

Capítulo 13

Controle Biológico de Pragas de Milho

Ivan Cruz

13.1 Introdução

A agricultura brasileira, por muitos anos, à semelhança de muitos outros países, tem lançado mão dos inseticidas químicos como principal arma para o controle dos insetos considerados pragas. Tais produtos, ao longo dos anos, foram rotulados como eficazes, tendo com o principal vantagem a capacidade de eliminar diferentes espécies de insetos em diferentes cultivos. Além dessa aparente vantagem, o custo relativamente compensador foi outro fator que ajudou a impulsionar cada vez mais o uso de produtos químicos na agricultura. No entanto, com o passar do tempo e com o uso sem parcimônia e sem técnica, começaram a aparecer os primeiros problemas nas áreas onde usualmente se faziam aplicações. O controle que antes era total não mais era alcançado. Sabe-se, hoje, que a má aplicação de produtos químicos fatalmente levará ao desequilíbrio ecológico. A população da praga pode ressurgir com maior intensidade, principalmente pela eliminação ou redução drástica de agentes de controle biológico natural ou até mesmo pelo aparecimento de insetos resistentes ao produto aplicado. Em casos mais graves, é possível ter populações resistentes a um grupo todo de inseticidas ou mesmo populações resistentes a grupos diferentes de produtos. Esse fato foi revisado por Cruz (2002), principalmente em relação à lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*. Outro ponto importante a considerar é o efeito negativo dos produtos químicos sobre os agentes de controle biológico natural de outras espécies de insetos que antes se alimentavam da planta, porém sua população não atingia número suficiente para ocasionar danos econômicos. Tais insetos, sem a atuação eficiente de seus inimigos naturais, geralmente tem a população aumentada em pouco tempo, alcançando a categoria de praga. Além desses fatos, a má escolha e/ou o uso incorreto de inseticidas químicos podem causar efeitos nega-

tivos sobre insetos úteis como abelhas e/ou outros insetos polinizadores, colocando em riscos outras atividades agrícolas. Existe também a preocupação com os efeitos danosos dos inseticidas na contaminação do próprio milho, com resíduos acima do nível permitido pela lei, e a contaminação do ambiente como um todo, como o solo e a água.

Embora com reconhecida contribuição para o avanço do agronegócio mundial, o uso de inseticidas químicos, nos últimos anos, vem recebendo restrições, devido aos problemas apontados anteriormente. Em função dessas pressões, as empresas que detêm as patentes de tais produtos têm, ao longo do tempo, procurado desenvolver inseticidas de menor impacto ambiental, e que, ao mesmo tempo, possam ainda manter a sua eficiência e com custo competitivo. Empresas públicas e privadas também têm investido em medidas alternativas de controle. Uma delas diz respeito ao melhor aproveitamento dos próprios agentes de controle natural, seja através de outros insetos (predadores e parasitóides), ou seja, através de microrganismos. Especificamente no caso do uso de insetos para controlar insetos, pode-se pensar na possibilidade de controle eficiente exclusivamente pela ação desses agentes, ou pelo controle integrado, desses agentes com outras medidas, inclusive o uso adequado de alguns produtos químicos.

Segundo dados da Anvisa, existem atualmente 142 produtos comerciais registrados como inseticidas para uso na cultura do milho. Desses, 102 (72%) são registrados, no mínimo, para uso no controle da lagarta-do-cartucho. Em termos de classificação toxicológica (toxicidade humana), os produtos distribuem-se em: 27 na classe 1 (extremamente tóxicos), 28 na classe 2 (altamente tóxicos), 34 na classe 3 (medianamente tóxicos) e 13 na

classe 4 (pouco tóxicos). Portanto, torna-se muito difícil para o agricultor, sem o acompanhamento técnico devido, fazer uma escolha correta sobre o melhor produto a ser utilizado na sua propriedade. Fatores como eficiência contra a praga-alvo, custo do produto e, principalmente, efeito sobre organismos não-alvos (insetos benéficos) devem também ser considerados na escolha do produto mais adequado.

13.2 Riscos advindos do mau uso de agroquímicos

Pesticidas, praguicidas, produtos químicos e agrotóxicos são palavras que descrevem as substâncias químicas produzidas para matar, controlar, ou repelir insetos, doenças de plantas, ervas daninhas, roedores etc. A maioria dos praguicidas é usada na produção agrícola, suprimindo as pragas em centenas de cultivos diferentes, incluindo fruteiras, legumes e grãos de cereais. Esses agentes químicos são parte tradicional do sistema de produção e são considerados uma das razões para o aumento da produtividade agrícola em várias regiões do mundo, sendo estimado um aumento de 82%, nos últimos trinta anos (MOSES, 1989).

Nas últimas três décadas, o uso de praguicidas na agricultura, nos meios urbanos e nas indústrias aumentou em mais de 50% (DACQUEL & DAHMANN, 1993). Por exemplo, nos EUA, o uso total de praguicidas, incluindo preservativos de madeira e desinfetantes, foi de aproximadamente 2,2 bilhões de libras de ingredientes ativos em um ano típico (1994), ou oito libras para cada homem, mulher, e criança no país (PIMENTEL et al., 1992). Aproximadamente 875 praguicidas são ingredientes ativos formulados em 21.000 produtos diferentes (MOTT, 1997). Tais produtos também contêm ingredientes inertes - que não são identificados através do rótulo dos produtos, devido a segredo de comércio - e isso pode ser perigoso.

Por causa da toxicidade inerente e da ampla disseminação, os praguicidas são, de fato, uma ameaça séria à saúde pública, particularmente para as crianças e adolescentes. No caso específico das crianças, o problema é magnificado, pois podem entrar habitualmente em contato com os praguicidas, pelo simples hábito de brincar próximo a áreas tratadas ou onde se manejam os produtos químicos. A Academia Nacional de Ciências americana, em 1993, salientou, em relatório, a vulnerabilidade das crianças aos praguicidas, devido ao fato de que os padrões de tolerância para resíduos em alimentos determinados pelo governo não protegem adequadamente as crianças. Além da exposição involuntária das crianças aos praguicidas, a imaturidade fisiológica também as faz particularmente suscetível aos efeitos tóxicos dos produtos químicos.

O jovem também é vulnerável a uma gama de efeitos sobre a saúde relacionada à exposição aos pesticidas. Relatórios e estudos epidemiológicos indicam uma associação entre a exposição aos praguicidas e o desenvolvimento de certos cânceres. Experimentos com animais, envolvendo a maioria das principais classes de praguicidas, têm demonstrado o seu efeito adverso sobre o sistema nervoso, prejudicando o desenvolvimento mental e motor. Exposição dos pais aos praguicidas, particularmente em áreas agrícolas, tem sido associada ao desenvolvimento de certos cânceres e mesmo deformidade, em seus descendentes. Alguns estudos sugerem que exposição ao praguicida possa comprometer o sistema imunológico de crianças e adolescentes, exacerbando o risco de eles contraírem infecção e doença.

Estudos epidemiológicos de laboratório contribuem para a formação de um banco crescente de evidências que associam a exposição aos pesticidas em geral (inseticida, fungicida e herbicida)

aos efeitos adversos sobre a saúde humana, incluindo câncer, defeitos de nascimento, danos reprodutivos, toxicidade neurológica e desenvolvimental, imunotoxicidade e desregulação do sistema endócrino. Baseado em experiências com animais de laboratório, a agência de proteção ambiental norte-americana (ESTADOS UNIDOS, 1997) identificou pelo menos 96 ingredientes ativos registrados para uso que são potencialmente carcinogênicos para seres humanos. Estudos sobre populações humanas, particularmente agricultores, também demonstram o potencial carcinogênico de certos pesticidas. Uma revisão de 1992, feita pelo Instituto Nacional de Câncer, nos Estados Unidos, incluindo duas dúzias de estudos epidemiológicos, mostrou que os pesticidas eram uma das cinco causas prováveis a explicar por que os agricultores apresentavam elevados riscos de contrair várias formas de câncer (BLAIR et al., 1992). Há evidências de que o desdobramento do inseticida organoclorado DDT, que atualmente tem seu uso proibido, ainda persiste no ambiente e pode ser associado com câncer de mama (WOLFF et al., 1993). Segundo dados de Estados Unidos (1990), todos os anos tem-se estimado em 300.000 o número de trabalhadores rurais envenenados por pesticidas. Entre quatro e nove por cento dos trabalhadores (agrícolas ou não) que foram envenenados por pesticidas passaram por sintomas de efeitos retardados neurológicos e psiquiátricos persistentes, incluindo agitação, insônia, fraqueza, nervosismo, irritação, esquecimento, confusão e depressão. Estudos adicionais em trabalhadores rurais indicam que o envenenamento por pesticidas pode conduzir a um fraco desempenho em testes que envolvem o funcionamento intelectual, a habilidade motora e a memória (STEENLAND et al.; 1994). Outros estudos em animais de laboratório indicam uma variedade de efeitos imunotóxicos oriundos da exposição a certos pesticidas, particularmente aos inseticidas organoclorados e organofosforados (REPETTO & BALIGA, 1994).

Preocupação pública sobre a exposição de crianças aos praguicidas existe. No entanto, programas públicos não têm sido suficientes para reduzir significativamente a exposição, mesmo involuntária, aos praguicidas; tampouco tem servido para mostrar às pessoas os métodos de controle de pragas. Em 1972, o congresso dos Estados Unidos criou o órgão chamado FIFRA (Federal Insecticide, Fungicide and Rodenticide Act), que trata dos assuntos relacionados aos praguicidas, requerendo testes de segurança e de proteção à saúde, de todos os praguicidas. Embora com muitos dados que mostram os perigos dos praguicidas, a ação do governo americano em proteger o público de maneira adequada, particularmente as crianças, foi insuficiente. Os fabricantes de praguicidas continuam comercializando os seus produtos de maneira agressiva, apesar de todas as evidências de danos à saúde das pessoas e ao meio ambiente.

Portanto, há necessidade de um esforço conjunto entre governo, produtores rurais, consumidores, pais e demais segmentos do agronegócio, visando reduzir a dependência global da sociedade aos produtos químicos perigosos. Felizmente, existem cidadãos preocupados, em várias partes do mundo, orientando os segmentos envolvidos a utilizar os métodos menos agressivos de controle de pragas. Líderes de comunidade estão demonstrando como reduzir a necessidade por praguicida e proteger a saúde e o bem-estar das suas comunidades.

13.3 Tipos de controle biológico

É importante distinguir primeiro entre controle biológico (biocontrole) natural e aplicado. O controle biológico natural é a redução da população de uma espécie por inimigos naturais, sem a manipulação desses pelo homem. Em contraste, o controle bio-

lógico aplicado é a redução da população de uma espécie por inimigos naturais quando o homem manipula tais populações de inimigos naturais com a finalidade de controle da população.

Embora nós estejamos tipicamente preocupados com o controle biológico aplicado no manejo de pragas, duas características importantes do biocontrole natural devem ser bem entendidas.

Em primeiro lugar, o biocontrole natural é um fenômeno extremamente comum, ambos em ecossistemas naturais e agrícolas. Há mais de 300 mil espécies de plantas e um milhão de espécies de insetos. Poucas espécies dominam os seus habitats ou são pragas. Dessa maneira, fica claro que a maioria das populações da maioria das espécies é reduzida na maioria do tempo. Uma diversidade de fatores biológicos e ambientais é responsável por essa supressão. O biocontrole natural é, certamente, um desses fatores, porque, virtualmente, todo organismo tem um ou mais inimigos naturais. Em segundo lugar, o rompimento do biocontrole natural é uma das maneiras mais comuns para aumentar a severidade da praga. Aplicações de inseticidas de amplo espectro suprimem as populações da praga, mas também suprimem as populações dos inimigos naturais. Em alguns casos, isto pode levar até a uma maior população da praga, pelo rápido crescimento na ausência de seus inimigos naturais (fenômeno chamado ressurgimento da praga). Em outros casos, o inseticida de largo espectro, por suprimir os inimigos naturais de uma outra espécie que normalmente não era considerada praga (praga secundária), pode aumentar tanto sua população até chegar ao ponto de causar severos danos à planta hospedeira, situação conhecida como explosão populacional de uma praga secundária. Muitos outros fatores podem romper o biocontrole natural, inclusive a introdução delibe-

rada ou acidental de uma espécie em uma nova área (onde a sua população pode crescer rapidamente na ausência de seus inimigos naturais) ou até mesmo diferentes aspectos do sistema de produção anual ou perene (por exemplo, grandes áreas de monoculturas freqüentemente não provêem fontes complementares de alimento e/ou condição adequada para a sobrevivência dos inimigos naturais).

13.4. Formas de controle biológico aplicado

Três formas do biocontrole aplicado geralmente são reconhecidas, baseadas em como os inimigos naturais são manipulados. Em biocontrole clássico, são importadas e liberadas na região onde a praga ocorre espécies exóticas de inimigos naturais. Se uma espécie de inimigo natural introduzido sobrevive e adapta-se a seu novo hábitat, espera-se um aumento em número, uma ampla dispersão na região ao longo de vários anos, e por fim, ocorre a supressão da população da praga-alvo. Freqüentemente, nenhuma liberação do inimigo natural além daquela utilizada para o estabelecimento inicial é requerida. O biocontrole clássico é praticado freqüentemente contra espécies de pragas exóticas, porque essas normalmente invadem novos hábitats sem os seus inimigos naturais que as suprimem no hábitat original. Porém, o biocontrole clássico também é praticado contra pragas nativas, quando é considerado que uma espécie de inimigo natural exótico também pode suprimir a praga melhor do que inimigos naturais nativos. O biocontrole clássico pode resultar em um controle completo, contínuo, e em larga escala.

O biocontrole com foco no aumento populacional de determinada espécie de inimigo natural é alcançado através de liberações periódicas no hábitat onde a praga ocorre. Difere de

biocontrole clássico pelo fato de que são feitas liberações contínuas e os inimigos naturais podem ser espécies nativas ou exóticas. Liberações periódicas de inimigos naturais podem ser necessárias quando os inimigos naturais existentes não colonizam anualmente o hábitat de praga, ou o colonizam muito tarde ou, mesmo colonizando na época correta, não atingem número suficiente para controlar a praga. Os tipos de liberações aumentativas variam de liberações inoculativas sazonais, nas quais os inimigos naturais liberados servem para colonizar um novo cultivo e o controle é atingido posteriormente, pela descendência dos insetos liberados, até liberações inundativas, em que o controle é propiciado pelos próprios inimigos naturais liberados. Normalmente, os inimigos naturais usados em programas de liberação aumentativa são adquiridos de companhias comerciais (biofábricas). Os inimigos naturais são criados no laboratório ou são originados de coletas de campo e, então, repassados ao consumidor final.

As estratégias de uso do biocontrole através do modo clássico ("importação") ou da técnica do "aumento populacional" local implicam a manipulação dos inimigos naturais diretamente por liberações. Já a terceira forma de uso do biocontrole aplicado é através da conservação de inimigos naturais e, em contraste, trabalha com as populações existentes dos inimigos naturais de maneira indireta, tornando o ambiente mais favorável. Isso pode envolver a remoção de fatores que negativamente influenciam os inimigos naturais ou a adição de fatores que os influenciam positivamente. Frequentemente, práticas de biocontrole visando à conservação buscam minimizar as ações de ruptura do biocontrole natural. Porém, o biocontrole pelo método de conservação também é parte importante de qualquer método, seja o clássico ou método do aumento populacional.

Os produtos químicos estão entre os fatores mais comuns que afetam negativamente os inimigos naturais. Podem ser usadas várias estratégias para minimizar os seus efeitos sobre os inimigos naturais sem afetar os efeitos desejados sobre a praga-alvo. Uma delas é através do uso de inseticidas fisiologicamente seletivos (ou de baixo espectro de ação) ou uso de formulações mais apropriadas. Tais pesticidas ou formulações apropriadas matam ou debilitam a praga-alvo, em contato físico, mas têm nenhum ou mínimo efeito sobre os inimigos naturais e outros organismos não-alvos. Uma segunda estratégia é fazer aplicações ecologicamente seletivas, pela minimização do contato físico entre o pesticida e os inimigos naturais, mas, ainda, mantendo o contato adequado entre o produto e a praga. Técnicas específicas para tornar as aplicações mais ecologicamente seletivas incluem a redução da dose aplicada por área, a redução da área tratada (por exemplo, tratando fileiras alternadas ou faixas alternadas em aplicações aéreas), utilização de pesticidas com residuais mais curtos, alterando a frequência da aplicação, e só usar o produto quando necessário. Frequentemente, esses métodos mais seletivos podem prover controle eficaz da praga-alvo, reduzir o custo do tratamento e minimizar os problemas com pragas secundárias.

Os sistemas modernos de cultivo frequentemente não disponibilizam os recursos necessários para a sobrevivência e eficiência dos inimigos naturais. Esses recursos incluem alimento como néctar, pólen e "honeydew", presas ou hospedeiros alternativos, locais apropriados para a fase de diapausa e outros tipos de refúgios. Práticas de manejo que possam ajudar na conservação dos inimigos naturais, através do fornecimento desses recursos, incluem as plantas de cobertura, cultivo diversificado, colheita em faixa, manejo adequado dos restos de colheita, manutenção

de comunidades de planta nas bordaduras e o fornecimento direto de alguns recursos (por exemplo, suplemento alimentar).

Deve ser lembrado que a maioria das pragas possui seus inimigos naturais. Assim, existem oportunidades para praticar o biocontrole através da conservação, especialmente pelo uso de inseticidas seletivos. De fato, uma das recomendações mais importantes do manejo de pragas é de só aplicar o inseticida quando necessário, visando à conservação dos inimigos naturais.

13.5 Agentes de controle biológico

Em praticamente toda a cadeia alimentar em equilíbrio, existem associações importantes envolvendo os níveis tróficos: planta hospedeira, espécies de insetos-praga e as espécies de agentes de controle biológico natural das diferentes espécies de pragas. O que o ser humano tem feito ao longo dos anos é propiciar uma ruptura na cadeia produtiva, muitas vezes de maneira involuntária, tentando favorecer seus interesses, que é maximizar os rendimentos e diminuir seus custos. Com esse pensamento, tem lançado mão do uso dos pesticidas (também conhecidos como agrotóxicos), muitas das vezes sem nenhuma preocupação com o equilíbrio bioecológico. Dessa maneira, considerando a maior fragilidade (ou menor adaptabilidade) dos agentes de controle biológico, esses geralmente são drasticamente afetados pela aplicação não seletiva dos agrotóxicos. Tão logo passa o efeito residual dos inseticidas, a praga geralmente retorna à planta hospedeira e, sem seus inimigos naturais, atinge populações que acabam infringindo perdas em produtividade. Dependendo da época em que essa nova infestação ocorre, como, por exemplo, em estágio de crescimento do milho que não permita a pulverização por métodos convencionais, o problema é magnificado. Portanto, em quaisquer

circunstâncias, a manutenção dos agentes de controle biológico na área de cultivo, seja por meio de liberações artificiais ou de práticas de cultivo que favoreçam a sobrevivência deles, é de suma importância para se ter a sustentabilidade do sistema.

Várias espécies de insetos são reconhecidas como agentes de controle biológico de pragas. Algumas são reconhecidas por terem os insetos-pragas como alimento tanto na sua fase jovem quanto na adulta. Por exemplo, dentro do sistema de produção de milho, há os insetos denominados "predadores", como algumas espécies de besouros, incluindo as "joaninhas" e o "calosoma", e espécies de percevejos, como o *Orius* e *Podisus*, entre outros. Também dentro desse grupo, merece destaque a "tesourinha", inseto da ordem Dermaptera. Outro grupo importante de predadores inclui espécies em que apenas uma fase da vida possui hábitos de se alimentar de insetos. Por exemplo, os insetos da ordem Neuroptera, conhecidos popularmente como crisopídeos e bicho lixeiro, são predadores eficientes de pulgões, de tripes e de lagartas pequenas, porém, somente através de suas larvas.

Além dos predadores, existe um grupo muito importante de agentes de controle biológico denominado "parasitóides". São insetos em que uma ou mais fases de sua vida obrigatoriamente se passam em íntima associação com seu hospedeiro. Geralmente, são mais especializados do que os predadores.

Existem as espécies de parasitóides que parasitam os ovos das espécies de pragas, especialmente as espécies de Lepidoptera (lagartas), como é o caso dos parasitóides da espécie *Trichogramma* ou *Telenomus*. Colocam seus ovos dentro do ovo da praga e só saem quando atingem a fase adulta. Portanto, nenhum dano da praga acontece quando o parasitismo é total por essas espécies.

Existe também o parasitóide *Chelonus*, que, à semelhança dos dois gêneros citados, também coloca seus ovos no interior do ovo da praga. No entanto, permite o seu desenvolvimento embrionário. A lagarta da praga eclode do ovo, carregando no seu corpo a larva do parasitóide. Inicia a alimentação na folha do milho, porém, os danos provocados não atingem um nível que demandaria qualquer outra ação para seu controle. Alguns dias após, a lagarta parasitada é morta pela larva do agente de controle biológico. Existem, também, várias espécies de parasitóide que atuam exclusivamente sobre a fase de lagarta. São exemplos as vespas do gênero *Campoletis*, *Eiphosoma*, *Ophion* e *Exasticolus*. A fêmea coloca seus ovos no interior do corpo da lagarta hospedeira e desenvolve-se até o período de larva, quando deixa o corpo do hospedeiro, matando-o. As lagartas parasitadas também não chegam a causar danos significativos à planta hospedeira. Existem outros parasitóides que, embora entrem na fase larval da praga, só provocam a mortalidade do inseto hospedeiro quando este está na fase de pupa, como é o caso de alguns parasitóides de espécies de moscas. Portanto, são vários os insetos considerados agentes de controle natural das pragas tanto na cultura do milho quanto de vários outros cultivos.

Os parasitóides, ao contrário dos predadores, que são de vida livre e, geralmente maiores, não são de fácil percepção pelos agricultores. No entanto, todos são igualmente importantes na supressão das pragas.

A seguir, serão fornecidas algumas informações mais detalhadas sobre o reconhecimento e a importância dos agentes de controle biológico em associação com a cadeia produtiva de milho. No final, são mostradas figuras que auxiliam no reconhecimento desses agentes de controle biológico.

13.5.1. Parasitóides

13.5.1.1. Parasitóides de ovos

Os parasitóides exclusivos de ovos, ou seja, que atuam somente nessa fase da praga, são considerados os mais importantes entre todos os demais agentes de controle biológico. Algumas características dão suporte a essa afirmação. Primeiramente, por evitarem que a praga venha a provocar qualquer tipo de dano à planta hospedeira. Ademais, tais parasitóides têm sido facilmente criados em larga escala, sendo, por isso, disponíveis comercialmente (biofábricas) em vários países, incluindo o Brasil.

Trichogramma spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae)

Várias são as espécies de *Trichogramma* já descritas em associação com diferentes pragas. Especificamente na cultura do milho, as espécies *T. pretiosum* (controle de ovos de espécies de Lepidóptera, como *Spodoptera frugiperda* - lagarta-do-cartucho, *Helicoverpa zea* - lagarta-da-espiga e *Diatraea saccharalis* - broca da cana-de-açúcar), *T. atopovirilia* (controle de *S. frugiperda*) e *T. galoii* (controle de *Diatraea saccharalis*) têm sido as mais comuns. As espécies de *Trichogramma* são insetos muito pequenos, com dimensões inferiores a um milímetro. A fêmea faz a sua oviposição dentro do ovo de seu hospedeiro. Dentro de algumas horas, nasce a sua larva, que se alimenta do conteúdo do ovo do hospedeiro. Todo o ciclo do parasitóide se passa no interior do ovo da praga. Desse, sai a vespa adulta, que, de imediato, iniciará o processo de busca de uma nova postura, para continuar a propagação da espécie. Essa capacidade de busca inerente às espécies de *Trichogramma* é uma característica importante nos inimigos naturais. Ainda mais considerando a especificidade para ovos.

O período de incubação dos ovos das pragas da ordem Lepidoptera geralmente dura de três a cinco dias (quanto menor a temperatura, maior o período). Portanto, é fundamental que haja o sincronismo entre a presença da fêmea do parasitóide *Trichogramma* spp e os ovos da praga, especialmente quando se utiliza o parasitóide com a finalidade de reduzir a população da praga a níveis que não causariam danos econômicos. Esse sincronismo tem sido alcançado pelo uso de tecnologias que permitam detectar a chegada das mariposas na área de interesse. Atualmente, já está disponível, no mercado brasileiro, kit para detecção de mariposas de algumas espécies, incluindo feromônio sexual sintético e armadilha contendo material colante.

Uma vez parasitado, o ovo da praga, que é, em situação de normalidade, de coloração clara, começa a escurecer, adquirindo uma tonalidade preta (cerca de quatro dias após o parasitismo). O ciclo total do parasitóide (período de tempo entre a colocação do ovo pela fêmea dentro do ovo da praga até o surgimento do novo indivíduo adulto) dura cerca de dez dias. Portanto, visualmente pode se determinar o grau de parasitismo pela coloração do ovo parasitado.

Além do sincronismo entre parasitóide e hospedeiro (ovos), pelo diminuto tamanho do parasitóide, ele sofre interferência das condições climáticas, tais como vento e chuva. São condições que podem prejudicar a taxa de parasitismo, por dificultarem a busca do parasitóide pelo ovo da praga. Outro ponto importante a considerar no caso específico da liberação do parasitóide é a quantidade liberada e os pontos de liberação. Os dados da pesquisa têm recomendado a liberação de cem mil fêmeas por hectare, liberados em cerca de 40 pontos por hectare, considerando a capacidade de dispersão da espécie no campo. Deve-se considerar que,

quanto maior o número de pontos a liberar, maior a eficiência do parasitóide.

O produto comercial à base de *Trichogramma* é obtido em laboratório, utilizando como hospedeiro para o desenvolvimento do parasitóide não os ovos da praga, mas, sim, um hospedeiro alternativo de maior facilidade de criação e de custo mais baixo. Geralmente, são utilizados ovos de insetos que infestam grãos armazenados e/ou farinhas, como a traça-das-farinhas, *Anagasta kuehniella*, ou a traça-do-milho, *Sitotroga cerealella*. Os procedimentos para o estabelecimento de uma biofábrica para produção de *Trichogramma* foram descritos por Cruz et al. (1999a). Os ovos do hospedeiro são colados numa cartolina medindo cerca de 10 cm de largura por 15 cm de altura. Essas cartelas são então, submetidas às fêmeas do parasitóide. Os ovos parasitados tornam-se enegrecidos cerca de quatro dias após o parasitismo. Esse parâmetro é um dos indicativos da qualidade do produto. A expectativa de emergência dos adultos do parasitóide é aos dez dias após o início do parasitismo. A vespa adulta vive, em média, ao redor de três a cinco dias. Portanto, ao adquirir o produto biológico, está se adquirindo o parasitóide não na fase adulta, mas, sim, numa fase prévia, que pode ser de larva ou, mais comumente, na fase denominada pupa, dentro do ovo do hospedeiro alternativo. No rótulo do produto, espera-se encontrar a data esperada para a emergência do adulto. Portanto, a liberação do *Trichogramma* pode ser realizada em duas modalidades. Uma delas, a mais eficiente, é através da liberação dos insetos adultos. Nesse caso, a melhor maneira é colocar as cartelas parasitadas no interior de recipientes transparentes, de vidro ou de plástico, com boca larga e vedado com a própria tampa, ou com pano ou filme de PVC. Algumas horas após o início da emergência dos parasitóides adultos, eles devem ser liberados, caminhando em formato de "zig-

zag" abrindo e fechando a "boca" do recipiente para permitir uma melhor distribuição na área. Se possível, e caso haja ainda ovos parasitados que produzirão adultos nas próximas horas, pode-se repetir a liberação no dia seguinte. Uma alternativa de liberação do parasitóide é por meio da colocação de pedaços das cartelas contendo os ovos parasitados sobre a planta de milho. Alguns fabricantes utilizam a cartela quadriculada, propiciando o corte em áreas que normalmente são de 2,5 x 2,5 cm². Nesse caso, a distribuição é feita colocando-se as porções recortadas das cartelas sobre as plantas, em, no mínimo, 40 pontos por hectare.

Telenomus remus (Hymenoptera: Scelionidae)

O parasitóide de ovos *T. remus*, também da mesma ordem do *Trichogramma*, pertence a outra família, a Scelionidae. Os adultos são maiores que os das espécies de *Trichogramma*, porém ainda diminutos. Sua coloração é negra, ao contrário do *Trichogramma*, que apresenta coloração amarelada, com destaque nos olhos, que são avermelhados.

O parasitóide *T. remus* tem como característica principal a sua alta especificidade para o gênero *Spodoptera*, cuja espécie *S. frugiperda* é, sem dúvida alguma, a principal praga do milho, nas Américas. Além disso, comparado ao *Trichogramma*, o *Telenomus* apresenta vantagens adicionais, tais como maior fecundidade, maior capacidade de busca do ovo do hospedeiro e maior competitividade. Segundo Cave (2000), a espécie estava sendo criada e liberada em sete países da América Latina. O adulto mede entre 0,5 e 0,6mm de comprimento e apresenta o corpo preto e brilhante. Somente ovos com idade inferior a 72 horas de desenvolvimento embrionário são parasitados. Um ovo com o embrião completamente desenvolvido é raramente suscetível ao parasitismo.

A duração do período de incubação varia de dez horas, a 30°C, a 18-24 horas, a 15,5°C. A larva de *T. remus* tem dois instares, sendo que o primeiro instar é sem segmentação. Possui um par de mandíbulas que se movem verticalmente e dois espinhos caudais, sendo um curto e outro longo e curvado. As mandíbulas e os espinhos podem ser usados para macerar ou mover os tecidos do hospedeiro ou mesmo para matar larvas de outro parasitóide, dentro do hospedeiro. Uma série de setas circundando o abdômen possivelmente serve para ajudar na fixação da larva. A larva de segundo instar é nitidamente segmentada e não possui espinhos caudais. Suas mandíbulas são curtas e retas. Esse instar assimila os nutrientes do hospedeiro até que esse seja completamente consumido.

A duração do período larval pode variar de quatro (a 30°C) até sete dias (a 15,5°C). A pupação ocorre dentro do ovo do hospedeiro. Inicialmente, a pupa é de coloração branco-opaca, com olhos ligeiramente avermelhados. Gradualmente, o corpo passa por coloração cinza, até atingir a cor preta.

A duração do estágio pupal varia de 112 horas (a 30°C) até 15 dias (a 15,5°C). Portanto, o ciclo de vida é muito influenciado pela temperatura. Após o completo desenvolvimento da fase imatura de *T. remus*, o adulto perfura um pequeno orifício no córion do ovo do hospedeiro, por onde emerge. Em geral, os machos emergem 24 horas antes das fêmeas. Após a emergência, os machos permanecem sobre a massa de ovos na qual emergiram ou procuram outras massas parasitadas. As fêmeas parasitam mais de 250 ovos de *S. frugiperda* durante seu período de vida.

A utilização de *T. remus* no controle de *S. frugiperda* segue a mesma dinâmica de *Trichogramma*, porém com uma quantidade de 60 mil insetos por hectare.

13.5.1.2 Parasitóide de ovo-larva

Chelonus insularis (Hymenoptera: Braconidae)

Essa espécie de parasitóide, embora com preferência por *S. frugiperda*, tem sido mencionada também como parasitóide de *S. exigua*, *H. zea* e *Elasmopalpus lignosellus*, todos insetos-pragas do milho. Essa gama de hospedeiros, inclusive, aumenta as chances de sobrevivência do parasitóide no campo, durante o ciclo da cultura. É um inseto muito comum em várias regiões do Brasil. É uma vespa medindo cerca de 20 mm de envergadura. A fêmea coloca os seus ovos no interior dos ovos de *S. frugiperda*. Os ovos já depositados são de tamanho reduzido, com as extremidades arredondadas; o período médio de incubação é cerca de 1,8 dias. Ao contrário das espécies de *Trichogramma* e de *Telenomus*, o ovo de *S. frugiperda*, quando parasitado, passa aparentemente pelo processo de incubação, dando origem à lagarta da praga, obviamente carregando no seu interior a espécie do parasitóide. A lagarta parasitada gradativamente diminui a ingestão do alimento, que já é pequena nos primeiros instares, mesmo de um inseto sadio, até ser morta pela larva do parasitóide. O período larval do parasitóide varia de 17 a 23 dias, apresentando média geral de 20,4 dias, ou seja, período próximo àquele de uma lagarta sadia. No entanto, a relação de consumo foliar entre lagarta sadia e lagarta parasitada é de 15:1. A menor alimentação da lagarta parasitada significa, na prática, menor dano à planta. Próximo ao desenvolvimento completo da larva do parasitóide, a lagarta de *S. frugiperda* abandona a planta e dirige-se para o solo, onde tece uma câmara, como se preparando para transformar-se em pupa. No entanto, essa câmara, na realidade, é utilizada pelo parasitóide. Para sair do corpo da lagarta hospedeira, a larva do parasitóide perfura o seu abdômen. Imediatamente, tece um casulo e, em poucas horas, transforma-se na fase de pupa e, daí, em adulto.

13.5.1.3 Parasitóide de larvas

Campoletis flavicincta (Hymenoptera: Ichneumonidae)

Esse parasitóide é uma vespa com cerca de 15 mm de envergadura, cuja fêmea coloca seus ovos no interior de lagartas de primeiro e segundo instares de *S. frugiperda* e a larva completa todo o seu ciclo alimentando-se do conteúdo interno do hospedeiro.

A lagarta parasitada muda seu comportamento e, ao se aproximar a época de saída da larva do parasitóide, deixa o cartucho, indo em direção às folhas mais altas, permanecendo nesse local até a morte. Mais próximo da fase de pupa, a larva do parasitóide sai do corpo da lagarta através do abdômen desta, matando-a, para construir seu casulo no ambiente externo. Como característica da espécie, o que restou da lagarta de *S. frugiperda* fica agregado ao casulo do parasitóide, tornando facilmente identificável a ocorrência desse inimigo natural.

O ciclo total do parasitóide é, em média, de 22,9 dias, sendo de 14,5 dias o período de ovo a pupa e de 7,3 dias o período pupal. A lagarta parasitada vive cerca de uma semana menos do que a lagarta sadia. A relação de consumo entre uma lagarta sadia e uma parasitada é 14,4:1, ou seja, enquanto uma lagarta sadia, durante todo o seu período de vida, consome, em média, 209,3 cm² de área foliar, a lagarta parasitada consome apenas 14,5 cm², ou seja, 6,9% do consumo normal. Portanto, por parasitar especificamente lagartas pequenas e em grande quantidade, além de ser eficiente por provocar a morte do inseto hospedeiro, o parasitóide reduz drasticamente o consumo foliar das lagartas, evidentemente reduzindo os danos no campo.

13.5.1.4 Parasitóide de pulgões

Aphidius colemani (Hymenoptera: Braconidae)

Essa espécie parasita muitas espécies de pulgões. Os adultos medem entre dois e três milímetros de comprimento. São de coloração negra, mas com pernas marrons. A fêmea coloca um ovo dentro do pulgão em poucos segundos de contato. A fêmea, ao parasitar, dobra seu abdômen sob as suas pernas e injeta o ovo dentro do pulgão. Na presença do parasitóide é comum a emissão de alerta na colônia de pulgões (feromônio de alarme), como maneira de escapar do inimigo natural. O parasitóide pode parasitar tanto pulgões adultos como ninfas. O pulgão parasitado continua a se mover e a se alimentar por três dias, após o parasitismo. Durante o período em que o parasitóide está na fase de ovo (primeiros três dias após o parasitismo), é possível que os pulgões se alimentem mais do que o normal (e com maior secreção de "honey dew"). O pulgão adulto parasitado continua produzindo. No entanto, a larva do parasitóide continua a se alimentar do pulgão, porém em partes não vitais. Sete dias, em média, após o parasitismo (21°C), o parasitóide fixa o pulgão na folha e forma um casulo de seda, o qual induz o pulgão a "inchar". O lado externo do pulgão torna-se de coloração marrom-amarelada. O tempo necessário para completar o ciclo depende da temperatura. É, em média, de 12 dias, a 25°C. Esse período é maior do que o período de desenvolvimento do pulgão hospedeiro, mas cada fêmea do parasitóide pode parasitar mais de 100 pulgões durante seu ciclo de vida, que pode ser de duas a três semanas, quando há disponibilidade de água e alimento.

Essa espécie de parasitóide pode ser utilizada em todos os cultivos onde se encontram pulgões suscetíveis. Embora muito

usados em cultivos praticados dentro de casa de vegetação, o parasitóide pode ser usado em cultivos de campo, principalmente para a colonização. A eficiência do parasitóide é maior quando ele é utilizado preventivamente ou quando os pulgões são detectados no início do ataque. O parasitóide tem como característica sua boa capacidade de dispersão e detecção de baixas populações de pulgões. Resultados satisfatórios têm sido alcançados quando se libera uma densidade entre 0,5 e um adulto do parasitóide por m² por semana, por pelo menos três semanas após a detecção do pulgão.

13.5.2 Predadores

Vários insetos desenvolvem-se como predadores de insetos ou de outros artrópodes. As fases imaturas desses insetos predadores são caçadoras de vida livre, que buscam e consomem muitas presas no curso de seu desenvolvimento. Os adultos podem ter hábitos semelhantes à da fase jovem ou podem alimentar-se de néctar, pólen, "honeydew" ou materiais semelhantes.

13.5.2.1 Joaninhas (Coleoptera: Coccinellidae)

As joaninhas são besouros e, possivelmente, os mais familiares e amplamente reconhecidos dos predadores de insetos. São insetos comuns distribuídos em várias espécies.

As joaninhas adultas têm como característica o formato redondo-oval, com coloração metálico-brilhante e freqüentemente com pintas nos élitros. Os adultos e, particularmente, as larvas de joaninhas podem alimentar-se de inúmeros insetos, especialmente os de corpos mais tenros, como os pulgões. No entanto, algumas espécies são generalistas, tendo como alimento, além dos pulgões, lagartas e pequenos besouros e ovos de insetos em ge-

ral. Os adultos da maioria das espécies também podem alimentar-se de pólen, de néctar e de "honeydew". A disponibilidade de tais alimentos, na realidade, é até importante na conservação e no aumento da atividade desses insetos benéficos no campo, principalmente considerando que a alimentação não chega a causar nenhum tipo de prejuízo para a planta.

A maioria das joaninhas coloca seus ovos em massas de 5 a 30 ovos, de coloração laranja-amarelada. Os ovos são bastante distintivos, embora, às vezes, se assemelhem aos ovos produzidos por alguns besouros-pragas que atacam as folhas (como, por exemplo, besouros da família *Chrysomelidae*, como a vaquinha *Diabrotica speciosa*). Os ovos, normalmente, são postos próximos às colônias de insetos que provêem o alimento para suas larvas.

Os estádios imaturos ou larvais das joaninhas são muito diferentes dos adultos e, freqüentemente, são negligenciados ou identificados erroneamente. As larvas de joaninhas são alongadas, geralmente escuras, entremeadas com manchas de coloração laranja ou amarela. Algumas espécies podem ter espinhos, enquanto outras podem ser cobertas com cera branca. As larvas são caçadoras ativas e vorazes, podendo deslocar-se rapidamente sobre as plantas, enquanto procuram seu alimento. A maioria pode completar as fases larvais em duas ou três semanas. Após esse período, transformam-se na fase de pupa, ficando aderidas à planta ou a objetos próximos a essas.

Coleomegilla maculata (Coleoptera: Coccinellidae)

A espécie pode apresentar entre duas e cinco gerações por ano. Seus ovos são colocados em massa, próximos à presa, que são basicamente pulgões e ovos, podendo também se alimentar

de pólen. Sua utilização tem aumentado devido à disponibilidade comercial em alguns países. A média de ovos por postura é em torno de 23. A fêmea realiza a postura em camada única, sendo raras as vezes que essa pode ser encontrada de modo disperso. O período de incubação dos ovos é de três dias, são de formato elíptico e de coloração amarelo-clara, permanecendo assim até próximo da eclosão, quando, então, tornam-se acinzentados.

As larvas são de corpo alongado, com as respectivas regiões e a segmentação abdominal, distintas com pernas e antenas bem desenvolvidas; a fase larval tem duração de 13 dias. Próximo à mudança de cada instar, a larva pára de se alimentar e se fixa na parte dorsal das folhas, usando o último segmento abdominal, ocorrendo, dessa maneira, a ecdise; após completar o processo, a exúvia fica aderida ao local. A fase de pré-pupa apresenta duração de um dia e se manifesta quando a larva completa o seu total desenvolvimento. Então, ela pára de se alimentar e se fixa na parte dorsal das folhas.

A pupa, no início, apresenta coloração clara, que escurece lentamente; a fase de pupa tem duração de quatro dias.

Ao emergirem, os adultos permanecem imóveis juntos à exúvia, até adquirirem coloração normal. Logo após a emergência, estes se apresentam de coloração clara. Com o passar do tempo, essa coloração vai escurecendo, tornando-se vermelha, com manchas pretas. Normalmente, as fêmeas são mais robustas do que os machos. Os adultos apresentam asas membranáceas de coloração cinza, antenas negras e do tipo capitada, aparelho bucal do tipo mastigador e pernas de coloração negra. O ciclo total de ovo a adulto tem duração de 20 dias.

Cycloneda sanguinea (Coleoptera: Coccinellidae)

A média de ovos por postura é em torno de 20. A fêmea realiza a postura em camada única, sendo raras as vezes que essas podem ser encontradas de modo disperso. O período de incubação dos ovos é de três dias, são de formato elíptico e de coloração amarelo-clara, permanecendo assim até próximo da eclosão, quando, então, se tornam acinzentados. As larvas são de corpo alongado, com as respectivas regiões e a segmentação abdominal distintas, com pernas e antenas bem desenvolvidas. A fase larval tem duração de 11 dias. Próximo à mudança de cada instar, a larva pára de se alimentar e se fixa na parte dorsal das folhas, usando o último segmento abdominal, ocorrendo, dessa maneira, a ecdise; após completar o processo, a exúvia fica aderida ao local.

A fase de pré-pupa apresenta duração de um dia e se manifesta quando a larva completa o seu total desenvolvimento. Então, ela pára de se alimentar e se fixa na parte dorsal das folhas. A pupa, no início, apresenta coloração clara, que escurece lentamente; a fase de pupa tem duração de quatro dias. Ao emergirem, os adultos permanecem imóveis juntos a exúvia, até adquirirem coloração normal. Logo após a emergência, estes se apresentam de coloração clara. Com o passar do tempo, essa coloração vai escurecendo, tornando-se vermelho-brilhante. Normalmente, as fêmeas são mais robustas do que os machos. Os adultos apresentam asas membráceas de coloração cinza, antenas negras e do tipo capitada, aparelho bucal do tipo mastigador e penas de coloração negra. O ciclo total de ovo a adulto tem duração de 18 dias.

Hippodamia convergens (Coleoptera: Coccinellidae)

A média de ovos por postura é em torno de 26. A fêmea realiza a postura em camada única, sendo raras às vezes que estas podem ser encontradas de modo disperso. O período de incubação dos ovos é de três dias, são de formato elíptico e de coloração amarelo-clara, permanecendo assim até próximo da eclosão, quando se tornam acinzentados.

As larvas são de corpo alongado, com as respectivas regiões e a segmentação abdominal distintas, com pernas e antenas bem desenvolvidas; a fase larval tem duração de 15 dias. Próximo à mudança de cada instar, a larva pára de se alimentar e se fixa na parte dorsal das folhas, usando o último segmento abdominal, ocorrendo, dessa maneira, a ecdise; após completar o processo, a exúvia fica aderida ao local.

A fase de pré-pupa apresenta duração de um dia e se manifesta quando a larva completa o seu total desenvolvimento. Então, ela pára de se alimentar e se fixa na parte dorsal das folhas. A pupa, no início, apresenta coloração clara, que escurece lentamente; a fase de pupa tem duração de quatro dias.

Ao emergirem, os adultos permanecem imóveis juntos à exúvia, até adquirirem coloração normal. Logo após a emergência, estes se apresentam de coloração clara. Com o passar do tempo, essa coloração vai escurecendo, tornando-se alaranjada, com manchas pretas. Normalmente, as fêmeas são mais robustas do que os machos. Os adultos apresentam asas membranáceas de coloração cinza, antenas negras e do tipo capitada, aparelho bucal do tipo mastigador e pernas de coloração negra. O ciclo total de ovo a adulto tem duração de 22 dias.

Olla v-nigrum (Coleoptera: Coccinellidae)

As "joaninhas" *Olla v-nigrum* são eficientes predadoras tanto na fase larval quanto adulta. A média de ovos por postura é em torno de 21. A fêmea realiza a postura em camada única, sendo raras as vezes que essas podem ser encontradas de modo disperso. O período de incubação dos ovos é de três dias, são de formato elíptico e de coloração amarelo-clara, permanecendo assim até próximo da eclosão, quando se tornam acinzentados.

As larvas são de corpo alongado, com as respectivas regiões e a segmentação abdominal distintas, com pernas e antenas bem desenvolvidas; a fase larval tem duração de 13 dias. Próximo à mudança de cada instar, a larva pára de se alimentar e se fixa na parte dorsal das folhas, usando o último segmento abdominal, ocorrendo, dessa maneira, a ecdise; após completar o processo, a exúvia fica aderida ao local. A fase de pré-pupa apresenta duração de um dia e se manifesta quando a larva completa o seu total desenvolvimento. Então, ela pára de se alimentar e se fixa na parte dorsal das folhas. A pupa, no início, apresenta coloração clara, que escurece lentamente; a fase de pupa tem duração de quatro dias.

Ao emergirem, os adultos permanecem imóveis juntos à exúvia, até adquirirem coloração normal. Logo após a emergência, esses se apresentam de coloração clara. Com o passar do tempo, essa coloração vai escurecendo, sendo que os adultos de coloração negra adquirem uma coloração negro-brilhante, enquanto as manchas de seus élitros adquirem coloração alaranjada. Já os adultos, de coloração amarelo-palha, apresentam um leve aumento de sua tonalidade e as manchas localizadas ao longo de seus élitros adquirem coloração negra. No entanto, os adultos apresentam

características comuns, como: asas membranáceas de coloração cinza, antenas negras e do tipo capitada, aparelho bucal do tipo mastigador e pernas de coloração negra. A diferença no padrão de coloração de *O. v-nigrum* não é dimorfismo sexual. Assim, essa espécie pode ser classificada como dicromática, ou seja, com dois padrões de coloração. O ciclo total de ovo a adulto tem duração de 20 dias.

Eriopsis connexa (Coleoptera: Coccinellidae)

São eficientes predadoras tanto na fase larval quanto adulta. A média de ovos por postura é em torno de 26. A fêmea realiza a postura em camada única, sendo raras as vezes que essas podem ser encontradas de modo disperso. O período de incubação dos ovos é de três dias, são de formato elíptico e de coloração amarelo-clara, permanecendo assim até próximo da eclosão, quando se tornam acinzentados.

As larvas são de corpo alongado, com as respectivas regiões e a segmentação abdominal distintas, com pernas e antenas bem desenvolvidas; a fase larval tem duração de 14 dias. Próximo à mudança de cada instar, a larva pára de se alimentar e se fixa na parte dorsal das folhas usando o último segmento abdominal, ocorrendo, dessa maneira, a ecdise; após completar o processo, a exúvia fica aderida ao local.

A fase de pré-pupa apresenta duração de um dia e se manifesta quando a larva completa o seu total desenvolvimento. Então, ela pára de se alimentar e se fixa na parte dorsal das folhas.

A pupa, no início, apresenta coloração clara, que escurece lentamente; a fase de pupa tem duração de quatro dias.

Ao emergirem, os adultos permanecem imóveis juntos à exúvia, até adquirirem coloração normal. Logo após a emergência, esses se apresentam de coloração clara. Com o passar do tempo, essa coloração vai escurecendo, tornando-se negra, com manchas brancas e alaranjadas.

Normalmente, as fêmeas são mais robustas do que os machos. Os adultos apresentam características comuns, como: asas membráceas de coloração cinza, antenas negras e do tipo capitada, aparelho bucal do tipo mastigador e pernas de coloração negra. O ciclo total de ovo a adulto tem duração de 21 dias.

13.5.2.2 Besouros de superfície do solo (Coleoptera: Carabidae)

Existem besouros de espécies predadoras de outras espécies de insetos, denominados "besouros de solo", muito comuns em áreas agrícolas, variando em tamanho entre 1,3 e 4,5 cm. A maioria possui a forma oval-alongada, com garras proeminentes. São insetos cujos élitros são tipicamente escuros, podendo ter coloração metálica. Os adultos são ativos e se movimentam rapidamente, embora normalmente passem dias debaixo de cobertura vegetal ou outros materiais em decomposição. As larvas também são predadores e normalmente ativas na superfície do solo ou um pouco abaixo.

Quase todos os besouros de superfície são predadores e podem alimentar-se de uma variedade ampla de insetos. Como o nome indica, a maioria restringe a atividade em áreas ao redor da superfície do solo e praticamente não sobe nas plantas.

Representantes típicos desse grupo de insetos são os chamados "besouros tigras" (espécies de *Cicindela* spp.). São insetos muito ativos e habilidosos no vôo. Adultos e larvas são predado-

res generalistas de outros insetos. As larvas atuam dentro de túneis construídos por elas no solo, onde ficam à espreita de suas presas.

13.5.2.3 Crisopídeos (Neuroptera)

Várias espécies de crisopídeos têm sido consideradas com grande potencial para uso em programas de controle biológico. Os crisopídeos de coloração esverdeada, por exemplo, espécies do gênero *Chrysoperla*, notadamente, *C. externa* (Chrysopidae) são insetos muito comuns em áreas agrícolas. Os adultos são de coloração verde-clara ou marrom-clara, com asas claras bem características, aparentando uma rede formada pelas veias. Os adultos das espécies mais comuns alimentam-se de néctar, de pólen e "honeydew" - embora algumas espécies do gênero *Chrysopa* também possam se alimentar de insetos pequenos. As fêmeas depositam o ovo de maneira bem distinta de outras espécies de insetos, colocando-o na parte superior de um pedicelo. Podem ser colocados isoladamente ou em grupos pequenos, nas folhas ou colmo das plantas. Existem também os denominados crisopídeos marrons (Neuroptera: Hemerobiidae), que têm a mesma forma geral das espécies verdes, variando, no entanto, na coloração marrom das asas e no menor tamanho dos adultos. As larvas são também predadoras generalistas, possuindo mandíbulas mais proeminentes do que aquelas existentes nas espécies verdes. Os adultos também são predadores de pulgões e de outros insetos pequenos, de corpo macio. As espécies de crisopídeos marrons são mais comuns em áreas com presença de arbustos.

Em geral, as larvas de crisopídeos são predadores de uma gama variada de insetos, incluindo, além dos pulgões, os tripses, lagartas e besouros pequenos. De maneira geral, a forma e o ta-

manho das larvas de crisopídeos são ligeiramente semelhantes às larvas de joaninhas. Porém, os crisopídeos imaturos normalmente são de coloração marrom-clara e possuem um proeminente par de garras, que é projetado da frente da cabeça. A fase de pupa acontece dentro de um casulo quase esférico, pálido-colorido, afixado à folha.

A Embrapa Milho e Sorgo mantém em laboratório, além de *C. externa*, várias espécies de *Ceraechnysa* e uma nova espécie do gênero *Ungla*.

13.5.2.4 Sirfídeos (Moscas) (Diptera: Syrphidae)

À semelhança dos crisopídeos, os sirfídeos também têm recebido atenção especial da pesquisa, pelo potencial de uso no controle biológico de pragas, notadamente pulgões. Os adultos são moscas comuns, de coloração brilhante. Possuem manchas amarelas ou laranjas entremeadas com preto. Podem ser confundidos com algumas espécies de vespas ou marimbondos. Porém, as moscas de sirfídeos são inofensivas a humanos. É a fase larval da mosca de sirfídeo que é predadora de insetos. De coloração variada, as larvas desse inseto movimentam-se sobre as folhas das plantas, em busca de sua presa, especialmente pulgões, que são consumidos em grande quantidade diária. As moscas de sirfídeos são particularmente importantes no controle de populações iniciais de pulgões. O predador é capaz de entrar entre as folhas de milho firmemente enroladas, procurando sua presa. Espécies de *Ocyptamus allograptus* são comuns no Brasil.

13.5.2.5 Percevejos sugadores (Hemiptera: Pentatomidae)

Embora sejam conhecidas várias espécies de percevejos que são pragas de plantas cultivadas, como os percevejos da soja e do

arroz, existem outras espécies que são predadoras. Tais espécies são capazes de atacar e matar espécies de insetos pragas até mesmo bem desenvolvidas, como lagartas ou larvas de besouros, que são sugadas pelo predador. Entre os percevejos predadores dessa família de insetos, destaca-se a espécie *Podisus maculiventris*, que alimenta principalmente de lagartas.

13.5.2.6. Percevejo assassino (Hemiptera: Reduviidae)

São insetos moderadamente grandes, que também podem alimentar-se de presas bem desenvolvidas, como larvas de insetos. A maioria das espécies é de forma alongada, possuem um aparelho bucal especializado, formando a base para a atuação do estilete, que é espinhoso. Apesar da extrema habilidade em controlar a presa, raramente atingem altas populações, em virtude de também serem muito procurados por seus próprios inimigos naturais. As espécies mais comuns associadas à agricultura incluem os gêneros *Sinea*, *Apiomerus* e *Zelus*.

13.5.2.7 Percevejos Nabídeos (Hemiptera: Nabidae)

São insetos consideravelmente menores do que as espécies da família Reduviidae (cerca de 0,6cm), de coloração amarelo-escura ou marrom-clara. Semelhantemente aos "percevejos assassinos", as espécies de *Nabidae* apresentam as patas engrossadas, que ajudam a segurar a presa. São predadores generalistas de ovos e larvas, mas também atacam outras formas de insetos, especialmente aqueles de tegumento macio. Espécies comuns pertencem ao gênero *Nabis*.

13.5.2.8 Percevejo de olhos grandes (Hemiptera: Lygaeidae)

A maioria das espécies dessa família alimenta-se de folhas e sementes. Porém, o gênero *Geocoris*, conhecido como o "perce-

vejo de olhos grandes", é predador importante de lagartas, ácaros, pulgões e muitos outros insetos. Conforme o próprio nome comum indica, apresenta os olhos muito desenvolvidos, que podem estender-se além do protórax e é particularidade desse grupo benéfico de insetos.

13.5.2.9 Percevejo-pirata pequeno (Hemiptera: Anthocoridae)

São insetos pequenos, considerados os menores dos verdadeiros percevejos (tipicamente ao redor de 16 mm), alimentam-se de pequenos artrópodes, como ácaros, tripes, pulgões e ovos de inseto. Os adultos são distinguidos por marcas pretas e brancas. As formas imaturas geralmente são de cor palha uniforme e podem ser do mesmo tamanho da sua presa. Os gêneros mais comuns são *Orius*, *Triphleps*, e *Anthocoris*.

Existem várias espécies de antocorídeos úteis. Tanto os adultos como as larvas são predadores ativos de ácaros, tripes, cicadélídeos, afídeos e, sobretudo, de psila. Os ovos são colocados normalmente em pequenos grupos nas folhas. As ninfas passam geralmente por cinco instares. Picam as suas presas com os estiletes e esvaziam-lhes gradualmente o conteúdo. Hibernam no estado adulto, sob a casca de árvores, e apresentam duas a três gerações por ano.

A espécie *Orius insidiosus* (Say) foi relatada com boa capacidade de predação em ovos e instares iniciais da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Isenhour et al., 1990).

13.6 Conservação de inimigos naturais para controle biológico

Considerando todas as técnicas disponíveis do controle biológico, numa seqüência lógica, a conservação dos inimigos naturais deveria ser a primeira aproximação a ser utilizada.

Os conceitos gerais sobre "conservação" em controle biológico são intuitivamente óbvios e podem ser assim enunciados:

1. A conservação é muito útil quando houver um inimigo natural potencialmente efetivo que se tornou ineficaz devido a fatores ambientais adversos (abióticos ou bióticos).
2. A conservação é útil onde as pragas não são adequadamente controladas por outros meios ou o custo de controle é muito alto.
3. A conservação é útil onde outras táticas de controle prejudicariam o ambiente.

Para se começar um programa de conservação de inimigos naturais, considerando os três conceitos básicos acima, será necessário verificar se há inimigos naturais potencialmente efetivos no agroecossistema alvo ou próximo dele.

Para responder a essas duas perguntas, é necessário amostrar e identificar os inimigos naturais locais. Deve ser considerado que, ao se fazer uma amostragem de inimigos naturais, o grande número de entomófagos tipicamente capturados é maior do que a capacidade prática de processamento. Deve-se, portanto, priorizar o trabalho. Primeiro, separar o material em grupos, de acordo com a forma. Posteriormente, preparar subamostras de cada grupo, para identificação. Priorizar o grupo para estudo baseado no

que se sabe sobre a categoria mais alta, como a família a que pertencem. Por exemplo, Carabidae e Ichneumonidae provavelmente incluem predadores e parasitóides relativamente importantes, enquanto Coccinellidae inclui primordialmente predadores do afídeo.

Uma vez identificados os inimigos naturais locais, fundamentalmente deve-se estudar cada um e determinar os que são potencialmente efetivos no controle da praga-alvo. Ou seja, avaliar as potencialidades dos entomófagos em termos de eficiência no laboratório, verificando se de fato eles consomem ou parasitam bem e também no campo, para determinar quais de fato atacam a praga, com destaque para aqueles que causem maior impacto, por exemplo, determinando quantas pragas são mortas e quando elas são mortas, por exemplo, antes de ou depois que o dano aconteça.

Fator importante a ser considerado é o estudo com os entomófagos de alta prioridade, para determinar as suas exigências de hábitat e o que pode estar limitando a sua efetividade no campo. O sucesso do controle biológico depende do grau de conhecimento e adequação das exigências de hábitat da espécie ou de espécies relacionadas e dos fatores limitantes da efetividade do inimigo natural, como, por exemplo, a maior ou menor cobertura vegetativa da área-alvo ou a maior ou menor presença de presas alternativas, fornecimento de outros alimentos, uso de inseticidas químicos, presença de inimigos naturais secundários ou até mesmo a competição (intra ou inter-específica).

Portanto, determinar se o fator limitante pode ser diminuído ou potencialmente viável do ponto de vista de custo é fundamental, o que pode ser verificado através da condução de experimentos de campo, modificando o hábitat da planta cultivada, para

testar a viabilidade da conservação, confirmando os fatores limitantes e avaliando a possibilidade de melhorar o controle biológico em pequena escala.

Numerosas táticas de conservação de inimigos naturais já foram usadas no passado, especialmente no começo do controle biológico conservador, visando, principalmente, a redução da mortalidade direta ou a interferência e provisão de recursos adicionais para os insetos.

A idéia atrás da estratégia da redução da mortalidade direta é óbvia. Ao reduzir a mortalidade de inimigos naturais, haverá simplesmente mais insetos benéficos presentes, que poderão exercer maior controle em cima da população da praga. Porém, os fatores que podem matar os inimigos naturais são numerosos, de modo que as táticas requeridas para reduzir a mortalidade são diversas. Semelhantemente, se nós aumentarmos o desempenho dos entomófagos, eles darão melhor controle.

Pó

Excesso de pó na área-alvo pode ser prejudicial ao controle biológico, principalmente para aqueles inimigos naturais mais ativos e expostos, que, por ficarem mais freqüentemente em contato com o pó, têm diminuída sua capacidade de procurar a presa e, por conseqüência, reduzida sua eficácia no local. O excesso de pó pode também induzir à emigração. O pó poderia, ainda, ter efeito sobre a camada epicuticular cerosa do inseto, induzindo a dessecação.

Uso de cobertura vegetal, plantio direto ou até mesmo pavimentação das estradas próximas às áreas de plantio são práticas que podem ser efetivas na supressão do pó. Menos intuitivamen-

te, óbvio é o valor potencial de quebra-ventos, que levam a menor movimento do ar, diminuindo a movimentação do pó e provocando menor impacto sobre as taxas de parasitismo.

Controle químico

Os agroquímicos podem ser a principal causa de ruptura do controle natural ou biológico. Os esforços iniciais para reduzir esse impacto foram centrados na redução do número de aplicações de inseticidas, fazendo com que as aplicações de fato coincidisse com níveis de população da praga que fossem prejudiciais, caso não fosse controlada. Esse foi o começo do conceito de Manejo Integrado de Pragas. Posteriormente, foram incluídos o uso de inseticidas seletivos ou formulações mais seletivas de inseticidas padrões, por exemplo, inseticidas granulados para uso no solo (muitos), doses reduzidas de inseticidas (muitos) etc. A utilização de inseticidas seletivos é primordial no manejo de pragas.

Plantas geneticamente modificadas

A nova área da engenharia genética visando à resistência contra insetos está em seu início. Não podem ser ainda preditos os impactos agrícolas, ecológicos, científicos e sócio-políticos em longo prazo desse trabalho, com a devida segurança.

Atualmente disponível, plantas resistentes a insetos foram geneticamente modificadas através da inserção em seu genoma do gene da endotoxina de *Bacillus thuringiensis* (Bt). Quatro grandes cultivos já possuem "variedades Bt" disponíveis: milho, algodão, batata e soja. Essas variedades oferecem esperança, mas também levantam, suscitam alguns questionamentos sobre o futuro do manejo integrado de pragas: elas permitirão reduções significantes e continuadas no uso de inseticida ou os insetos fica-

rão resistentes ao Bt incorporado? Como deveríamos manejar cultivares com Bt para atrasar o desenvolvimento de resistência ao gene de Bt incorporado? Também há perguntas que envolvem aspectos científicos e sócio-políticos: o alimento contendo Bt é seguro? Tais variedades continuarão a fazer parte da moderna agricultura?

As companhias produtoras de variedades Bt entendem o risco da resistência. Sabem também que a resistência em uma população de inseto é possível, através de mutação para resistência. Isso parece favorecer o uso de baixos níveis da expressão da endotoxina Bt para reduzir a velocidade do desenvolvimento de resistência. Porém, sabe-se também que um alto nível de expressão de Bt trará mais dificuldade para uma população de inseto dar o primeiro passo evolutivo para resistência. Assim, o plano atual incorpora níveis altos de expressão da endotoxina Bt, entremeados com plantios de cultivares sem a toxina, para reduzir o risco de genótipos resistentes dos insetos passarem para a próxima geração.

Insetos desenvolverão resistência às cultivares Bt? Muito provavelmente. Porém, não se pode prever a data. As corporações já estão trabalhando na próxima geração de cultivares geneticamente modificadas com níveis até mais altos de Bt e com genes múltiplos.

O Bt foi considerado um inseticida microbiano muito seguro. A maioria dos dados científicos disponíveis indicam que a proteína de endotoxina em alimento não é perigosa.

Disponibilização de recursos suplementares

Recursos essenciais para um inimigo natural incluem o hospedeiro, outros alimentos que não o hospedeiro e áreas de refúgio (abrigo). Todos estes fatores têm sido manipulados para aumentar a eficiência do controle biológico.

Hospedeiro/presa

Uma presa (para uma espécie de predador) ou um hospedeiro (para uma espécie de parasitóide) podem ser disponibilizados no campo em casos de escassez, para manter no local a população do entomófago. Exemplo disso é encontrado em relação ao pulgão *Diuraphis noxia* (Mordvilko) (Homoptera: Aphididae). Havia dificuldade no estabelecimento de *Aphelinus asychis* Walker (Hymenoptera: Aphelinidae), no sudeste de Idaho (EUA). O problema parecia ser relacionado ao fato de a vespa emergir da diapausa hibernar antes que a população de afídeos fosse suficiente para a sobrevivência do parasitóide. Assim, foi liberada na área certa quantidade de pulgões que garantiu o estabelecimento do parasitóide.

Hospedeiro/presa alternativos

Hospedeiros ou presas alternativas também podem ser fornecidos aos inimigos naturais. O primeiro estudo documentado envolveu o ácaro *Tetranychus pacificus* McGregor (Tetranychidae), que é uma praga séria de uvas em vinhedos da Califórnia. O ácaro *Eotetranychus willamettei* Ewing (Tetranychidae) também ocorre nos vinhedos, mas é uma praga secundária. Essa espécie, às vezes, serve como presa, enquanto permite que o predador *Metaseiulus occidentalis* (Nesbitt) (Phytoseidae) atinja uma população suficiente para evitar que a praga-alvo atinja números prejudiciais.

Alimento de não-hospedeiros

Fontes vivas de alimento que não o hospedeiro podem ser outras variedades ou até outros materiais. Plantio intercalar em grande escala pode atingir metas semelhantes.

A pulverização de alimento tem sido baseada tipicamente em uma fonte de carboidrato (açúcar ou mel) ou em uma proteína e fonte de carboidrato (açúcar ou mel, mais fermento ou caseína hidrolisada ou fermento). Em conservação, pulveriza-se o alimento, que servirá, principalmente, como atraente, retendo os inimigos naturais na área, até que a população da praga comece a aumentar. Por exemplo, os crisopídeos respondem bem em área pulverizada com sacarose. Aumentos semelhantes foram verificados para adultos de Coccinellidae (joaninhas). A pulverização de fonte alimentar permanece como prática popular entre os agricultores orgânicos. A sincronia entre a aplicação e a presença de inimigos naturais a serem retidos no campo e o excesso de água de chuva que poderá lavar o alimento são problemas a serem contornados.

Refúgios

Refúgios podem ser necessários por um curto espaço de tempo dentro do ciclo de cultivo. Bordaduras, quebra-ventos e outras áreas com vegetação perene podem abrigar Chrysopidae e espécies de Coccinellidae em diapausa e que não migram para longas distâncias. Árvores com grama ao redor delas são frequentemente melhores. Cantos de campos de pivô central podem ser bons candidatos para servirem de refúgio.

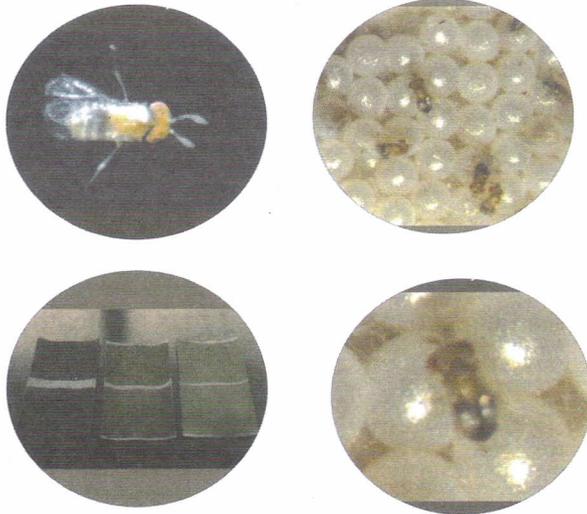


Figura 13.1. Fases biológicas de *Trichogramma pretiosum* – vespinha, que parasita ovos de Lepidoptera: acima, fêmea adulta em close e sobre ovos de *S. frugiperda* e, abaixo, detalhe do parasitismo (direita) e cartela com fases do parasitismo.

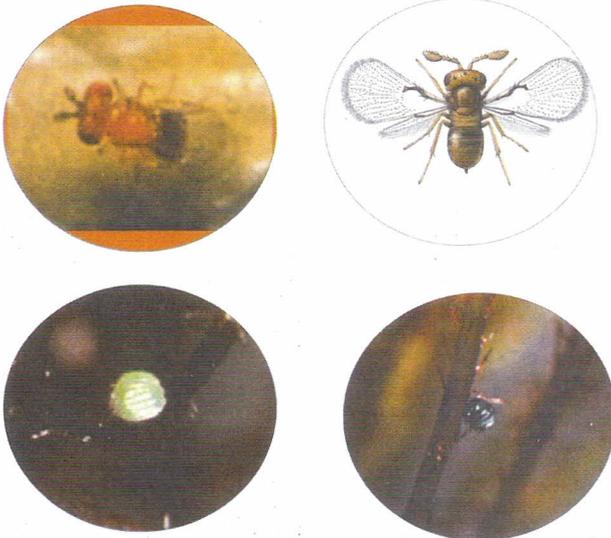


Figura 13.2. *Trichogramma pretiosum* (acima), ovo de *Helicoverpa zea* não parasitado e parasitado pela vespa.

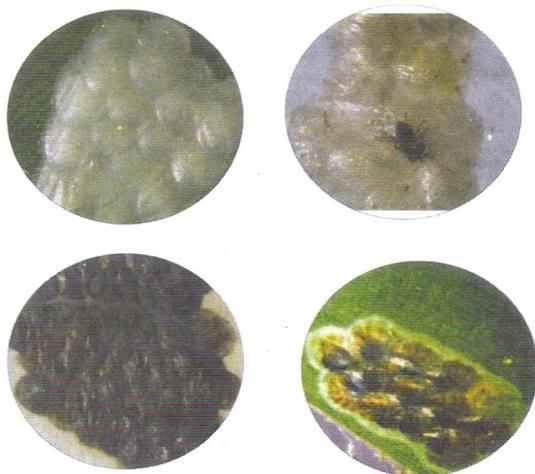


Figura 13.3. Ovos de *Diatraea saccharalis* (broca da cana-de-açúcar) e presença da fêmea de *Trichogramma galloi* parasitando (acima) e, abaixo, postura parasitada e postura não parasitada próxima à eclosão das larvas da broca.

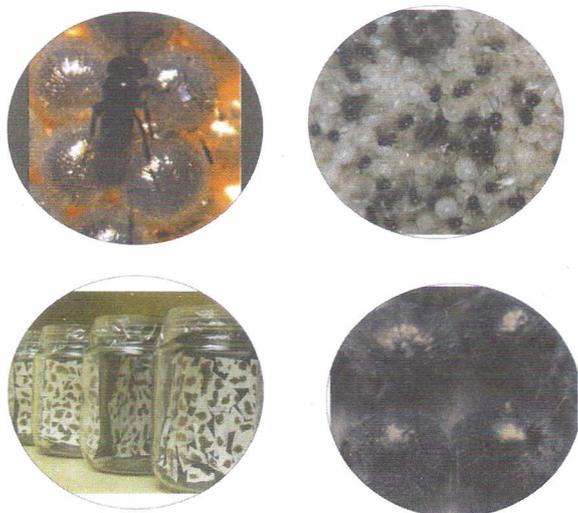


Figura 13.4. Fases biológicas de *Telenomus remus* - vespinha que parasita ovos de *Spodoptera frugiperda*: acima, fêmea adulta sobre ovos de *S. frugiperda* e, abaixo, orifício de saída da vespinha (direita) e detalhe da criação.

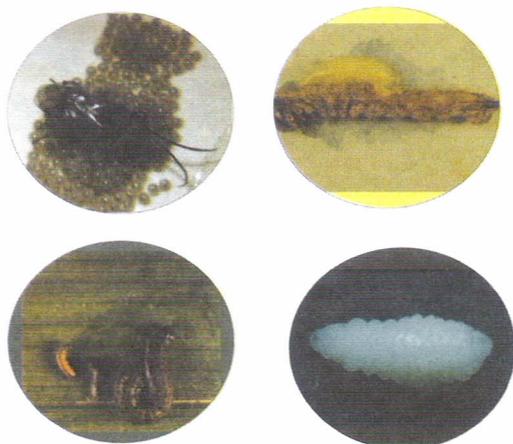


Figura 13.5. Fases biológicas de *Chelonus insularis* - vespa que parasita ovos de *Spodoptera frugiperda*, mas que mata a lagarta: acima, fêmea adulta sobre ovos de *S. frugiperda* e larva do parasitóide saindo do corpo morto da lagarta-do-cartucho e, abaixo, pupa da vespa (direita) e comparação entre larva sadia e parasitada.

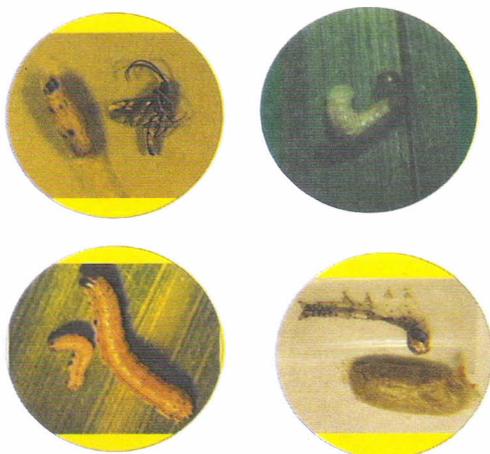


Figura 13.6. Fases biológicas de *Campoletis flavicincta* - vespa que parasita larvas pequenas de *Spodoptera frugiperda*: acima: adulto e pupa (esquerda) e larva do parasitóide saindo do corpo morto da lagarta-do-cartucho e, abaixo, pupa da vespa (direita) e comparação entre larva sadia e parasitada.

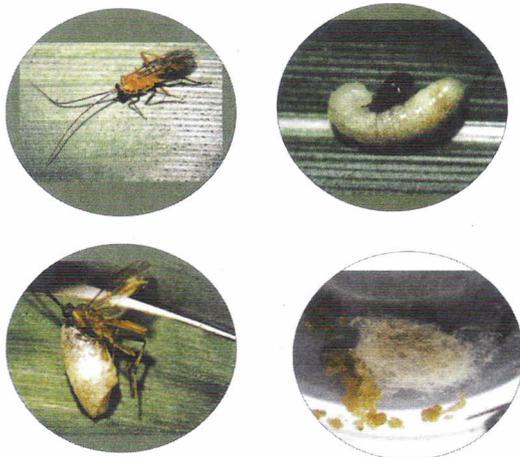


Figura 13.7. Fases biológicas de *Exasticolus fuscicornis* - vespa que parasita larvas pequenas de *Spodoptera frugiperda*: acima, adulto e larva do parasitóide e, abaixo, pupa da vespa (direita) e adulto junto ao seu casulo.



Figura 13.8. Fases biológicas de *Cotesia flavipes* - vespa que parasita larvas de *Diatraea saccharalis* - acima, larva de *D. saccharalis* (broca da cana-de-açúcar) sem e com a presença do parasitóide e abaixo, larva sendo parasitada (direita) e casulo da vespinha.

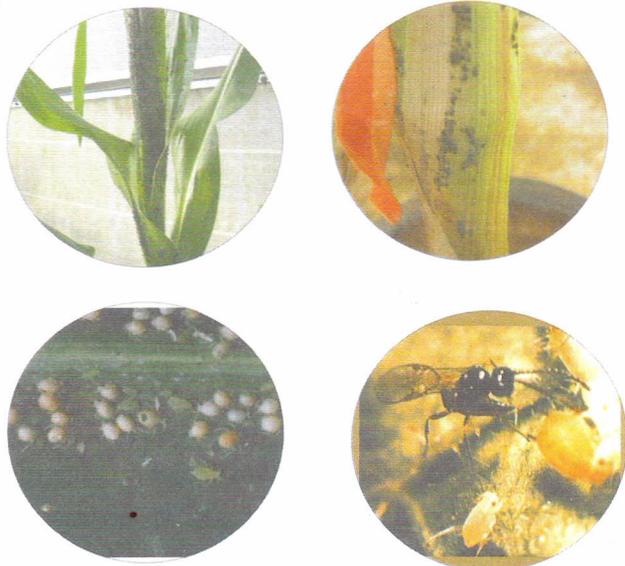


Figura 13.9. Colônia do pulgão *Rhopalosiphum maidis* em milho (acima) e múmias de pulgões parasitados e detalhe do parasitóide *Aphidius colemani* (abaixo).



Figura 13.10. Parasitóide da ordem Diptera associado à lagarta-do-cartucho.



Figura 13.11. Fases biológicas de *Coleomegilla maculata* (joaninha): acima, adulto e ovo e, abaixo, larva (direita) e pupa.

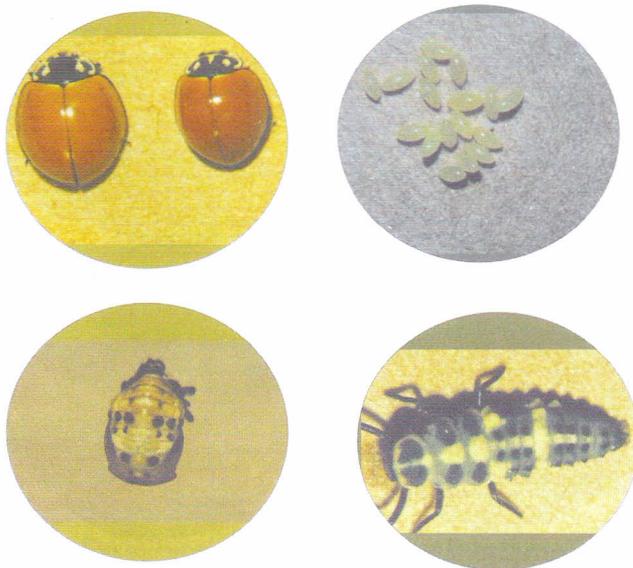


Figura 13.12. Fases biológicas de *Cycloneda sanguinea* (joaninha): acima, adulto e ovo e, abaixo, larva (direita) e pupa.



Figura 13.13. Fases biológicas de *Eriopis connexa* (joaninha): acima, adulto e ovo e, abaixo, larva (direita) e pupa.

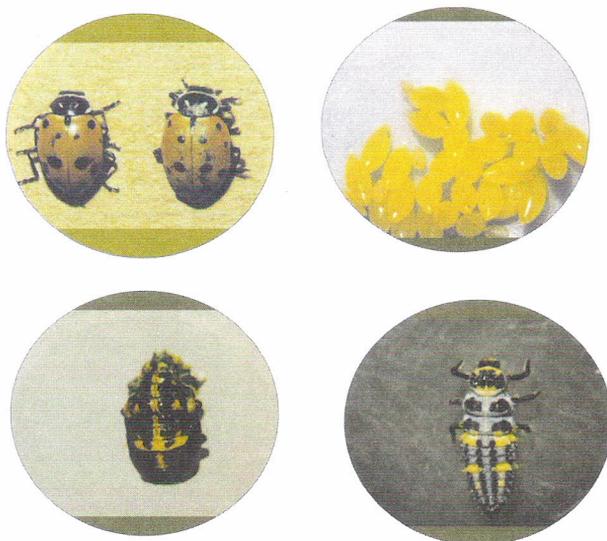


Figura 13.14. Fases biológicas de *Hippodamia convergens* (joaninha): acima, adulto e ovo e, abaixo, larva (direita) e pupa.

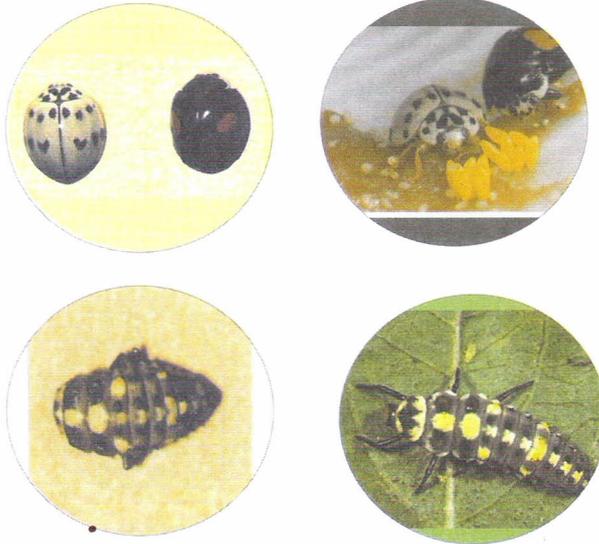


Figura 13.15. Fases biológicas de *Olla v-nigrum* (joaninha): acima, adulto e ovo e, abaixo, larva (direita) e pupa.



Figura 13.16. Fases biológicas de *Chrysoperla externa* (crisopídeo): acima, adulto e ovo e, abaixo, larva (direita) e pupa.

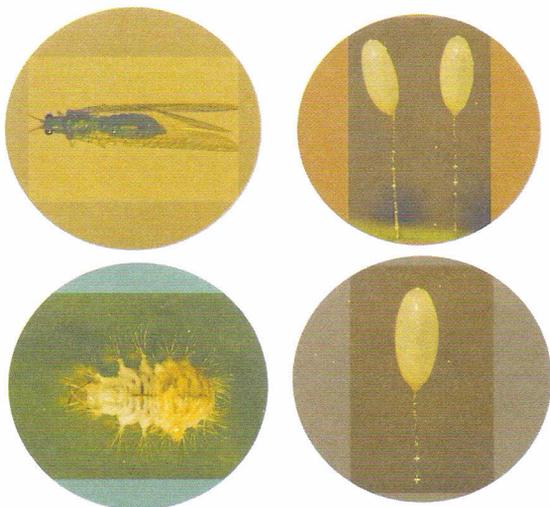


Figura 13.17. Fases biológicas de *Ceraeochysa caligata* (crisopídeo): acima, adulto e ovo e, abaixo, larva (direita) e ovo.



Figura 13.18. Fases biológicas de *Doru luteipes* (tesourinha predadora de ovos, larvas e pulgões: acima, casal adulto e ovos e, abaixo, ninfa (direita) e fêmea e ninfa.

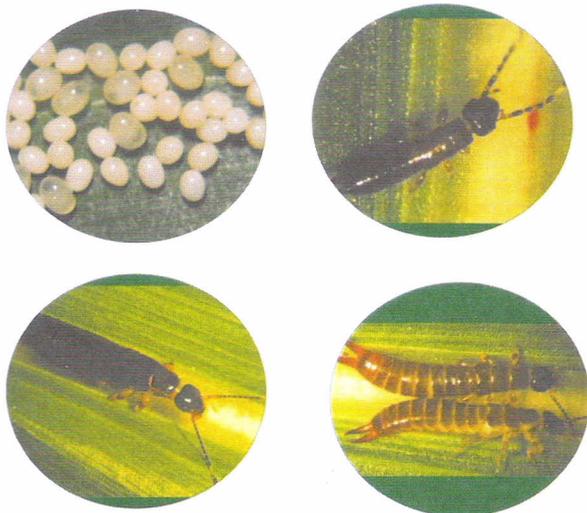


Figura 13.19. Fases biológicas da tesourinha, *Euborellia anulipes*: acima, ovos e ninfa jovem e, abaixo, adulto e ninfas.



Figura 13.20. Pupas (acima) e larvas (abaixo) de espécies de Sirfídeos.

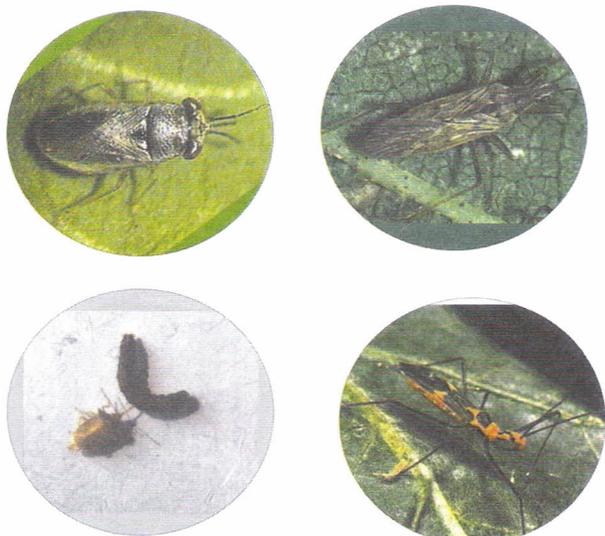


Figura 13.21. Predadores de pragas associadas ao milho: acima, *Geocoris* e *Nabis* e abaixo, *Podisus* e *Zellus*.



Figura 13.22. Fases biológicas do predador *Calosoma* sp.: acima, adultos e ovo e, abaixo, larva (direita) e pupa.

13.7 Referências

BLAIR, A.; ZAHM, S. H.; PEARCE, N. E.; HEINEMAN, E. E.; FRAUMENI, J. E., Jr. Clues to Cancer Etiology from Studies of Farmers. **Scandinavian Journal of Work, Environment and Health**, Helsinki, v. 18, n. 4, p. 209-215, 1992.

CAVE, R. Biology, ecology and use in pest management of *Telenomus remus*. **Biocontrol News and Information**, Wallingford, v. 21, n. 1, p. 21N-26N, 2000. Disponível em: <<http://www.pestscience.com/PDF/BNIRA52.PDF>> Acesso em: 28 maio 2007

CRUZ, I. Controle biológico em manejo de pragas. In: PARRA, J. R.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. Manole: São Paulo, 2002. Cap. 32, p. 543-570.

CRUZ, I. **Manejo da resistência de insetos pragas a inseticidas com ênfase em *Spodoptera frugiperda* (Smith)**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 15 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 21).

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C.; MATOSO, M. J. **Controle biológico de *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitóide de ovos *Trichogramma***. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1999a. 40 p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 30).

DACQUEL, L. T.; DAHMANN, D. C. **Residents of farms and rural areas: 1991**. Washington DC: Bureau of the Census, 1993. (Current Population Report No. P20472). Falta o numero de paginas

ESTADOS UNIDOS. Environmental Protection Agency. Office of Pesticide Programs. **List of chemicals evaluated for carcinogenic potential.** Washington, 1997. 22 p..

ISENHOOR, D. J.; LAYTON, R. C.; WISEMAN, B. R. Potential of adult *Orius insidiosus* [Hemiptera: Anthocoridae] as a predator of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. **Biocontrol**, Dordrecht, v. 35, n. 2, p. 269-275, 1990.

MOSES, M. Pesticide-related health problems and farm workers. **American Association of Occupational Health Nurses Journal**, Atlanta, v. 37, p. 115-128, 1989

MOTT L. **Our children at risk:** the five greatest threats to children's health. New York: Natural Resources Defense Council, 1997. Falta o numero de paginas

ESTADOS UNIDOS. Congresso. Office of Technology Assessment. **Neurotoxicity:** Identifying and Controlling Poisons of the Nervous System. Washington, April 1990. p. 283-285. 1990

PIMENTEL, D.; ACQUAY, H.; BILTONEN, M.; RICE, P.; SILVA, M.; LIPNER, V.; GIORDANO, S.; HOROWITZ, M. D' AMORE. Environmental and economic costs of pesticide use. **BioScience**, Washington, v. 42, n. 10, p. 750-760, 1992.

REPETTO, R.; BALIGA, S. S. **Pesticides and the immune system:** the public health risks. Washington: WRI, 1996. 103 p.

STEENLAND, K.; Jenkins, B.; Ames, R. G.; O'Malley, M.; Chrislip, D; Russo, J. Chronic neurological sequelae to organophosphate pesticide poisoning. **American Journal of Public Health**, Washington, v. 84, p. 731-736, 1994.

WOLFF, M. S.; TONIOLO, P. G; LEE, E. W; RIVERA, M.; DUBIN, N. Blood levels of organochlorine residue and risk of breast cancer. **Journal of the National Cancer**, Bethesda, v. 85, p. 648-652, 1993.