



TECNOLOGIA SUSTENTÁVEL

INSETOS PARASITÓIDES

VALMIR ANTONIO COSTA
NELSON WANDERLEY PERIOTO

PESQUISADORES CIENTÍFICOS - INSTITUTO BIOLÓGICO



**TECNOLOGIA
SUSTENTÁVEL**

**INSETOS
PARASITOIDES**

**VALMIR ANTONIO COSTA
NELSON WANDERLEY PERIOTO**

PESQUISADORES CIENTÍFICOS - INSTITUTO BIOLÓGICO

COORDENAÇÃO:

HARUMI HOJO

PESQUISADORA CIENTÍFICA - INSTITUTO BIOLÓGICO

TECNOLOGIA SUSTENTÁVEL

O avanço dos “biológicos”

O uso de componentes biológicos na formulação de defensivos ou de fertilizantes cresce significativamente. Responde a uma demanda da sociedade de restringir e ampliar o cuidado no manuseio e utilização dos componentes químicos e também pelo avanço significativo da pesquisa no setor.

O controle biológico cresce com taxas de 15/20% ao ano. Novas empresas, inclusive multinacionais da indústria agroquímica, começam a olhar com mais atenção para o setor. Além disso, companhias estrangeiras têm investido na compra de brasileiras. Mas é preciso atenção e cuidado. É vital oferecer um produto de qualidade.

Nos últimos anos, pelo menos quatro empresas brasileiras de controle biológico trocaram de mãos, de olho na grande escala de produção de nossa agricultura. Considerado o futuro celeiro do mundo, o Brasil é campo fértil para a comercialização de insumos para produção agrícola e necessita ter compromisso permanente com a inovação.

Mas como todo produto, os de controle biológico também devem ter sua produção e seu comércio fiscalizados. Às vezes, no ímpeto de tentar introduzir uma nova tecnologia, pode-se oferecer materiais de empresas que não tenham a indispensável idoneidade. E o controle biológico pode cair em descrédito.

A cultura do uso do produto químico é difícil de mudar. Porém, principalmente depois do aparecimento da lagarta *Helicoverpa armigera*, o produtor passou a mudar um pouco sua cabeça. Já aceita mais as novidades, por isso é um momento propício para o controle biológico.

O preço também entra em jogo e o produtor pode imaginar que sempre o biológico tem que ser mais barato do que o químico. Mas isso não é uma realidade. De um modo geral, hoje ainda se busca um produto mais barato, mas é preciso ver que, além do controle, com o biológico há as vantagens ambientais e sociais.

Ninguém fará uma agricultura sustentável porque é amante do meio ambiente. Mas é essencial certa coerência. Alia-se a isso o fato de que hoje em dia a população está mais cônica da responsabilidade de conseguir produtos melhores e saudáveis. Ela cobra isso e as empresas estão sintonizadas com essa cobrança.

No Instituto Biológico da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, estamos fazendo nossa parte ao fomentar essa inovação, pesquisar e gerar alternativas.

Já estamos produzindo em Arujá ácaros predadores. Exportaremos nosso know-how de fabricação de agentes biocontroladores para a Bolívia usar em sua plantação de soja em Santa Cruz de la Sierra, fomentamos o uso do controle biológico da cigarrinha em cana-de-açúcar.

A adoção de “biológicos” veio para ficar, mas deve ser feito com esmero, sabendo que como na natureza, tudo tem seu ritmo adequado e tempo certo.

Deputado Arnaldo Jardim
Secretário Estadual de Agricultura e
Abastecimento de São Paulo

INSETOS PARASITOIDES¹

Valmir Antonio Costa e Nelson Wanderley Perioto

1. Introdução

Parasitoides são organismos que provocam a morte de seus hospedeiros para completar o seu desenvolvimento e atuam como parasitas apenas no estágio larval, quando se desenvolvem em apenas um hospedeiro, tendo os adultos vida livre. Para efeito de comparação, os predadores, tanto adultos quanto larvas, são de vida livre e necessitam consumir várias presas para atingir a fase adulta. Quando uma espécie de parasitoide tem como seu hospedeiro um inseto considerado praga ela se torna um potencial agente de controle biológico.

Estima-se que existam cerca de 200.000 espécies de parasitoides distribuídos principalmente nas ordens Hymenoptera e Diptera. Diversas famílias são fontes de parasitoides para agentes de controle biológico, tais como Aphelinidae, Braconidae, Encyrtidae, Eulophidae, Ichneumonidae, Pteromalidae, Platygasteridae e Trichogrammatidae dentre os himenópteros e Tachinidae dentre os dípteros. Os himenópteros parasitoides podem, vulgarmente, serem chamados de vespinhas, dado o pequeno tamanho da maioria de suas espécies.

2. Características Biológicas de parasitoides

As larvas dos parasitoides se desenvolvem sobre ou no interior do corpo do hospedeiro; dependendo da sua localização recebem a denominação de ecto ou endoparasitoides. *Bracon mellitor* (Hymenoptera: Braconidae) e *Catolaccus grandis* (Hymenoptera: Pteromalidae) são ectoparasitoides da larva do bicudo-do-algodoeiro *Anthonomus grandis* (Coleoptera, Curculionidae), enquanto que as várias espécies de *Trichogramma* (Fig. 1) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) são endoparasitoides de ovos de lepidópteros-praga como a broca-da-cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera, Crambidae), a traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* (Lepidoptera, Gelechiidae), o curuquerê *Alabama argillacea* e a lagarta-da-espiga *Helicoverpa zea* (Lepidoptera, Noctuidae).

¹ Texto ligeiramente alterado (fotos, ortografia e classificação zoológica) do original publicado em: BATISTA FILHO, A. (Org.). 2006. *Controle biológico de insetos e ácaros*. São Paulo: Instituto Biológico, 86p. (Boletim Técnico nº 15)



Fig. 1. *Trichogramma* parasitando ovo de broca-da-cana.

Foto: H.N. de Oliveira.

Os parasitoides podem ser solitários ou gregários, dependendo do número de indivíduos que se desenvolvem a partir de um único hospedeiro. *Muscidifurax raptor* e *Spalangia* spp. (Hymenoptera: Pteromalidae) são exemplos de parasitoides solitários em pupas de mosca-doméstica: apenas uma vespinha emerge de cada pupa parasitada. Por outro lado, *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) é parasitoide gregário da broca-da-cana-de-açúcar (Fig. 2) e, de cada lagarta parasitada, podem emergir cerca de 50 vespinhas.



Fig. 2. *Cotesia flavipes* parasitando lagarta da broca-da-cana.

Foto: H.N. de Oliveira.

A grande maioria das espécies de parasitoides é bastante específica na escolha de seus hospedeiros. *Neodusmetia sangwani* (Hymenoptera: Encyrtidae), por exemplo, parasita apenas a cochonilha-dos-capins *Antonina graminis* (Hemiptera: Pseudococcidae), enquanto que *Ageniaspis citricola* restringe-se à lagarta-minadora-dos-citros *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae). Há também aqueles generalistas, como *Compsilura concinnata* (Diptera: Tachinidae), que ataca mais de cem hospedeiros pertencentes a três ordens de insetos, e *Dibrachys cavus* (Hymenoptera: Pteromalidae), que tem cerca de 200 hospedeiros distribuídos em dezenas de famílias de várias ordens.

Os parasitoides podem ser classificados como idiobiontes ou cenobiontes de acordo com a forma com que exploram seus hospedeiros. As fêmeas idiobiontes, antes da oviposição, imobilizam ou matam o hospedeiro, que pode estar na fase de ovo, larva, pupa ou adulto. Assim, ao eclodir, a larva do parasitoide disporá de uma fonte de alimento indefesa. Os cenobiontes, por sua vez, permitem que seus hospedeiros

continuem seu desenvolvimento após a oviposição e só morram em uma fase mais adiantada.

A busca do hospedeiro pode ser dividida em três fases: localização do hábitat, localização do hospedeiro e seleção do hospedeiro. Na localização do hábitat, há exemplos de orientação visual e auditiva, mas o olfato é, tanto para himenópteros como dípteros, o meio mais comum para encontrar o hábitat do hospedeiro. Parasitoides larvais de *Drosophila* spp. (Diptera: Drosophilidae) são atraídos por micro-hábitats potenciais de seus hospedeiros, como cogumelos e plantas em decomposição e frutas em processo de fermentação.

Uma vez localizado o hábitat onde potencialmente está o hospedeiro, resta à fêmea do parasitoide encontrá-lo. Para tanto, a maioria das espécies de parasitoides parece reagir a estímulos químicos particulares provocados por substâncias que emanam do tecido vegetal atacado ou por substâncias produzidas pelo hospedeiro, denominadas semioquímicos. Fêmeas de *Cardiochiles nigriceps* (Hymenoptera: Braconidae) são fortemente atraídas pelos semioquímicos produzidos por partes danificadas da planta atacada por seu hospedeiro; a secreção da glândula mandibular da traça *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) contém um semioquímico que é utilizado pelo parasitoide *Venturia canescens* (Hymenoptera: Ichneumonidae) para sua localização; *Trichogramma evanescens* localiza ovos de *Helicoverpa zea* através da presença de tricoseno, um semioquímico presente nos mesmos, enquanto que *Opius lectus* (Hymenoptera: Braconidae) investiga preferencialmente frutos marcados com um semioquímico usado pelas fêmeas da mosca-das-frutas *Rhagoletis pomonella* (Diptera: Tephritidae) para marcar os frutos nos quais elas ovipositaram.

Localizado o hospedeiro, a fêmea do parasitoide deve decidir ou não pela oviposição. Nos himenópteros, as investigações são feitas inicialmente com as antenas, sendo o tamanho, a forma e a textura da superfície do provável hospedeiro importantes na incitação da oviposição. Alguns parasitoides, além da investigação do hospedeiro com as antenas, nele também inserem o ovipositor que, provido de órgãos sensores, permite analisar a adequação do provável hospedeiro e a presença ou não de parasitoides em seu interior. Muitos parasitoides marcam os hospedeiros nos quais realizaram a oviposição e a habilidade das demais fêmeas em reconhecer esta marcação evita a ocorrência de superparasitismo, caracterizado pela deposição de mais de um ovo de uma espécie de parasitoide solitário ou de um número maior de ovos de um parasitoide gregário do que o corpo do hospedeiro poderia suportar, o que leva à morte das larvas excedentes pela falta de alimento ou pelos ferimentos decorrentes da luta entre as larvas.

3. Himenópteros parasitoides

A maioria dos inimigos naturais introduzidos para o controle biológico de insetos-praga é formada por parasitoides pertencentes à ordem Hymenoptera. Alguns de seus atributos, comentados a seguir, colaboram para o seu sucesso como agentes de controle biológico de pragas.

3.1. Ovipositor

O ovipositor dos himenópteros parasitoides é uma estrutura que permite às fêmeas colocar seus ovos próximos da fonte de alimento da sua larva com muita precisão (Fig. 3); permite também a injeção, como se fosse uma seringa hipodérmica, de venenos no hospedeiro antes da oviposição. Tais substâncias podem paralisar os hospedeiros e mantê-los vivos, o que permite disponibilizar às larvas do parasitoide um estoque de alimento “fresco”.

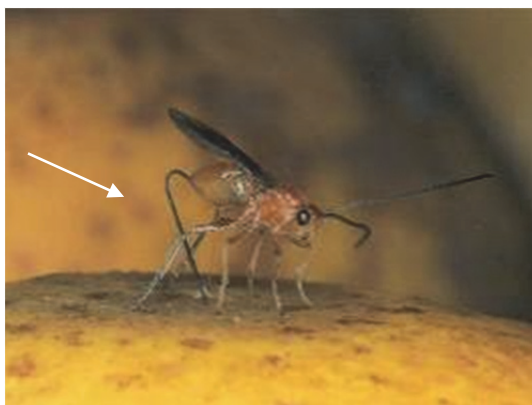


Fig. 3. Himenóptero parasitoide (*Diachasmimorpha longicaudata*) e seu ovipositor (seta).

Foto: H. N. de Oliveira.

3.2. Reprodução

De forma geral, as fêmeas dos himenópteros parasitoides se desenvolvem a partir de ovos fertilizados, diploides, enquanto que os machos se originam de ovos não fertilizados, haploides (reprodução por partenogênese arrenótoca). Em algumas espécies não ocorrem machos e então as fêmeas, diploides, desenvolvem-se partenogeneticamente (partenogênese telítoca), como *Diplazon laetatorius* (Hymenoptera: Ichneumonidae), parasitoide de moscas predadoras de pulgões.

3.3. Alimentação durante a fase adulta

Os himenópteros parasitoides podem se alimentar de “honeydew” (secreções açucaradas produzidas por hemípteros, como pulgões e cochonilhas), néctar e fluidos e tecidos de seus hospedeiros (Fig. 4). Os hospedeiros utilizados para alimentação dos parasitoides adultos geralmente morrem e várias espécies causam em seus hospedeiros

maiores taxas de mortalidade devido à alimentação pelos adultos do que pelo parasitismo propriamente dito - cerca de 55% das cochonilhas mortas por *Metaphycus helvolus* (Hymenoptera: Encyrtidae) resultam desta alimentação destrutiva.



Fig. 4. *Anastatus*, parasitoide de ovos, alimentando-se de fluido extravasado do ovo de *Caligo* durante o parasitismo. Foto: H. N. de Oliveira.

Algumas espécies de parasitoides, denominadas autógenas, apresentam fêmeas que, ao se transformarem em adultas, são capazes de depositar uns poucos ovos antes de se alimentar do hospedeiro, a exemplo de *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). Por outro lado, as espécies anautógenas não emergem com reservas suficientes para a produção de ovos e precisam se alimentar antes de iniciar a oviposição, como *Scambus buoliana* (Hymenoptera: Ichneumonidae). Tais características da produção de ovos podem ter implicações para o controle biológico: parasitoides anautógenos, quando criados em laboratório, poderão ser mais eficientes no campo se forem alimentados antes de sua liberação. Além disso, pode ser necessária a presença de plantas produtoras de néctar e pólen na lavoura, como fonte de alimentação destes organismos.

3.4. Poliembria

A maioria dos parasitoides é monoembriônica, ou seja, cada ovo dá origem a um só indivíduo. Os ovos dos parasitoides poliembriônicos têm a capacidade de se dividir, originando vários embriões, às vezes centenas, como o que ocorre em espécies de *Copidosoma* e *Ageniaspis* (Hymenoptera: Encyrtidae), parasitoides de lagartas.

Na poliembria, o número de parasitoides que se desenvolvem no interior de um hospedeiro é diretamente relacionado ao tamanho da larva madura do hospedeiro, que terá todo seu conteúdo consumido. A ocorrência de larvas de parasitoides em número superior ao suprimento de alimento (superparasitismo) desencadeia entre elas o comportamento canibal, de forma a permitir o desenvolvimento das larvas sobreviventes. Um ovo de *Copidosoma* ou de *Litomastix* (Hymenoptera: Encyrtidae) pode originar até 2000 descendentes, enquanto ovos de *Platygaster* (Hymenoptera: Platygastridae)

originam de 2 a 18 indivíduos/ovo. A progênie resultante de um único hospedeiro pode ser do mesmo sexo ou não.

A poliembria resulta no aumento da capacidade reprodutiva do parasitoide, o que, entretanto, não é garantia de maior eficiência: levantamentos em campo reportam uma baixa porcentagem de hospedeiros destruídos por parasitoides poliembriônicos, à exceção de *Ageniaspis citricola* no controle da lagarta-minadora-dos-citros.

4. Dípteros parasíticos

Os dípteros parasitoides perdem apenas para os himenópteros em número de espécies. Suas larvas são altamente especializadas para viver no interior de outros organismos, possuindo peças bucais em forma de gancho que podem dilacerar tecidos vivos.

Como o ovipositor dos dípteros não é capaz de depositar ovos de maneira precisa, seus hospedeiros geralmente não estão protegidos em galerias em madeira e folhas ou galhas. O desenvolvimento em ambientes fechados traria também um problema adicional a estes parasitoides dado que seus adultos não são dotados de mandíbulas típicas, o que tornaria muito difícil seu escape de tais ambientes.

Diferentes das antenas dos himenópteros, que são longas e flexíveis, ideais para investigar os substratos ou para levar ao parasitoide informações sobre um hospedeiro ou sua proximidade, as antenas dos dípteros são muito curtas, menos capazes de realizar tais atividades. Assim, para a recepção de estímulos do substrato, os dípteros se utilizam de órgãos sensores localizados nos tarsos, que não têm a mesma eficiência das antenas dos himenópteros.

Dentre os dípteros, a família Tachinidae é a mais importante no controle biológico de pragas (Fig. 5). Quase todas as espécies desta família são endoparasitoides solitários e não são conhecidos parasitoides secundários, ou seja, que parasitam outros parasitoides. Seus hospedeiros mais comuns são larvas e adultos de besouros e lagartas assim como percevejos e gafanhotos, entre outros.

Os adultos se alimentam principalmente de néctar de flores e da secreção açucarada de pulgões, cochonilhas e moscas-brancas. Boa parte das espécies de taquinídeos é ovípara, mas algumas são larvíparas ou ovovivíparas (depositam ovos nos quais a larva já está no ponto de eclodir).

No Brasil, os taquinídeos mais conhecidos são *Lydella minense* (= *Metagonistylum minense*) e *Lixophaga diatraeae*, outrora utilizados no controle biológico da broca-da-cana-de-açúcar. Estas espécies foram praticamente esquecidas devido ao sucesso obtido com o uso do himenóptero *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) no controle desta praga.



Fig. 5. Taquinídeo não identificado.

Foto: H. N. de Oliveira.

5. Programas de controle biológico com parasitoides no Brasil

5.1. Cochonilha-dos-capins

A cochonilha-dos-capins, *Antonina graminis* (Hemiptera, Pseudococcidae) (Fig. 6), é prejudicial a diversas espécies de gramíneas utilizadas na formação de pastagens como: *Digitaria decumbens* (pangola comum), *Digitaria pentzii* (Taiwan A-24), *Panicum purpurescens* (angola), *Melinis minutiflora* (gordura), *Rhynchelytrum repens* (favorito), *Cynodon dactylon* (capim de burro) e *Eriochloa polystachya* (caribe).

Na tentativa de combater esta praga, o parasitoide *Neodusmetia sangwani* (Hymenoptera, Encyrtidae) (Fig. 7), específico de *A. graminis*, foi importado do Texas (EUA), em 1967. Sua introdução foi feita em Cruz das Almas (BA), pelo Ministério de Agricultura, a pedido do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Leste e do Instituto de Pesquisas IRI. Posteriormente, o Instituto de Zootecnia, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, localizado em Nova Odessa (SP), passou a distribuir este parasitoide aos agricultores, atividade que é hoje realizada pelo Laboratório de Controle Biológico, do Instituto Biológico, da mesma Secretaria, localizado em Campinas (SP). O parasitoide é entregue aos agricultores em perfilhos de capim favorito contendo cochonilhas parasitadas.

As fêmeas deste parasitoide são ápteras e, por isso, é necessário auxiliar a sua distribuição no pasto. Ao receber as cochonilhas parasitadas, o produtor deve, na sua propriedade, escolher e marcar com estacas duas áreas atacadas pela praga, que podem ser identificadas por sintomas semelhantes àqueles provocados pela queima resultante de geadas intensas. Os perfilhos contendo cochonilhas parasitadas devem ser distribuídos nestas áreas e, noventa dias depois, todo o capim em uma área de 1 m² ao redor das estacas deve ser cortado bem rente ao solo. O material obtido deve ser distribuído em quatro outros locais do pasto, distantes cerca de 200 m entre si e que mostrem sintomas de ataque da praga. Estes novos pontos de liberação devem também ser marcados e esta operação repetida após 90 dias.

Com este procedimento, gradativamente o parasitoide estará atuando em todo o pasto, mantendo a população da cochonilha abaixo do nível de dano econômico praticamente sem gastos para o produtor.

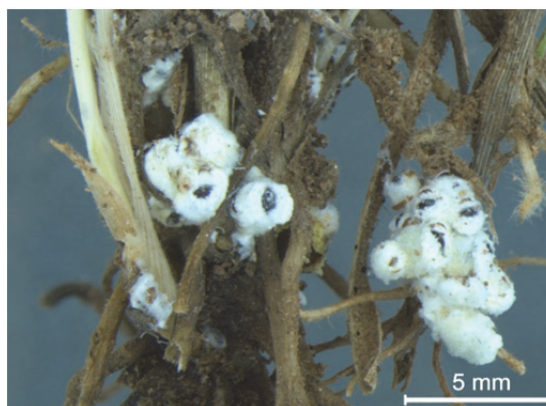


Fig. 6. Cochonilha-das-pastagens, *Antonina graminis*.

Foto: V. A. Costa.



Fig. 7. *Neodusmetia sangwani*, parasitoide da cochonilha-das-pastagens.

Foto: V. A. Costa.

5.2. Brocas-da-cana-de-açúcar

Duas espécies de *Diatraea* atacam a cana-de-açúcar no Brasil: *D. saccharalis* e *D. flavipennis*. Antes do advento do controle biológico, na década de 1970, tais pragas causavam prejuízos anuais de cerca de US\$ 100 milhões.

As pesquisas para o controle biológico de *Diatraea* spp. com o parasitoide *C. flavipes* (Fig. 2) tiveram início, no Brasil, em 1971 e foram desenvolvidas no Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo (ESALQ/USP) e na Cooperativa Central dos Produtores de Açúcar e Alcool do Estado de São Paulo (Copersucar). À época, os resultados obtidos não foram satisfatórios, dadas as dificuldades existentes para a criação da vespinha em laboratório.

Em 1974, com as limitações técnicas vencidas, o IAA/Planalsucar introduziu *C. flavipes* em Alagoas e deu início ao Programa Nacional de Controle Biológico de *Diatraea* spp.; a seguir, a vespinha foi liberada nos demais estados onde a cana-de-açúcar era cultivada. *C. flavipes* é originária da Ásia e as linhagens provenientes da Índia e do Paquistão são as que melhor se adaptaram ao Brasil.

Quando da implantação do programa de controle biológico com *C. flavipes* tentou-se também a liberação das moscas parasitoides *Lydella minense* (anteriormente conhecida por *Metagonistylum minense*) e *Paratheresia claripalpis* (atualmente *Billaea claripalpis*) (Diptera: Tachinidae), originárias da América do Sul e especializadas em parasitar as lagartas de *D. saccharalis*. No entanto, o uso das moscas parasitoides foi abandonado devido aos bons resultados alcançados com as liberações de *C. flavipes* no campo.

Para a multiplicação de *C. flavipes*, é necessário criar o seu hospedeiro em laboratório, o que é feito em dieta artificial. Em cada lagarta da broca podem ser criadas cerca de 50 vespinhas, que são liberadas em campo na quantidade de 6000 adultos/hectare/ano (1500 adultos/ponto de liberação), quando atingido o nível de controle da praga.

Na atualidade, a vespinha *C. flavipes* é produzida tanto em laboratórios de usinas e cooperativas quanto por empresas privadas que comercializam o produto.

5.3. Pulgões do trigo

O programa de controle biológico dos pulgões do trigo foi desenvolvido a partir de 1978 pela Embrapa Trigo, com apoio da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) e da Universidade da Califórnia.

O pulgão-da-folha-do-trigo (*Metopolophium dirhodum*), o pulgão-verde-dos-cereais (*Schizaphis graminum*), o pulgão-da-aveia (*Rhopalosiphum padi*), o pulgão-da-espiga-do-trigo (*Sitobion avenae*) e o pulgão-da-raiz-do-trigo (*Rhopalosiphum rufiabdominale*) (Hemiptera, Aphididae) são as principais espécies que ocorrem na cultura do trigo no Brasil. Oriundos da Ásia e Europa os pulgões chegaram aqui livres de seus inimigos naturais, passando a causar sérios prejuízos a partir do final da década de 1960. Na tentativa de controlar estas pragas, o uso de produtos químicos atingiu níveis inaceitáveis sob os pontos de vista econômico, social e ecológico.

A Embrapa Trigo introduziu no país 14 espécies de parasitoides e duas de coccinelídeos como parte do projeto Controle Biológico dos Pulgões de Trigo. Tais introduções foram necessárias porque o controle biológico exercido pelos inimigos naturais autóctones era insuficiente. As principais espécies que aqui se adaptaram foram *Aphelinus asychis* (Hymenoptera, Aphelinidae), *Aphidius colemani*, *Aphidius ervi*, *A. rhopalosiphi*, *Aphidius uzbekistanicus*, *Lysiphlebus testaceipes* (Fig. 8), *Ephedrus plagiator*, *Praon gallicum* e *P. volucre* (Hymenoptera, Braconidae).

Estes parasitoides foram distribuídos nos trigais dos Estados de Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina e, principalmente, Rio Grande do Sul, onde eram realizadas, antes do início do projeto, de três a quatro aplicações por safra para controlar os pulgões. Atualmente, estes insetos são considerados praga secundária e praticamente não se usam mais produtos químicos para seu controle. As populações de parasitoides se estabeleceram no ambiente onde se reproduzem naturalmente, o que tornou desnecessária sua multiplicação em laboratórios.

O controle das populações iniciais de pulgões do trigo depende da ocorrência de uma população já estabelecida de parasitoides na área de plantio. Por isso, é necessário que os agricultores plantem sorgo em pequenas áreas ou terraços, aproximadamente 30 a 40 dias antes da semeadura do trigo, possibilitando assim a multiplicação das vespinhas sobre os pulgões que atacam o sorgo. Outras medidas auxiliares devem ser tomadas, como evitar a queima ou a incorporação dos restos culturais, preservar as capoeiras e matas ciliares e não utilizar inseticidas preventivamente para controle dos pulgões.

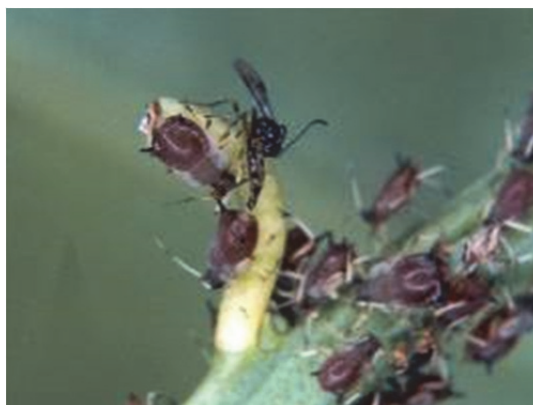


Fig. 8. *Lysiphlebus testaceipes* parasitando pulgão dos citros.

Foto: H.N de Oliveira.

5.4. Percevejos da soja

O percevejo-verde, *Nezara viridula*, o percevejo-marrom-da-soja, *Euchistus heros* e o percevejo-verde-pequeno-da-soja, *Piezodorus guildini* (Hemiptera: Pentatomidae) são considerados as principais pragas da cultura da soja e representam cerca de 98% da população total de pentatomídeos que ocorrem naquele agroecossistema; eles ocorrem principalmente durante a floração e no final do período vegetativo da cultura e se alimentam diretamente dos grãos da soja, causando queda na produção e na viabilidade das sementes.

Várias espécies de parasitoides atacam as populações de percevejos na soja, sendo as mais importantes aquelas que parasitam seus ovos. O parasitoide *Trissolcus basalis* (Hymenoptera, Platygastridae) (Fig. 9) vem sendo pesquisado pela Embrapa Soja, em Londrina (PR), para ser empregado como agente de controle biológico destes percevejos. Este é um dos bons exemplos de programa de controle biológico desenvolvido no Brasil e sua tecnologia foi incorporada pelos agricultores no MIP da soja nas microbacias hidrográficas de vários municípios do Paraná.

Trissolcus basalis tem preferência por ovos do percevejo-verde e, na sua ausência, parasita também ovos de várias outras espécies de percevejos, o que assegura sua permanência na lavoura. Embora ocorra naturalmente no campo, há uma tendência de aumento de sua população apenas quando os percevejos já causaram prejuízos à cultura. Por isso é necessária sua criação em laboratório, em ovos do percevejo-verde. Pesquisadores da Embrapa Soja desenvolveram uma metodologia simples e de baixo custo de criação deste percevejo, usando frutos de ligustro e sementes secas de soja ou amendoim como alimento.

As fêmeas do percevejo-verde depositam seus ovos em massas em folhas de plantas de soja cultivadas em gaiolas. As massas de ovos são então expostas aos parasitoides e, depois de parasitadas, são coladas em cartelas de papelão e embaladas em saquinhos de náilon cuja malha permite a saída das vespinhas e impede o ataque dos ovos parasitados por predadores. Assim elas estão prontas para serem distribuídas aos agricultores e levadas ao campo.

Mais recentemente foi desenvolvida pela Embrapa Soja e pelo Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná a tecnologia de criação do parasitoide *Telenomus podisi* em ovos do percevejo-verde-pequeno-da-soja, o que representou a adição de uma importante ferramenta no manejo integrado dos percevejos daquela cultura.

Estudos realizados pela Embrapa Soja indicam que a liberação de 5.000 vespinhas/ha pode retardar e reduzir o pico populacional de percevejos, mantendo-os abaixo do nível de dano econômico durante o período crítico de desenvolvimento da cultura. O momento da liberação é importante para o sucesso da operação, dado que é necessário que os parasitoides atuem sobre a população da praga quando ela ainda é pequena, de forma a impedir seu crescimento. Os parasitoides devem ser distribuídos no campo no momento em que são detectados os primeiros percevejos ou suas posturas, o que geralmente ocorre nas primeiras semeaduras e nas bordaduras, áreas que precisam receber maior atenção no monitoramento.

Devido à alta suscetibilidade dos parasitoides a inseticidas é indicado diminuir de forma drástica sua aplicação, ou mesmo eliminá-la, devendo o controle das lagartas desfolhadoras ser feito com o uso de *Baculovirus* ou de outro produto biológico.

A vespinha *T. basalis* é produzida pela Embrapa Soja e quatro laboratórios comunitários no Estado do Paraná, localizados nas cidades de Campo Mourão, Mamborê, Medianeira e Planalto, relacionados ao projeto Microbacias, e ainda pelo Laboratório de Controle Biológico da Unioeste, *campus* de Marechal Cândido Rondon. A vespinha *T. podisi*, além da Embrapa Soja, também está sendo criada pela Embrapa Agropecuária Oeste (Dourados, MS).



Fig. 9. *Trissolcus basalis* parasitando ovos de percevejo.

Foto: H.N. de Oliveira.

5.5. Mosca-doméstica

Resultante de uma parceria com o setor privado, o controle biológico de moscas sinantrópicas em aviários de postura foi desenvolvido pelo então Departamento de Entomologia da ESALQ/USP entre 1984 e 1992 para a Granja Mizumoto.

As espécies mais comumente encontradas em aviários são a mosca-doméstica *Musca domestica*, a mosca-do-estábulo *Stomoxys calcitrans*, a falsa-mosca-do-estábulo *Muscina stabulans* (Diptera: Muscidae) e a mosca-africana *Chrysomya putoria* (Diptera:

Calliphoridae). Tais insetos causam graves problemas para granjeiros e seus vizinhos pecuaristas, pois, além das doenças que podem veicular ao homem e animais, a mosca-do-estábulo é hematófaga e causa grande desgaste aos animais dos quais se alimenta.

Muitos inimigos naturais atuam sobre as populações de moscas, dentre os quais diversos predadores que vivem quase exclusivamente no esterco, parasitoides específicos de larvas e pupas e microrganismos entomopatogênicos.

Várias espécies de parasitoides, como *Spalangia cameroni*, *Spalangia endius*, *Spalangia gemina* (Fig. 10), *Muscidifurax uniraptor* e *Pachycrepoideus vindemmiae* (Hymenoptera, Pteromalidae) foram estudadas em laboratório visando sua liberação em granjas. Para possibilitar o estabelecimento dos parasitoides e dos predadores nos aviários foi necessário adotar uma série de medidas culturais, como a instalação de um ripado sob as gaiolas das galinhas poedeiras e o manejo do esterco, que foi deixado acumular por dois a três meses, pelo menos. Quando as populações de moscas aumentavam muito, seu controle era feito com larvicidas à base de ciromazina, de baixo impacto sobre organismos benéficos. Com a adoção de tais medidas, observou-se um grande aumento na população dos inimigos naturais, de forma a tornar desnecessária sua liberação. A espécie de parasitoide mais beneficiada foi *Tachinaephagus zealandicus* (Hymenoptera: Encyrtidae), que deposita seus ovos na larva madura das moscas, que continua seu desenvolvimento até se transformar em pupa, quando ocorre a sua morte, seguida pela emergência da progênie da vespinha.

Inicialmente este manejo foi aplicado, em caráter experimental, em uma unidade de produção da Granja Mizumoto em Echaporã (SP). Dado seu sucesso, foi posteriormente adotado nas unidades da empresa localizadas em Assis, Bastos, Echaporã, Porto Feliz (SP), Conselheiro Mairinck, Guapirama (PR) e Luziânia (DF).



Fig. 10. *Spalangia gemina*, parasitoide de pupas de *Musca domestica*.

Foto: V.A. Costa.

5.6. Traça-do-tomateiro

As lagartas da traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* (Lepidoptera, Gelechiidae) atacam as plantas em qualquer estágio de desenvolvimento, fazendo galerias transparentes nas gemas apicais, folhas, ramos e frutos, que ficam impróprios para comercialização. Juntamente com a mosca-branca, *Bemisia tabaci* genótipo B (Hemiptera, Aleyrodidae), é praga limitante para a cultura do tomate industrial no Brasil.

Desde 1989 a Embrapa Semi-Árido desenvolve no Vale do Rio São Francisco pesquisas visando o controle biológico da traça através de liberações do parasitoide *Trichogramma pretiosum*. No início dos estudos, os parasitoides foram importados semanalmente da Colômbia até que fosse dominada a metodologia de produção em massa, realizada sobre o hospedeiro alternativo *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae), criado em grãos de trigo.

As liberações de *T. pretiosum* são o principal componente do manejo integrado de pragas do tomateiro nesta região, mas outras medidas são necessárias para que o controle de *T. absoluta* seja obtido. A época de plantio, por exemplo, deve ser concentrada ao máximo dentro de uma mesma área; quando o escalonamento é necessário, contorna-se o problema fazendo-se o plantio no sentido contrário à direção do vento, para evitar que os insetos criados nas áreas mais velhas sejam levados para as áreas mais novas solo deve ser muito bem revolvido, para expor as pupas e lagartas à ação dos raios solares e dos predadores.

Durante os três meses do ciclo da cultura são liberados cerca de 225 mil adultos de *T. pretiosum* por hectare, duas vezes por semana. A ação de *T. pretiosum* é complementada com aplicações semanais de produtos à base de *Bacillus thuringiensis*, que é inócuo ao parasitoide e combate as lagartas oriundas dos ovos que escaparam do parasitismo.

A população de *T. absoluta* é monitorada com o uso de armadilhas de feromônio; que captura os machos em grande quantidade, o que diminui o número de aplicações de produtos químicos necessárias para o controle da população. O controle químico deve ser realizado apenas em casos emergenciais, onde houver ocorrência de focos da broca grande do tomateiro, *Heliothis zea*, ou surtos de *Spodoptera* spp. (Lepidoptera: Noctuidae), dando-se preferência a produtos seletivos a *T. pretiosum*.

Finalmente, os restos culturais devem ser eliminados imediatamente após a colheita, sendo esta obrigatoriedade determinada por portaria do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento que estabelece também o período permitido para o preparo das plântulas e semeadura direta.

O programa de manejo integrado proposto pela Embrapa Semi-Árido resultou na diminuição da porcentagem de frutos danificados e de gastos com inseticidas, o que estimulou sua adoção em diferentes regiões do país. No entanto, o programa corre risco devido à ocorrência da mosca-branca na cultura, cujo controle atualmente requer pesadas aplicações de produtos químicos. Este é um novo desafio da pesquisa: controlar a mosca-branca na cultura do tomateiro sem que o manejo integrado da traça seja comprometido e os benefícios de sua utilização perdidos.

Dada sua importância nos programas de MIP, vespinhas do gênero *Trichogramma* são criadas no Brasil para uso em pesquisa ou para comercialização por instituições de pesquisa, universidades e por laboratórios comerciais.

5.7. Cochonilha-da-mandioca

A cochonilha-da-mandioca *Phenacoccus herreni* (Hemiptera, Pseudococcidae) é originária do norte da América do Sul e foi introduzida acidentalmente no Nordeste do Brasil por volta de 1980, chegando a inviabilizar a produção de mandioca em algumas regiões, pois essa cultura geralmente é de subsistência e realizada em solos pobres e semi-áridos. Para grande parte dos pequenos produtores, o controle químico é inviável economicamente. Desta forma, buscou-se a uma forma biológica de controlar tal praga.

Alguns inimigos naturais nativos se estabeleceram sobre a praga nessa sua nova região de ocorrência, sendo os principais *Hyperaspis* sp. (Coleoptera, Coccinellidae) e *Ocyptamus* sp. (Diptera, Syrphidae). No entanto, nenhum deles foi eficiente no controle, o que levou a Embrapa Mandioca e Fruticultura, de Cruz das Almas (BA) a desenvolver o projeto “Proteção Fitossanitária Sustentável da Mandioca na América do Sul e África”, realizado com recursos do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento.

O projeto envolveu a busca de inimigos naturais na região de origem da praga e sua introdução no Brasil. Três espécies de parasitoides (Hymenoptera, Encyrtidae) foram introduzidas entre 1994 e 1995: *Acerophagus coccois* e *Aenasius vexans*, da Venezuela, e *Apoanagyrus diversicornis*, da Colômbia. As espécies *A. coccois* e *A. diversicornis* aparentemente são as que melhor se adaptaram e estão realizando um controle satisfatório da cochonilha.

5.8. Moscas-das-frutas

A mosca-do-mediterrâneo *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) é uma das principais pragas da fruticultura no Brasil e no mundo e milhões de dólares são gastos anualmente no seu monitoramento e controle. É uma espécie originária da África, continente onde vários de seus parasitoides foram coletados e levados ao Havaí para o desenvolvimento de programas de controle biológico no início do século XX. Com o sucesso destes estudos, tais inimigos naturais foram posteriormente redistribuídos para diversos países.

No Brasil, a primeira tentativa de controle biológico desta praga foi feita pelo Instituto Biológico em 1937, com a importação de *Tetrastichus giffardianus* (Hymenoptera: Eulophidae), um endoparasitoide cenobionte gregário, cujos ovos são depositados em larvas maduras e sua progênie emerge dos pupários do hospedeiro. As fêmeas, para realizar a postura nas larvas, penetram nos frutos por orifícios ou fendas. Ressalta-se que, na época de sua importação, foi desenvolvida aqui no Brasil uma técnica de criação em massa deste parasitoide que é considerada a primeira da América Latina. Com o advento dos inseticidas, o estudo e a utilização deste e de outros inimigos naturais acabaram sendo deixados de lado, na crença de que os produtos químicos representavam a solução para o problema das pragas.

Recentemente, a Embrapa Mandioca e Fruticultura introduziu no Brasil o parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) (Fig. 11) para avaliar o seu potencial como agente de controle biológico da mosca-do-mediterrâneo, assim como de

moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). *D. longicaudata* é considerado o parasitoide mais utilizado no mundo para controle de moscas-das-frutas; tem origem indo-australiana e, como atributos, sua facilidade de criação em laboratório e a rápida adaptação aos ambientes onde é liberado. Assim como *T. giffardianus*, *D. longicaudata* é um endoparasitoide cenobionte e prefere atacar larvas maduras; tem hábito solitário e insere o seu longo ovipositor nos frutos para alcançar as larvas de moscas e nelas depositar seus ovos.



Fig. 11. *Diachasmimorpha longicaudata*, parasitoide de moscas-das-frutas.

Foto: H. N. de Oliveira.

Estudos realizados em diferentes regiões do país mostraram que *D. longicaudata* se adaptou às condições do país embora, na maioria das vezes, o parasitoide mais abundante é *Doryctobracon areolatus* (Hymenoptera: Braconidae), uma espécie nativa cuja multiplicação em laboratório ainda é um desafio a ser vencido. Até lá, *D. longicaudata* será produzida em uma biofábrica instalada no Nordeste, que fornecerá também machos estéreis da mosca-do-mediterrâneo para serem utilizados em programas de manejo de pragas nos empreendimentos comerciais da região.

5.9. Lagarta-minadora-dos-citros

Phyllocnistis citrella, a lagarta-minadora-dos-citros, foi detectada no Brasil em 1996 e causou grande preocupação entre os citricultores por estar associada à disseminação do cancro cítrico. Em 1998, o Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia da ESALQ/USP, em ação conjunta com o Fundecitrus, a Gravena ManEcol Ltda., a Embrapa e a Universidade da Flórida introduziram no país o parasitoide *Ageniaspis citricola* (Hymenoptera, Encyrtidae) (Fig. 12). Originária da Ásia, esta espécie foi introduzida com sucesso em vários países. Ela deposita seus ovos em ovos ou larvas recém-eclodidas da lagarta-minadora, que continua seu desenvolvimento até a construção da câmara pupal, quando é morta. *A. citricola* é poliembriônica, ou seja, vários adultos se desenvolvem a partir de um único ovo.

O Laboratório de Biologia de Insetos do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia da ESALQ desenvolveu uma técnica de produção deste parasitoide em laboratório, o que possibilitou sua liberação em áreas de produção de citros nos estados

de São Paulo, Bahia, Goiás, Minas Gerais, Paraná, Piauí, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Levantamentos realizados três anos após a sua introdução indicam que este parasitoide adaptou-se às condições do país e exerce um bom controle da praga, sendo considerado mais um caso de sucesso de controle biológico clássico no Brasil.



Fig. 12. *Ageniaspis citricola* parasitando larva recém-eclodida de *Phyllocnistis citrella*.

Foto: H.N. de Oliveira

6. Considerações finais

Quase um século se passou desde o estabelecimento do primeiro programa de controle biológico com o uso de parasitoides no Brasil, ocorrido em 1916, quando *Encarsia berlesei* (= *Prospaltella berlesei*) (Hymenoptera, Aphelinidae) foi introduzida no Estado de São Paulo para o controle da cochonilha-branca-da-amoreira *Pseudaulacaspis pentagona*. Desde então, muitos outros programas se estabeleceram, principalmente nos últimos 30 anos, quando cresceu consideravelmente no mundo o interesse por formas de controle de pragas menos agressivas ao meio ambiente.

Os bons resultados obtidos por alguns programas e o aumento da área cultivada onde tais programas são aplicados são reflexo do amadurecimento das pesquisas neste ramo no Brasil. Segundo dados da Embrapa, de 1996 a maio de 1999, foram introduzidas no Brasil 29 espécies de himenópteros parasitoides. Apesar de seu sucesso, os programas de controle biológico de pragas ainda não são disponíveis para a grande maioria das culturas, principalmente aquelas de subsistência. Muito trabalho há ainda para realizar.

7. Bibliografia consultada

- ASKEW, R.R. *Parasitic insects*. New York: American Elsevier, 316p, 1973.
- AUTUORI, M. Notas sobre a introdução e multiplicação do parasita *Tetrastichus giffardianus* Silv. no Brasil. *O Biológico*, São Paulo, v.4, n.4, p.128-129, 1938.
- AXTELL, R.C. *Fly control in confined livestock and poultry production*. Greensboro, Ciba-Geigy, 1986. 59p. (Technical Monograph)
- AXTELL, R.C. Use of predators and parasites in filth fly IPM programs in poultry housing. In: PATTERSON, R.S.; KOEHLER, P.G. MORGAN, P.B. HARRIS, R.L. (eds). *Status of biological control of filth flies*. New Orleans, U.S. Department of Agriculture, 1981. p.26-43.
- BARBOSA, R. A necessidade do conhecimento sobre o controle biológico de dípteros muscoides em áreas avícolas. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 3., 1992, Águas de Lindoia, SP. Anais. Jaguariúna: 1992. p.8-11.
- BATISTA FILHO, A. & GABRIEL, D. Controle biológico da cochonilha *Antonina graminis* (Maskell) pelo inimigo natural *Neodusmetia sangwani* (Rao). *O Biológico*, São Paulo, v. 51, n.6, p.167-168, 1985.
- CARVALHO, A.O.R. Como criar as condições ideais para o controle biológico. *Manual de Controle Biológico*. Rio de Janeiro: Sociedade Nacional de Agricultura, p.45, 1992.
- CORRÊA-FERREIRA, B.S. Soja: pequena vespa é a aliada. *Manual de Controle Biológico*. Rio de Janeiro, Sociedade Nacional de Agricultura, p.40-41, 1992.
- COSTA, J.M. DA; WILLIAMS, R.N.; SCHUSTER, M.F. Cochonilha dos capins, *Antonina graminis*, no Brasil. II. Introdução de *Neodusmetia sangwani*, inimigo natural da cochonilha. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.5, p.339-343, 1970.
- COSTA, V.A. Pesquisas relacionadas com o controle biológico de dípteros muscoides. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 3., 1992, Águas de Lindoia, SP. Anais. Jaguariúna: 1992. p.12-13.
- DOUTT, R.L. The biology of parasitic Hymenoptera. *Annual Review of Entomology*, Stanford, v.3, p.161-182, 1959.
- FONSECA, J.P. DA. Criação da vespinha africana no Instituto Biológico. *O Biológico*, São Paulo, v.13, n.9, p.147-156, 1947.
- FONSECA, J.P. DA. O combate biológico às moscas das frutas. *O Biológico*, São Paulo, v.4, n.7, p.221-225, 1938.
- FONSECA, J.P. DA; AUTUORI, M. Processos de criação da “Vespinha Africana” parasita da “Mosca do Mediterrâneo”. *O Biológico*, São Paulo, v.6, n.12, p.345-351, 1940.
- GASSEN, D.N. *Parasitos, patógenos e predadores de insetos associados à cultura do trigo*. Passo Fundo: Embrapa/CNPT, 86p., 1986 (Circular Técnica nº 1).
- GASSEN, D.N. Trigo: 14 anos de controle biológico. *Manual de Controle Biológico*. Rio de Janeiro: Sociedade Nacional de Agricultura, p.44-45, 1992.
- PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S. & BENTO, J.M.S. (Eds). *Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores*. São Paulo: Manole, 609p. 2002.
- WAAGE, J. & D. GREATHEAD (Eds). *Insect parasitoids*. London: Academic Press, 389p. 1986.

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

[illegible]

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

TECNOLOGIA SUSTENTÁVEL

