

# SOJA

## CONTROLE BIOLÓGICO APLICADO

---

*Beatriz S. Corrêa-Ferreira*

*Flávio Moscardi*

*Adeney de Freitas Bueno*

O controle biológico das principais pragas da soja – lagartas e percevejos –, aliado aos resultados promissores com agentes potenciais para o controle de outras pragas, são estratégias fundamentais de programas de manejo integrado que contribuem para um controle com menor impacto ao ambiente, gerando sistemas produtivos mais sustentáveis. Paralelamente a todos esses benefícios, a pressão pelo uso indiscriminado e muitas vezes abusivo do controle químico é hoje uma realidade nas lavouras de soja do Brasil. Portanto, é incontornável a necessidade de se discutir e implementar ações para a retomada do manejo integrado de pragas na cultura da soja, viabilizando o uso de técnicas de controle biológico com maior sucesso.

## Introdução

O Brasil é referência mundial na comercialização de soja, em condições de atender com regularidade e em quantidade aos exigentes mercados globais. Como fonte de proteína e energia, a soja é estratégica na alimentação humana e animal, bem como na geração de energia, contribuindo significativamente com a economia nacional e o desenvolvimento social. Sua produção cresce em área e produtividade, chegando, na safra 2010/2011, a 24,2 milhões de hectares, com produtividade média de 3.115 quilos por hectare, segundo dados da Conab<sup>1</sup>. Paralelamente a todo este crescimento produtivo que tem impactos diretos sobre o agroecossistema, é fundamental que o Brasil, como um dos maiores produtores e exportadores de grãos, esteja atento à crescente demanda por produtos mais saudáveis e seguros e à necessidade, cada vez maior, de se praticar uma agricultura mais limpa e sustentável. Neste contexto, um requisito para a sustentabilidade do agronegócio da soja é a implementação e o aperfeiçoamento de programas de manejo integrado de pragas (MIP) que visam produzir com qualidade, buscando a preservação ambiental, a agrobiodiversidade e a qualidade de vida do homem.

Entre os fatores que limitam a produção de soja, os insetos-praga, representados especialmente pela lagarta-da-soja *Anticarsia gemmatalis* e pelo complexo de percevejos, são de grande importância. Outras pragas, anteriormente consideradas como secundárias, vêm preocupando os sojicultores brasileiros, entre elas, a lagarta falsa-medideira *Chrysodeixis includens* e a lagarta-das-vagens, representada por um complexo de espécies do gênero *Spodoptera*, que além de se alimentarem das folhas, atacam também as vagens das plantas. Outros insetos-praga como o tamanduá-da-soja *Sternechus subsignatus*, pragas de solo como os corós (Scarabaeidae) e o percevejo-castanho *Scaptocoris castanea*, a mosca-branca e os ácaros podem também causar danos à soja em algumas regiões produtoras.

Nos sistemas de produção agrícola, que buscam produzir com qualidade e sustentabilidade, os programas de manejo integrado de pragas contribuem para minimizar o impacto de medidas de controle sobre o ambiente<sup>2</sup> e, nesse contexto, o controle biológico assume importância cada vez maior. Primeiramente, por ser um dos pilares de sustentação do programa, em que os inimigos naturais são os principais fatores de mortalidade do agroecossistema, com papel relevante na manutenção do equilíbrio de pragas. Em

<sup>1</sup> CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Séries históricas de produtividade de grãos. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em 1º de novembro de 2011.

<sup>2</sup> MOSCARDI, F. O controle de pragas agrícolas e a sustentabilidade ecológica. *Ciência & Ambiente*, v. 27, p. 67-84, 2003.

segundo lugar, como importante medida de controle para a manutenção das pragas em níveis populacionais toleráveis, ao lado de outros métodos de controle.

Nesse sentido, para a cultura da soja foram desenvolvidos dois programas de controle biológico aplicado utilizados no manejo da lagarta-da-soja e do complexo de percevejos. Outros programas, ainda em pesquisa, têm mostrado resultados promissores e com grande potencial para uso futuro no controle biológico de pragas também importantes na cultura da soja, todos buscando reduzir o uso de produtos químicos nas aplicações e assim contribuir para situações de maior equilíbrio ambiental.

### Uso de entomopatógenos como inseticidas biológicos

Há vários agentes microbiológicos (fungos, vírus, bactérias, nematoides, protozoários) de ocorrência natural na soja e que contribuem para a redução de populações de pragas. Dentre esses inimigos naturais, dois foram desenvolvidos e registrados como produtos comerciais para uso como inseticidas biológicos: a) o Nucleopoliedrovírus (vírus de poliedrose nuclear) da lagarta-da-soja (AgMNPV) e b) a bactéria *Bacillus thuringiensis*, para o controle de larvas de Lepidoptera. Esses agentes têm modo de ação muito distintos, com *B. thuringiensis* paralisando a capacidade alimentar e matando o inseto hospedeiro mais rapidamente que o AgMNPV. Na sequência serão apresentadas informações sobre a correta utilização desses inseticidas biológicos na cultura da soja.

#### *Uso do AgMNPV para o controle da lagarta-da-soja, A. gemmatalis (Lepidoptera: Noctuidae)*

Dentre as espécies de Lepidoptera, a lagarta-da-soja é a que primeiro coloniza essa cultura no Brasil. É, portanto, a principal lagarta a ser controlada durante o período vegetativo e de florescimento. Entretanto, nos últimos anos têm aumentado em importância outras lagartas desfolhadoras, além de ácaros e outros organismos, fruto de desequilíbrios biológicos promovidos pela aplicação de inseticidas de amplo espectro, em mistura aos herbicidas usados para a dessecação do mato em pré-plantio ou pós-emergência, práticas que provocam reduções drásticas nas populações de parasitoides e predadores.<sup>3</sup> Como o AgMNPV é específico para a lagarta-da-soja, não há possibilidade de seu uso em ambiente desequilibrado, onde pragas outrora secundárias assumiram papel de pragas principais.

<sup>3</sup> MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; CORSO, I.; BUENO, A. F. & HOFFMANN-CAMPO, C. B. Diagnóstico da situação atual do manejo de pragas na cultura da soja no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 5., 2009, Londrina. Anais... Londrina: Embrapa Soja, 2009. 1 CD-ROM.

O AgMNPV tem sido utilizado como inseticida biológico desde 1983, após um “projeto piloto” conduzido por duas safras consecutivas, em diferentes regiões do Paraná e do Rio Grande do Sul, utilizando um conjunto de informações geradas pela pesquisa.<sup>4</sup> Em todos os 17 locais, nas áreas pareadas com o baculovírus, houve apenas uma aplicação do inseticida biológico, enquanto na área onde se aplicou inseticida químico segundo os preceitos do MIP Soja, a média geral foi de aproximadamente 1,2 aplicações, sendo cerca de duas nas áreas pareadas conduzidas segundo os critérios dos próprios agricultores. Para o uso adequado do AgMNPV no contexto do MIP, é muito importante o momento da aplicação considerando o tamanho das lagartas, o nível populacional, o estágio fenológico da cultura e as condições climáticas.

O vírus deve ser aplicado quando a maioria das lagartas se encontra nos três primeiros estádios (até 1cm de comprimento), pois são os mais suscetíveis, enquanto que nos quarto e quinto estádios há grande decréscimo de suscetibilidade (tabela 1); já as do sexto estágio praticamente não são suscetíveis. Outro aspecto importante é que até atingirem 1,5cm de comprimento (quarto estágio), a capacidade de consumo de área foliar é incipiente (menos de 2% do consumo total até transformação em pupa). Por exemplo, lagartas inoculadas com o AgMNPV no terceiro estágio (1,0cm) tem seu consumo reduzido em mais de 70%, em relação às lagartas sadias, enquanto a redução no consumo de área foliar de lagartas inoculadas no segundo estágio (0,5cm) é de mais de 90%.<sup>5</sup> Portanto, é fundamental a amostragem semanal em lavouras de soja, para que se possa aplicar o vírus quando as lagartas se encontram nos primeiros três estádios e em número que não acarretará desfolha acima do nível de dano econômico. Além disso, é importante considerar a fase de desenvolvimento da soja e as condições climáticas para definir o momento da aplicação.<sup>6</sup> Dessa forma, deve-se considerar ao menos duas situações: a) na ocorrência de período de estiagem ou em plantas menores que 50cm, deve-se aplicar quando forem encontradas, no máximo, 10 lagartas pequenas ou 8 lagartas pequenas e 2 grandes (> 1,0cm) por metro e b) em situação de precipitação normal e em plantas maiores que 50cm, deve-se aplicar quando forem encontradas, no máximo, 20 lagartas pequenas ou 15 lagartas pequenas e 5 grandes por metro, em amostragem com o pano-de-batida.

Outros fatores também podem afetar a eficiência do AgMNPV, tais como diferentes formulações, pH da água utilizada para a pulverização, horário de aplicação, volume de

<sup>4</sup> MOSCARDI, F. Utilização de vírus para o controle da lagarta da soja. In: ALVES, S. B. (Ed.). *Controle Microbiano de Insetos*. São Paulo: Manole, 1986. p. 188-202.

<sup>5</sup> MOSCARDI, F. & CARVALHO, R. Z. Consumo e utilização de folhas de soja por *Anticarsia gemmatilis* Hüb. (Lepidoptera: Noctuidae) infectada, em diferentes estádios larvais, por seu vírus de poliedrose nuclear. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v. 22, p. 267-280, 1993.

<sup>6</sup> MOSCARDI, F. Uso de baculovírus e *Bacillus thuringiensis* no controle da lagarta-da-soja, *Anticarsia gemmatilis*. In: CORRÊA-FERREIRA, B. S. (Org.). *Soja Orgânica: Alternativas para o Manejo dos Insetos-Pragas*. Londrina: Embrapa Soja, 2003. p. 15-25.

<sup>7</sup> SILVA, M. T. B. & MOSCARDI, F. Field efficacy of the Nucleopolyhedrovirus of *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae): effect of formulations, water pH, volume and time of application, and type of spray nozzle. *Neotropical Entomology*, v. 31, p. 75-83, 2002.

<sup>8</sup> MOSCARDI, F. Utilização de vírus para o controle da lagarta da soja. *Op. cit.*  
MOSCARDI, F. & CARVALHO, R. Z. *Op. cit.*

<sup>9</sup> MOSCARDI, F. Utilização de vírus para o controle da lagarta da soja. *Op. cit.*

calda e tipo de bico do pulverizador.<sup>7</sup> A dose do vírus a ser aplicada por hectare foi determinada através de pesquisas, como a apresentada na tabela 2. Nesta, verifica-se que a dose de 40 lagartas equivalente (LE)/ha propiciou mais de 84% de mortalidade da lagarta-da-soja, o que é suficiente para manter essa praga sob controle, considerando o contexto e recomendações do MIP Soja. Dessa forma, passou-se a indicar uma dose de 50 LE/ha para uso pelo sojicultor, ou seja, cerca de  $1,5-2,0 \times 10^{11}$  corpos poliédricos do AgMNPV/ha. O tempo médio de mortalidade da lagarta, nessa dose, é de cerca de 7,2 dias, mas há parada alimentar até os quatro dias após a aplicação, dependendo do estágio larval em que o inseto é infectado, reduzindo drasticamente o consumo alimentar.<sup>8</sup> É importante mencionar que lagartas mortas após a aplicação do AgMNPV resultam em rompimento do tegumento e liberação do vírus, promovendo grande quantidade de inóculo para a contaminação de lagartas que eclodem dos ovos depositados ao longo do tempo. Com isso há reposição contínua do vírus e, em mais de 95% dos casos, apenas uma aplicação do AgMNPV é suficiente para manter a lagarta-da-soja sob controle e evitar a necessidade de controle químico, que pode causar desequilíbrios que transformam pragas secundárias em principais, como a lagarta-falsa-medideira (*C. includens*), lagartas do gênero *Spodoptera*, como *S. cosmioides* e *S. eridania*, ácaros, mosca branca etc.

Tabela 1: Dose letal média (DL<sub>50</sub>) – corpos poliédricos de inclusão - CIP/lagarta – do vírus de poliedrose nuclear de *Anticarsia gemmatalis* (AgMNPV), para diferentes estádios larvais do inseto. (Adaptado de Moscardi, F.<sup>9</sup>)

Estádio larval	Tamanho da lagarta (cm)	DL50
1	< 0,5	NA <sup>a</sup>
2	0,5	9,3
3	1,0	28,0
4	1,5	70,0
5	2,0	445,0

<sup>a</sup> Não avaliado

Recentemente, foi realizado trabalho de pesquisa durante três safras de soja consecutivas, em propriedade de agricultor, demonstrando a importância de se aplicar um inseticida biológico, altamente seletivo, no início da ocorrência da lagarta-da-soja, em relação às práticas de controle atualmente realizada pelos sojicultores. Nesses três anos, verificou-se que as práticas adotadas por muitos produtores

são equivocadas e podem provocar desequilíbrio. Em áreas conduzidas de acordo com os critérios dos agricultores, houve uma média de três aplicações de inseticidas de amplo espectro. Já nas conduzidas com uma aplicação do AgMNPV no momento correto, apenas essa aplicação levou à solução do problema de lagartas, incluindo a lagarta-falsa-medideira e outras já mencionadas, pois a ocorrência de parasitoides e predadores foi muito mais significativa na área de aplicação do AgMNPV, seguida de área de MIP utilizando inseticida regulador de crescimento, em comparação à área tratada segundo critério do agricultor.<sup>10</sup>

<sup>10</sup> CORRÊA-FERREIRA, B. S.; ALEXANDRE, T. M.; PELLIZZARO, E. C.; MOSCARDI, F. & BUENO, A. de F. *Práticas de manejo de pragas utilizadas na soja e seu impacto sobre a cultura*. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 15 p. (Circular Técnica, 78).

<sup>11</sup> MOSCARDI, F. Utilização de vírus para o controle da lagarta da soja. *Op. cit.*

Tabela 2: Mortalidade de *Anticarsia gemmatalis* e tempo médio para mortalidade para diferentes dosagens do AgMNPV aplicadas a campo. (Adaptado de Moscardi, F.<sup>11</sup>)

Dosagem do vírus <sup>a</sup> (LE/ha)	Mortalidade <sup>b</sup> (%)	Tempo médio de mortalidade (dias)
0	2,6 e	-
10	72,4 d	8,13
20	79,3 cd	7,57
40	84,6 c	7,23
80	93,1 b	6,67
160	98,9 a	6,68

<sup>a</sup> 1 LE (larva equivalente) = 1 lagarta grande (> 2,5 cm) morta pelo vírus ou cerca de  $1,3 \times 10^9$  poliedros do AgMNPV por LE

<sup>b</sup> Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si (teste de Duncan a 5% de probabilidade)

Apesar de nos últimos oito ou nove anos ter ocorrido um retrocesso no programa MIP Soja, devido ao abandono das amostragens semanais pelo pano-de-batida e uso de práticas inadequadas de controle, o que levou à drástica redução no uso do AgMNPV, esse inseticida biológico continua sendo a melhor alternativa aos agrotóxicos. Hoje há apenas uma empresa produzindo o AgMNPV em laboratório e cerca de 300.000ha sendo tratados anualmente (a área já foi de 2 milhões de hectares). Espera-se, no entanto, que o programa de uso do AgMNPV seja retomado gradativamente nos vários estados produtores de soja, devendo haver forte participação da assistência técnica oficial.

#### *Uso de Bacillus thuringiensis para o controle de noctuídeos*

A bactéria *B. thuringiensis* é gram-positiva e aeróbica. No processo de esporulação são produzidas inclusões proteicas cristalinas, compostas por proteínas denominadas en-

dotoxinas. Essas toxinas é que promovem uma parada alimentar rápida e, posteriormente, a morte de lagartas infectadas. As larvas infectadas têm sua capacidade alimentar paralisada em horas, embora a morte possa ocorrer entre dois e quatro dias pós infecção. A lagarta-da-soja, *A. gemmatalis* é muito suscetível a *B. thuringiensis*, pois 300g/ha do produto comercial são suficientes para o controle dessa praga.<sup>12</sup>

Como se trata de um inseticida biológico de ação muito mais rápida que o baculovírus, pode ser aplicado em situações em que as populações da praga já tenham ultrapassado aquelas recomendadas para uso do baculovírus, conforme especificadas acima. O *B. thuringiensis* pode ser aplicado quando a população de lagartas atingir 20 lagartas grandes (> 1,5cm)/m de fileira de soja. O uso desse produto é fundamental na produção de soja orgânica para o controle da lagarta-da-soja. Pode ser utilizado isoladamente, mas também pode ser misturado na dose de 125g do produto comercial ao baculovírus, quando a população da lagarta tiver extrapolado o limite para seu uso isoladamente. É importante mencionar que a lagarta-falsa-medideira, *C. includens*, tem suscetibilidade de três a cinco vezes menor que *A. gemmatalis*<sup>13</sup>, o que exigiria uma dose elevada por hectare e o custo, provavelmente, não seria competitivo com o dos inseticidas químicos disponíveis. Espécies de *Spodoptera*, por sua vez, tendem a ser muito tolerantes aos produtos à base de *B. thuringiensis*.

### Uso de parasitoides de ovos para o controle de percevejos

Embora os percevejos, representados especialmente pelas espécies *Euschistus heros*, *Piezodorus guildinii*, *Dichelops melacanthus* e *Nezara viridula*, estejam presentes desde o período vegetativo da soja, é no período reprodutivo que assumem maior importância, podendo atingir densidades populacionais elevadas em diferentes regiões produtoras e causar danos significativos à soja. Paralelamente, a este complexo de percevejos sugadores, um grande número de inimigos naturais está normalmente presente nas lavouras de soja, sendo responsáveis, muitas vezes, pela manutenção da população dos percevejos em níveis reduzidos, sem necessidade de medidas de controle. Além dos predadores, destacam-se os parasitoides de ovos: 23 espécies de micro-himenópteros já foram constatadas atacando ovos de pentatomídeos no Brasil, além de dípteros que parasitam ninfas e adultos de percevejos da soja.<sup>14</sup>

<sup>12</sup> MOSCARDI, F. Efeito de aplicações de *Bacillus thuringiensis* sobre populações de *Anticarsia gemmatalis* em soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 3, 1984, Campinas. Anais... Londrina: Embrapa Soja, 1984. p. 158-165.

<sup>13</sup> MORALES, L.; MOSCARDI, F.; KASTELIC, J. G.; SOSA-GOMEZ, D. R.; PARO, F. E. & BONO, I. L. Suscetibilidade de *Anticarsia gemmatalis* Hüb. e *Chrysodeixis includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) a *Bacillus thuringiensis*. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, Londrina, PR, v. 24, p. 593-598, 1995.

<sup>14</sup> 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.

Em geral, os maiores índices de parasitismo nos percevejos são verificados no início do desenvolvimento da soja (novembro a dezembro). São, portanto, de fundamental importância, desde a implantação da cultura, a adoção de estratégias de manejo que favoreçam a preservação e o aumento deste potencial, para que o controle biológico natural possa atuar com maior eficiência e contribuir para a sustentabilidade ecológica de agroecossistemas.<sup>15</sup> Entretanto, muitas práticas adotadas hoje nas lavouras de soja têm levado a um grande desequilíbrio e, na ausência do controle biológico natural, os problemas com as pragas tornam-se ainda mais preocupantes.<sup>16</sup>

Como estratégia do Manejo Integrado de Pragas, o controle biológico dos percevejos da soja, realizado através de parasitoides de ovos, visa à preservação e ao aumento das populações desses agentes nas lavouras de soja, mediante produção e liberação dos parasitoides *Trissolcus basalis* e *Telenomus podisi*. Com isto, é possível manter a população dos percevejos sob controle durante o período crítico de ataque às plantas de soja. Este programa, desenvolvido pela Embrapa Soja, passou por diferentes etapas, desde a coleta e identificação do parasitoide até os testes de eficiência em campo. Implementado através de um projeto piloto, foi conduzido em diferentes regiões produtoras de soja do Paraná e do Rio Grande do Sul, com a colaboração da Emater e de cooperativas, ficando comprovada a eficiência de liberações dos parasitoides em áreas de produção de soja.<sup>17</sup> Na década de 1990, o programa foi iniciado com a produção e liberação de *T. basalis*, multiplicado em laboratório em ovos de *N. viridula*. Entretanto, em função das alterações ocorridas no complexo de percevejos, com predomínio acentuado do percevejo marrom, *E. heros*, na maioria das áreas de soja a produção de *T. podisi* foi implementada na colônia e, a partir da safra 2000/2001, foram realizadas liberações mistas das duas espécies de parasitoides. Hoje, *T. podisi* é a espécie que vem sendo produzida em maior quantidade e liberada a campo para o controle dos percevejos da soja.

Esses parasitoides, micro-himenópteros da família Scelionidae, ocorrem desde a região central até o extremo sul do Brasil e a predominância de uma ou outra espécie está diretamente relacionada à abundância da espécie hospedeira. Hoje, *T. podisi* é a espécie mais comum, estando diretamente associada a *E. heros*, principal percevejo sugador de sementes encontrado nas lavouras de soja. Embora tenham comportamento generalista, ocorrendo em ovos de diferentes espécies de percevejos pentatomídeos, esses pa-

<sup>15</sup> CORRÊA-FERREIRA, B. S. & PANIZZI, A. R. *Percevejos da soja e seu manejo*. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1999. 45 p. (Circular Técnica, 24).

<sup>16</sup> CORRÊA-FERREIRA, B. S.; ALEXANDRE, T. M.; PELLIZZARO, E. C.; MOSCARDI, F. & BUENO, A. de F. *Op. cit.*

<sup>17</sup> CORRÊA-FERREIRA, B. S. *Utilização do parasitoide de ovos Trissolcus basalis (Wollaston) no controle de percevejos da soja*. Londrina: Embrapa-CNPSo, 1993. 40 p. (Circular Técnica, 11)

CORRÊA-FERREIRA, B. S. & MOSCARDI, F. Biological control of soybean stink bugs by inoculative releases of *Trissolcus basalis*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, v. 79, p. 1-7, 1996.

rasitoides apresentam nítida preferência por determinados hospedeiros, *T. basalis* para ovos de *N. viridula* e *T. podisi* para *E. heros*.

No interior do ovo hospedeiro, os parasitoides passam por diferentes fases de desenvolvimento – ovo, larva e pupa –, completando o ciclo de vida num período médio de dez a doze dias.<sup>18</sup> Os adultos, pequenas vespas com cerca de 1mm de comprimento, são de vida livre e se alimentam de néctar. Como agentes de controle biológico, esses parasitoides, além de apresentar potencial e características biológicas importantes (atacam na fase inicial do desenvolvimento do hospedeiro, ciclo de desenvolvimento curto, capacidade de busca elevada, alto potencial reprodutivo, razão sexual com predominância de fêmeas etc.), são facilmente mantidos em colônias de laboratório; entretanto, dependem diretamente de criações de percevejos como fonte contínua de fornecimento de ovos. Para atender o programa de controle biológico, vários estudos básicos de ecologia nutricional de pentatomídeos fitófagos foram realizados<sup>19</sup> e metodologias de criação de insetos foram desenvolvidas, adaptadas e aperfeiçoadas<sup>20</sup>. Atualmente, *T. podisi* e *T. basalis* são multiplicados em colônias de laboratório, utilizando ovos de *E. heros*, *N. viridula* e *D. melacanthus*, como os principais hospedeiros.

Como no programa de controle biológico de percevejos, as liberações dos parasitoides dependem diretamente de criações massais de insetos hospedeiros, a preservação dos ovos por períodos prolongados viabiliza a liberação desses agentes benéficos a campo em quantidades maiores e na época mais indicada, buscando a maior eficiência de controle e o sucesso do programa. A partir do conhecimento de que parasitoides podem se desenvolver em ovos de pentatomídeos hospedeiros submetidos a condições de baixas temperaturas<sup>21</sup>, buscou-se metodologia que permitisse a multiplicação desses parasitoides em ovos de percevejos conservados em laboratório. Na multiplicação de *T. basalis* em ovos de *N. viridula*, verificou-se que estes são viáveis ao parasitismo e emergência dos adultos por períodos de armazenamento de até 30 dias quando mantidos a 5°C (geladeira), até 180 dias a -15°C (freezer) e até 360 dias a -196°C, em nitrogênio líquido. Entretanto, ovos de *E. heros* visando à multiplicação de *T. podisi* tem apresentado uma sensibilidade maior a estas condições de armazenamento, sendo, até o momento, a estocagem em nitrogênio líquido a técnica que apresentou maior viabilidade no parasitismo dos ovos.

<sup>18</sup> CORRÊA-FERREIRA, B. S. *Trissolcus basalis* para o controle de percevejos da soja. In: PARRA, J. R. P. et al. (Eds.). *Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores*. São Paulo: Manole, 2002. p. 449-476.

<sup>19</sup> PANIZZI, A. R.; VIVAN, L. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. & FOERSTER, L. A. Performance of southern green stink bug (Heteroptera: Pentatomidae) nymphs and adults on a novel food plant (Japanese privet) and other hosts. *Entomological Society of America Annals*, v. 89, p. 822-827, 1996.

<sup>20</sup> PERES, W. A. A. & CORRÊA-FERREIRA, B. S. Nymphal and adult performance of *Euschistus heros* (Fabr.) (Hemiptera: Pentatomidae), as a potential alternative host for egg parasitoids multiplication. *Neotropical Entomology*, v. 30, p. 535-540, 2001.

SILVA, C. C.; LAUMANN, R. A.; BLASSIOLI, M. C.; PAREJA, M. & BORGES, M. *Euschistus heros* mass rearing technique for multiplication of *Telenomus podisi*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 43, p. 575-580, 2008.

<sup>21</sup> ORR, D. B. Scelionid wasps (Wollaston) as biological control agents: a review. *Florida Entomologist*, v. 71, p. 506-528, 1988.

Após a multiplicação dos parasitoides em ovos de percevejos hospedeiros, realizada normalmente em frascos plásticos, os ovos são colados em cartelas de papelão e protegidos por tela de nylon.<sup>22</sup> A liberação desses parasitoides nas lavouras de soja é realizada como adultos previamente alimentados com mel ou como pupas no interior dos ovos parasitados, na quantidade de 5.000 adultos ou três cartelas por hectare, respectivamente. Recomenda-se que os parasitoides sejam liberados nas primeiras sementeiras, na época em que os percevejos estão colonizando a cultura e iniciando a oviposição (período do florescimento da soja). Assim, o efeito dos parasitoides sobre a população dos percevejos é antecipado, mantendo-os em densidades populacionais menores durante o período crítico de ataque à cultura.

Devido à capacidade de dispersão desses parasitoides e da sua sensibilidade aos inseticidas químicos normalmente utilizados nas lavouras de soja, e para que esta tecnologia de controle biológico seja viabilizada com sucesso, é de vital importância que a sua utilização seja realizada em áreas que empregam as estratégias de manejo integrado de pragas. Isso permitiria condições mais favoráveis à multiplicação e especialmente à preservação desses agentes benéficos, possibilitando atuarem com maior eficiência no controle dos percevejos da soja.

Desde que os critérios para o melhor uso desta tecnologia sejam respeitados, o emprego do controle biológico dos percevejos através de liberações de parasitoides de ovos poderá contribuir para ambientes mais equilibrados, tanto em áreas de soja orgânica<sup>23</sup>, onde as condições são mais favoráveis pelo não uso de produtos químicos, como em áreas contínuas de microbacias, onde diferentes comunidades de produtores adotam as ações do MIP e buscam produzir com qualidade<sup>24</sup>. Isto também vale para produtores em áreas isoladas, que buscam alternativas mais viáveis a longo prazo e de forma mais duradoura e sustentável.<sup>25</sup> Entretanto, o abandono das ações de MIP nas lavouras de soja e o uso de práticas totalmente contrárias à sustentabilidade dos sistemas produtivos, hoje amplamente utilizadas em diferentes regiões produtoras, têm levado a áreas totalmente desequilibradas, com densidades populacionais elevadas e sérios danos causados à soja pelos percevejos, além da ocorrência de populações resistentes aos inseticidas. Portanto, é necessária e urgente a retomada do MIP nos sistemas agrícolas produtivos, para permitir que técnicas de controle biológico tenham maior chance de ser utilizadas com sucesso.

<sup>22</sup> CORRÊA-FERREIRA, B. S. *Utilização do parasitóide de ovos Trissolcus basalís... Op. cit.*  
CORRÊA-FERREIRA, B. S. *Trissolcus basalís para o controle de percevejos... Op. cit.*

<sup>23</sup> CORRÊA-FERREIRA, B. S. & PERES, W. A. A. Uso dos parasitoides no manejo dos percevejos-pragas da soja. In: CORRÊA-FERREIRA, B. S. (Org.). *Soja Orgânica: Alternativas para o Manejo dos Insetos-Pragas*. Londrina: Embrapa Soja, 2003. p. 33-45.  
SUJII, E. R.; PIRES, C. S. S.; SCHMIDT, F. G. V.; ARMANDO, M. S.; PAIS, J. S. de O.; SANTOS, H. M. dos; BORGES, M. M.; CARNEIRO, R. G. & VALLE, J. C. V. *Recomendações para o controle biológico de insetos – pragas na soja orgânica no Distrito Federal*. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2001. 8 p. (Comunicado Técnico, 53).

<sup>24</sup> CORRÊA-FERREIRA, B. S.; DOMIT, L. A.; MORALES, L. & GUIMARÃES, R. C. Integrated soybean pest management in micro river basins in Brazil. *Integrated Pest Management Review*, v. 5, p. 75-80, 2000.

<sup>25</sup> CORRÊA-FERREIRA, B. S.; ALEXANDRE, T. M.; PELLIZZARO, E. C.; MOSCARDI, F. & BUENO, A. de F. *Op. cit.*

## Perspectivas do controle biológico

### Parasitoides de ovos de lepidópteros

Uma das táticas promissoras no controle de lepidópteros é a liberação de parasitoides de ovos<sup>26</sup>, alternativa ainda não utilizada em larga escala na cultura de soja. Entre esses agentes de controle biológico, as espécies do gênero *Trichogramma* são as que apresentam potencial muito promissor para o MIP-Soja. Esse inimigo natural destaca-se por controlar a praga na fase de ovo e, portanto, antes desta causar qualquer injúria à planta; pela capacidade de ser criado em larga escala a um custo relativamente baixo; e por apresentar ampla distribuição geográfica com inúmeros hospedeiros.

A ordem Lepidoptera abrange um grande complexo de lagartas que são pragas importantes na soja, como *A. gemmatalis*, o complexo de espécies do gênero *Spodoptera*, *C. includens*, além de outras lagartas de menor importância, como a lagarta-enroladeira, lagarta-elasma, broca-das-vagens e das axilas que eventualmente podem ocorrer na cultura.

Assim, as espécies de *Trichogramma*, normalmente generalistas, são agentes de controle biológico potenciais para todas essas espécies-praga. Entretanto, para assegurar o sucesso do controle realizado por *Trichogramma* spp., é importante considerar que algumas etapas de pesquisa precisam ser realizadas nos diferentes sistemas produtivos-alvos (figura 1), sendo que apenas algumas dessas etapas já foram finalizadas para a cultura da soja.

<sup>26</sup> 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.

<sup>27</sup> PARRA, J. R. P. A passos lentos. *Cultivar grandes culturas*, ano IX, n. 95, abril de 2007.



Figura 1: Etapas do desenvolvimento do pacote tecnológico de um programa de controle biológico aplicado com a utilização de uma espécie de parasitoide de ovos. Adaptado de Parra, J. R. P.<sup>27</sup>

<sup>28</sup> BUENO, R. C. O. F.; PARRA, J. R. P.; BUENO, A. F. & HADDAD, M. L. Desempenho de tricogramatídeos como potenciais agentes de controle de *Pseudoplusia includens* Walker (Lepidoptera: Noctuidae). *Neotropical Entomology*, v. 38, p. 389-394, 2009.

a) Escolha da espécie/linhagem do parasitoide a ser utilizado

A escolha da espécie de *Trichogramma* deve levar em consideração principalmente a praga-alvo, a cultura e o clima do local de utilização. Para o controle da *C. includens* na soja, a linhagem de *T. pretiosum* coletada em Rio Verde, Goiás (*T. pretiosum* linhagem RV), apresentou melhor desempenho biológico entre os diferentes tricogramatídeos avaliados<sup>28</sup>, com maior taxa de parasitismo (81,6%), menor

duração do período ovo-adulto (9,4 dias), alta emergência (97,5%) e maior proporção de fêmeas (0,7), sendo, portanto, a mais indicada para controle de *C. includens* na soja.

b) Aspectos bioecológicos da espécie do gênero *Trichogramma*

O desenvolvimento de *Trichogramma* spp. é bastante influenciado por fatores como a temperatura, a umidade e a luz. A temperatura pode afetar, entre outros parâmetros, a duração do desenvolvimento, a razão sexual, o parasitismo e a longevidade dos adultos.<sup>29</sup> A redução do ciclo biológico à medida que aumenta a temperatura é comum entre várias espécies de *Trichogramma*, independente da origem das linhagens ou do hospedeiro. Estudos de biologia em diferentes temperaturas têm oferecido informações valiosas para a determinação das exigências térmicas para estes parasitoides, o que fornece subsídios para o aprimoramento dos programas de controle biológico na prática.<sup>30</sup> Nesse contexto, a linhagem de *T. pretiosum* RV escolhida para ser utilizada na cultura da soja, especialmente para o controle de *C. includens*, mostrou-se bem adaptada a diferentes temperaturas entre 18°C e 32°C, sendo que a temperatura ideal para seu melhor desempenho foi entre 22°C e 30°C.<sup>31</sup>

c) Densidade ideal dos parasitoides a ser liberados em campo

A determinação da densidade ideal de parasitoides a ser liberados é dependente das características bioecológicas de cada espécie de *Trichogramma*, como a capacidade de “busca”, preferência hospedeira e tolerância às condições climáticas.<sup>32</sup> A melhor densidade de *T. pretiosum* linhagem RV para liberação em soja, no manejo das lagartas desfolhadoras *C. includens* e *A. gemmatalis*, foi determinada em casa de vegetação, por Bueno e colaboradores<sup>33</sup>, como sendo de 25,6 parasitoides/ovo da praga. Após a liberação dessa densidade, o parasitismo em ovos de *A. gemmatalis* e *C. includens* foi superior a 70%, quando a soja estava no período reprodutivo, portanto, na situação de maior dificuldade para o parasitoide. Entretanto, o grande desafio atualmente é também relacionar esse número de ovos com o número de lagartas e/ou de adultos coletados em armadilhas no campo, visto que a amostragem de ovos seria inviável comercialmente.

d) Dispersão e frequência de liberação dos parasitoides

A dispersão e frequência das liberações são determinadas pela fenologia da planta e também pela densidade de ovos da praga. A dinâmica de ovos do hospedeiro deve ser

<sup>29</sup> CALVIN, D. D.; KNAPP, M. C.; WELCH, S. M.; POSTON, F. L. & ELZINGA, R. J. Impact of environmental factors on *Trichogramma pretiosum* reared on southwestern corn borer eggs. *Environmental Entomology*, v. 13, p. 774-780, 1984.

<sup>30</sup> CALVIN, D. D.; KNAPP, M. C.; WELCH, S. M.; POSTON, F. L. & ELZINGA, R. J. *Op. cit.* PARRA, J. R. P. & ZUCCHI, R. A. *Trichogramma* in Brazil: feasibility of use after twenty years of research. *Neotropical Entomology*, v. 33, p. 271-281, 2004.

<sup>31</sup> 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 gemmatalis*. *Biological Control*, v. 51, p. 355-361, 2009.

<sup>32</sup> HASSAN, S. A. Strategies to select *Trichogramma* species for use in biological control. In: WAJNBERG, E. & HASSAN, S. A. (Ed.). *Biological control with egg parasitoids*. Wallingford: CAB International, 1994. chap. 3, p. 55-68.

<sup>33</sup> BUENO, R. C. O. F.; PARRA, J. R. P. & BUENO, A. F. *Trichogramma pretiosum* parasitism and dispersal capacity: a basis for developing biological control programs for soybean caterpillars. *Bulletin of Entomological Research*, p. 1-8, 2011.

<sup>34</sup> 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.

<sup>35</sup> LOPES, J. R. S. *Estudos bio-otológicos de Trichogramma galloï Zucchi, 1988 (Hym.: Trichogrammatidae) para o controle de Diatraea saccharalis (Fabr., 1794) (Lep.: Pyralidae)*. 1988. 141 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988. ZACHRISSON, B. A. & PARRA, J. R. P. Capacidade de dispersão de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 para o controle de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 em soja. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 55, p. 133-137, 1998.

<sup>36</sup> LOPES, J. R. S. *Op. cit.*

<sup>37</sup> DOBZHANSKY, T. & WRIGHT, S. Genetics of natural populations x Dispersion rates in *Drosophila pseudoobscura*. *Genetics*, Toronto, v. 28, p. 304-340, 1943.

<sup>38</sup> 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 gemmatalis Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) em soja*. 2008. 119p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008. BUENO, R. C. O. F.; PARRA, J. R. P. & BUENO, A. F. *Trichogramma pretiosum* parasitism... *Op. cit.*

<sup>39</sup> BUENO, R. C. O. F. *Bases biológicas... Op. cit.*

avaliada periodicamente, para que as primeiras liberações do parasitoide coincidam com o início da infestação da praga.<sup>34</sup> Como contar ovos de pragas no campo é muito trabalhoso, um método indireto alternativo para esta avaliação ainda precisa ser estudado.

O número ótimo de pontos de liberação do parasitoide em uma determinada área depende da capacidade de sua dispersão. Em geral, a dispersão de *Trichogramma* spp. é pequena, mostrando-se inferior a 20m em experimentos em que as avaliações foram realizadas em períodos menores que 36h após a liberação.<sup>35</sup> Entretanto, esse parâmetro pode variar entre as espécies de *Trichogramma* e a cultura-alvo.<sup>36</sup> Na soja, baseando-se no modelo de Dobzhanky e Wright<sup>37</sup>, o raio de ação médio e a área de dispersão do parasitoide foram de 8,0m e 85,2m<sup>2</sup>, respectivamente<sup>38</sup>. Portanto, o número de pontos de liberação do parasitoide nesta cultura, determinado através do raio efetivo de dispersão, deve ser de 117 pontos/ha, para a obtenção de uma distribuição homogênea na área tratada, em 24 horas após a liberação.

Com relação à frequência de liberação de *T. pretiosum* na soja, o parasitismo atingiu 70% em 24 horas após a liberação e decresceu drasticamente apenas a partir do quinto dia (120 horas).<sup>39</sup> Assim, são desnecessárias liberações de *T. pretiosum* na soja em intervalos menores do que quatro dias. Entretanto, é importante salientar que o momento ideal para seu uso deve ser definido com base na infestação da praga, cuja intensidade deve ser igual ao nível de ação. Estudos que demonstram o nível de ação para a liberação de *T. pretiosum* ainda são escassos e precisam ser revistos já que os níveis de ação atuais recomendados para a cultura da soja são delineados para aplicações de inseticidas, um método rápido que controla os insetos-praga na fase de desenvolvimento, quando causam a injúria na planta.

### *Associação de diferentes espécies de parasitoides de ovos no controle biológico de lepidópteros*

Uma praga que tem causado preocupação entre sojicultores brasileiros é a lagarta-das-vagens, representada por um complexo de espécies do gênero *Spodoptera*. Como essas espécies de noctuídeos normalmente realizam a postura em camadas sobrepostas de ovos, *T. pretiosum* é capaz de parasitar apenas os ovos da camada superior, permitindo que lagartas das camadas inferiores eclodam. Uma outra espécie, o *Telenomus remus*, apresenta alta taxa de parasitismo em ovos de *Spodoptera* spp., por ser capaz de realizar

a oviposição em todas as camadas de ovos das posturas, o que o diferencia de outros parasitoides. Devido a esta característica, o *T. remus* apresenta grande potencial de utilização na cultura da soja, principalmente para complementar o controle de espécies de *Spodoptera* pelo *T. pretiosum*.

No Brasil, os estudos com *T. remus* ainda são escassos e não fornecem informações suficientes para que um programa de controle com este parasitoide seja implementado. Essa espécie tem sido utilizada em larga escala em programas de MIP na Venezuela, através de liberações inundativas em áreas de milho, com índices de parasitismo de até 90% em ovos de *Spodoptera frugiperda*<sup>40</sup>, o que indica o seu grande potencial para também ser usada na soja no Brasil. Assim, no futuro, esse parasitoide pode ser adotado com sucesso no MIP-Soja em regiões em que *Spodoptera* spp. ocorrer como praga importante, notadamente em liberações conjuntas com o *T. pretiosum* para o controle de outras espécies de lepidópteros-pragas da soja. Em estudos preliminares de laboratório, observou-se que em torno de 10 a 20% de *T. remus* do total de parasitoides utilizados (*T. remus* associado com *T. pretiosum*) seria o suficiente para elevar o parasitismo em ovos de *Spodoptera* spp. para mais de 80%.<sup>41</sup> Esses resultados indicam que a associação de *T. pretiosum* e *T. remus* é bastante promissora para utilização em programas de controle biológico do MIP-Soja, visto que poderá aliar um bom espectro de controle (incluindo as espécies pragas do gênero *Spodoptera*), com um preço mais baixo de criação de *T. pretiosum*.

## Considerações finais

Considerando as exigências cada vez maiores por ambientes mais sustentáveis e alimentos mais seguros, e os problemas presentes hoje nas lavouras de soja em consequência do mau manejo empregado no controle das pragas, as alternativas de controle biológico capazes de reduzir o impacto do sistema agrícola ao meio ambiente serão cada vez mais demandadas. Entretanto, para a eficiência e sucesso desses programas, será necessário que a sua adoção seja sempre enfocada como uma das estratégias de programas de manejo de pragas. Assim, várias outras ações e técnicas devem ser empregadas, dentre elas: o monitoramento constante das pragas e de seus inimigos naturais nas lavouras; a decisão de controle com base nos níveis de ação estabelecidos para as principais pragas; e o uso de produtos mais seletivos, buscando sempre o equilíbrio do sistema produtivo como um todo e não de culturas isoladas.

<sup>40</sup> FERRER, F. Biological control of agricultural insect pests in Venezuela; advances, achievements, and future perspectives. *Biocontrol News and Information*, v. 22, p. 67-74, 2001.

<sup>41</sup> GOULART, M. M. P.; BUENO, A. F.; BUENO, R. C. O. F. & VIEIRA, S. S. Interaction between *Telenomus remus* and *Trichogramma pretiosum* in the management of *Spodoptera* spp. *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 55, p. 121-124, 2011.

**Beatriz S. Corrêa-Ferreira** é bióloga, doutora em Ciências Biológicas/Entomologia e pesquisadora/consultora da Fundação de Apoio à Pesquisa e ao Desenvolvimento do Agronegócio (Fapeagro) junto à Embrapa Soja, Londrina, Paraná. [bscferreira@gmail.com](mailto:bscferreira@gmail.com)

**Flávio Moscardi** é engenheiro agrônomo, doutor em Entomologia e professor senior dos Programas de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, Paraná, e da Universidade do Oeste Paulista, São Paulo. [fmoscardi@gmail.com](mailto:fmoscardi@gmail.com)

**Adeney de Freitas Bueno** é engenheiro agrônomo, doutor em Entomologia e pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, Paraná. [adeney@cnpsa.embrapa.br](mailto:adeney@cnpsa.embrapa.br)