia / Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná

Dr.ª NADJA NARA PEREIRA DA SILVA (Participaçao Virtual)
. / .

Botucatu, 30 de julho de 2025

AGRADECIMENTOS

Á Deus por sua graça e misericórdia em meio aos desafios e dificuldades enfrentadas. Aos meus familiares, em especial meu esposo Natanael Parreira que me incentivou até o final, me ajudou na execução do projeto e me compreendeu. Á minha mãe, Eliana e meus avós Mário Celso e Aparecida pelo incentivo para realização deste sonho.

À minha orientadora, Profa. Dra. Regiane Cristina de Oliveira, pela orientação, ensinamentos, paciência e oportunidade de fazer parte do grupo de pesquisa AGRIMIP durante esses anos.

A todos do Grupo de Pesquisa em Manejo Integrado de Pragas na Agricultura (AGRIMIP), pela amizade, conversas e troca de conhecimento. A todos os estagiários do AGRIMIP que me ajudaram na execução do meu projeto de pesquisa. À minhas amigas, Anne Chi Lin Sun e Bianca Cechetto Carlos pela amizade, conselhos e colaboração no processo de execução da dissertação.

A todos os amigos e colegas em especial Nadja Nara, Maria Carolina, Pedro Hiroshi Passos Ikuno, Daniel Alvarez, Ana Paula das Neves, Roberta Thiago, Daniel Santos, ao Renato funcionário do AGRIMIP.

À FCA/UNESP, em especial o Programa de Pós-graduação em Agronomia (Proteção de Plantas) pela oportunidade de desenvolvimento profissional. A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Proteção de Plantas. A todos os funcionários do departamento de Proteção Vegetal da FCA/UNESP.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de mestrado. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil – CAPES – Código de financiamento 001.

Sou grata a todos que fizeram parte desta etapa e de toda a minha trajetória profissional e que de alguma forma contribuíram na formação da pessoa e profissional que me tornei hoje. Obrigada a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização deste trabalho.

RESUMO

Telenomus remus Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) é um parasitoide de ovos que atua como um importante agente de controle biológico de pragas do gênero *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae) e apresentam ótima capacidade de parasitismo em ovos, dispersão, busca pelo hospedeiro e adaptação a diferentes temperaturas. Contudo, estudar formulações de dietas para o hospedeiro alternativo *Corcyra cephalonica* Stainton (Lepidoptera: Pyralidae) e a biologia de *T. remus* é essencial para aprimorar a nutrição, a qualidade dos ovos e potencializar o parasitismo e a eficiência na criação massal de *T. remus* como agente de controle biológico. Com isso, o objetivo do trabalho foi verificar o impacto das diferentes dietas e hospedeiros sobre as características biológicas e a capacidade de parasitismo do *Telenomus remus*, visando otimizar a criação massal e a eficiência no controle biológico de *Spodoptera frugiperda*. Para isto, foram realizados três experimentos: avaliação de diferentes dietas para *C. cephalonica* e o efeito no parasitismo de *T. remus*; 2) avaliação das características biológicas e capacidade de parasitismo de *T. remus* em ovos de *S. frugiperda*, quando criados em diversas gerações em ovos de *C. cephalonica*; 3) avaliação das características biológicas e capacidade de parasitismo de *T. remus* em ovos de diferentes linhagens de *S. frugiperda*. Para avaliação da criação de *C. cephalonica* foram testadas 10 dietas com 20 repetições e avaliados os parâmetros biológicos do hospedeiro e do parasitoide *T. remus*. Para avaliar o parasitismo de *T. remus* em ovos de *S. frugiperda* após criados em ovos de *C. cephalonica* foram selecionados parasitoides de 10ª, 11ª, 12ª, 13ª, 14ª, 15ª, 16ª, 17ª e 18ª geração, sendo cada tratamento com 20 repetições. Para a capacidade de parasitismo de *T. remus* em diferentes populações de *S. frugiperda* foram necessários a realização de coleta destes insetos em diferentes estados do Brasil, com mais de uma população por estado (Rio Grande do Sul, Goiás, Paraná, Santa Catarina, Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Bahia), sendo utilizado de 100 ± 20 ovos para cada 20 repetições, totalizando 21 tratamentos. Dietas à base de germe de trigo cru, combinadas com levedo de cerveja e farinha de arroz ou amendoim tiveram maior emergência de adultos, emergência de fêmeas, longevidade do casal e menor tempo de desenvolvimento de *C. cephalonica*. Não revelou diferença

ou efeito no parasitismo, emergência e razão sexual de *T. remus*. O parasitismo de *T. remus* não é afetado em ovos de *S. frugiperda* após criados em sucessivas gerações em ovos de *C. cephalonica* no laboratório. A biologia e o parasitismo de *T. remus* foi influenciado pelas linhagens de *S. frugiperda*.

Palavras-chave: parasitoide; inimigo natural; controle biológico.

ABSTRACT

Telenomus remus Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) is an egg parasitoid that serves as an important biological control agent against pests of the genus *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae). It exhibits excellent parasitism capacity on eggs, dispersal ability, host-seeking behavior, and adaptability to different temperatures. However, studying diet formulations for the alternative host *Corcyra cephalonica* Stainton (Lepidoptera: Pyralidae) and the biology of *T. remus* is essential to improve nutrition, egg quality, and enhance parasitism and efficiency in the mass rearing of *T. remus* as a biological control agent. Therefore, the objective of this study was to evaluate the impact of different diets and hosts on the biological characteristics and parasitism capacity of *Telenomus remus*, aiming to optimize mass rearing and biological control efficiency of *Spodoptera frugiperda*. To achieve this, three experiments were conducted: 1) Evaluation of different diets for *C. cephalonica* and their effects on parasitism by *T. remus*; 2) Assessment of the biological characteristics and parasitism capacity of *T. remus* on *S. frugiperda* eggs, after being reared for multiple generations on *C. cephalonica* eggs; 3) Evaluation of the biological traits and parasitism capacity of *T. remus* on eggs from different strains of *S. frugiperda*. To assess the rearing of *C. cephalonica*, ten diets were tested with 20 replications each, and the biological parameters of both the host and the parasitoid *T. remus* were evaluated. To assess *T. remus* parasitism on *S. frugiperda* eggs after being reared on *C. cephalonica* eggs, parasitoids from the 10th to the 18th generations were selected, with 20 replications per treatment. To evaluate *T. remus* parasitism on different populations of *S. frugiperda*, insects were collected from several Brazilian states, with more than one population per state (Rio Grande do Sul, Goiás, Paraná, Santa Catarina, Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, and Bahia). For each of the 21 treatments, 100 ± 20 eggs were used in 20 replications. Diets based on raw wheat germ, combined with brewer's yeast and rice or peanut flour, resulted in higher adult emergence, female emergence, couple longevity, and shorter development time of *C. cephalonica*. These diets did not show significant effects on the parasitism rate, emergence, or sex ratio of *T. remus*. The parasitism capacity of *T. remus* was not affected when reared for successive generations on *C. cephalonica* eggs in the laboratory. However, the biology and parasitism efficiency of *T. remus* were influenced by the different strains of *S. frugiperda*.

Keywords: parasitoid; natural enemy; biological control.

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO GERAL	**13**
	CAPÍTULO 1 - CARACTERÍSTICAS BIOECOLÓGICAS E SELEÇÃO DE HOSPEDEIRO POR *Telenomus remus* NIXON (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE)	**16**
1.1	**INTRODUÇÃO**	**18**
1.2	**REVISÃO DE LITERATURA**	**18**
1.2.1	Características bioecológicas de *Telenomus remus* Nixon (hymenoptera: scelionidae)	18
1.2.2	Capacidade de parasitismo de *Telenomus remus*	20
1.2.3	Uso de *Telenomus remus* no manejo de *Spodoptera frugiperda*	21
1.2.4	Insetos hospedeiros de *Telenomus remus* Nixon (hymenoptera: scelionidae)	22
1.2.5	Vantagens e desvantagens da criação de *Telenomus remus* em hospedeiro natural *Spodoptera frugiperda* e hospedeiro alternativo *Corcyra cephalonica*	24
	REFERENCIAS	**26**
	CAPÍTULO 2 - OTIMIZAÇÃO DA NUTRIÇÃO DE *Corcyra cephalonica* COM DIFERENTES DIETAS VISANDO MAIOR EFICIÊNCIA DE *Telenomus remus*	**30**
2.1	**INTRODUÇÃO**	**32**
2.2	**MATERIAL E MÉTODO**	**33**
2.2.1	Efeito de diferentes dietas nas características biológicas de *Corcyra cephalonica*	33
2.2.2	Parasitismo de *Telenomus remus*	35
2.2.3	Análises estatísticas	36
2.3	**RESULTADOS**	**36**
2.3.1	Efeito de diferentes dietas nas características biológicas de *Corcyra cephalonica*	36
2.3.2	Parasitismo de *Telenomus remus*	41
2.4	**DISCUSSÃO**	**43**
2.5	**CONCLUSÕES**	**46**
	REFERENCIAS	**47**
	CAPÍTULO 3 - PARASITISMO DE *Telenomus remus* NIXON (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE) EM OVOS DE *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) APÓS SUCESSIVAS GERAÇÕES DE CRIAÇÃO EM *Corcyra cephalonica* STAINTON (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE)	**49**
3.1	**INTRODUÇÃO**	**51**
3.2	**MATERIAL E MÉTODO**	**52**
3.2.1	Criação de parasitoides e hospedeiros no laboratório	52

3.2.2 Parasitismo de *Telenomus remus* em ovos de *Spodoptera frugiperda* criados em hospedeiro alternativo *Corcyra cephalonica*
3.2.3 Análise estatística 53
3.3 RESULTADOS 54
3.3.1 Parasitismo de *Telenomus remus* em ovos de *S. frugiperda* criados em hospedeiro alternativo *Corcyra cephalonica* 54
3.4 DISCUSSÃO 56
3.5 CONCLUSÔES 59
REFERENCIAS 60
CAPÍTULO 4 - PARASITISMO DE *Telenomus remus* Nixon (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE) EM OVOS DE DIFERENTES POPULAÇÕES DE *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) 62
4.1 INTRODUÇÃO 64
4.2 MATERIAL E MÉTODO 65
4.2.1 Parasitismo de *Telenomus remus* em ovos de *Spodoptera frugiperda* 65
4.3 RESULTADOS 67
4.3.1 Características biológicas de *Telenomus remus* em ovos de diferentes populações de *Spodoptera frugiperda* 67
4.3.2 Capacidade de parasitismo de *Telenomus remus* em ovos de diferentes linhagens de *Spodoptera frugiperda* 70
4.4 DISCUSSÃO 76
4.5 CONCLUSÔES 79
REFERENCIAS 80
CONSIDERAÇÕES FINAIS 83
REFERENCIAS 85

INTRODUÇÃO GERAL

Telenomus remus Nixon, 1937 (Hymenoptera: Scelionidae) é nativo da península da Malásia e Papua Nova Guiné (Wengrat *et al*., 2021). A introdução no Brasil, ocorreu em 1983, a partir da República Dominicana pela Escola Superior de Agricultura, Luiz de Queiroz em Piracicaba, São Paulo, destinada ao controle biológico clássico de *S. frugiperda.* Posteriormente, o Centro de Pesquisa de Milho e Sorgo (Sete Lagoas, Minas Gerais) introduziu indivíduos da Venezuela em 1996. Em 2011, uma terceira introdução foi realizada pela Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal, São Paulo, também utilizando vespas oriundas da Venezuela (Wengrat *et al*., 2021).

O parasitoide *T. remus* tem se destacado por apresentar alta fecundidade sobre ovos do gênero *Spodoptera*. É capaz de parasitar ovos presentes nas camadas mais internas, apresentar alta dispersão e alta capacidade de busca do hospedeiro. Além disso, é um dos mais importantes grupos de inimigos naturais utilizados no controle biológico aumentativo, pois atua nos estágios iniciais da praga antes mesmo que está cause danos à cultura (Colmenarez *et al*., 2022).

Os parasitoides são amplamente utilizados no controle aumentativo de insetos-praga que danificam diversas culturas. A criação em larga escala tem sido objeto de estudo há mais de 40 anos, com o objetivo de desenvolver métodos eficazes para a produção massiva. Pois, a utilização de hospedeiros naturais tem se mostrado inviável, devido aos altos custos e ao comportamento canibal de *Spodoptera spp*. Nesse contexto, *Corcyra cephalonica* Stainton (Lepidoptera: Pyralidae) tem se destacado como o hospedeiro alternativo mais promissor para a multiplicação de *T. remus* (Colmenarez *et al*., 2022).

*C*onhecida como traça-dos-cereais, *C. cephalonica* é uma praga de grãos armazenados e ocorre principalmente em grãos de arroz. É uma praga de grãos armazenados, conhecida como traça- dos-cereais e a principal praga da cultura do arroz. Os primeiros estudos científicos abrangentes sobre esta praga foram realizados em 1919 nos Estados Unidos (Chittenden., 1919). A fase larval é caracterizada por infestar grãos de cereais danificados ou quebrados e durante a alimentação produzirem fibras de seda que, com o tempo, se acumulam sobre os grãos, formando grumos que comprometem a qualidade do produto. Além disso, há contaminação por

fezes, exúvias e cadáveres das larvas que reduz ainda mais a aceitação dos produtos no mercado (Vicente *et al*., 2021).

No entanto, *C. cephalonica* também é amplamente utilizada como hospedeiro alternativo para diversos agentes de controle biológico (Vicente *et al*., 2021). A criação é favorecida pela facilidade de produção em massa, pelo ciclo de vida curto e pela adaptação a diferentes substratos alimentares. Essas características possibilitam a geração em larga escala de insetos benéficos, contribuindo para o manejo de pragas de forma mais prática e econômica.

Entretanto, a alimentação de *C. cephalonica* pode influenciar positiva ou negativamente o desenvolvimento dos parasitoides, podendo causar anormalidades resultantes de desequilíbrios nutricionais ou da ausência de compostos essenciais no organismo do hospedeiro e com isto, levar ao desenvolvimento retardado, prolongamento do ciclo ovo-adulto, redução da capacidade reprodutiva, mudanças no tamanho e aptidão dos indivíduos e, consequentemente, impactos negativos nas gerações subsequentes dos parasitoides como, diminuição na capacidade de parasitismo, na emergência, na capacidade de busca e no tamanho do parasitoide (Da Silva *et al*., 2023).

Telenomus remus, assim como outros parasitoides, depende de uma variedade de nutrientes para o pleno desenvolvimento, incluindo carboidratos e gorduras como fontes de energia, aminoácidos e lipídeos para a manutenção da estrutura corporal, além de minerais e vitaminas. Durante a fase de formação dos ovos, são exigidas grandes quantidades de proteínas e lipídeos, além de carboidratos, para a síntese dos componentes do vitelo, além da água, vitaminas e sais minerais como elementos indispensáveis na dieta para que ocorra a produção máxima de ovos (Meirelles *et al*., 2009; Suzana-Milan, 2023).

Diante disso, objetivou-se verificar o impacto das diferentes dietas e hospedeiros sobre as características biológicas e a capacidade de parasitismo do *Telenomus remus*, visando otimizar a criação massal e a eficiência no controle biológico de *Spodoptera frugiperda*. Para isto, foram estabelecidos três objetivos específicos: 1) avaliar diferentes dietas nas características biológicas do hospedeiro alternativo *C. cephalonica* e o efeito no parasitismo de *T. remus*; 2) avaliar as características biológicas e parasitismo de *T. remus* em ovos de *S. frugiperda*, após ser criado por mais de dez gerações em ovos de *C. cephalonica*; 3) avaliar a

capacidade de parasitismo de *T. remus* em ovos de diferentes linhagens de *S. frugiperda* coletadas em diferentes regiões agrícolas do Brasil.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento de *Corcyra cephalonica* demonstrou ser influenciado pela composição das dietas ofertadas. Contudo, os diferentes regimes alimentares não exerceram influência expressiva sobre os parâmetros biológicos de *T. remus*, indicando que o desempenho deste parasitoide não foi afetado pela dieta do hospedeiro. No entanto, é recomendável cautela ao substituir a dieta padrão, especialmente em contextos de produção massal de agentes de controle biológico, devendo ser considerado avaliações rigorosas, considerando a complexidade das interações nutricionais entre o hospedeiro e o parasitoide.

A criação sucessiva de *T. remus* em ovos de *C. cephalonica* ao longo de várias gerações influenciou significativamente os aspectos biológicos deste inimigo natural. Entretanto, a taxa de emergência e a razão sexual permaneceram estáveis sugerindo apenas a manutenção dos parasitoides mesmo após múltiplas gerações em hospedeiro alternativo. No entanto, apresentando qualidade dos parasitoides mesmo após criados em diversas gerações e com isso, permanecendo viável a criação de *T. remus* em ovos de *C. cephalonica*.

As características bioecológicas de *T. remus* são influenciadas pelas diferentes linhagens de *S. frugiperda*. Pois, estas apresentam variabilidade fisiológica, o que reforça a importância deste estudo para o desenvolvimento de novas estratégias de controle biológico.

REFERÊNCIAS

COLMENAREZ, Y. C.; BABENDREIER, D.; FERRER WURST, F. R.; VÁSQUEZ-FREYTEZ, C. L.; DE FREITAS BUENO, A. The use of *Telenomus remus* (Nixon, 1937) (Hymenoptera: Scelionidae) in the management of Spodoptera spp.: potential, challenges and major benefits. **CABI Agriculture and Bioscience**, v. 3, n. 1, p. 5, 2022.

MEIRELLES, A. P.; CARNEIRO, T. R.; FERNANDES, O. A. Efeito de diferentes fontes de carboidrato e da privação de alimento sobre aspectos biológicos de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera, Scelionidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, p. 457-460, 2009.

SILVA, C. B.; CARVALHO, V. R.; ANDRADE BOMFIM, J. P.; SILVA, N. N. P.; OLIVEIRA, R. C. Influence of factitious hosts on the morphometry and diversity of endosymbionts of the egg parasitoid *Telenomus remus*: insights for applied biological control. **Phytoparasitica**, v. 51, n. 1, p. 77-88, 2023.

SUZANA-MILAN, C. S.; SALVADORI, J. R. Alimentação de insetos herbívoros: exigências nutricionais e digestão (ênfase em Lepidoptera). In: **BIOLOGIA: CONTEXTUALIZANDO O CONHECIMENTO CIENTÍFICO**. Editora Científica Digital, 2023. p. 19-37.

WENGRAT, A. P. G. S.; COELHO JUNIOR, A.; PARRA, J. R. P.; TAKAHASHI, T. A.; FOERSTER, L. A.; CORRÊA, A. S.; POLASZEK, A.; JOHNSON, N. F.; COSTA, V. A.; ZUCCHI, R. A. Integrative taxonomy and phylogeography of *Telenomus remus* (Scelionidae), with the first record of natural parasitism of Spodoptera spp. in Brazil. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 14110, 2021.