

Londrina, PR / Março, 2024

Uso de parasitoides de ovos no manejo de lagartas em soja e milho

Adeney de Freitas Bueno⁽¹⁾, Weidson Plauter Sutil⁽²⁾, Yelitza Coromoto Colmenarez⁽³⁾, João Vitor Souza Cruz⁽⁴⁾

⁽¹⁾Engenheiro-agrônomo, doutor em Entomologia, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR; ⁽²⁾Biólogo, mestre em Agronomia, doutorando em Entomologia da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR; ⁽³⁾Engenheira-agrônoma, doutora em Proteção de Plantas, diretora do escritório do CABI para América Latina, Botucatu, SP; ⁽⁴⁾Engenheiro-agrônomo, mestre em Agronomia, doutorando em Entomologia da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

Introdução

A soja é a oleaginosa mais cultivada no mundo. No Brasil, seu cultivo ocupa uma área de aproximadamente 45 milhões de hectares na primeira safra, sendo que cerca de um terço desta área é cultivada com a cultura do milho em sucessão, na segunda-safra agrícola (Conab, 2023). Durante todo o desenvolvimento das plantas, da semeadura a colheita de cada uma das culturas, o sistema produtivo fica sujeito a ataques de insetos-praga, que se estabelecem nas lavouras de soja e/ou milho, se alimentando das plantas e causando prejuízos na produção quando não manejados adequadamente. Entre esses insetos, o grupo das lagartas merece destaque por englobar algumas das pragas de maior importância econômica (Bueno et al., 2023a).

As principais lagartas que atacam a soja no Brasil são as falsas-medideiras (*Chrysodeixis includens* e *Rachiplusia nu*), a lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatalis*), o complexo de lagartas do gênero *Spodoptera* (*Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera eridania* e *Spodoptera cosmíoides*) e do grupo Heliiothinae (*Chloridea virescens*, *Helicoverpa armigera* e *Helicoverpa zea*). No milho, as lagartas mais importantes são a lagarta-do-cartucho (*S. frugiperda*) e as lagartas do gênero *Helicoverpa* (*H. zea* e *H. armigera*) (Bortolotto et al., 2015).

O manejo dessas pragas, tradicionalmente realizado com inseticidas químicos, passou por uma grande revolução com a introdução e adoção dos

cultivos *Bt* (Brookes; Barfoot, 2016). O cultivo *Bt* é caracterizado por plantas que tiveram a inserção de um ou mais genes provenientes da bactéria *Bacillus thuringiensis* (*Bt*), que induz a produção de uma ou mais proteínas tóxicas para determinadas pragas-alvo da tecnologia. Sua adoção trouxe benefícios econômicos e ambientais significativos para a agricultura e produção de alimentos (Brookes, 2018). Híbridos de milho, expressando a proteína Cry1Ab, foram lançados comercialmente em 2008 e cultivares de soja, expressando a proteína Cry1Ac, passaram a ser cultivados a partir de 2013. Os cultivos *Bt* de soja e milho foram rapidamente adotados pelos produtores brasileiros, devido principalmente a sua grande facilidade de uso e alta eficiência contra as pragas-alvos. Na soja, o cultivo *Bt* no primeiro ano de liberação comercial (safra 2013/2014) foi restrito a 4%, mas sua adoção cresceu rapidamente para 74% da área plantada até a safra 2019/2020 (Figura 1A), com adoção de mais de 80% da tecnologia em alguns estados (Figura 1B) (Bueno; Silva, 2021). O mesmo ritmo de adoção acelerado da tecnologia *Bt* também foi observado para o cultivo de milho, que apenas 2 anos após a liberação comercial, já havia ocupado 57,2% da área plantada (Leite et al., 2011). Sendo assim, o limite máximo para as áreas plantadas com plantas *Bts*, com a devida adoção das áreas de refúgio de 20% de cultivo não *Bt* para soja e 10% para o milho, não vem sendo respeitado (Bueno; Silva, 2021; Mendes, 2022).

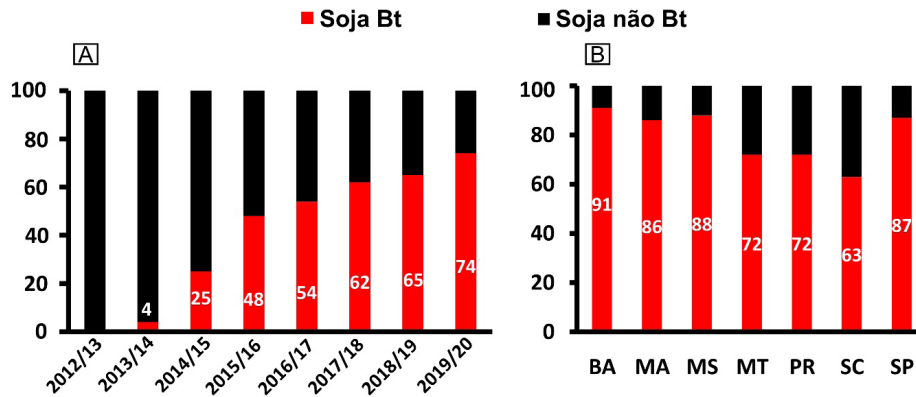


Figura 1. Adoção da soja *Bt* no Brasil (%) ao longo dos anos (A) e em diferentes estados do Brasil na safra 2019/20 (B). Fonte: Bueno e Silva (2021).

Sabendo-se que os cultivos *Bt* controlam as pragas-alvo de forma contínua, 24/7 (24 horas por dia, 7 dias por semana), a não adoção das áreas de refúgio aumenta consideravelmente a pressão de seleção para insetos resistentes às proteínas *Bt*. Inicialmente, quando uma tecnologia *Bt* é lançada, a população de insetos resistentes é minoria. Com o passar das safras, e com a maior sobrevivência dos insetos resistentes, estes insetos resistentes que eram inicialmente minoria, se reproduzem entre si,

aumentando seu número até se tornarem maioria na população (Figura 2A). Este é, então, o momento quando a população passa a ser resistente aquela tecnologia específica de controle. Como a resistência a plantas *Bt*s utilizadas em tecnologias comerciais é uma característica genética recessiva, é importante adotar a área de refúgio (Figura 2B e 2C) para impedir ou retardar esse processo de seleção de insetos resistentes (Bueno; Mendes, 2015).

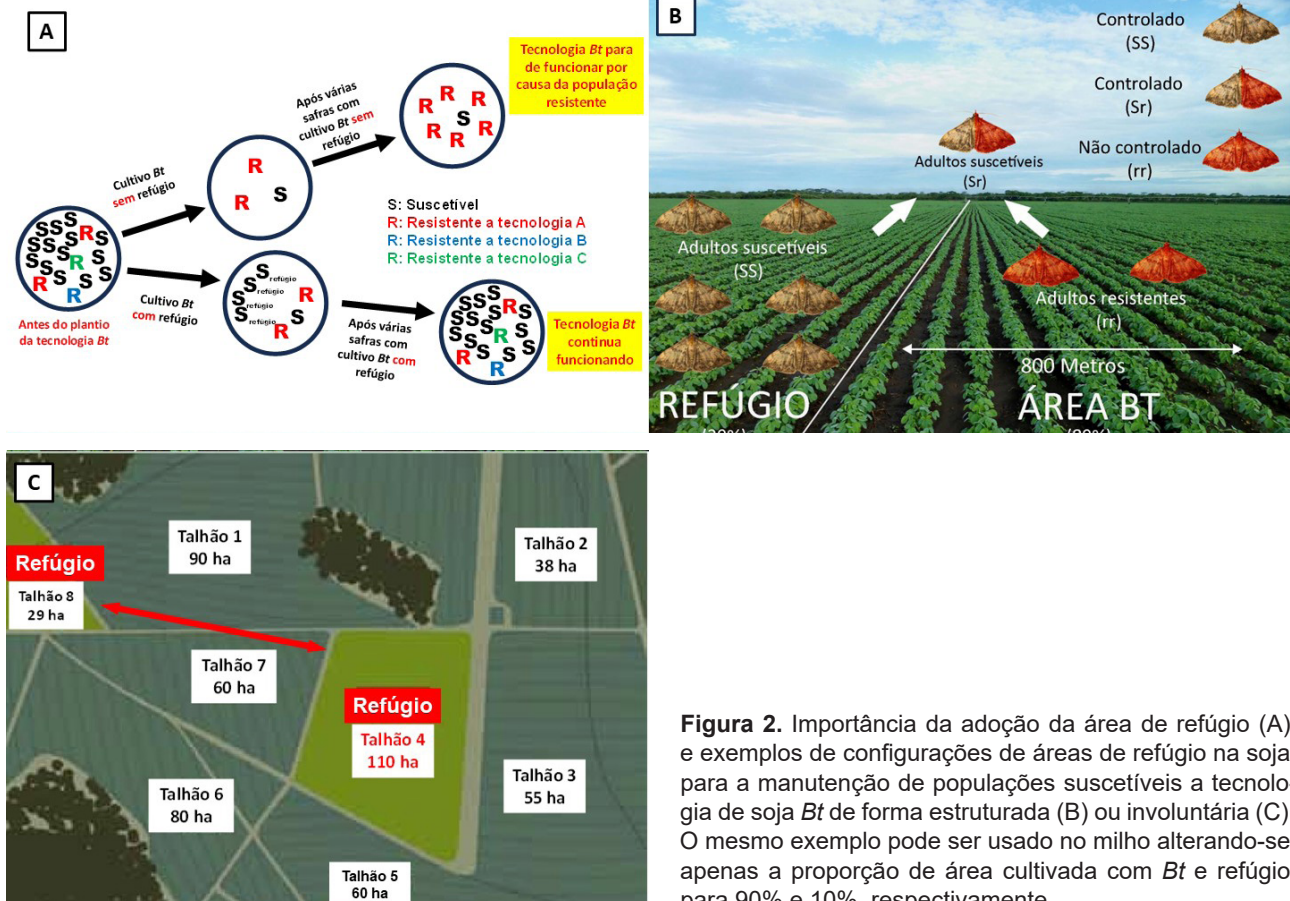


Figura 2. Importância da adoção da área de refúgio (A) e exemplos de configurações de áreas de refúgio na soja para a manutenção de populações suscetíveis a tecnologia de soja *Bt* de forma estruturada (B) ou involuntária (C). O mesmo exemplo pode ser usado no milho alterando-se apenas a proporção de área cultivada com *Bt* e refúgio para 90% e 10%, respectivamente.

Infelizmente devido a não adoção (ou baixa adoção) das áreas de refúgio no Brasil, populações de lagartas resistentes aos cultivos *Bt* de soja e milho vem sendo selecionadas, refletindo no aumento do uso de inseticidas químicos nestas lavouras, muitas vezes a níveis semelhantes ao utilizado antes da adoção da tecnologia *Bt*. O aumento de uso de inseticidas químicos devido a necessidade de controle de lagartas resistentes em cultivos *Bt* é totalmente contrário a uma demanda mundial pela redução no uso de inseticidas na agricultura (Bueno et al., 2023a). A redução no uso de químicos na agricultura tornou-se uma meta global e uma questão importante nas políticas públicas de países que são influenciadores de tendências para diferentes mercados ao redor do mundo, impactando nas principais commodities agrícolas como a soja e o milho (Lee et al., 2019).

Uma alternativa para reduzir o uso de inseticidas químicos no cultivo de soja e milho é a utilização do Controle Biológico Aumentativo ou Aplicado (CBA), uma ferramenta cujo mercado vem crescendo mais recentemente, devendo atingir dois bilhões de dólares no Brasil e 10 bilhões de dólares no mundo em 2027 (Borsari; Vieira, 2022). O CBA é a aplicação ou liberação de um agente de controle biológico que pode ser microbiológico (vírus, fungos, nematoides ou bactérias) ou macrobiológico (parasitoides ou predadores). Entre os macrobiológicos, os parasitoides de ovos se destacam por apresentarem as seguintes vantagens: **1)** podem ser criados em grande número em pequenos espaços; **2)** controlam as pragas em seu primeiro estágio de desenvolvimento (ovo), antes de qualquer dano às plantas ser causado; **3)** são eficazes contra diferentes espécies de pragas e relativamente seguros para organismos não-alvos (Parra; Coelho Junior, 2019). Entre os parasitoides de ovos utilizados e estudados para manejo de lagartas de importância econômica nas culturas da soja e do milho, *Trichogramma pretiosum* (Bueno et al., 2009, 2010) e *Telenomus remus* destacam-se como os parasitoides mais promissores (Colmenarez et al, 2022; Li et al., 2023).

Parasitoides de ovos

Os parasitoides de ovos são insetos de vida livre na fase adulta, conhecidos popularmente como “vespinhas”, que durante a sua fase larval, vivem e se alimentam dentro de um ovo hospedeiro (geralmente um ovo de uma praga), provocando a morte (e, portanto, o controle) desse ovo (Parra

et al., 2021). Apesar dos parasitoides de ovos ocorrerem naturalmente no meio ambiente, no que conhecemos por Controle Biológico Natural (CBN), a liberação massiva desses agentes, com insetos criados em laboratórios, em programas de CBA, pode ser uma estratégia de manejo visando um controle mais rápido dos ovos das pragas-alvo (Bueno et al., 2022).

Para obter sucesso na liberação desses parasitoides, é importante realizar a liberação na hora certa. Para saber quando é a hora certa da liberação das “vespinhas”, é importante considerar que a longevidade desses insetos na lavoura é curta (alguns poucos dias). A longevidade de *Tr. pretiosum* nas lavouras é ao redor de 5 a 6 dias (Bueno et al., 2022) enquanto *Te. remus* deverá ter uma longevidade média ao redor de 8 a 10 dias (Colmenarez et al., 2022). Assim, é necessário que a liberação ocorra quando houver ovos disponíveis no campo para parasitismo. Além disso, é importante lembrar que os parasitoides de ovos controlam ovos e não lagartas. Portanto, a liberação precisa ser feita no início da infestação, antes da ocorrência de altos níveis de lagartas ou desfolhamento. Sendo assim, um dos grandes desafios para sucesso no manejo de lagartas em soja e milho com a utilização de parasitoides de ovos é a liberação das “vespinhas” no momento certo (Bueno et al., 2022).

Devido ao tamanho pequeno dos ovos de lepidópteros, o seu monitoramento nas lavouras é difícil e pouco prático. Portanto, os agricultores precisam utilizar outro parâmetro que tenha uma boa correlação com o número de ovos das pragas-alvo em campo, e que possa ser usado como um indicador para a momento certo da liberação. Por esse motivo, a liberação dos parasitoides deve ser realizada com a presença das primeiras mariposas, quando há a presença de ovos, mas a população de lagartas ainda está em nível insuficiente para causarem danos econômicos as plantas (Bueno et al., 2022).

O uso de armadilhas para capturar as mariposas ou mesmo a observação visual destas pragas em campo, apesar de ser um critério subjetivo e não muito preciso, são as estratégias de monitoramento atualmente existentes e que podem ser utilizadas para auxiliar a determinar o melhor momento de liberação de parasitoides de ovos para manejo de lagartas nas culturas de soja e milho.

Trichogramma pretiosum

Trichogramma pretiosum é a espécie de parasitoides de ovos de lepidópteros mais encontrada na soja, responsável por mais de 90% do parasitismo natural observado nas lavouras (Foerster; Avanci, 1999). A visualização de *Tr. pretiosum* no campo é muito difícil devido ao tamanho pequeno dos insetos que varia entre 0,2 mm e 1,5 mm de comprimento (Figura 3) (Pinto, 1998) dependendo do tamanho do ovo em que o inseto se desenvolveu (que normalmente

também são diminutos) (Bai et al., 1992). O tempo de desenvolvimento larval do parasitoide varia dependendo da temperatura e do hospedeiro, mas é aproximadamente de 10 dias a 25°C em ovos de *A. gemmatalis* e *C. includens* (Bueno et al., 2009), sendo possível ver a coloração escura dos ovos entre 4 a 5 dias após o parasitismo (Figura 3).

Uma única fêmea de *Tr. pretiosum* é capaz de parasitar até mais de 50 ovos de pragas em campo durante a sua fase adulta, ilustrando seu potencial como agente de controle biológico aplicado (Tabela 1).

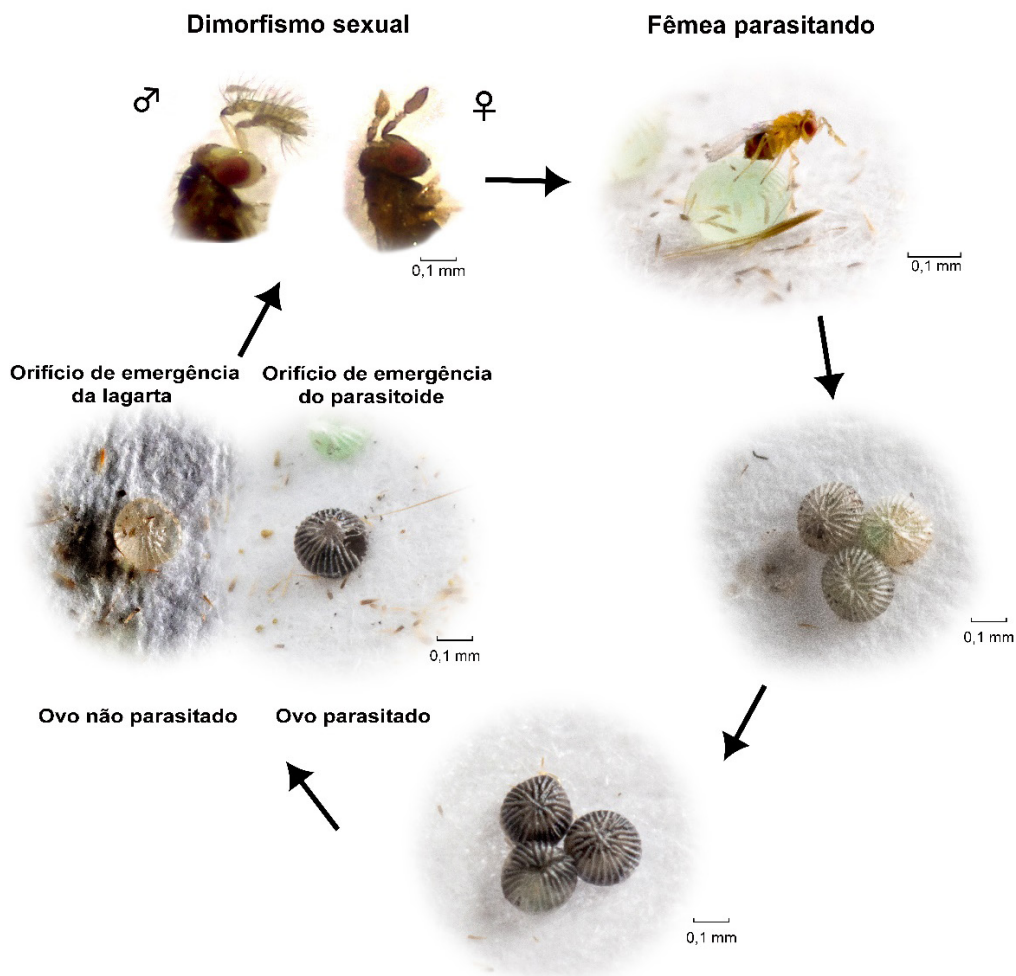


Figura 3. Ciclo biológico de *Trichogramma pretiosum* parasitando ovos de *Anticarsia gemmatalis*.
Fonte: adaptado de Bueno et al. (2022).

Tabela 1. Parasitismo (número de ovos parasitados/fêmea parasitoide durante sua vida adulta) de *Trichogramma pretiosum* em diferentes ovos hospedeiros.

Espécie hospedeira	Número de ovos parasitados/ “vespinha”	Longevidade das “vespinhas” (dias) em campo	Referência
<i>Spodoptera frugiperda</i>	14,8	9,8	Bueno et al. (2010)
<i>Spodoptera cosmioides</i>	51,7	5,6	Cruz (2024)
<i>Spodoptera eridania</i>	19,92	- ¹	Fortes et al. (2023)
<i>Anticarsia gemmatalis</i>	33,0	5,0	Bueno et al. (2012)
<i>Crysoideixis includens</i>	40,9	10,1	Bueno et al. (2012)
<i>Rachiplusia nu</i>	46,4	10,5	Andrade (2024)
<i>Trichoplusia ni</i>	53,0	10,1	Carvalho et al. (2014)
<i>Helicoverpa armigera</i>	17,36 a 85,0	12,3	Carvalho et al. (2017); Favetti (2017)
<i>Helicoverpa zea</i>	18,7	6,0	Favetti (2017)
<i>Chloridea virescens</i>	23,67	7,4	Favetti (2017)

¹- Não avaliado.

Diante dessa grande capacidade de parasitismo, *Tr. pretiosum* foi registrado para uso comercial no Brasil em 2013 como um bioinseticida, e atualmente existem 10 diferentes marcas comerciais (Tabela 2).

Tabela 2. Produtos oficialmente registrados e recomendações de liberação de *Tr. pretiosum* contidos na bula dos bioinseticidas (Agrofit, 2003).

Alvo biológico registrado	Quando Liberar	Número de parasitoides adultos/ha	Número de pontos de liberação/ha	Número mínimo de liberações/safra	Intervalo entre as liberações	Marca comercial (empresa produtora e número do registro no Brasil)
<i>Anticarsia gemmatalis</i>	Quando for observado a presença de mariposas na área	500 mil (estádio vegetativo da soja)	50	2	4 dias	Hunter (Koppert, 10115);
		750 mil (estádio reprodutivo da soja)				Tricho-VIT (JB Biotecnologia, 29118);
<i>Chrysodeixis includens</i>	Quando for observado a presença de mariposas na área	500 mil (estádio vegetativo da soja)	50	2	4 dias	Pretiobug (CP2 Ltda, 2315);
		750 mil (estádio reprodutivo da soja)				TrichoAgri (IBI Agentes Biológicos, 16517);
<i>Spodoptera frugiperda</i>	Quando capturar 3 mariposas de <i>S. frugiperda</i> por armadilha de feromônio (instalar 1 armadilha/5ha)	100 mil	25	3	7 dias	Trichogramma (AMIPA, 40517); Trichobio-P (Farmbio, 6619); Trichomip-P (Promip, 8815);
<i>Helicoverpa zea</i>	20% de emissão dos estilo-estigmas (plantas)	100 mil	25	3	3 a 7 dias	Trichosul (Sul-Mip, 20220); Trilag (Topbio, 29418); Bioln-Tricho-P (Bioln 32621).

As recomendações mínimas de uso do parasitoide contidas na bula do bioinseticida (provenientes da especificação de referência publicada em Diário Oficial da União) estão descritas na Tabela 2. Entretanto, alguns cuidados adicionais para garantir o sucesso no uso de *Tr. pretiosum* são também recomendados:

1) Os parasitoides são normalmente liberados no campo na fase de pupa dentro dos ovos dos hospedeiros. Essas pupas são liberadas a granel, devido a facilidade de transporte e manuseio no processo de liberação que pode ser mecanizado, podendo ser realizado com drones. Entretanto é muito importante fazer que a liberação o mais próximo possível do momento da emergência dos adultos. É importante que liberação seja feita nas horas de temperatura mais amena do dia, em períodos sem chuvas ou muito ventos (principalmente quando a liberação é feita com drones). Isso reduz a exposição das pupas no campo a temperaturas elevadas e a predadores que causam a mortalidade das mesmas.

Alternativamente, os parasitoides também podem ser liberados dentro de cápsulas biodegradáveis juntos com alimento para os insetos adultos. Isso permite, ao contrário de liberar pupas próximos a emergência, a liberação de adultos alimentados. A liberação de parasitoides em cápsulas também pode ser feito por drones, mas apresenta a desvantagem de reduzir a capacidade operacional na aplicação, devido ao maior tamanho do volume a ser liberado. O maior tempo operacional necessário para a liberação, assim como a necessidade de oferecer um alimento para os adultos, aumentam os custos de utilização dessa tecnologia, o que a pode deixá-la menos atrativa.

Por outro lado, a vantagem da liberação de adultos alimentados dentro de cápsulas é reduzir a mortalidade de pupas causadas por altas temperaturas e predadores. Além disso, é possível aguardar um ou dois dias depois do início da emergência dos parasitoides, o que pode ser bastante útil, caso seja necessário esperar condições climáticas mais favoráveis.

Se o maior preço a ser pago pelo parasitoide quando liberado dentro de cápsulas com alimentação é ou não compensatório é algo que ainda precisa ser validado em campo. Entretanto, considerando a extensa área cultivada de soja e milho e as grandes dimensões dos talhões em algumas regiões no Brasil, essa tecnologia de liberação pode ser talvez uma solução necessária para viabilizar o uso desses macrorganismos em larga escala. Mas independente da tecnologia de liberação, é importante que esta seja feita nas horas

de temperaturas mais amenas do dia, em períodos sem chuvas ou muito ventos.

2) É importante que *Tr. pretiosum* seja liberado em lavouras que adotem o Manejo Integrado de Pragas (MIP). O MIP propicia um ambiente mais equilibrado devido ao uso mais racional de inseticidas químicos, sempre priorizando os produtos de maior seletividade ao parasitoide. Esse ambiente mais equilibrado irá proporcionar maior sobrevivência e sucesso dos parasitoides liberados ao longo da safra.

3) É importante não aplicar nenhum produto químico (inseticida, fungicida ou herbicida) na lavoura 10 dias antes da liberação e pelo menos cinco dias depois.

Além das pragas alvos contra as quais *Tr. pretiosum* está registrado para o uso no Brasil (Tabela 2), a liberação desse parasitoide pode contribuir no manejo de outras espécies de lagartas comuns nas culturas da soja e milho, devido sua capacidade de parasitismo em vários hospedeiros, comprovado na literatura científica (Tabela 1). Sendo assim, ao contrário de utilizar inseticidas químicos para controle de lagartas resistentes a Cry1Ac (soja *Bt* de primeira geração) como *R. nu*, o que vai levar ao aumento no uso de inseticidas nessas lavouras, o uso de *Tr. pretiosum* pode ser uma opção mais sustentável (Andrade, 2024), auxiliando inclusive no manejo de outras lagartas resistentes a Cry1Ac como a broca-das-axilas, *Crociosema aporema*, ou mesmo lagartas não-alvo dessa tecnologia como *Helicoverpa* spp. ou *Spodoptera* spp.

Na safra 2013/2014, houve um programa piloto de liberação de *Tr. pretiosum* em lavouras de soja no estado do Paraná, que foi conduzido em parceria entre a Emater-PR, atualmente IDR-Paraná, e a Embrapa Soja. Assim, na safra 2013/2014, um total de 46 áreas de soja, denominadas Unidades de Referência (UR), foram conduzidas segundo um protocolo específico de MIP em diferentes municípios das regiões norte e oeste do estado. As URs foram separadas em MIP (27 URs) e MIP associado ao Controle Biológico (MIP+CB) (19 URs), onde o MIP foi associado à liberação de *Tr. pretiosum* para manejo de lagartas (Conte et al., 2014).

No caso de duas URs na mesma propriedade, a UR MIP+CB foi conduzida distanciada no mínimo a 100 metros da UR MIP. As liberações do parasitoide se iniciaram em torno de três dias após a detecção visual das mariposas ou da sua coleta por armadilhas luminosas, que foi considerado como a presença das primeiras mariposas na área e, portanto, momento ideal para liberação de *Tr. pretiosum*.

Em alguns casos, quando as condições de chuva impediram a liberação dos parasitoides, estes permaneceram por um período máximo de cinco dias em geladeira, aguardando melhores condições climáticas para serem liberados. Foram realizadas duas liberações por área, utilizando 48 células (cápsulas de liberação) por hectare, perfazendo um total de 100 mil parasitoides por hectare em cada liberação. As células foram distribuídas ao acaso e uniformemente na área. Sempre que o nível de ação de 30% de desfolha no estágio vegetativo da lavoura ou 15% no estágio reprodutivo foi atingindo, o controle químico foi utilizado, independentemente de ser uma UR MIP ou UR MIP+CB (Conte et al., 2014).

Nos resultados obtidos, constatou-se um número médio menor de aplicações de inseticidas nas URs MIP+CB em relação às URs MIP. Além disso, observou-se ainda um maior tempo até a primeira aplicação de inseticida realizada (Tabela 3). A possibilidade de adiamento da primeira aplicação de inseticida na lavoura tem uma implicação prática importante, isso permite maior preservação

de abelhas e outros insetos benéficos, como os inimigos naturais que buscam pólen nas flores de soja para alimentação.

O tempo médio para a primeira aplicação nas URs MIP + CB foi de 61 dias (Tabela 3), tempo suficiente para as cultivares de soja, em sua maioria, finalizasse a maior parte de sua floração. Os custos de produção finais entre MIP e MIP+CB foram similares e inferiores ao do manejo tradicional dos produtores que não adotaram MIP (Tabela 3). Os benefícios do uso de *Tr. pretiosum* no contexto de MIP foram econômica e ambientalmente positivos. Portanto, o uso desse parasitoide de ovos é uma alternativa viável de manejo, propiciando um menor uso de inseticidas químicos (Conte et al., 2014). Isso garante a boa produtividade associada a menor impacto ambiental, característica extremamente importante e até utilizada como barreiras não alfandegárias na exportação da soja para muitos países (Bueno et al., 2021). Nesse contexto, o uso de *Tr. pretiosum* se mostrou eficiente e uma boa alternativa ao sojicultor dentro do MIP.

Tabela 3. Análise comparativa entre resultados médios de diferentes estratégias de manejo de pragas utilizadas na soja, no Paraná, safra 2013/2014.

Manejo ¹	Número médio de aplicações	Dias até 1 ^a aplicação	Custo R\$/ha ²			Custo ² (sc/ha)	Produtividade (kg/ha)
			Insumos ³	Serviço ⁴	Total		
MIP+CB	2,05	61	88,2	56,7	144,8	2,4	2903,4
MIP	2,60	54	80,1	64,5	144,6	2,4	3004,2
sem MIP	4,99	-	178,6	123,5	302,1	5,0	2920,2

¹MIP+CB: Manejo integrado de pragas com controle biológico (liberação de *T. pretiosum*) (19 lavouras); MIP: Manejo integrado de pragas (27 lavouras); sem MIP: Manejo convencional de produtores que não adotam MIP (333 produtores).

²Preços médios: Saca de soja = R\$ 60,00; Serviços de pulverização = R\$ 24,79/ha; Cartela *T. pretiosum* = R\$ 15,00; Serviço mão de obra de liberação *T. pretiosum* = R\$ 5,83/ha.

³Valor do inseticida de R\$ 54,10 e custo médio da cartela de *T. pretiosum* de R\$ 34,05/ha.

⁴Serviço de pulverização de R\$ 50,82 e mão de obra para liberação de *T. pretiosum* de R\$ 5,83/ha.

Fonte: adaptado de Conte et al. (2014).

Telenomus remus

Assim como *Tr. pretiosum*, *Te. remus* é um parasitoide de ovos de tamanho pequeno, medindo de 0,5 a 0,6 mm de comprimento (Figura 4). Este parasitoide foi introduzido nas Américas como um agente de controle biológico para o manejo de *Spodoptera* spp. (Wengrat et al., 2021). Tem sido

uma espécie amplamente estudada e liberada em diferentes países, não só contra *S. frugiperda*, mas também contra algumas outras espécies do gênero *Spodoptera* (Pomari et al., 2012; Colmenarez et al., 2022) como *S. eridania* e *S. cosmioides*, que são pragas importantes em outras culturas no Brasil como o algodão.

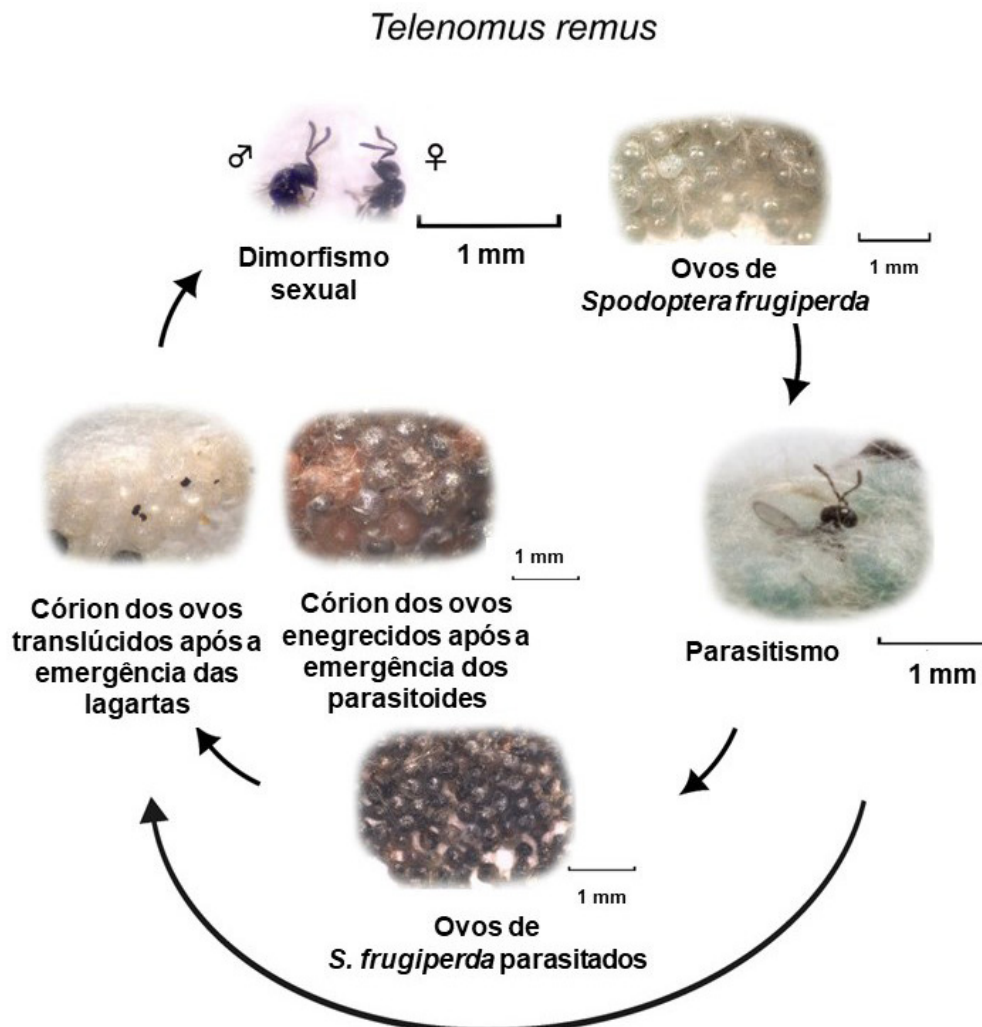


Figura 4. Ciclo biológico de *Telenomus remus* parasitando ovos de *Spodoptera frugiperda*.

Fonte: adaptado de Colmenarez et al. (2022).

O potencial de *Te. remus* como agente de controle biológico se destaca principalmente devido à sua elevada capacidade de parasitismo (Bueno et al., 2014), mesmo em ovos de *Spodoptera* spp. ovipositados em camadas sobrepostas. Muitos desses ovos são depositados em camadas sobrepostas, com a presença de escamas das asas das mariposas sobre os ovos, o que usualmente são barreiras protetoras contra o parasitismo (Bueno, 2008; Colmenarez et al., 2022). Além disso, *Te. remus* apresenta alta capacidade de

dispersão em campo (Pomari et al., 2018) e de busca por hospedeiros (Pomari et al., 2013). Estas características demonstram seu alto potencial para programas de CBA de *Spodoptera* spp. (Colmenarez et al., 2022). Uma fêmea adulta pode parasitar em média 121,05 ovos de *S. frugiperda* apenas nas primeiras 24 horas de parasitismo (Bueno et al., 2010) totalizando até 220 ovos de *S. frugiperda* parasitados durante toda vida adulta do parasitoide (Bueno et al., 2014) que dura em média entre 8 a 13 dias (Tabela 4).

Tabela 4. Parasitismo (número de ovos parasitados/fêmea parasitoide durante sua vida adulta) de *Telenomus remus* a 25°C em diferentes ovos hospedeiros.

Espécie hospedeira	Parasitismo ao longo da vida	Longevidade (dias)	Referência
<i>Spodoptera frugiperda</i>	140,8 a 220,0	8,3 a 10,6	Pomari et al. (2013); Bueno et al. (2014)
<i>Spodoptera cosmioides</i>	115,3	13,1	Pomari et al. (2013)
<i>Spodoptera eridania</i>	139,5	8,0	Pomari et al. (2013)
<i>Anticarsia gemmatalis</i>	200,5	12,4	Bueno et al. (2014)

Fonte: adaptado de Colmenarez et al. (2022).

Apesar deste elevado potencial de controle, o uso de *Te. remus* para controlar *S. frugiperda* ainda é limitado. Esse parasitoide ainda não é registrado como um produto comercial no Brasil, o que impede sua recomendação em campo. A falta de registro de *Te. remus* deve-se muito provavelmente pelo seu custo de produção mais elevado quando comparado a *Tr. pretiosum*, devido a necessidade de ser criado em ovos de *Spodoptera* spp. que é uma criação mais trabalhosa e por isso mais onerosa. Além disso, *Te. remus* é um parasitoide mais específico para ovos de *Spodoptera* spp., tendo uma gama de hospedeiros menor quando comparado a *Tr. pretiosum* (Colmenarez et al., 2022). Isso pode desestimular o seu uso e, portanto, o interesse de registro por parte de empresas de bioinsumos. Sendo assim, para que se possa utilizar *Te. remus* nas culturas de soja e milho é ainda preciso superar alguns gargalos de sua multiplicação massal e liberação no campo. Provavelmente apenas após esses avanços, empresas irão se interessar pela sua produção e comercialização, realizando o processo de registro de mais esse parasitoide para uso no Brasil. Esse é o primeiro passo para que *Te. remus* passe a ser comercializado e utilizado na prática.

Mesmo após o devido registro, contendo recomendações mínimas de uso do parasitoide, como anteriormente descrito para *Tr. pretiosum*, alguns cuidados adicionais para o sucesso de *Te. remus* também serão necessários. Semelhante ao anteriormente elencado para *Tr. pretiosum*, entre os principais cuidados a serem adotados para o sucesso na liberação de *Te. remus*, podemos destacar:

1) Enquanto *Tr. pretiosum* pode ainda ser liberado no estágio de pupa (estratégia mais

utilizada em campo por biofábricas de produção desse parasitoide) ou adultos dentro de cápsulas, *Te. remus* precisará ser liberado na forma de adulto alimentado. Essa tecnologia de liberação poderá aumentar o seu custo de produção, e assim, desestimular o uso desse parasitoide.

A liberação de adultos alimentados é praticamente mandatória para *Te. remus*, porque diferentemente de *Tr. pretiosum*, machos de *Te. remus* emergem até 24 horas antes das fêmeas (Colmenarez et al., 2022). Portanto, por mais perto da emergência dos adultos que se faça uma liberação de pupas, as fêmeas ficarão por pelo menos 24 horas expostas ao clima e predadores em campo, o que poderá elevar significativamente a mortalidade das pupas liberadas, comprometendo a estratégia de manejo.

2) Assim como *Tr. pretiosum* a liberação de *Te. remus* também deverá ser realizada em lavouras de soja ou milho que adotem o MIP. Isto é essencial para evitar que os parasitoides liberados sejam significativamente eliminados da lavoura por aplicações de inseticidas químicos desnecessárias, realizadas com produtos pouco seletivos. A maior estabilidade do meio ambiente onde o MIP é adotado, é essencial para o sucesso do controle biológico.

3) Semelhante ao anteriormente descrito para *Tr. pretiosum*, aplicações de inseticidas químicos ou outro agrotóxico, no período das liberações, devem ser evitadas. Entretanto, como a longevidade de *Te. remus* é maior do que *Tr. pretiosum*, as aplicações de produtos químicos (inseticidas, fungicidas ou herbicidas) devem ser evitadas nos 10 dias antes e após da liberação de *Te. remus*.

Combinação de *Telenomus remus* e *Trichogramma pretiosum* no manejo de lagartas nas culturas de soja e milho

Ambos os parasitoides de ovos discutidos anteriormente têm especificidades e, portanto, vantagens e desvantagens ao serem utilizados. Enquanto *Te. remus* tem uma maior capacidade de parasitismo em ovos de *Spodoptera* spp. quando comparado a *Tr. pretiosum*, este último tem uma gama de hospedeiro muito maior, e um custo menor de produção (criação).

Trichogramma pretiosum é generalista e parasita diversas espécies de lepidópteros, incluindo *S. frugiperda*, entretanto, em menor capacidade quando comparado a *Te. remus* (Parra; Coelho Junior, 2019). Assim, embora seja registrado comercialmente para *S. frugiperda*, o uso isolado de *Tr. pretiosum* para manejar *S. frugiperda* em lavouras de milho ou soja enfrenta dificuldades e na maioria das vezes não será suficientemente eficiente para dispensar outras estratégias adicionais de manejo.

Isso ocorre devido ao hábito de oviposição de *S. frugiperda* e *S. cosmioides* de ovipositar em camadas sobrepostas (Kasige et al., 2022), além de depositar muitas escamas das mariposas sobre as posturas (Dong et al., 2021). As escamas assim como as camadas superiores de ovos funcionam, conseqüentemente, como barreiras físicas ao parasitismo, resultando em baixo potencial de parasitismo das pequenas “vespinhas” de *Tr. pretiosum* nesses ovos que ficam mais protegidos. 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). Uma análise comparativa das habilidades de parasitismo entre *Te. remus*, *Tr. pretiosum* revelou que *Te. remus* parasitou não apenas um maior número de ovos de *S. frugiperda*, mas também um maior número de ovos de *S. cosmioides*, *S. eridania* e *S. albula* (Fortes et al., 2023) quando comparado a *Tr. pretiosum*.

Entretanto, apesar do grande potencial do controle biológico, é importante considerar que mesmo o CBA precisa ser realizado apenas quando necessário, pois efeitos negativos no ambiente podem ser observados, mesmo que inferiores ao

controle químico. A liberação massiva de *Te. remus* pode desalojar *Trichogramma* spp. das lavouras, principalmente em milho, onde na fase vegetativa do desenvolvimento da cultura, a lagarta do cartucho é a espécie predominante de Lepidoptera. Isso pode ser negativo e até favorecer surtos maiores de *Helicoverpa* spp. que ocorre mais tardiamente, no período de pendramento do milho, quando o parasitismo natural dos ovos por *Trichogramma* spp. é um importante fator de mortalidade que reduz a intensidade do ataque da praga em campo.

O desalojamento de uma espécie de parasitoide pode ocorrer com a liberação massiva de uma outra espécie, quando realizado por um longo período de tempo. Este efeito negativo já foi relatado na cultura da cana-de-açúcar (Rossi; Fowler, 2004). Na cana, a praga mais importante é broca *Diatraea saccharalis* que é hospedeiro natural de várias moscas parasitoides da família Tachinidae. No início do uso de controle biológico nesta cultura, as moscas Tachinidae eram facilmente encontradas em campo e foram multiplicadas em laboratórios para liberações massais em programas de controle biológico aplicado. Entretanto, como a criação de tachinídeos é trabalhosa, foi importado para o Brasil outro parasitoide, a “vespinha” *Cotesia flavipes*, que também é um parasitoide eficiente no manejo da broca e mais facilmente multiplicada em laboratório.

Cotesia flavipes é um dos principais responsáveis pelo sucesso do controle biológico na cana-de-açúcar, o que é hoje considerado o maior exemplo de adoção de controle biológico aplicado na agricultura brasileira. Entretanto, após liberações massivas de *C. flavipes*, existem evidências da diminuição das populações taquinídeos em cana-de-açúcar, o que pode ser considerado um efeito secundário indesejável da prática da liberação massiva de *C. flavipes* (Rossi; Fowler, 2004). As moscas parasitoides anteriormente encontradas nas lavouras de cana, praticamente não são mais vistas parasitando *C. flavipes* nesta cultura, devido a uma competição pelo mesmo nicho ecológico.

Apesar desse efeito negativo ser certamente menos impactante do que se esperaria com o uso de inseticidas, não é desejável que algo semelhante ocorra na cultura do milho caso haja uma liberação massiva de *Te. remus*. Hipoteticamente, liberações massivas de *Te. remus* poderiam deslocar *Trichogramma* spp. desse ambiente. Dessa forma, o uso combinado de diferentes espécies de parasitoides, semelhante a abordagem adotada com inseticidas químicos pode ser uma alternativa de grande interesse teórico e prático que precisa ser melhor estudada.

A mistura de *Tr. pretiosum* e *Te. remus* poderia ser uma melhor alternativa para o controle biológico de ovos de *S. frugiperda* em substituição as liberações exclusivas de *Trichogramma* spp. A mistura poderia reduzir custos do uso exclusivo de *Te. remus* e ainda aumentar o espectro de ação de um bioinseticida contendo ambos os parasitoides. Esse novo produto de controle biológico não precisa ser necessariamente mais eficiente do que o uso exclusivo de *Te. remus* para controlar *S. frugiperda*. Se a combinação dos parasitoides for suficientemente eficiente para ser usada, pode ser uma abordagem alternativa mais sustentável à utilização de apenas *Te. remus* (Bueno et al., 2023b).

Goulart et al. (2011) mostraram em laboratório que o uso de uma combinação de *Tr. pretiosum* (90%) com *Te. remus* (10%) tem o mesmo potencial de parasitismo nas massas de ovos de *S. frugiperda* do que usar apenas *Tr. remus* (100%), o que abriu uma nova perspectiva dos benefícios do uso de números mais elevados de um parasitoide mais barato (por exemplo, *Tr. pretiosum*) complementado por números

mais baixos de um parasitoide mais caro (por exemplo, *Te. remus*) para atingir as mesmas taxas de parasitismo, garantir uma maior biodiversidade de parasitoides na área e assim, um melhor controle biológico ao longo do tempo de pragas.

Experimentos de campo de liberação de mistura de parasitoides no manejo de *Spodoptera frugiperda* em milho

Experimentos conduzidos em milho, na safra de verão 2022/2023 e na segunda safra de outono/inverno 2023, no campo experimental da Embrapa Soja, Londrina, PR, e em área de produtor no município de Sabáudia, PR, avaliaram os benefícios da mistura dos parasitoides de ovos *Tr. pretiosum* e *Te. remus* em liberações conjuntas para o manejo de *S. frugiperda* em comparação com os parasitoides utilizados de forma isolada (Tabela 5).

Tabela 5. Tratamentos avaliados em duas safras de experimentação em liberações semanais.

Número de parasitoides por hectare	Safra 2022/2023 (Londrina/PR)	Segunda safra 2023 (Sabáudia/PR)
100.000 <i>Trichogramma pretiosum</i> (TP)	3 liberações	3 liberações
10.000 <i>Telenomus remus</i> (TR)	3 liberações	3 liberações
50.000 TP + 5.000 TR	3 liberações	3 liberações
70.000 TP + 3.000 TR	3 liberações	-----
MIP (apenas com inseticidas químicos)	Pulverização de inseticidas a partir do nível de ação	Pulverização de inseticidas a partir do nível de ação
Testemunha sem aplicação	Área sem nenhuma medida de controle adotada	-----

As taxas mais elevadas de parasitismo foram registradas nos tratamentos que utilizaram exclusivamente *Te. remus* em ambos os experimentos, alcançando parasitismo dos ovos de *S. frugiperda* amostrados de 57,60% e 54,71% (Figura 5) durante a safra 2022/2023 e a segunda safra 2023, respectivamente.

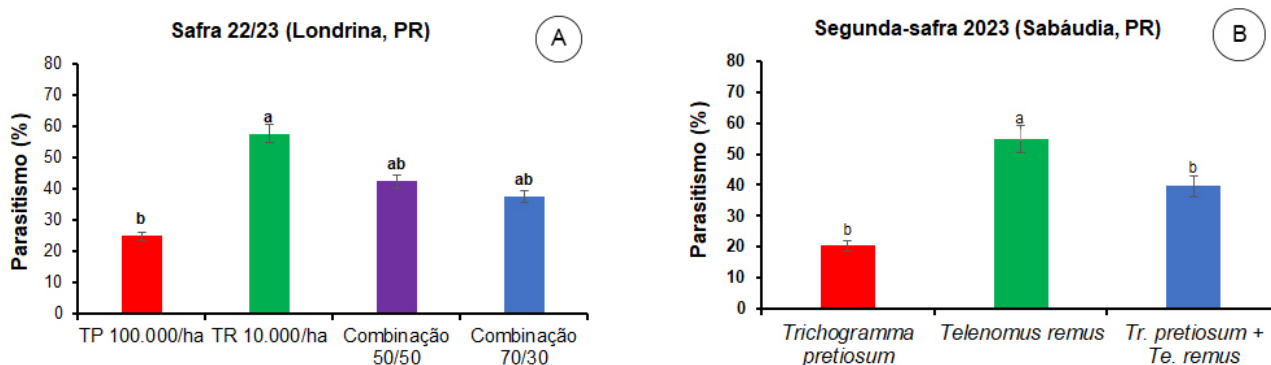


Figura 5. Parasitismo de *Trichogramma pretiosum* (TP) e *Telenomus remus* (TR) quando liberados de forma isolada e em combinação. (A) dados da safra 2022/2023; (B) Parasitismo da segunda-safra 2023 (combinação de 50/50). Médias seguidas pela mesma letra, nas barras, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A utilização de *Tr. pretiosum* para manejar *S. frugiperda* de forma isolada, teve os menores índices de parasitismo (<30%), mostrando o baixo potencial deste parasitoide diante dessa espécie de lagarta. Como mencionado anteriormente nesse comunicado, os esforços de utilizar isoladamente *Tr. pretiosum* no manejo de *S. frugiperda* dificilmente levarão ao manejo satisfatório de *S. frugiperda*.

Ao avaliar a combinação de *Tr. pretiosum* e *Te. remus* para o manejo de *S. frugiperda* observou-se que as taxas de parasitismo foram mais baixas em comparação com as liberações de *Te. remus* isolado em ambos os experimentos (Figura 5B). Além disso, quando essas duas espécies foram liberadas em conjunto, a maioria das posturas coletadas foram parasitadas apenas por *Te. remus*. Entretanto, não foi possível avaliar se nas áreas onde foi liberado a mistura de parasitoides houve ou não maior parasitismo de *Tr. pretiosum* em ovos de *Helicoverpa* spp. no período reprodutivo da lavoura, devido a não ocorrência de *Helicoverpa* spp. nos experimentos conduzidos.

Os resultados obtidos ratificam que o uso exclusivo de *Tr. pretiosum* não proporcionará bons resultados no manejo de *S. frugiperda* e destacam o grande potencial de *Te. remus* como agente de controle biológico eficaz para *S. frugiperda*. Diante desse cenário, consideramos de grande importância o registro de *Te. remus* para fins de manejo de *S. frugiperda*, apesar da quantidade exata a ser liberada do parasitoide ainda precisar ser melhor estudada.

Nas condições deste experimento, a aplicação combinada de *Tr. pretiosum* e *Te. remus* não se mostrou vantajosa para o manejo de *S. frugiperda* quando comparada a liberação isolada de *Te. remus*. Considerando que em milho, *Helicoverpa* spp. só irá ocorrer mais tardiamente ao ataque de *Spodoptera* spp., na fase de pendoamento, é aparentemente mais apropriado a liberação de *Tr. pretiosum* no período reprodutivo do milho, em áreas que tiveram liberação de *Te. remus* quando necessário, com o objetivo de mitigar qualquer risco de deslocamento de *Tr. pretiosum* desse nicho ecológico, causado pela liberação massiva de *Te. remus* na fase vegetativa da lavoura.

Considerações finais

O uso de *Tr. pretiosum* já é uma realidade na cultura da soja e milho após o registro comercial de bioinseticidas a base desse parasitoide no Brasil. Diferentemente, *Te. remus* ainda não tem registro

no país, apesar de ser mais eficiente para controle do complexo *Spodoptera* quando comparado a *Tr. pretiosum*. Por isso, o registro de *Te. remus* para uso no manejo de *Spodoptera* spp. no Brasil é de grande interesse prático. Os parasitoides de ovos (*Tr. pretiosum* e *Te. remus*) são opções de manejo muito eficientes e podem ser usados para reduzir ou até eliminar o uso de inseticidas químicos contra determinadas pragas-alvo. Essa é uma alternativa muito importante para uso nas culturas de milho e soja, até como uma estratégia de manejo de populações de lepidópteros resistentes as proteínas *Bt* ou mesmo as espécies não controladas por essa tecnologia. Entretanto, para o sucesso na adoção dos parasitoides de ovos é preciso a adoção da tecnologia de forma correta. Apesar das recomendações mínimas de uso de *Te. pretiosum* estarem descritas nas bulas dos produtos comerciais contendo esse parasitoide, para se obter sucesso na sua liberação são necessários alguns cuidados adicionais discutidos em detalhes nesse comunicado. Destacam-se a necessidade de adoção do MIP nas áreas que receberão os parasitoides, assim como a priorização dos agrotóxicos mais seletivos, sempre que um controle adicional for necessário de ser adotado de forma integrada com os parasitoides entre outros pontos destacados anteriormente nesta publicação.

Referências

- AGROFIT. **Sistema de agrotóxicos fitossanitários**. c2003. Disponível em: http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 28 dez 2023.
- ANDRADE, N. C. **Potencial de utilização de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e nematoides entomopatogênicos no manejo de *rachiplusia nu* (Guenée, 1852) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura da soja**. 2024. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Norte do Paraná, Campus Luiz Meneghel, Bandeirantes.
- BAI, B.; LUCK, R. R.; FORSTER, L.; STEPHENS, B.; JANSSEN, J. A. M. The effect of host size on quality attributes of the egg parasitoid, *Trichogramma pretiosum*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 64, p. 37-48, 1992.
- 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.

- BORSARI, A. C. P.; VIEIRA, L. C. Mercado e perspectivas dos bioinsumos no Brasil. In: MEYER, M. C.; BUENO, A. de F.; MAZARO, S. M. M.; SILVA, J. C. (ed.). **Bioinsumos na cultura da soja**. Brasília, DF: Embrapa, 2022. p. 38-52.
- BORTOLOTTI, O. C.; POMARI-FERNANDES, A.; BUENO, R. C. O. de F.; BUENO, A. de F.; KRUIZ, Y. K. S. da; QUEIROZ, A. P.; SANZOVO, A.; FERREIRA, R. B. The use of soybean integrated pest management in Brazil: a review. **Agronomy Science and Biotechnology**, v. 1, n. 1, p. 25-32, 2015.
- BROOKES, G. The farm level economic and environmental contribution of Intacta soybeans in South America: the first five years. **GM Crops & Food**, v. 9, n. 3, p. 140-151, 2018.
- BROOKES, G.; BARFOOT, P. Global income and production impacts of using GM crop technology 1996-2014. **GM Crops & Food**, v. 7, n. 1, p. 38-77, 2016.
- BUENO, A. de F.; COLMENAREZ, Y. C.; CARNEVALLI, R. A.; SUTIL, W. P. Benefits and perspectives of adopting soybean-IPM: the success of a Brazilian programme. **Plant Health Cases**, v. phcs20230006, p. 1-16, 2023a. DOI: 10.1079/planthealthcases.2023.0006.
- BUENO, A. de F.; MENDES, S. M. Refúgio indispensável. **Cultivar Grandes Culturas**, v. 16, n. 192, p. 12-13, 2015.
- 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. DOI: 10.1007/s13744-020-00792-9.
- BUENO, A. de F.; PARRA, J. R. P.; COLOMBO, F. C.; COLMENAREZ, Y. C.; NARDE, B. V. F.; PEREIRA, F. F. Manejo de pragas com parasitoides. In: MEYER, M. C.; BUENO, A. de F.; MAZARO, S. M. M.; SILVA, J. C. (ed.). **Bioinsumos na cultura da soja**. Brasília, DF: Embrapa, 2022. p. 417-434.
- BUENO, A. de F.; SILVA, D. M. da. Sob ataque. **Cultivar Grandes Culturas**, n. 268, p. 36-38, 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, 2023b. 14 p. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2023.105344.
- BUENO, R. C. O. de F. **Bases biológicas para utilização de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para controle de *Pseudoplusia includens* (Walker, 1857) e *Anticarsia gemmatilis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) em soja**. 2008. 119 f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.
- BUENO, R. C. O. de F.; BUENO, A. de F.; PARRA, J. R. P.; VIEIRA, S. S.; OLIVEIRA, L. J. Características biológicas e capacidade de parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera; Trichogrammatidae) em ovos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, p. 322-327, 2010. DOI: 10.1590/S0085-56262010000200016.
- BUENO, R. C. O. de F.; BUENO, A. de F.; XAVIER, M. F. de C.; CARVALHO, M. M. *Telenomus remus* (Hymenoptera: Platygasteridae) parasitism on eggs of *Anticarsia gemmatilis* (Lepidoptera: Erebidae) compared with its natural host *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 107, n. 4, p. 799-808, 2014.
- BUENO, R. C. O. de F.; PARRA, J. R. P.; BUENO, A. de F. *Trichogramma pretiosum* parasitism of *Pseudoplusia includens* and *Anticarsia gemmatilis* eggs at different temperatures. **Biological Control**, v. 60, n. 2, p. 154-162, 2012. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2011.11.005.
- BUENO, R. C. O. de F.; PARRA, J. R. P.; BUENO, A. de F. Biological characteristics and thermal requirements of a Brazilian strain of the parasitoid *Trichogramma pretiosum* reared on eggs of *Pseudoplusia includens* and *Anticarsia gemmatilis*. **Biological Control**, v. 51, n. 3, p. 355-361, 2009. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2009.07.006
- CARVALHO, G. D. S.; SILVA, L. B.; REIS, S. S.; VERAS, M. S.; CARNEIRO, E.; ALMEIDA, M. L. D. S.; LOPES, G. N. Biological parameters and thermal requirements of *Trichogramma pretiosum* reared on *Helicoverpa armigera* eggs. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, p. 961-968, 2017.
- CARVALHO, J. R. D.; PRATISSOLI, D.; DALVI, L. P.; SILVA, M. A.; BUENO, R. C. O. D. F.; BUENO, A. D. F. Parasitism capacity of *Trichogramma pretiosum* on eggs of *Trichoplusia ni* at different temperatures. **Acta Scientiarum**, v. 36, p. 417-424, 2014.
- 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: Scellionidae) in the management of *Spodoptera* spp.: potential, challenges and major benefits. **CABI Agriculture and Bioscience**, v. 3, n. 5, p. 1-13, 2022.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira 2022/2023**: safra de grãos, 2º levantamento. 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 1 nov. 2023.

- CONTE, O.; OLIVEIRA, F. T.; HARGER, N.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. **Resultados do manejo integrado de pragas da soja na safra 2013/14 no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 56 p. (Embrapa Soja. Documentos, 356).
- CRUZ, J. V. S. **Determinação da eficiência do uso de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae) no manejo de *Anticarsia gemmatalis* e *Spodoptera cosmioides* em soja**. 2024. 97 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- 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.
- FAVETTI, B. M. **Bioecologia de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e o seu papel no manejo de lepidópteros-praga na cultura da soja**. 2017. 126 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu.
- FOERSTER, L. A.; AVANCI, M. R. F. Egg parasitoids of *Anticarsia gemmatalis* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae) in soybeans. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, n. 3, p. 545-548, 1999. DOI: 10.1590/S0301-80591999000300025.
- 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. DOI: 10.1093/jisesa/iead047.
- 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.
- LEE, R.; DENUYL, R.; RUNHAAR, H. Assessment of policy instruments for pesticide use reduction in Europe; learning from a systematic literature review. **Crop Protection**, v. 126, 104929, 2019. 10 p. DOI: 10.1016/j.cropro.2019.104929.
- LEITE, N. A.; MENDES, S. M.; WAQUIL, J. M.; PEREIRA, E. J. G. **O milho Bt no Brasil: situação e a evolução da resistência de insetos**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 46 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 133).
- 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. DOI: 10.1007/s10340-023-01639-z
- MENDES, J. C. Revisão bibliográfica sobre a área de refúgio para milho Bt. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. v. 3, n. 12, p. 20-31, 2022.
- PARRA, J. R. P.; COELHO JUNIOR, A. Applied biological control in Brazil: from laboratory assays to field application. **Journal of Insect Science**, v. 19, n. 2, 2019. 6 p. DOI: 10.1093/jisesa/iey112.
- PARRA, J. R. P.; PINTO, A. S.; NAVA, D. E.; OLIVEIRA, R. C.; DINIZ, A. J. F. **Controle biológico com parasitoides e predadores na agricultura brasileira**. Piracicaba, SP: FEALQ, 2021, v. 1, 592 p.
- PINTO, J. D. **Systematics of the north american species of *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae)**. Washington: Entomological Society of Washington, 1998, 287 p. (Memoirs, 22).
- POMARI, A. F.; BUENO, A. de F.; BORTOLI, S. A.; FAVETTI, B. M. Dispersal capacity of the egg parasitoid *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Platygasteridae) in maize and soybean crops. **Biological Control**, v. 126, p. 158-168, 2018. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2018.08.009.
- POMARI, A. F.; BUENO, A. de F.; BUENO, R. C. O. de F.; MENEZES JUNIOR, A. O. A Biological characteristics and thermal requirements of the biological control agent *Telenomus remus* (Hymenoptera: Platygasteridae) reared on eggs of different species of the genus *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 105, n. 1, p. 73-81, 2012.
- POMARI, A. F.; BUENO, A. de F.; BUENO, R. C. O. de F.; MENEZES JUNIOR, A. O.; FONSECA, A. C. P. F. Releasing number of *Telenomus remus* (Nixon) (Hymenoptera: Platygasteridae) against *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) in corn, cotton and soybean. **Ciência Rural**, v. 43, p. 377-382, 2013.

ROSSI, M. N.; FOWLER, H. G. Spatial and temporal population interactions between the parasitoids *Cotesia flavipes* and Tachinidae flies: considerations on the adverse effects of biological control practice. **Journal of Applied Entomology**, v. 128, p. 112-119. 2004. DOI: 10.1111/j.1439-0418.2003.00817.x.

WENGRAT, A. P. G. S.; COELHO JUNIOR, A.; PARRA, J. R. R.; TAKAHASHI, T. A.; FOERSTER, L. A.; CORRÊA, A. S.; 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, 14110, 2021. 9 p. DOI: 10.1038/s41598-021-93510-3.

Embrapa Soja

Rodovia Carlos João Strass, s/nº Acesso Orlando Amaral, Distrito de Warta
Caixa Postal: 4006 | CEP 86085-981 | Londrina, PR
(43) 3371-6000 | www.embrapa.br/soja | www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Adeney de Freitas Bueno*

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*

Comunicado Técnico 110

ISSN 2176-2899

Março, 2024

Edição executiva: *Vanessa Fuzinato Dall'Agnol*

Revisão de texto: *Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite*

Normalização: *Valéria de Fátima Cardoso*
(CRB- 9/1188)

Projeto gráfico: *Leandro Sousa Fazio*

Diagramação: *Marisa Yuri Horikawa*

Publicação digital: PDF



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA
E PECUÁRIA



Todos os direitos reservados à Embrapa.