

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

Bioinsumos na cultura da soja

*Maurício Conrado Meyer
Adeney de Freitas Bueno
Sérgio Miguel Mazaro
Juliano Cesar da Silva*

Editores Técnicos

*Embrapa
Brasília, DF
2022*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

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/
www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Unidade responsável pelo conteúdo e edição

Embrapa Soja

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Alvadi Antonio Balbinot Junior*

Secretária-Executiva: *Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite*

Membros: *Claudine Dinali Santos Seixas, Edson Hirose, Ivani de Oliveira Negrão Lopes, José de Barros França Neto, Liliane Márcia Mertz-Henning, Marco Antonio Nogueira, Mônica Juliani Zavaglia Pereira e Norman Neumaier*

Supervisão editorial: *Vanessa Fuzinatto Dall'Agnol*

Normalização bibliográfica: *Valéria de Fátima Cardoso*

Projeto gráfico e editoração eletrônica: *Edil Gomes*

Capa: *Vanessa Fuzinatto Dall'Agnol*

1ª edição: 2022

1ª impressão: PDF digitalizado

O conteúdo do livro, bem como a exatidão das citações e referências, são de inteira responsabilidade dos autores.

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

Bioinsumos na cultura da soja / Maurício Conrado Meyer... [et al.] editores técnicos – Brasília,
DF: Embrapa, 2022.
550 p.

ISBN: ISBN: 978-65-87380-96-4

1. Soja. 2. Produção vegetal. 3. Insumo. 4. Fertilizante. I. Meyer, Maurício Conrado. II. Bueno, Adeny de Freitas. III. Mazarro, Sérgio Miguel. IV. Silva, Juliano Cesar da.

CDD: 633.34: 631.8 (21. ed.)

Valéria de Fátima Cardoso (CRB 9/1188)

©Embrapa, 2022

Manejo de pragas com parasitoides

*Adeney de Freitas Bueno
José Roberto Postalí Parra
Fernanda Caroline Colombo
Yelitza Coromoto Colmenarez
Bianca Vique Fernandes Narde
Fabrício Fagundes Pereira*

A importância dos parasitoides no manejo de pragas

Insetos parasitoides são aqueles que obrigatoriamente matam o hospedeiro (no presente caso um inseto-praga), necessitam de apenas um indivíduo hospedeiro para completar seu ciclo de vida e o adulto tem vida livre (Parra et al., 2021). Estima-se que haja cerca de 200 mil diferentes espécies de parasitoides ao redor do mundo. As espécies geralmente mais encontradas na cultura da soja são pertencentes às ordens Diptera e Hymenoptera (Bueno et al., 2012). A ocorrência destes parasitoides no sistema produtivo da soja é extremamente importante na redução populacional de pragas, no contexto do controle biológico natural (Tabela 1), ou como um biodefensivo aplicado dentro de programas de controle biológico aumentativo (Tabela 2).

Esses parasitoides podem ser classificados de acordo com o seu desenvolvimento em endoparasitoides ou ectoparasitoides, ou ainda, como parasitoides solitários ou gregários. Endoparasitoides são aquelas espécies que têm seu desenvolvimento no interior do hospedeiro. Os ectoparasitoides se desenvolvem na parte externa dos organismos do qual estão se alimentando (Parra et al., 2021). Parasitoides solitários são aqueles em que um único indivíduo se desenvolve por organismo atacado. Os parasitoides gregários se caracterizam pelo desenvolvimento de múltiplos indivíduos por hospedeiro (Parra et al., 2021; Costa et al., 2006).

Os parasitoides também podem ser divididos em especialistas ou generalistas de acordo com a gama de hospedeiros viáveis. Quando a espécie de parasitoide ataca um grupo restrito de espécies hospedeiras, essa é considerada especialista. Já um parasitoide generalista é capaz de parasitar um amplo número de hospedeiros. Na soja, os parasitoides de maior importância econômica são aqueles que controlam os dois principais grupos de pragas da cultura (lagartas e percevejos) e por isso, esse capítulo será focado nesse grupo de parasitoides.

Parasitoides de lepidópteros para o manejo de lagartas

Entre os parasitoides que apresentam melhores resultados de controle de pragas da Ordem Lepidoptera, estão os parasitoides de ovos (Parra et al., 1987). Esses parasitoides se destacam no controle

Tabela 1. Exemplos de ocorrência natural de parasitoides de pragas em soja e respectiva intensidade ou frequência de seu parasitismo reportado por espécie hospedeira.

Espécie	Hospedeiro	Intensidade/Frequência	Referência
<i>Apanteles</i> sp. (Hymenoptera)	Lagartas de Plusiinae	0 a 2% das lagartas parasitadas	Moraes et al. (1991)
<i>Campoletis sonorensis</i> (Hymenoptera)	Lagartas de Plusiinae	0 a 24% das lagartas parasitadas	Moraes et al. (1991)
<i>Casinarina plusiae</i> (Hymenoptera)	Lagartas de Plusiinae	0 a 10% das lagartas parasitadas	Moraes et al. (1991)
<i>Copidosoma floridanum</i> (Hymenoptera)	Lagartas de Plusiinae	13% a 65% das lagartas parasitadas	Moraes et al. (1991)
<i>Cotesia grenadensis</i> (Hymenoptera)	Lagartas de Plusiinae	0 a 24% das lagartas parasitadas	Moraes et al. (1991)
<i>Encarsia porteri</i> (Hymenoptera)	Ovos de <i>Anticarsia gemmatilis</i>	0,5% dos ovos parasitados	Foerster; Avanci (1999)
<i>Euphorocera</i> sp. (Diptera)	Lagartas de Plusiinae	0 a 13% das lagartas parasitadas	Moraes et al. (1991)
<i>Hexacladia smithii</i> (Hymenoptera)	Adultos de <i>Euschistus heros</i>	0,6% a 90% de parasitismo	Corrêa-Ferreira et al. (1998); Nunes (2000); Turchen et al. (2015)
	Adultos de <i>Edessa mediatubunda</i>	Não consta na publicação	Panizzi; Corrêa-Ferreira (1997)
<i>Mesochorus discitergus</i> (Hymenoptera)	Lagartas de Plusiinae	0 a 6% das lagartas parasitadas	Moraes et al. (1991)
<i>Meteorus</i> sp. (Hymenoptera)	Lagartas de Plusiinae	0 a 42% das lagartas parasitadas	Moraes et al. (1991)
<i>Microcharops anticarsiae</i> (Hymenoptera)	Lagartas de <i>Anticarsia gemmatilis</i>	12% a 32% de parasitismo	Gil (2016)
<i>Telenomus cyamophylax</i> (Hymenoptera)	Ovos de <i>Anticarsia gemmatilis</i>	1,5% dos ovos parasitados	Foerster; Avanci (1999)
<i>Telenomus edessae</i> (Hymenoptera)	Ovos de <i>Edessa mediatubunda</i>	0,4% de parasitismo	Corrêa-Ferreira; Moscardi (1995)
	Ovos de <i>Chinavia</i> sp.	3,4% de parasitismo	Corrêa-Ferreira; Moscardi (1995)
	Ovos de <i>Diceraeus melacanthus</i>	25% a 50% de parasitismo	Corrêa-Ferreira; Moscardi (1995); Carvalho (2007)
<i>Telenomus podisi</i> (Hymenoptera)	Ovos de <i>Euschistus heros</i>	43,4% de parasitismo	Corrêa-Ferreira; Moscardi (1995)
	Ovos de <i>Nezara viridula</i>	0,1% de parasitismo	Corrêa-Ferreira; Moscardi (1995)
	Ovos de <i>Piezodorus guildinii</i>	20,9% de parasitismo	Corrêa-Ferreira; Moscardi (1995)
	Ovos de <i>Anticarsia gemmatilis</i>	3,6% dos ovos parasitados	Foerster; Avanci (1999)
<i>Trichogramma atopovirilia</i> (Hymenoptera)	Ovos de <i>Anticarsia gemmatilis</i>	3,6% dos ovos parasitados	Foerster; Avanci (1999)
<i>Trichogramma pretiosum</i> (Hymenoptera)	Ovos de <i>Anticarsia gemmatilis</i>	Mais de 90% dos ovos parasitados	Foerster; Avanci (1999)
<i>Trichogramma rojasi</i> (Hymenoptera)	Ovos de <i>Anticarsia gemmatilis</i>	2,5% dos ovos parasitados	Foerster; Avanci (1999)
	Ovos de <i>Chinavia</i> sp.	24% de parasitismo	
	Ovos de <i>Diceraeus melacanthus</i>	16,7% de parasitismo	
<i>Trissolcus basalís</i> (Hymenoptera)	Ovos de <i>Euschistus heros</i>	10,6% de parasitismo	Corrêa-Ferreira; Moscardi (1995)
	Ovos de <i>Nezara viridula</i>	53,8% de parasitismo	
	Ovos de <i>Piezodorus guildinii</i>	22,8% de parasitismo	
	Ovos de <i>Thyanta perditor</i>	23,1% de parasitismo	
	Ovos de <i>Edessa mediatubunda</i>	14,2% de parasitismo	
<i>Trissolcus urichi</i> (Hymenoptera)	Ovos de <i>Edessa mediatubunda</i>	14,2% de parasitismo	Corrêa-Ferreira; Moscardi (1995)
<i>Voria ruralis</i> (Diptera)	Lagartas de Plusiinae	0 a 24 % das lagartas parasitadas	Moraes et al. (1991)

Tabela 2. Parasitoides de ovos registrados para comercialização como biodefensivos na agricultura (Mapa, 2022).

Parasitoide	Hospedeiro	Capacidade de parasitismo (total/fêmea)	Referências	Produto comercial (empresa produtora e número do registro no Brasil)	Alvos registrados
<i>Telenomus podisi</i>	<i>Euschistus heros</i>	104,1 a 211 ovos	Silva et al. (2018); Pacheco; Corrêa-Ferreira (2000)	Podisibug (CP2 Ltda, 43919);	<i>Euschistus heros</i>
				JB TEL-P (JB Biotecnologia, 4921);	
				Telper (Topbio, 32120).	
<i>Trichogramma pretiosum</i>	<i>A. gemmatalis</i>	29,6 a 52,4 ovos	Bueno et al. (2012)	Hunter (Koppert, 10115);	<i>Anticarsia gemmatalis</i>
	<i>C. includens</i>	28,5 a 54,4 ovos		JB Tri-P (JB Biotecnologia, 29118);	
	<i>S. frugiperda</i>	9,1 a 30,1 ovos	Bueno et al. (2010)	Pretiobug (CP2 Ltda, 2315);	<i>Chrysodeixis includens</i>
				TrichoAgri (IBI Agentes Biológicos, 16517);	<i>Helicoverpa zea</i>
				Trichogramma (AMIPA, 40517);	<i>Spodoptera frugiperda</i>
				Trichobio-P (Fambio, 6619);	<i>Tuta absoluta</i>
			Trichomip-P (Promip, 8815);		
			Trichosul (Sul-Mip, 20220);		
			Trilag (Topbio, 29418).		
<i>Trissolcus basalisi</i>	<i>Nezara viridula</i>	79 a 250,4 ovos	Powell; Shepard (1982); Corrêa-Ferreira; Zamataro (1989)	Reacher (Koppert, 40317)	<i>Nezara viridula</i>

biológico aumentativo por atacar a praga em seu primeiro estágio de desenvolvimento (ovo), antes de qualquer injúria ser causada às plantas (Parra; Coelho Jr, 2019). Essa característica pode ser considerada uma “vantagem” do ponto de vista aplicado, pois é uma garantia ao usuário da tecnologia, que em caso de qualquer falha de controle, ainda há tempo hábil para uso de outra ferramenta de manejo, evitando prejuízo na produtividade da lavoura. Por outro lado, essa característica é também um “desafio” para adoção desse biodefensivo, pois o sojicultor está, em geral, mais habituado a monitorar e controlar lagartas ou percevejos que são de fato os causadores de dano na lavoura.

Assim, para usar os parasitoides de ovos adequadamente, esses sojicultores precisarão monitorar os ovos que darão origem as pragas ou algum outro parâmetro na lavoura que tenha correlação positiva com o número de ovos dessas pragas. Isso é necessário visto que os ovos serão os alvos biológicos controlados na liberação desses parasitoides. Sendo assim, avanços nas estratégias de monitoramento de pragas, assim como a melhor determinação do momento economicamente mais vantajoso para liberação desses parasitoides podem ainda ser considerados desafios da tecnologia, e por isso demandas importantes de pesquisa, visando principalmente aprimorar ainda mais a eficiência desses biodefensivos. De qualquer forma o uso do controle biológico aumentativo com parasitoides de ovos já é uma realidade na sojicultura

brasileira e será abordado em mais detalhes ao logo desse capítulo.

Em geral, esses insetos, são popularmente conhecidos como “vespinhas”. No campo se destacam por serem capazes de parasitar os ovos das pragas em todas as regiões da planta. Podem ser considerados, em alguns casos, até mais eficientes que os próprios inseticidas químicos que muitas vezes, não atingem seus alvos biológicos devido ao “efeito guarda-chuva”. Esse efeito ocorre quando as folhas do dossel da planta protegem os insetos da aplicação do produto químico, de modo semelhante a ação de um guarda-chuva.

Entre as espécies de parasitoides de Lepidoptera, aquelas do gênero *Trichogramma* têm se destacado e são amplamente utilizadas, principalmente em razão da sua facilidade de criação em hospedeiros alternativos (Parra, 1997) e da sua agressividade no parasitismo de ovos de vários insetos-praga (Botelho, 1997). Na soja, a espécie de *Trichogramma* mais usualmente encontrada é *Trichogramma pretiosum* (Hohmann et al., 1989), sendo responsável por mais de 90% do parasitismo de ovos de lepidópteros observados nessa cultura (Foerster; Avanci, 1999) (Tabela 1). Em razão desse potencial, *T. pretiosum* foi o primeiro microbiológico registrado para uso comercial no manejo de pragas da soja. Em 12 de julho de 2013 foi publicada no Diário Oficial da União no Brasil, a instrução normativa conjunta SDA/SDC número 2, contendo a especificação de referência de uso de *T. pretiosum* para o manejo de *Anticarsia gemmatalis* e *Chrysodeixis includens* na soja ou outras culturas onde essas pragas ocorrerem. A especificação de referência é o primeiro passo para o registro de um biodefensivo no Brasil, bem como a base das recomendações finais que constam na bula do produto comercial que contém esse organismo como o agente controlador da praga em campo.

Trichogramma pretiosum, assim como as demais espécies do mesmo gênero, são insetos diminutos de tamanho variando entre 0,2 mm e 1,5 mm de comprimento (Pinto, 1998). Essa variação é diretamente proporcional ao tamanho do ovo hospedeiro (Bai et al., 1992). Em geral, a identificação das espécies do gênero é difícil, dependendo de variações morfológicas que têm sido observadas principalmente na genitália do macho (Pinto et al., 1989). Populações reprodutivamente incompatíveis foram reportadas na literatura, sugerindo a presença de espécies crípticas (Pinto, 1998), o que dificulta ainda mais a separação entre as espécies.

O tempo de desenvolvimento de ovo a adulto de *T. pretiosum* a 25 °C em ovos de *A. gemmatalis* e *C. includens* é de 10,3 e 10,0 dias, respectivamente (Bueno et al., 2009) e o desenvolvimento é dividido em ovo, larva e pupa que ocorrem obrigatoriamente dentro do ovo hospedeiro (endoparasitoide) e a fase adulta de vida livre (Figura 1). Uma única fêmea desse parasitoide que mede menos de 0,5 mm é capaz de parasitar em torno de 50 ovos de seus hospedeiros em 4 a 5 dias de vida do adulto (Tabela 2), ilustrando seu potencial como agente de controle biológico aplicado.

Quando utilizados na soja, devem ser liberados segundo as informações contidas na bula dos produtos comerciais, na quantidade de 500.000 parasitoides/ha na fase vegetativa da cultura ou 750.000 parasitoides/ha se a soja estiver na fase reprodutiva, divididos em três liberações em pelo menos 50 pontos por hectare, com intervalos de quatro dias. A liberação pode ser realizada com os parasitoides na fase de pupas ou adultos com ou sem o uso de cápsulas de liberação. O número de liberações necessárias dependerá da pressão de mariposas na área, sendo recomendado no mínimo duas aplicações em intervalo de quatro dias (Mapa, 2022).

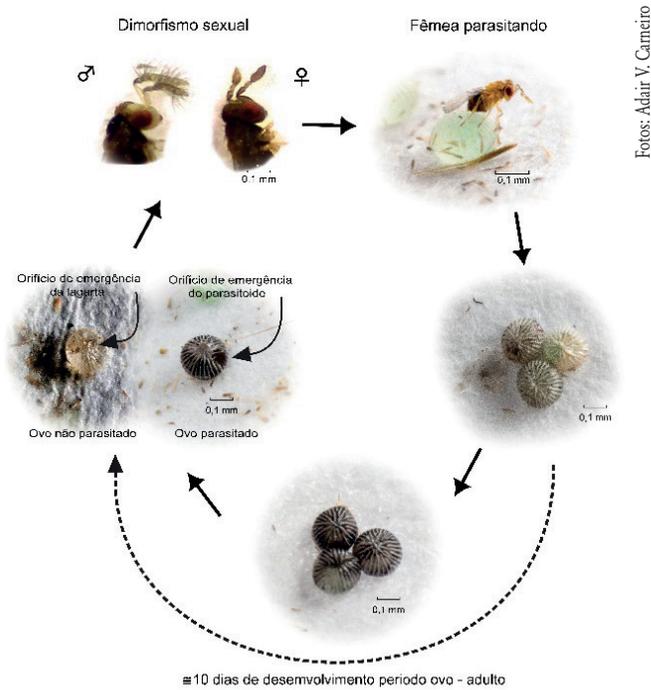


Figura 1. Ciclo biológico de *Trichogramma pretiosum* parasitando ovos de *Anticarsia gemmatalis*.

Na safra 2013/2014 houve um programa piloto de liberação de *T. pretiosum* em lavouras de soja no estado do Paraná. Este programa foi conduzido em parceria entre a EMATER PR, que atualmente faz parte do IDR-Paraná, e a Embrapa Soja. Um total de 46 lavouras de soja foram conduzidas segundo um protocolo específico de Manejo Integrado de Pragas (MIP) em diferentes municípios das regiões norte e oeste do estado e consideradas como Unidades de Referência (UR). As URs em que as intervenções foram realizadas apenas com o controle químico foram classificadas como MIP (27 URs) e as demais (19 URs), onde ao MIP foi associado à liberação de *T. pretiosum* para manejo de lagartas foram nomeadas como unidades de MIP associado ao Controle Biológico (MIP+CB).

Cada UR MIP+CB foi conduzida distanciada no mínimo 100 metros da UR MIP conduzida na mesma propriedade. As liberações do parasitóide se iniciaram em torno de três dias após a detecção visual ou por armadilhas luminosas da presença das primeiras mariposas na lavoura. 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 uma cartela com 48 células por hectare, perfazendo um total de 100 mil parasitoides por hectare em cada liberação. As células (cápsulas de liberação) 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 menor de aplicações de inseticidas nas URs que foram conduzidas com liberações de *T. pretiosum* em relação àquelas URs de MIP que usaram apenas o controle químico. Além disso, observou-se ainda um maior tempo necessário até o nível de ação ser atingido e a primeira aplicação de inseticida então ser 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. As URs de MIP já mostraram maior tempo até a primeira aplicação de inseticidas em relação às áreas sem adoção de MIP.

A adoção do CB dentro do MIP aumentou ainda mais esse tempo, sendo próximo ou superior a 60 dias (Tabela 3), tempo suficiente para a soja, em sua maioria, finalizar a maior parte de sua floração. Nas URs, os custos de produção finais entre MIP e MIP+CB foram similares e significativamente inferiores ao do manejo tradicional dos produtores que não adotaram MIP (Tabela 3). Os benefícios do uso de *T. pretiosum* no contexto de MIP são econômica e ambientalmente positivos. O uso desse parasitoide de ovos é viável, 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 *T. pretiosum* se mostrou eficiente e uma boa alternativa ao sojicultor dentro do MIP-Soja.

Outro parasitoide com potencial de controle de diferentes espécies de lepidópteros na cultura da soja é *Tetrastichus howardi* (Tabela 4). Este inseto é um endoparasitoide gregário, primário ou secundário (La Salle; Polaszek, 2007) que parasita lagartas (Figura 2) e pupas de diferentes espécies de lepidópteros pragas da soja. O período de desenvolvimento de ovo a adulto varia de 16-18 dias a 25 °C. As fêmeas possuem corpo com comprimento de 1,6 a 2,2mm, enquanto os machos medem de 1,3 a 1,8mm. Os adultos apresentam marcante dimorfismo sexual pelas antenas em estrutura, distribuição e abundância de sensilas antenais. Machos e fêmeas de *T. howardi* também podem ser separados devido a cor da coxa e do fêmur nas pernas anteriores, marrom avermelhado em fêmeas e amarelo-clara em machos (González et al., 2003).

O parasitoide *T. howardi* ocorre naturalmente em diversos lepidópteros-praga (Baitha et al., 2004; La Salle; Polaszek, 2007; Prasad et al., 2007; Silva-Torres et al., 2010), inviabilizando a emergência de adultos no campo. Recentemente, foi também observado, no Brasil, parasitando pupas de *Diatraea saccharalis* em milho e cana-de-açúcar (Cruz et al., 2011; Vargas et al., 2011).

Tabela 3. Análise comparativa entre resultados médios de diferentes estratégias de manejo de pragas utilizadas na soja. Paraná, safra 2013/2014.

Manejo ¹	Número médio de aplicações	Dias até 1ª 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).

Tabela 4. Registro de hospedeiros para *Tetrastichus howardi* no Brasil em lepidópteros pragas da soja em condições de laboratório.

Espécies	Autores
<i>Anticarsia gemmatalis</i>	Fernandes (2016)
<i>Spodoptera frugiperda</i>	Luccheta (2016)
<i>Helicoverpa armigera</i>	Oliveira et al. (2016)
<i>Chrysodeixis includens</i>	Barbosa (2022)



Foto: Winnie Cezario Fernandes

Figura 2. Fêmeas de *T. howardi* parasitando lagartas de *Anticarsia gemmatalis*.

Até o momento este parasitoide tem apenas o Registro Experimental Temporário (RET) para as culturas da soja, milho, eucalipto, e cana de açúcar. Sua especificação de referência já foi estabelecida para *Thyrinteina arnobia* em eucalipto e está sendo publicada em breve no Diário Oficial da União pelo Ministério da Agricultura para *Diatraea saccharalis* em cana-de-açúcar, *S. frugiperda* e *C. includens* em soja. Isso irá aplicar ainda mais o potencial de uso dos macrobiológicos no manejo integrado de pragas dessas culturas. Os resultados dos estudos realizados para o registro definitivo têm mostrado uma eficiência maior que 50% no controle de *S. frugiperda* na cultura do milho e *C. includens* na cultura da soja, utilizando de 8.000 a 10.000 parasitoides por hectare, podendo ser realizada de 2 a 3 liberações dependendo da infestação da praga (Figura 3).

Esse parasitoide apresenta uma facilidade de multiplicação em hospedeiro alternativo, bem como a capacidade de parasitar duas fases de desenvolvimento das pragas alvos (lagartas e pupas). Essa flexibilidade pode aumentar as chances de sucesso do uso aplicado desse parasitoide, permitindo que o mesmo permaneça em campo, controlando a praga por um maior período (Pereira et al., 2021).

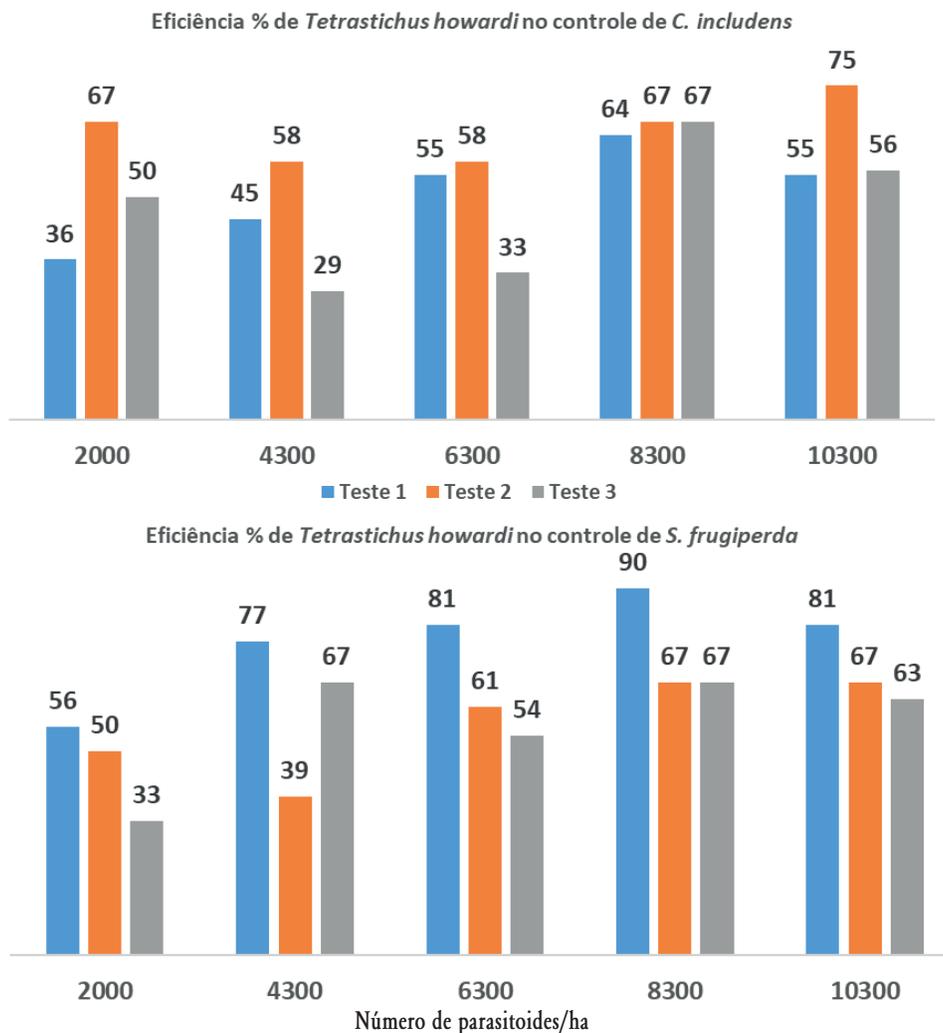


Figura 3. Eficiência de *Tetrastichus howardi* no controle de *Chrysodeixis includens* na soja e *Spodoptera frugiperda* em milho em ensaios realizados em Paraopeba, MG, safra 2020/2021.

Figura: Bianca Vique Fernandes Narde.

Parasitoides de hemípteros no manejo de percevejos

Há número significativo de espécies de micro himenópteros que são parasitoides de percevejos sendo grande parte deles parasitoides de ovos. Já foram constatadas 23 espécies de parasitoides de ovos de percevejos na cultura da soja, sendo esses inimigos naturais considerados os mais importantes agentes de mortalidade desse grupo de praga. Eles são frequentemente responsáveis por manter as populações de percevejos naturalmente abaixo dos níveis de ação (sem a necessidade de aplicar inseticidas). Entre as espécies de parasitoides de ovos, *Telenomus podisi* e *Trissolcus basalís* são as mais importantes (Bueno et al., 2012).

Até 1999, o percevejo-verde *N. viridula* foi a espécie mais abundante em 44% das áreas de soja (Panizzi; Lucini, 2016) e *T. basalis* foi responsável por mais de 90% do parasitismo natural de ovos desse percevejo (Foerster; Queiroz, 1990). Esse parasitoide foi bastante estudado e seu uso no controle biológico de percevejos desenvolvido por meio de liberações inoculativas sazonais. Na safra 1991/1992 foi implantado um programa piloto na preservação de bacias hidrográficas em diferentes municípios do estado do Paraná visando reequilibrar o ambiente por meio de um sistema mais estável de controle de percevejos. O programa de controle biológico de percevejos com o uso de *T. basalis* chegou a ser utilizado em mais de 18 mil hectares de soja, obtendo resultados positivos na redução do uso de inseticidas (Corrêa-Ferreira, 2002).

Esses resultados positivos alcançados no manejo de *N. viridula* com a liberação de *T. basalis* fizeram com que esse parasitoide fosse o primeiro agente de controle macro biológico a ser registrado no Brasil para controle de percevejos. Em 6 de novembro de 2015 foi publicado no Diário Oficial da União a instrução normativa conjunta SDA/SPRC número 1 com a especificação de uso de *T. basalis* para controle de *N. viridula* nas culturas em que esse percevejo ocorre. A recomendação é de liberar 5.000 adultos por hectare ou alternativamente liberar esse agente de controle biológico na forma de posturas do percevejo parasitadas. Esses ovos parasitados contendo as pupas do parasitoide devem ser liberados na área um ou dois dias antes da emergência dos adultos, divididos em diferentes pontos nas bordas das lavouras, quando a soja estiver no final do florescimento, momento em que os primeiros percevejos iniciam a colonização e a oviposição na cultura.

Apesar da eficiência comprovada de *T. basalis* no manejo de *N. viridula*, devido a alteração na composição da pentatomofauna verificada na cultura da soja, onde se observou a redução na incidência de *N. viridula* e aumento de *Euschistus heros* (percevejo-marrom) (Panizzi; Lucini, 2016), a espécie de parasitoide de ovo a ser utilizada no controle biológico aplicado também precisou ser alterada. *Telenomus podisi*, por ser a espécie de parasitoide de ovos responsável por mais de 80% do parasitismo observado em ovos de *E. heros* (Pacheco; Corrêa-Ferreira, 2000), passou a ser o agente de controle biológico avaliado para uso em programas de controle biológico aumentativo de percevejos em soja.

Telenomus podisi é um inseto parasitoide de ovos de percevejos, que é naturalmente encontrado no ambiente. O adulto desse inseto é um microhimenóptero (~1,0 mm) que se desenvolve (de ovo a adulto) dentro dos ovos do percevejo hospedeiro, matando-o e impedindo a emergência de ninfas (Figura 3). Assim, no ovo parasitado, ao invés da emergência de uma ninfa de percevejo, emerge um adulto do parasitoide, que continuará parasitando e controlando novos ovos de percevejo durante sua vida adulta. Esse parasitoide é um agente de controle biológico bastante eficaz no controle do percevejo-marrom, sendo que uma fêmea adulta pode parasitar de 104 a 211 ovos desse inseto-praga (Tabela 2) (Pacheco; Corrêa-Ferreira, 2000; Silva et al., 2018).

Considerando que a quantidade de *T. podisi* na natureza pode ser insuficiente para manter a população de percevejos em níveis baixos, o produtor pode liberar esse parasitoide em sua lavoura (Tabela 2) como uma estratégia de controle biológico aumentativo. Isso deve-se ao fato de que, após anos de pesquisa, foi registrado em dezembro de 2019 o primeiro bioproduto com esse agente de controle biológico no Brasil. É importante que o sojicultor que fizer uso dessa “vespinha” no campo fique atento a algumas

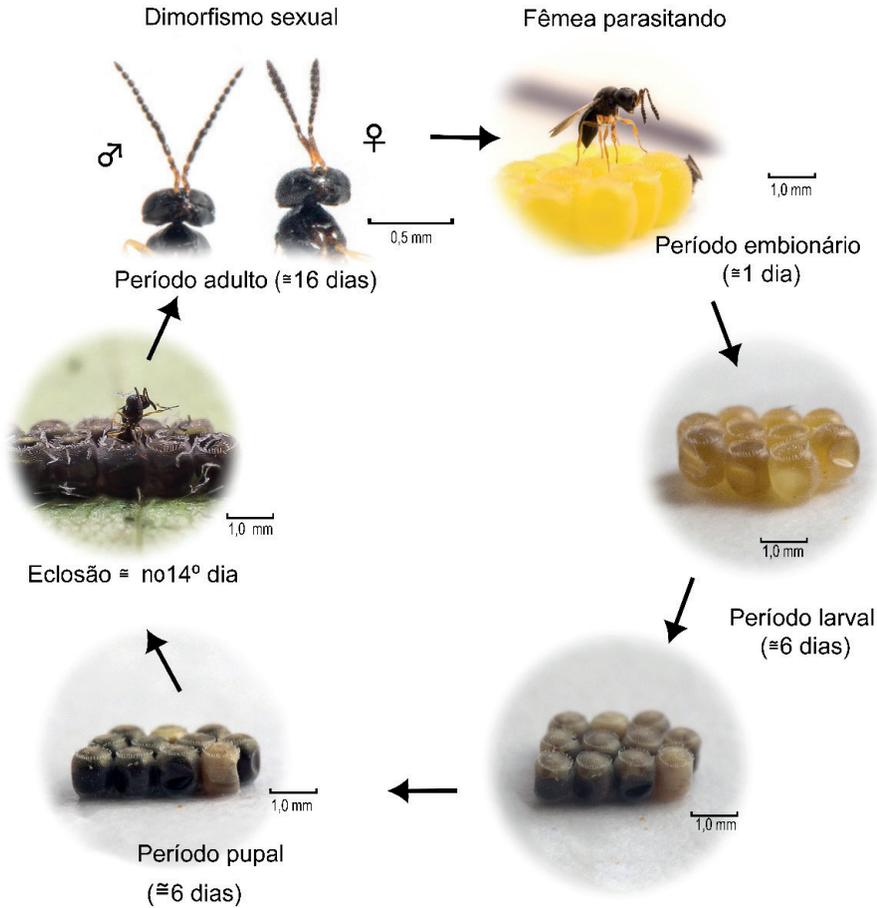


Figura 4. *Telenomus podisi* parasitando ovos do percevejo *Euschistus heros*.

peculiaridades. Como esse parasitoide não controla o percevejo e sim os ovos que darão origem aos percevejos, o momento certo de sua utilização no campo é crucial para o seu sucesso. A pesquisa recomenda iniciar a liberação dessas microvespas quando for detectada a presença dos primeiros adultos dos percevejos nas lavouras (e os respectivos primeiros ovos), realizando duas a três liberações no intervalo de sete dias.

Apesar de, em algumas situações, *E. heros* já estar presente na cultura no período vegetativo, esse ainda não causa danos à planta. É importante que o monitoramento do inseto seja realizado durante todos os estádios de desenvolvimento da soja, pois os primeiros ovos são depositados entre o final do período vegetativo e o início da floração. Sendo assim, as liberações do parasitoide devem ser realizadas levando esses fatores em consideração, a fim de aumentar as chances de coincidir a presença do parasitoide no campo com os ovos de percevejos.

A liberação de 6.500 parasitoides por hectare é feita usualmente no estágio de pupa. Essas pupas podem ser distribuídas no campo de forma avulsa ou protegidas dentro de cápsulas contendo ovos parasitados pela “vespinha” que devem ser distribuídos na área, em pontos equidistantes. É importante que essa liberação seja feita o mais próximo possível da emergência dos adultos, evitando-se dias muito quentes (o final da tarde é o período usualmente mais indicado) para reduzir a mortalidade dos parasitoides. Também é importante considerar que essas “vespinhas” são organismos vivos, razão pela qual deve-se evitar aplicações de inseticidas na área onde ocorreu a liberação dos parasitoides, pelo menos 10 dias antes e duas semanas após a liberação desses parasitoides (para mais detalhes sobre a compatibilidade de uso de bioinsumos com agrotóxicos vide capítulo 27).

Logo após a sua emergência no campo, as fêmeas do parasitoide acasalam e em seguida procuram por novas posturas dos percevejos em campo. Ao encontrar os ovos, esses pequenos himenópteros reconhecem o ovo da praga com suas antenas e realizam o parasitismo. Após o parasitismo, as fêmeas de *T. podisi* marcam os ovos recém parasitados com feromônios, raspando seus abdomens nos ovos repetidas vezes para que outras fêmeas do parasitoide não tentem parasitar o mesmo hospedeiro, evitando o superparasitismo. Com o parasitismo, os ovos ficam escuros no decorrer do desenvolvimento embrionário dos parasitoides (Figura 3). Reconhecer a coloração típica desses ovos parasitados em campo é importante para avaliar a taxa de parasitismo. Em trabalhos realizados com o uso aplicado de *T. podisi* em lavouras comerciais de soja, elevou-se o parasitismo natural de ovos, de aproximadamente 10%, para até 70% dos ovos de *E. heros* encontrados após três liberações de 6.500 parasitoides cada, realizada com o parasitoide no estágio de pupa (Bueno et al., 2020), o que ilustra o excelente potencial do parasitoide para o manejo do percevejo em campo.

Principais cuidados na liberação de parasitoides de ovos na cultura soja em programas de controle biológico aumentativo

Os parasitoides de ovos *T. pretiosum* e *T. podisi* são agentes de controle biológico comprovadamente eficientes para o manejo de lepidópteros e percevejos, respectivamente, na cultura da soja. Compõem produtos comerciais que podem ser comprados e aplicados em campo pelo sojicultor (Tabela 2). Entretanto, ainda existem alguns desafios e cuidados especiais na sua utilização que precisam de maior atenção, visando alcançar o maior potencial dos benefícios de sua utilização.

Entre os principais fatores que interferem na eficiência do uso desses parasitoides de ovos em campo destacam-se: i) número (densidade) de insetos liberados; ii) tecnologia de liberação dos parasitoides considerando a dispersão, a frequência de liberação, a predação e o melhor momento (*timing*) da liberação em campo, iii) densidade da praga e condições climáticas no momento da liberação e iv) interações com outros bioinsumos ou químicos sintéticos também utilizados na lavoura (King et al., 1985; Parra 2014; Pinto et al., 2002; Smith et al., 1986).

i) número (densidade) de insetos liberados: a determinação da densidade ideal de parasitoides a ser utilizada é um aspecto muito importante para o sucesso de um programa de controle biológico aumentativo e deve ser considerada em sua implantação. A densidade ideal depende das características

bioecológicas de cada espécie de parasitoide, como por exemplo a sua capacidade de localizar o hospedeiro, a sua preferência alimentar e a sua tolerância às condições ambientais existentes (Hassan, 1994).

Números insuficientes de parasitoides certamente irão levar a um parasitismo baixo, comprometendo a estratégia de manejo ao permitir que a população da praga cresça para níveis indesejáveis (Bueno, 2008). Por outro lado, elevar demasiadamente o número de parasitoides liberados pode ser igualmente um erro. Liberações de números excessivos de parasitoides, além de elevar o custo financeiro da liberação, pode também levar a uma redução no parasitismo devido a competição entre os parasitoides liberados ou mesmo a ocorrência de superparasitismo (Lopes, 1988).

Conforme mencionado anteriormente nesse capítulo, para *T. pretiosum*, os valores recomendados para liberação são de 500.000 ou 750.000 parasitoides por hectare, divididos em três liberações, se a lavoura de soja estiver no período vegetativo ou reprodutivo, respectivamente (Bueno, 2008). Visando reduzir os custos de utilização, as empresas produtoras desse agente de controle biológico estão testando liberações com densidades menores. A eficiência e o sucesso de liberações com número menor de parasitoides do que o informado na especificação de referência ainda carece das devidas publicações científicas que validem e comprovem a eficiência dessa redução. Com relação ao manejo de percevejos, a recomendação é a realização de duas a três liberações de 6.500 *T. podisi* por hectare, o que comprovadamente eleva significativamente o parasitismo na área liberada em comparação com a testemunha sem liberação (Bueno et al., 2020).

ii) tecnologia de liberação dos parasitoides considerando a dispersão, a frequência de liberação, a predação e o melhor momento (*timing*) de liberação em campo: *T. pretiosum* e *T. podisi* podem ser liberados nos estágios de pupa ou adulto de seu desenvolvimento. O estágio de pupa tem sido preferido pelas empresas produtoras que comercializam esses agentes de controle biológico, devido principalmente às facilidades de mecanização do processo de liberação em campo. A mecanização reduz a necessidade de mão de obra e os custos operacionais envolvidos. Ovos dos hospedeiros parasitados, contendo pupas dos parasitoides em seu interior, podem ser facilmente distribuídos na lavoura usando drones. Esses veículos aéreos podem espalhar homogeneamente as pupas dos parasitoides na lavoura dentro de cápsulas protetoras ou mesmo distribuir os ovos dos hospedeiros parasitados de forma avulsa no campo, o que reduz ainda mais o custo da tecnologia. Portanto, é crucial que a liberação seja feita muito próximo da emergência dos adultos para reduzir a mortalidade desses agentes de controle biológico devido principalmente ao clima adverso ou à predação que essas pupas podem enfrentar em campo.

A liberação de pupas um dia antes da emergência dos adultos se mostrou muitas vezes inviável devido aos predadores (formigas, crisopídeos, joaninhas, entre outros) que acabaram devorando muitas pupas liberadas antes dos parasitoides terem qualquer chance de emergir (Cave, 2000). Diferentemente de muitos países europeus onde a estratégia de liberação de pupas de parasitoides é utilizada com maior facilidade, o Brasil tem uma fauna enorme, o que inclui muitas espécies de predadores. Esses predadores podem facilmente se alimentar dos parasitoides de ovos liberados antes da emergência dos adultos, atingindo 100% de predação poucas horas após a liberação (Parra, 2014).

Além da predação, os parasitoides liberados precisam também sobreviver ao clima ao qual eles serão expostos, que pode ser adverso e constituir um fator de mortalidade importante. Dentre os fatores abióticos de mortalidade de insetos, a temperatura merece destaque (Frazer; Mcgregor, 1992), pois afeta diretamente a sobrevivência dos artrópodes (Denis et al., 2011). Sendo assim, esse fator de mortalidade é ainda mais importante para os parasitoides de ovos, quando esses são liberados como pupas no campo, incapazes de procurar abrigo para se proteger de temperaturas adversas.

Quando pupas de *T. podisi* foram liberadas em lavouras de soja no período vegetativo, antes do completo desenvolvimento das plantas e do sombreamento do solo nas entre linhas, aquelas pupas que ficaram expostas diretamente ao sol nas entrelinhas tiveram emergência dos adultos significativamente reduzida, quando comparado às pupas que ficaram sombreadas embaixo das plantas (Braz et al., 2021). Apesar de *T. podisi* ser geralmente liberado no período reprodutivo da lavoura, quando o sombreamento das entre-linhas é completo, o que reduz a exposição das pupas liberadas a radiação solar direta, isso não ocorre com *T. pretiosum*. Esse parasitoide de ovos de lepidópteros é geralmente liberado no início do desenvolvimento da lavoura de soja, quando a cultura recebe as primeiras mariposas que originarão as lagartas.

Independentemente do fato de que, provavelmente, a mortalidade por temperatura deva ser maior em liberações de *T. pretiosum* no período vegetativo, quando comparado a liberações de *T. podisi* ou mesmo *T. pretiosum* no período reprodutivo, é importante que durante o processo de criação em laboratório, o controle ambiental desse processo seja bem realizado. Para isso, as condições favoráveis para a criação dos insetos devem ser rigorosamente seguidas, como controle de temperatura e fotoperíodo. Isso permite que o dia provável da emergência seja estimado com precisão e assim a liberação possa ocorrer poucas horas antes da emergência dos adultos desses parasitoides. Além disso, a liberação de adultos previamente alimentados pode ser uma alternativa, embora dependa ainda de pesquisa e de mecanização para viabilizar esse processo em grandes áreas.

Além desses cuidados, é igualmente importante que o parasitoide seja liberado no momento em que a fase vulnerável do ovo hospedeiro esteja disponível em campo. Portanto, um dos grandes desafios para sucesso do manejo de pragas com o uso de parasitoides de ovos é a liberação do parasitoide no momento certo. Nesse contexto, é importante destacar que os adultos de *T. pretiosum* tem vida útil curta, entre quatro e cinco dias, quando realizam 80% de seu parasitismo (Bueno, 2008) e apresentam a maior capacidade de parasitismo em ovos do hospedeiro de até 24 horas de desenvolvimento embrionário, tendo parasitismo desprezível em ovos de 24 até 48 horas e zero parasitismo em ovos de 48 até 72 horas (Queiroz et al., 2020). Portanto, a liberação à campo, a fim de coincidir adultos de *T. pretiosum* com 4 a 5 dias de vida com os ovos hospedeiros de até um dia de idade é essencial para o sucesso do manejo de lepidópteros usando esse parasitoide.

Assim como para *T. pretiosum*, para o sucesso de liberações de *T. podisi*, é essencial que a liberação dos parasitoides ocorra no melhor momento, visando coincidir em campo a fase mais suscetível de desenvolvimento embrionário do ovo hospedeiro com os adultos ativos do parasitoide. Entretanto, adultos de *T. podisi* têm vida útil um pouco mais longa que *T. pretiosum*, atingindo 80% de seu parasitismo apenas ao redor de 14 a 16 dias (Silva et al., 2018). Além disso, *T. podisi* apresentou a mesma

capacidade de parasitismo em ovos de *E. heros* de 24, 48, 72 e 96 horas de desenvolvimento embrionário (Queiroz et al., 2019). Portanto, para o sucesso de *T. podisi* é necessária uma estratégia de liberação que permita coincidir os parasitoides adultos com 14 a 16 dias de vida com ovos hospedeiros de até quatro dias de idade em campo. Nesse contexto, para ambas as espécies de parasitoides, pode-se perceber que o monitoramento rigoroso das pragas alvos em campo, além de uma distância menor entre a biofábrica e a área de liberação, entre outros fatores destacados nesse capítulo, são essenciais para o sucesso de programas de controle biológico aumentativo usando esses parasitoides de ovos.

Uma outra exigência que precisa ser observada na liberação de parasitoides em campo é o número de pontos mínimos por unidade de área em que o parasitoide precisa ser liberado. Isso depende da capacidade de dispersão de cada espécie de parasitoide utilizada e da cultura em que o mesmo está sendo liberado, que pode oferecer mais ou menos obstáculos para sua dispersão. Baseando-se no modelo de Dobzhanski e Wright (1943), o número de pontos de liberação de *T. pretiosum* na cultura de soja, determinado por meio do raio efetivo de dispersão, é de 117 pontos por hectare, para garantir uma distribuição homogênea na área tratada após 24 horas da liberação (Bueno et al., 2012).

O número de pontos de liberação é essencial para o sucesso de controle, principalmente para uma espécie de parasitoide de ovos que tem vida útil curta, com parasitismo concentrado nos primeiros dias de vida adulta. Embora a recomendação de Bueno et al. (2012) seja de 117 pontos por hectare, a especificação de referência foi publicada com apenas 50 pontos por hectare. Apesar dessas diferenças, a pulverização de pupas avulsas sem o encapsulamento das mesmas permite uma distribuição homogênea dessas pupas em campo, que provavelmente elimina a maioria dos problemas com dispersão e distribuição homogêneas dos adultos em campo.

Com relação a *T. podisi*, não há trabalhos publicados até o momento que avaliem o número de pontos de liberação baseados no mesmo modelo de Dobzhanski e Wright (1943). Na especificação de referência de *T. podisi*, a recomendação realizada é a distribuição em pelo menos 32 pontos por hectare, valor próximo da dispersão encontrada por Pomari-Fernandes et al. (2018) para *Telenomus remus* em soja, ambos parasitoides do mesmo gênero. Assim como para *T. pretiosum*, a liberação de *T. podisi* mais utilizada em campo tem sido a liberação de pupas avulsas, que são espalhadas homogêneas na lavoura, facilitando ainda mais a dispersão dos parasitoides em campo.

Independentemente da liberação de pupas avulsas ou encapsuladas, é importante considerar que *T. pretiosum*, assim como *T. podisi*, são insetos pequenos que têm sua dispersão fortemente influenciada pela direção do vento. O vento já foi relatado na literatura como um fator importante para outros parasitoides da ordem Hymenoptera, devido ao pequeno tamanho das vespas que têm pouco controle de voo em condições de muito vento (Corbett; Rosenheim 1996). Portanto, o método de liberação deve ser preferencialmente para uma distribuição perimétrica dos insetos liberados considerando a direção do vento predominante na área, sempre que isso for possível (Pomari-Fernandes et al., 2018).

iii) densidade da praga e condições climáticas no momento da liberação: Condições climáticas, principalmente chuva e temperaturas extremas podem impactar negativamente o sucesso do controle biológico com parasitoides de ovos. Por isso recomenda-se a liberação dos parasitoides de ovos nos

horários mais amenos do dia, com clima mais favorável à emergência e à sobrevivência dos adultos das pupas liberadas. Nesse cenário, recomenda-se a liberação de *T. pretiosum* preferencialmente nos primeiros horários da manhã. A liberação de *T. podisi* pode ser feita também nos primeiros horários da manhã ou alternativamente também no final da tarde, visto que esse parasitoide tem seu parasitismo menos impactado pela ausência de luz (Grande et al., 2021).

Com relação a densidade da praga, é importante relembrar que o parasitoide não controla a praga em si, mas os ovos que darão origem às pragas. Por isso a liberação precisa ser feita no momento que haja ovos disponíveis para o parasitismo. Isso é um desafio considerando que na soja a amostragem de pragas com o pano de batida é a alternativa mais recomendada pela pesquisa. O uso de armadilhas para captura de adultos pode ser uma opção para determinar o momento ideal para liberar os parasitoides. Entretanto, a correlação de adultos capturados nas armadilhas com a presença de ovos no campo ainda precisa ser estabelecida e publicada na literatura científica.

iv) interações com outros bioinsumos ou químicos sintéticos também utilizados na lavoura:

Agentes de controle biológico, incluindo os parasitoides, podem ser impactados negativamente quando agrotóxicos não seletivos são usados na lavoura (Torres; Bueno, 2018) ou mesmo quando outros bioinsumos são utilizados. Esse assunto será abordado em detalhes no capítulo 27. Em geral, é possível afirmar que o sucesso do controle biológico de pragas depende do uso racional de inseticidas dentro do conceito de Manejo Integrado de Pragas (MIP). Essa dependência é mútua para ambos os lados. O sucesso do controle biológico depende do MIP e o sucesso do MIP depende do controle biológico em campo.

Considerações finais

O uso de controle biológico aumentativo, incluindo o uso de parasitoides, já é uma realidade na sojicultura com tendências de expansão ainda maiores no Brasil e no mundo. É um caminho sem volta para o cultivo da soja na busca da redução do uso de agrotóxicos sintéticos e menor impacto ambiental. Exigências ambientais impostas pelos mercados consumidores crescem a cada dia, com proibições de uso de alguns inseticidas e limites de resíduos cada vez mais rigorosos. O mercado está ficando mais exigente e o uso de bioinsumos é uma das alternativas para ajudar o sojicultor a atender essa demanda.

O mercado de bioinsumos cresce com novos produtos sendo registrados a cada dia. Nesse cenário, é possível e desejável que outras espécies de parasitoides de ovos venham a ser registradas em futuro próximo para uso aplicado na cultura da soja. Parasitoides como *Tetrastichus howardi* estão em fase final de registro e outras espécies como *Hexacladia smithii* que parasita adultos de pentatomídeos, *T. remus* que parasita principalmente ovos de *Spodoptera* spp., entre outros hospedeiros, poderão em breve se juntar a esse arsenal de opções biológicas para o manejo de pragas na soja. Para que isso seja possível, é necessário ainda pesquisas, o que precisa ser incentivada por órgãos governamentais e privados em busca de novas alternativas sustentáveis para uma sojicultura de baixo impacto.

Vale a pena também destacar a importância do controle de qualidade do bioinsumo utilizado, que é um ponto crucial para o sucesso dessa tecnologia e está abordados em detalhes no capítulo 28. O controle de qualidade em biofábricas deve ser rigoroso, a fim de se obter bioinsumos de qualidade que

garantam a eficiência desejada. Igualmente, é muito importante a adoção em campo das recomendações sobre a adequada tecnologia de aplicação e liberação a ser empregada pelos produtores, e uma maior familiarização desses com os requerimentos necessários descritos nesse capítulo, para assegurar boa eficiência dos parasitoides em campo. Para isso, é necessário reforçar a transferência de tecnologia para garantir maior adoção do controle biológico pelos produtores como um método eficiente de controle das pragas principais que atacam a cultura da soja no Brasil.

Referências

- 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. DOI: 10.1111/j.1570-7458.1992.tb01592.x.
- BAITHA, A.; JALALIS, K.; RABINDRAR, J.; VENKATESAN, T.; RAO, N. S. Parasitizing efficiency of the pupal parasitoid, *Tetrastichus howardi* (Olli) (Hymenoptera: Eulophidae) on *Chilo partellus* (Swinhoe) at different exposure periods. *Journal of Biological Control*, v. 18, n.1, p. 65-68, 2004. DOI: 10.18311/jbc/2004/4056.
- BARBOSA, M. S. Seletividade de inseticidas a *Tetrastichus howardi* (Olliff, 1893) (Hymenoptera: Eulophidae) e seu parasitismo em pupa de *Chrysodeixis includens* (Walker, [1858]) (Lepidoptera: Noctuidae). Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados, MS. 123p. 2022.
- BOTELHO, P. S. M. Eficiência de *Trichogramma* em campo. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). *Trichogramma e o controle biológico aplicado*. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 303-318.
- BRAZ, É. C.; BUENO, A. F.; COLOMBO, F. C.; QUEIROZ, A. P. Temperature impact on *Telenomus podisi* emergence in field releases of unprotected and encapsulated parasitoid pupae. *Neotropical Entomology*, v. 50, p. 462-469, 2021. DOI: 10.1007/s13744-021-00857-3.
- BUENO, A. F.; BRAZ, E. C.; FAVETTI, B. M.; FRANÇA-NETO, J. B.; SILVA, G. V. Release of the egg parasitoid *Telenomus podisi* to manage the Neotropical Brown Stink Bug, *Euschistus heros*, in soybean production. *Crop Protection*, v. 137, p. 1-7, 2020. DOI: 10.1016/j.cropro.2020.105310.
- BUENO, A. 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, R. C. F.; PARRA, J. R.; BUENO, A. F. *Trichogramma pretiosum* parasitism and dispersal capacity: a basis for developing biological control programs for soybean caterpillars. *Bulletin of Entomological Research*, v. 102, p. 1-8, 2012. DOI: 10.1017/S0007485311000289.
- BUENO, R. C. O. 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 p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP.
- BUENO, R. C. O. F.; BUENO, A. 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. F.; PARRA, J. R. P.; BUENO, A. 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, E. S. M. *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae) no sistema plantio direto no sul de Mato Grosso do Sul: flutuação populacional, hospedeiros e parasitismo. 2007. 60 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS.
- CAVE, R. D. Biology, ecology and use in pest management of *Telenomus remus*. *Biocontrol News and Information*, v. 21, p. 21-26, 2000.
- 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).
- CORBETT, A.; ROSENHEIM, J. A. Quantifying movement of a minute parasitoid, *Anagrus epos* (Hymenoptera: Mymaridae), using fluorescent dust marking and recapture. *Biological Control*, v. 6, p. 35-44, 1996. DOI: 10.1006/bcon.1996.0005.
- CORRÊA-FERREIRA, B. S. *Trissolcus basalus* para o controle de percevejos da soja. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. *Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores*. 1.ed. Barueri, SP: Manole, 2002. p. 449-476.

- CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. Seasonal occurrence and host spectrum of egg parasitoids associated with soybean stink bugs. **Biological Control**, v. 5, p. 196-202, 1995. DOI: 10.1006/bcon.1995.1024.
- CORRÊA-FERREIRA, B. S.; NUNES, M. C.; UGUCCIONI, L. D. Ocorrência do parasitoid *Hexacladia smithii* Ashmead em adultos de *Euschistus heros* (F.) no Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, p. 495-498, 1998. DOI: 10.1590/S0301-8059199800300022.
- CORRÊA-FERREIRA, B. S.; ZAMATARO, C. E. O. Capacidade reprodutiva e longevidade dos parasitoides de ovos *Trissolcus basalis* (Wollaston) e *Trissolcus mitsukurii* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 49, 1989.
- COSTA, V. A. C.; BERTI FILHO, E.; SATO, M. E. Parasitoides e predadores no controle de pragas. In: PINTO, A. S.; NAVA, D. E.; ROSSI, M. M.; MALERBO-SOUZA, D. T. (Ed.). **Controle biológico de pragas na prática**. Piracicaba: Prol, 2006. p. 25-34.
- CRUZ, I.; REDOAN, A. C.; SILVA, R. B.; FIGUEIREDO, M. L. C.; PENTEADO-DIAS, A. M. New record of *Tetrastichus howardi* (Olliff) as a parasitoid of *Diatraea saccharalis* (Fabr.) on maize. **Scientia Agrícola**, v.68, n.2, p.252-254, 2011.
- DENIS, D.; PIERRE, J. S.; van BAAREN, J.; van ALPHEN, J. J. How temperature and habitat quality affect parasitoid lifetime reproductive success—a simulation study. **Ecological Modelling**, v. 222; p. 1604-1613, 2011. DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2011.02.023.
- DOBZHANSKY, T.; WRIGHT, S. Genetics of natural populations x Dispersion rates in *Drosophila pseudoobscura*. **Genetics**, v. 28, p. 304-340, 1943.
- FOERSTER, L. A.; AVANCI, M. R. F. Egg parasitoids of *Anticarsia gemmatilis* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae) in soybeans. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, p. 545-548, 1999. DOI: 10.1590/S0301-8059199900300025.
- FOERSTER, L. A.; QUEIROZ, J. M. Incidência natural de parasitismo em ovos de pentatomídeos da soja no centro-sul do Paraná. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 19, p. 221-232, 1990. DOI: 10.37486/0301-8059.v19i1.651.
- FRAZER, B. D.; MCGREGOR, R. R. Temperature-dependent survival and hatching rate of eggs of seven species of Coccinellidae. **The Canadian Entomologist**, v. 124, p. 305-312, 1992. DOI: 10.4039/Ent124305-2.
- GIL, O. J. A. Aspectos biológicos de *Microcharops anticarsiae* (Hymenoptera: Ichneumonidae) parasitando *Anticarsia gemmatilis* (Lepidoptera: Erebidae). 2016. 64 p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Unesp, Jaboticabal.
- GONZÁLEZ, J. F. A.; OCA, F. N. M.; RAVELO, H. G. *Tetrastichus howardi* (Olliff) (Hymenoptera: Eulophidae): nuevo parásito pupal de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae) en Cuba. **Centro Agrícola**, año 30, no.2, abril-junio, p.93, 2003.
- GRANDE, M. L. M.; QUEIROZ, A. P.; GONÇALVES, J.; HAYASHIDA, R.; VENTURA, M. U.; BUENO, A. F. Impact of environmental variables on parasitism and emergence of *Trichogramma pretiosum*, *Telenomus remus* and *Telenomus podisi*. **Neotropical Entomology**, v. 50, p. 1-10, 2021. DOI: 10.1007/s13744-021-00874-2.
- HASSAN, S. A. Strategies to select *Trichogramma pretiosum* species for use in biological control. In: WAJNBERG, E.; HASSAN, S. A. **Biological control with other egg parasitoids**. Wallingford, UK: CAB International, 1994. p. 55-73.
- HOHMANN, C. L.; SILVA, S. M. T.; SANTOS, W. J. Lista preliminar de Trichogrammatidae encontrados no Paraná. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 18, p. 203-206, 1989. DOI: 10.37486/0301-8059.v18i1.583.
- KING, E. G.; BULL, D. L.; BOUSE, L. F.; PHILIPS, J. R. Introduction: biological control of *Heliothis* spp. in cotton by augmentative releases of *Trichogramma*. **Southwestern Entomologist**, v. 8, p. 1-10, 1985.
- LA SALLE, J.; POLASZEK, A. Afrotropical species of the *Tetrastichus howardi* species group (Hymenoptera: Eulophidae). **African Entomology**, v. 15, p. 45-56, 2007. DOI: 10.4001/1021-3589-15.1.45.
- LOPES, J. R. S. Estudos bioetológicos de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hym.: Trichogrammatidae) para o controle de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lep.: Pyralidae). 1988. 141 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- LUCCHETTA, J. T. Parasitismo e desenvolvimento de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) em lagartas e pupas de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). 2016. 57 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) - Faculdades de Ciências Biológicas, Universidade Federal da Grande Dourados, MS.
- MAPA. Agrofite: consulta aberta. 2022. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agro_fit_cons>. Acesso em: 10 fev. 2022.
- MORAES, R. R.; LOECK, A. E.; BELARMINO, L. C. Inimigos naturais de *Rachiplusia nu* (Guenée, 1852) e de *Pseudoplusia includens* (Walker, 1857) (Lepidoptera: Noctuidae) em soja no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, p. 57-64, 1991.
- NUNES, M. C. Efeito do parasitismo de *Hexacladia smithii* Ashmead (Hymenoptera: Encyrtidae) na capacidade reprodutiva e no dano de *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) causado a soja. 2000. 95 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

- PACHECO, D. J. P.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Parasitismo de *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae) em populações de percevejos pragas da soja. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v. 29, p. 295-302, 2000. DOI: 10.1590/S0301-80592000000200011.
- PANIZZI, A. R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Dynamics in the insect fauna adaptation to soybean in the tropics. *Trends in Entomology*, v. 1, p. 71-88, 1997.
- PANIZZI, A. R.; LUCINI, T. What happened to *Nezara viridula* (L.) in the Americas? Possible reasons to explain populations decline. *Neotropical Entomology*, v. 45, p. 619-628, 2016. DOI: 10.1007/s13744-016-0446-2.
- PARRA, J. R. P. Biological control in Brazil: an overview. *Scientia Agricola*, v. 71, p. 345-355, 2014. DOI: 10.1590/0103-9016-2014-0167.
- PARRA, J. R. P. Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma*. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). *Trichogramma e o controle biológico aplicado*. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 121-150.
- 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*. 1ed. Piracicaba: FEALQ, 2021. v. 1, 592 p.
- PARRA, J. R. P.; COELHO JR, A. Applied biological control in Brazil: from laboratory assays to field application. *Journal of Insect Science*, v. 19, p.1-6, 2019. DOI: 10.1093/jisesa/iey112.
- PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; SILVEIRA NETO, S. Biological control of pests through egg parasitoids of the genera *Trichogramma* and/or *Trichogrammatoidea*. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 82, p. 153-160, 1987. DOI: 10.1590/S0074-02761987000700027.
- PEREIRA, F. F.; PASTORI, P. L.; KASSAB, S. O.; TORRES, J. B.; CARDOSO, C. R. G.; FERNANDES, W. C.; OLIVEIRA, H. N.; ZANUNCIO, J. C. Uso de eulófeidos no controle biológico de pragas. In: PARRA, J. R. P.; PINTO, A. S.; NAVA, D. E.; OLIVEIRA, R. C.; DINIZ, A. J. F. (Ed.). *Controle biológico com parasitoides e predadores na agricultura brasileira*. 1ed. Piracicaba: FEALQ, 2021. v. 1, p. 317-361.
- PINTO, A. S.; PARRA, J. R. P. Liberação de inimigos naturais. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Eds.). *Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores*. 1ed. Barueri: Manole, 2002. p. 325-342.
- PINTO, J. D. Systematics of the north american species of *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Washington, DC: Entomological Society of Washington, 1998. 287 p. (Memoirs, 22).
- PINTO, J. D.; VELTREN, R. K.; PLATNER, G. R.; OATMAN, E. R. Phenotypic plasticity and taxonomic character in *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Annals of the Entomological Society of America*, v. 82, p. 414-425, 1989. DOI: 10.1093/aesa/82.4.414.
- POMARI-FERNANDES, A.; BUENO, A. F.; DE 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. 158-68, 2018. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2018.08.009.
- POWELL, J. E.; SHEPARD, M. S. Biology of Australian and United States strains of *Trissolcus basalus*, a parasitoid of the green vegetable bug, *Nezara viridula*. *Australian Journal of Ecology*, v. 7, p. 181-186, 1982. DOI: 10.1111/j.1442-9993.1982.tb01591.x.
- PRASAD, K. S.; ARUNA, A. S.; KUMAR, V.; KARIAPPA, B. K. Feasibility of mass production of *Tetrastichus howardi* (Ollii), a parasitoid of leaf roller (*Diaphania pulverulentalis*), on *Musca domestica* (L.). *Indian Journal of Sericulture*, v. 46, n. 1, p. 89-91, 2007.
- QUEIROZ, A. P.; COSTA, C. O.; FAVETTI, B. M.; SILVA, G. V.; BUENO, A. F. Effects of parasitoid and host age on the parasitism of *Trichogramma pretiosum* on eggs of *Anticarsia gemmatalis*. *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 64, n. 2, p. 1-5, 2020. DOI: 10.1590/1806-9665-rbent-2019-105.
- QUEIROZ, A. P.; FAVETTI, B. M.; HAYASHIDA, R.; GRANDE, M. L. M.; NEIVA, M. M.; PANIZZI, A. R.; BUENO, A. F. Effect of the ages of parasitoid and host eggs on *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae) parasitism. *Neotropical Entomology*, v. 48, p. 974-982, 2019. DOI: 10.1007/s13744-019-00724-2.
- SILVA, G. V.; BUENO, A. F.; NEVES, P. M. O. J.; FAVETTI, B. M. Biological characteristics and parasitism capacity of *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae) on eggs of *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal of Agricultural Science*, v. 10, n. 8, p. 210-220, 2018. DOI: 10.5539/jas.v10n8p210.
- SILVA-TORRES, C. S. A.; PONTES, I. V. A. F.; TORRES, J. B.; BARROS, R. New records of natural enemies of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) in Pernambuco, Brazil. *Neotropical Entomology*, v. 39, n. 5, p. 835-838, 2010. DOI: 10.1590/S1519-566X2010000500028.
- SMITH, S. M.; HUBBES, M.; CARROW, J. R. Factors affecting inundative releases of *Trichogramma* Ril. against the spruce budworm. *Journal of Applied Entomology*, v. 101, p. 29-39, 1986. DOI: 10.1111/j.1439-0418.1986.tb00830.x.
- TORRES, J. B.; BUENO, A. F. Conservation biological control using selective insecticides: a valuable tool for IPM. *Biological Control*, v. 126, p. 53-64, 2018. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2018.07.012.
- TURCHEN, L. M.; GOLIN, V.; FAVETTI, B. M.; BUTNARIU, A. R.; COSTA, V. A. Natural parasitism of *Hexacladia smithii* Ashmead (Hymenoptera: Encyrtidae) on *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae): new record from Mato Grosso State, Brazil. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 82, p. 1-3, 2015. DOI: 10.1590/1808-1657000852013.
- VARGAS, E. L.; PEREIRA, F. F.; TAVARES, M. T.; PASTORI, P. L. Record of *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) parasitizing *Diatraea* sp. (Lepidoptera: Crambidae) in sugarcane crop in Brazil. *Entomotropica*, v. 26, p. 143-146, 2011.