

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Soja
Ministério da Agricultura e Pecuária*

Eventos Técnicos & Científicos

4

Julho, 2024

RESUMOS EXPANDIDOS

19^a Jornada Acadêmica da Embrapa Soja

**30 e 31 de julho de 2024
Londrina, PR**

Embrapa Soja
Londrina, PR
2024

Embrapa Soja
Rodovia Carlos João Strass, acesso Orlando Amaral, Distrito de Warta
Caixa Postal 231, CEP 86001-970, Londrina, PR
Fone: (43) 3371 6000
Fax: (43) 3371 6100
www.embrapa.br/soja
https://www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Comitê de Publicações da Embrapa Soja
Presidente: *Roberta Aparecida Carnevalli*
Secretário-executivo: *Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite*
Membros: *Claudine Dinali Santos Seixas, Clara Beatriz Hoffmann-Campo, Fernando Augusto Henning, Ivani de Oliveira Negrão Lopes, Leandro Eugênio Cardamone Diniz, Maria Cristina Neves de Oliveira, Mônica Juliani Zavaglia Pereira e Norman Neumaier*

Edição executiva: *Vanessa Fuzinatto Dall'Agnol*
Normalização: *Valéria de Fátima Cardoso*
Diagramação: *Marisa Yuri Horikawa*
Organização da publicação: *Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite, Larissa Alexandra Cardoso Moraes, Kelly Catharin*

1ª edição
Publicação digital: PDF

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e de inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista da Embrapa.

É de responsabilidade dos autores a declaração afirmando que seu trabalho encontra-se em conformidade com as exigências da Lei nº 13.123/2015, que trata do acesso ao Patrimônio Genético e ao Conhecimento Tradicional Associado.

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Embrapa Soja

Jornada Acadêmica da Embrapa Soja (19. : 2024: Londrina, PR).
Resumos expandidos [da] XIX Jornada Acadêmica da Embrapa Soja, Londrina, PR, 30 e 31 de julho de 2024 -- Londrina : Embrapa Soja, 2024.
PDF (111 p.) -- (Eventos técnicos & científicos / Embrapa Soja, ISSN 0000-0000 ; 4)
1. Soja. 2. Pesquisa agrícola. I. Título. II. Série.

CDD (21. ed.) 630.2515

Interação e competitividade entre *Telenomus remus* e *Trichogramma pretiosum* em ovos de *Spodoptera frugiperda*

Emanuel Antonio Toloí Fróio⁽¹⁾, Weidson Plauter Sutil⁽²⁾, Leonardo Roswadoski⁽²⁾, Gabriel Siqueira Carneiro⁽²⁾, Adeney de Freitas Bueno⁽³⁾

⁽¹⁾ Estudante de Agronomia, Universidade Norte do Paraná, bolsista PIBIC/CNPq, Londrina, PR.

⁽²⁾ Estudante de Pós-Graduação em Entomologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

⁽³⁾ Pesquisador, Embrapa Soja, Londrina, PR.

Introdução

Devido à sua capacidade de dispersão e alto potencial destrutivo, a lagarta-do-cartucho do milho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), é uma das principais pragas agrícolas do mundo (Yainna et al., 2022). A maior relevância de *S. frugiperda* ocorre na cultura do milho e, apesar da adoção de cultivares de milho que expressam a proteína da bactéria *Bacillus thuringiensis* (*Bt*), o controle químico ainda é o principal método de controle adotado nas principais regiões produtoras (Van Den Berg; Du Plessis, 2022). O uso excessivo de inseticidas sintéticos, contudo, causa eliminação de inimigos naturais, ressurgência de pragas secundárias e contaminação ambiental e humana (Burtet et al., 2017; Bueno et al., 2021).

Alternativas aos inseticidas convencionais incluem os parasitoides de ovos, utilizados no controle biológico aumentativo (CBA), uma ferramenta sustentável aplicada em milhões de hectares anualmente (Van Lenteren et al., 2018). O CBA é uma importante ferramenta utilizada no Manejo Integrado de Pragas (MIP), que tem como base a liberação massiva de inimigos naturais para controlar rapidamente pragas de forma seletiva, sem efeitos nocivos ao meio ambiente ou a saúde humana. Entre os agentes de CBA, os parasitoides de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e *Telenomus remus* (Nixon, 1937) (Hymenoptera: Scelionidae) se destacam como os de maior potencial para manejo de ovos de *S. frugiperda* (Colmenarez et al., 2022; Li et al., 2023). Os parasitoides de ovos controlam a praga antes de causar danos às plantas. Sua ação específica contra a praga alvo apesar de benéfica também se torna um desafio, pois agricultores enfrentam a ocorrência de múltiplas espécies de pragas simultaneamente (Bueno et al., 2023). Nesse contexto, a exemplo dos inseticidas químicos que podem conter múltiplos ingredientes ativos, aumentando a eficácia e o espectro de ação dos produtos, a combinação de duas espécies de parasitoides pode seguir essa lógica, aumentando a eficiência ou espectro de ação do produto biológico.

Trichogramma pretiosum é uma espécie de hábito generalista e possui registro para ser utilizado como bioproduto por agricultores brasileiros, diferente de *Te. remus*. Porém, embora *Tr. pretiosum* seja comercializado no Brasil para diversas pragas, possui menor capacidade de parasitismo quando se trata de ovos de *S. frugiperda* se comparado a *Te. remus* (Bueno et al., 2023). Portanto, o uso isolado de *Tr. pretiosum* no manejo dessa espécie tende a ser insuficiente.

Estudos mostraram que a combinação de *Tr. pretiosum* (90%) com *Te. remus* (10%) tem potencial de parasitismo semelhante ao uso de *Te. remus* (100%) (Goulart et al., 2011). Essa estratégia pode utilizar maiores quantidades de um parasitoide mais barato, com ação complementada por um parasitoide mais caro, garantindo maior biodiversidade e melhor controle biológico ao longo do tempo. Nesse contexto, o objetivo do trabalho é avaliar a combinação de *Te. remus* e *Tr. pretiosum* no manejo de ovos de *S. frugiperda* em laboratório, para entender possíveis efeitos sinérgicos ou antagonistas dessa interação.

Material e métodos

O estudo foi conduzido no laboratório de parasitoides da Embrapa Soja em condições controladas de temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas em estufa BOD. Foi utilizado delineamento experimental inteiramente casualizado, com três tratamentos e 20 repetições utilizando ovos de *S. frugiperda* provenientes do laboratório de criação de insetos da Embrapa Soja. Já os adultos de *Tr. pretiosum* e *Te. remus* foram provenientes do laboratório de parasitoides da Embrapa Soja.

Neste experimento, a competição interespecífica entre *Tr. pretiosum* e *Te. remus* foi avaliada sob três condições diferentes (tratamentos): (1) massas de ovos inicialmente parasitadas por *Tr. pretiosum* por 24 horas e subsequentemente fornecidas para *Te. remus* por mais 24 horas de parasitismo; (2) massa de ovos oferecidas para parasitismo de *Te. remus* por 24 horas, seguido por *Tr. pretiosum* por outras 24 horas seguintes; e (3) fêmeas de ambos os parasitoides tiveram acesso simultâneo às massas de ovos por 24 horas.

Uma replicação consistiu em uma fêmea da respectiva espécie e por uma massa de ovo contendo aproximadamente 120 ovos de *S. frugiperda* (<24 h de idade), que foram fornecidos para o parasitismo por fêmeas copuladas, sem experiência de oviposição e com menos de 24 horas de idade, além das espécies de parasitoides. As massas de ovos foram expostas ao parasitismo em tubos de vidro medindo 7,5 cm de comprimento e 1,0 cm de diâmetro, com gotas de mel puro depositadas nas paredes do tubo de vidro como forma de alimentação para os adultos dos parasitoides. Os tubos foram selados com filmes PVC e armazenados em câmaras a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e fotoperíodo de 14:10 h luz/escuro. As larvas de *S. frugiperda* emergidas dos ovos não parasitados foram contadas e removidas das massas de ovos uma vez ao dia para evitar o canibalismo dos ovos.

Após o período de parasitismo, as fêmeas foram removidas dos tubos de vidro, e as massas de ovos parasitadas foram observadas diariamente até a emergência dos adultos dos parasitoides. Os parasitoides emergidos foram então separados por espécie e contabilizados. Os parâmetros biológicos avaliados neste experimento foram o número de parasitoides emergidos e porcentagem de emergência. Os ovos com parasitismo, mas sem emergência foram dissecados para verificar a espécie no seu interior.

Análises estatísticas

Os dados de parasitismo e emergência (%) foram submetidos às análises exploratórias de normalidade, homogeneidade e análise de variância, e quando diferenças estatísticas foram observadas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A contribuição relativa de cada espécie para o parasitismo total foi comparada com o teste qui-quadrado. Todas as análises foram realizadas no software estatístico R (R Core Team, 2023).

Resultados e discussão

O número de parasitoides emergidos diferenciou em todos os tratamentos ($p < 0,05$). Em todas as sequências de parasitismo avaliadas, as massas de ovos avaliadas, *Te. remus* apresentou maior número de parasitoides emergidos em comparação a *Tr. pretiosum* (Figura 1A). Esse resultado é esperado uma vez que *Te. remus* é um parasitoide específico de *S. frugiperda* e seu maior potencial é demonstrado justamente pela maior capacidade de parasitismo de ovos dessa espécie.

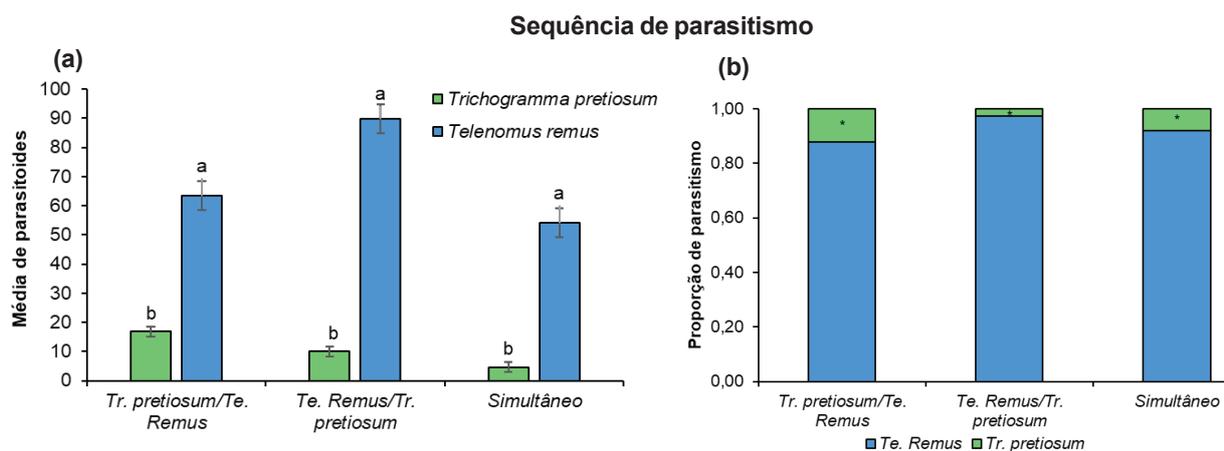


Figura 1. (A) Média de adultos de *Telenomus remus* e *Trichogramma pretiosum* emergidos de massas de ovos de *Spodoptera frugiperda*. Médias seguidas por letras diferentes indicam diferenças estatísticas no desempenho de cada espécie de parasitoide Tukey ($p < 0,05$). (B) Contribuição de *Te. remus* e *Tr. pretiosum* para o número total de parasitoídes emergidos sob diferentes condições de competição. Asteriscos indicam diferenças estatísticas na contribuição das espécies de acordo com a ordem de acesso às massas de ovos e de acordo com o teste qui-quadrado ($p < 0,05$).

O maior número de parasitoídes de *T. remus* ($89,7 \pm 4,41$) e *Tr. pretiosum* ($16,8 \pm 2,40$) emergidos foi observado quando ambas as espécies tiveram acesso primeiro aos ovos. Quando colocados em situação de parasitismo simultâneo, o parasitismo de ambas as espécies reduziu, indicando que a junção dessas duas espécies pode levar a uma ação antagônica e indesejável entre eles, reduzindo a eficiência do controle biológico. Sob condições competitivas, as alterações físicas e/ou químicas feitas pelos parasitoídes nos hospedeiros podem inibir o parasitismo por outra espécie.

Notavelmente, a diferença na contribuição de cada espécie para o número total de parasitoídes emergidos foi estatisticamente diferente ($\chi^2 = 6,34$; $df = 2$; $p < 0,0397$) (Figura 1B), com ampla predominância de *Te. remus*. Os resultados observados com o número de parasitoídes emergidos de *Te. remus* consistentemente maior do que o observado para *Tr. pretiosum* em todos os experimentos, é consistente com estudos anteriores que demonstraram um desempenho superior de *Te. remus* em comparação com espécies de *Trichogramma* para parasitar ovos de *S. frugiperda* (Dong et al., 2021; Fortes et al., 2023). Essa baixa capacidade de parasitismo de *Tr. pretiosum* ocorre devido ao hábito de oviposição de *S. frugiperda* e outras lagartas do complexo *Spodoptera* de ovipositar em camadas sobrepostas (Kasige et al., 2022), além de depositar muitas escamas das mariposas sobre as posturas, funcionando como barreiras físicas ao parasitismo (Dong et al., 2021). Essa estratégia de defesa nas posturas de *Spodoptera* spp. reduz a capacidade de parasitismo de diversas espécies do gênero *Trichogramma*, que encontram dificuldades em parasitar ovos sob uma grande quantidade de escamas, assim como ovos nas camadas internas das massas de ovos, conseguindo parasitar apenas os ovos mais expostos (Cave, 2000; Beserra; Parra, 2005; Dong et al., 2021).

Cerca de 50% das massas de ovos foram parasitadas por ambas as espécies de parasitoídes quando *Tr. pretiosum* teve o primeiro acesso ao parasitismo. Em contraste, quando *Te. remus* teve o acesso aos ovos antes de *Tr. pretiosum* na sequência de parasitismo, apenas 25% das massas de ovos foram parasitadas por ambas as espécies. Por fim, quando ambas as espécies competiram simultaneamente pelo parasitismo, 30% das massas de ovos foram parasitadas por ambas as espécies. Considerando que houve uma redução no parasitismo quando ambas as espécies parasitaram simultaneamente, os resultados sugerem que há uma possível competição dos parasitoídes em parasitar na presença de uma segunda espécie. Além disso, a emergência de *Tr. pretiosum* ($79,75 \pm 2,17$) reduziu significativamente quando *Te. remus* realizou o parasitismo posteriormente, em comparação com o cenário de parasitismo de *Tr. pretiosum* ($90,0 \pm 1,22$) como o segundo parasitoide, e ainda maior quando no simultâneo ($63,04 \pm 5,23$). (Tabela 1). Esse cenário pode indicar uma situação de competição por ovos já parasitados.

Tabela 1. Porcentagem (média \pm erro padrão) de emergência de *Telenomus remus* e *Trichogramma pretiosum* nos diferentes tratamentos avaliados.

Espécie	Tratamentos (sequência de parasitismo)		
	<i>Tr. pretiosum/Te. remus</i>	<i>Te. remus/Tr. pretiosum</i>	Simultâneo
<i>Tr. pretiosum</i>	79,8 \pm 2,17 a	90,0 \pm 1,22 a	63,04 \pm 5,23 b
<i>Te. remus</i>	84,2 \pm 5,74 a	90,4 \pm 5,32 a	81,8 \pm 4,96 a
CV (%)	16,14	13,13	16,01
F	0,0678	0,2045	0,0031

Médias \pm erro padrão, seguidas da mesma letra na coluna, não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Considerando também que em milho *Helicoverpa* spp. têm sua ocorrência usualmente posterior ao ataque de *S. frugiperda*, já na fase de pendoamento, a mistura de *Tr. pretiosum* e *Te. remus* poderia ser uma alternativa para o controle biológico de ovos de *S. frugiperda* e *Helicoverpa* spp. em substituição as liberações exclusivas de *Trichogramma* spp. ou *Te. remus*. reduzindo custos do uso exclusivo de *Te. remus* e ainda aumentar o espectro de ação do controle biológico com ambos os parasitoides. Estes resultados obtidos são importantes para o desenvolvimento de programas de controle biológico, pois destacam a necessidade de considerar a interação competitiva entre diferentes espécies de parasitoides. A introdução simultânea de ambos os parasitoides devem ser cuidadosamente avaliados para evitar a redução na eficiência do controle biológico de *S. frugiperda*.

Conclusões

Os resultados obtidos sugerem que a interação entre *Telenomus remus* e *Trichogramma pretiosum* no controle de ovos de *Spodoptera frugiperda*, nas condições deste estudo, não apresentou efeito aditivo ou sinérgico. É importante considerar esses resultados em conjunto com outros estudos da literatura para aprimorar a compreensão dessa possível interação/competição entre essas espécies.

Referências

- BESERRA, E. B.; PARRA, J. R. P. Impact of the number of *Spodoptera frugiperda* egg layers on parasitism by *Trichogramma atopovirilia*. **Scientia Agricola**, v. 62, n. 2, p. 190-193, 2005.
- BUENO, A. de F.; PANIZZI, A. R.; HUNT, T. E.; DOURADO, P. M.; PITTA, R. M.; GONÇALVES, J. Challenges for adoption of Integrated Pest Management (IPM): the soybean example. **Neotropical Entomology**, v. 50, p. 5-20, 2021.
- BUENO, A. de F.; SUTIL, W. P.; MACIEL, R. M. A.; ROSWADOSKI, L.; COLMENAREZ, Y. C.; COLOMBO, F. C. Challenges and opportunities of using egg parasitoids in FAW augmentative biological control in Brazil. **Biological Control**, v. 186, 105344, 2023. 14 p.
- BURTET, L. M.; BERNARDI, O.; MELO, A. A.; PES, M. P.; STRAHL, T. T.; GUEDES, J. V. Managing fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), with Bt maize and insecticides in southern Brazil. **Pest Management Science**, v. 73, n. 12, p. 2569-2577, 2017.
- CAVE, R. D. Biology, ecology and use in pest management of *Telenomus remus*. **Biocontrol News and Information**, v. 21, p. 21-26, 2000.
- COLMENAREZ, Y. C.; BABENDREIER, D.; WURST, F. R. F.; VÁSQUEZ-FREYTEZ, C. L.; BUENO, A. de F. 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. 5, p. 1-13, 2022.
- DONG, H.; ZHU, K. H.; ZHAO, Q.; BAI, X. P.; ZHOU, J. C.; ZHANG, L. S. Morphological defense of the egg mass of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) affects parasitic capacity and alters behaviors of egg parasitoid wasps. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 24, n. 3, p. 671-678, 2021.

- FORTES, A. R.; COELHO JUNIOR, A.; AMORIM, D. J.; DEMETRIO, C. G.; PARRA, J. R. P. Biology and quality assessment of *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae) and *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in eggs of *Spodoptera* spp. for augmentative biological control programs. **Journal of Insect Science**, v. 23, n. 5, 2023. 10 p.
- GOULART, M. M. P.; BUENO, A. de F.; BUENO, R. C. O. de F.; VIEIRA, S. S. Interaction between *Telenomus remus* and *Trichogramma pretiosum* in the management of *Spodoptera* spp. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 55, n. 1, p. 121-124, 2011.
- KASIGE, R.; DANGALLE, C.; PALLEWATTA, N.; PERERA, M. Egg cluster characteristics of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Sri Lanka under laboratory conditions. **Journal of Agricultural Science**, v. 17, p. 200-210, 2022.
- LI, T. H.; BUENO, A. de F.; DESNEUX, N.; ZHANG, L.; WANG, Z.; DONG, H.; ZANG, L. S. Current status of the biological control of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* by egg parasitoids. **Journal of Pest Science**, v. 96, 2023. 19 p.
- R CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Core Team, 2023. Disponível em: <http://www.R-project.org/>. Acesso em: 28 jun. 2024.
- VAN DEN BERG, J.; DU PLESSIS, H. Chemical control and insecticide resistance in *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 115, n. 6, p. 1761-1771, 2022.
- VAN LENTEREN, J. C.; BOLCKMANS, K.; KÖHL, J.; RAVENSBERG, W. J.; URBANEJA, A. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. **BioControl**, v. 63, n. 1, p. 39-59, 2018.
- YAINNA, S.; TAY, W.T.; DURAND, K.; FITENI, F.; HILLIOU, F.; LEGEAI, F.; CLAMENS, A. L.; GIMENEZ, S.; ASOKAN, R.; KALLESWARASWAMY, C. M.; DESHMUKH, S. S.; MEAGHER JR., R. L.; BLANCO, C. A.; SILVIE, P.; BREVAULT, T.; DASSOU, A.; KERGOAT, G. J.; WALSH, T.; GORDON, K.; NEGRE, N.; D'ALENCON, E.; NAM, K. The evolutionary process of invasion in the fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*). **Scientific Reports**, v. 12, e21063, 2022.