



PRAGAS EMERGENTES EM LAVOURAS DE MILHO TRANSGÊNICO BT

Ivan Cruz

Embrapa Milho e Sorgo, ivan.cruz@embrapa.br

É inegável o crescimento da agricultura brasileira nos últimos anos. Investimento em tecnologia, cultivares de alto potencial produtivo e clima favorável estão entre os fatores propulsores para explicar o aumento significativo da produtividade do agronegócio, especialmente entre os cereais. Na realidade a agricultura brasileira se tornou em uma imensa área verde com ocupação do solo em praticamente todo o ano. Obviamente, disponibilidade contínua de alimento favorece o desenvolvimento de insetos fitófagos. Tais alimentos podem ser espécies diferentes de plantas como algodão, milho e soja disponíveis no mesmo tempo ou em tempos diferentes como é o caso do milho que é cultivado em duas safras. Como também não se tem limitações climáticas profundas, as espécies de insetos pragas com alimento adequado e em quantidade suficiente ganham condições para aumentar rapidamente em número e em gerações, a ponto de demandar com mais frequência, medidas de controle, aumentando o custo de produção e reduzindo a rentabilidade da exploração agrícola. Este problema pode ser aumentado quando se trata de pragas polífagas que são extremamente beneficiadas pela formação de uma ponte verde de alimento, tornando-se uma ameaça ao sistema produtivo como um todo. O complexo *Spodoptera/Helicoverpa* e algumas espécies de sugadores são exemplos. Estão geralmente presentes no algodão, no milho e na soja durante a safra de verão e quando não manejados adequadamente podem atingir altas populações na safrinha de milho (Cruz et al., 2013).

O manejo de *Spodoptera frugiperda* (lagarta-do-cartucho) se tornou facilitado no sistema produtivo de milho com a introdução de plantas geneticamente modificadas através da introdução do gene da bactéria *Bacillus thuringiensis* na planta dando origem ao milho Bt. O modo de ação da planta Bt é imediato. Tão logo ocorre a eclosão das lagartas e, conseqüentemente o início da alimentação, as lagartas neonatas são



intoxicadas e mortas, não tendo tempo para causar injúrias às plantas. Assim sendo não necessitam de outras medidas de controle que eram invariavelmente realizadas através de pulverizações com inseticidas químicos. Tais pulverizações, geralmente realizadas de modo repetitivo e sem critérios técnicos, são responsáveis pelo avanço no aparecimento de pragas resistentes a diferentes produtos químicos, como mostram vários trabalhos realizados com a lagarta-do-cartucho em milho. Portanto, a planta Bt permitiu reduzir a pressão de seleção existente sobre a praga pela aplicação dos produtos químicos.

Particularmente em milho, praticamente todos os híbridos disponíveis no mercado são Bts. Como os resultados iniciais mostraram alto nível de controle da lagarta-do-cartucho, a adoção da tecnologia foi imediata, mesmo com o maior custo da tecnologia. Infelizmente, com o aumento do número de cultivares Bt disponíveis no mercado e com o aumento significativo da área cultivada, começaram a ser observadas injúrias da praga em algumas cultivares Bt, criando-se incertezas sobre o real valor da tecnologia. Tal fato tem levado o produtor, sem conhecimento mais aprofundado sobre o risco de se ter perdas em produtividade, a lançar mão novamente ao sistema antigo de controle. Ou seja, aplicações de produtos químicos também nas cultivares Bts.

Até mesmo antes de se disponibilizar comercialmente as cultivares Bt já havia preocupação sobre a possibilidade de quebra da resistência da planta ao inseto. Tanto é que há recomendação expressa dos detentores da tecnologia Bt para a utilização de cultivares com alta expressão da proteína e o plantio de área com cultivares semelhantes, porém, convencional, como estratégia de manejo da resistência (área de refúgio). Infelizmente, tais recomendações têm sido seguidas, pois há variabilidade entre as cultivares Bts em relação ao grau de expressão da proteína e poucos cultivam a área de refúgio.

Conforme já salientado, o principal alvo de cultivares Bts tem sido a Ordem Lepidoptera que abriga as lagartas, como a lagarta-do-cartucho, a lagarta-da-espiga (complexo *Helicoverpa*) e a broca-da-cana (*Diatraea saccharalis*). Destas, a lagarta-do-cartucho é a principal praga. Em uma cultivar convencional e sem o uso de medidas de controle, geralmente está presente em praticamente todos os estádios de



desenvolvimento da planta e causando prejuízos ao agricultor. Com o uso de cultivares o milho Bt com alta expressão da toxina, em geral tem sido verificada a redução dos danos da praga, não necessitando de medidas complementares de controle. No entanto, outras espécies de insetos, notadamente os sugadores vem ocupando o nicho anteriormente ocupado pela lagarta-do-cartucho, especialmente em fases iniciais de desenvolvimento da planta demandando medidas de controle. Embora ainda de maneira localizada, tem sido verificado aumento em populações de tripes (*Frankliniella williamsi*), percevejos (*Dichelops melacanthus*) e cigarrinhas, seja a cigarrinha do milho (*Dalbulus maidis*) ou cigarrinhas-das-pastagens (*Deois flavopicta* ou *Mahanarva* sp.). As cigarrinhas de maneira geral estão presentes na planta a partir do estágio de quatro folhas, enquanto que as demais espécies são mais comuns logo após a emergência da planta e podem ocasionar redução significativa na densidade de plantas a ponto de reduzir a produtividade de grãos. Além da possibilidade de matar a planta, sintomas parciais de danos destes insetos sugadores incluem mudanças de coloração da plântula que podem ficar amareladas ou arroxeadas, a semelhança de sintomas de deficiência mineral, dificultando a correta identificação do agente causal e, conseqüentemente atrasando a tomada de decisão sobre a necessidade e qual tática de controle a ser utilizada. Perfilhamento também é sintoma de ataque especialmente do percevejo.

Algumas hipóteses têm sido levantadas para explicar o aumento da incidência de insetos sugadores em milho Bt. Uma delas é a eliminação das aplicações de inseticidas para o controle da lagarta-do-cartucho, antes rotineiramente utilizados no milho convencional. Outra hipótese considera a própria lagarta-do-cartucho como sendo mais agressiva do que as demais espécies a ponto de ter domínio territorial, não deixando que outras espécies tenham oportunidade de desenvolvimento normal no mesmo local de ataque da lagarta. Existe também a hipótese do milho Bt ser mais atrativo aos sugadores do que o milho convencional. Esta hipótese pode ser inclusive apontada como responsável pelo aumento de pulgão (*Rhopalosiphum maidis*) que ocorre geralmente em plantas mais desenvolvida de milho Bt, geralmente na final de cartucho e início de pendramento.



Atualmente tem merecido atenção a incidência de pragas na espiga do milho. Além da lagarta-da-espiga (*H. zea*), tem sido verificado aumento na incidência de outras espécies. Por exemplo, em algumas regiões produtoras podem ser verificadas as espécies *Dichomeris famulata*, uma pequena e ágil lagarta que se alimentam dos grãos em formação e *Euxesta eluta* e *E. mazorca* que além de danificar os estilos-estigma e alimentarem dos grãos criam condições favoráveis para a entrada de microrganismos contribuindo tanto para perdas quantitativas qualitativas. Tais espécies que atacam as espigas têm sido verificadas indistintamente em milho convencional e milho Bt. É possível que a quantidade expressa de toxinas de Bt nas espigas não seja suficiente para reduzir a população destas espécies de pragas. Hipótese semelhante pode também explicar a presença da lagarta-do-cartucho na espiga.

Mais recentemente o milho (convencional ou Bt) tem sido danificado principalmente na espiga, pela espécie *H. armigera*, até então uma praga quarentenária A1 para país.

É uma praga com características diferenciadas de tal forma que representa de fato, um grande risco para o agronegócio brasileiro. O inseto tem sido assinalado em vários hospedeiros, causando danos visualmente severos, o que levou o agricultor a utilizar medidas químicas para o controle da praga, porém sem sucesso, como aconteceu no Oeste do Estado da Bahia, na safra 2012 nas culturas do algodão, do milho e da soja. Atualmente o inseto está em praticamente todos os estados da federação. Por se tratar de uma espécie introduzida, ainda faltam resultados de pesquisas locais que permitam traçar com precisão a melhor tática de manejo.

Além da polifagia, o inseto apresenta outra característica que pode explicar a sua severidade no Brasil. Sua resistência a vários grupos de inseticidas químicos conforme os inúmeros relatos na literatura mundial. Tal grau de resistência pode ser agravado em milho no Brasil pela dificuldade de atingir o alvo através de pulverizações convencionais, pelo fato da mariposa colocar seus ovos nos estilos-estigma da espiga e tão logo as lagartas neonatas dirigiram para o interior da espiga ficando protegida contra a ação, por exemplo, de inseticidas. Na realidade, mesmo que as lagartas ficassem



expostas no estilo-estigma, elas estariam de certa maneira protegidas por uma barreira física conferida pelas folhas. Portanto, com grande probabilidade, o inseto ao não ser atingido por dose mínima necessária do inseticida aplicado, pode rapidamente desenvolver resistência aos produtos existentes no Brasil.

Estratégias de manejo

Apesar da variabilidade na eficiência do milho Bt em relação à principal praga alvo (lagarta-do-cartucho) não se pode desconsiderar a importância da tecnologia para o manejo integrado de pragas (MIP). Na essência, o MIP considera o papel fundamental dos agentes de controle biológico (ACB) como parte das táticas de manejo. Assim sendo, ao se delinear qualquer programa de manejo devem-se levar em conta os efeitos, positivos ou negativos, das medidas de controle a serem executadas, considerando todas as espécies de insetos fitófagos na área alvo. Outro ponto importante do MIP é considerar o sistema produtivo como um todo, pois um manejo inadequado de pragas comuns em outros cultivos pode demandar esforço adicional no milho. Tal fato tem sido bem reconhecido no caso dos percevejos, quando presentes na safra de soja. Após a colheita da soja a população de percevejos pode migrar para o milho safrinha e, dependendo da sua densidade, causar danos significativos ao milho recém emergido.

O passo inicial para se estabelecer o MIP em milho é reconhecer em tempo hábil, os insetos-praga na lavoura. Por exemplo, as mesmas pragas subterrâneas que atacam o milho convencional também atacam o milho Bt. Sua importância é especialmente determinada pelo histórico da área, ao longo dos anos. São várias espécies bem conhecidas pelo produtor, que individualmente ou em conjunto podem reduzir o número esperado de plantas por unidade de área ou a competitividade das plantas parcialmente danificadas. Em quaisquer situações contribuem para a redução da produtividade.

Espécies de insetos sugadores que atacam a planta recém-emergida possuem grande potencial destrutivo e que também, dependendo da espécie podem transmitir



doenças importantes para a planta. Entre as espécies sugadoras há uma grande preocupação pelo avanço das populações de percevejos, especialmente a espécie *D. melacanthus* (percevejo barriga-verde), que pode matar ou reduzir a competitividade da planta de milho Bt após o seu ataque. No entanto, outras espécies como o *Nezara viridula* (percevejo verde) ou *Euchistus heros* (percevejo marrom) também têm sido observadas em milho Bt tanto na safra como na safrinha.



Figura 1. Sintomas de dano provocado por *D. melacanthus* em milho B: danos na folha e perfilhamento

O conceito de ponte verde (fonte de alimento para os insetos durante o ano todo) pode ser utilizado também para explicar a presença crescente das cigarrinhas-das-pastagens em milho Bt. Hoje com o manejo adequado das pastagens, notadamente de braquiárias, seja em sistema único ou em sistema de integração, particularmente quando o milho está presente, é possível ataques de adultos da cigarrinha tanto em plantas recém emergidas, que são muito sensíveis ao dano do inseto até em plantas mais desenvolvidas.



Figura 2. Presença de *Deois flavopicta* (cigarrinha-das-pastagens) em milho e em braquiária.

A espécie *S. frugiperda*, embora não seja em seu conceito pleno, uma praga emergente no milho Bt, causa preocupação pelo fato de estar aumentando sua incidência nestas cultivares desde a planta recém-emergida (Figura 4). Obviamente, este fato é de extrema preocupação, pois se esperava que a tecnologia Bt mantivesse a praga em baixos níveis populacionais por períodos mais longos. Na realidade a capacidade de adaptação da lagarta-do-cartucho é muito grande. Praga chave do milho convencional, tanto na safra de verão como na safrinha e considerada de alta especificidade para este cereal, a espécie é hoje praga chave também em algodão, arroz, braquiárias, soja, sorgo, tomate e com certeza podendo alimentar em muitos outros hospedeiros de expressão comercial ou mesmo nativos mantendo-se alta densidade populacional durante o ano todo. Este fato tem sido demonstrado em monitoramento através de coletas de mariposas em armadilhas contendo feromônio sexual sintético (Figura 5). Portanto, mesmo com a ampla adoção da tecnologia Bt, não houve decréscimo acentuado na população da praga que continua a exercer pressão continuada sobre a planta Bt e pode efetivamente acelerar o processo de quebra de resistência nestas cultivares, a não ser que estratégias adequadas de manejo sejam utilizadas.



Figura 3. Postura de *S. frugiperda* em plantas jovens de milho Bt.

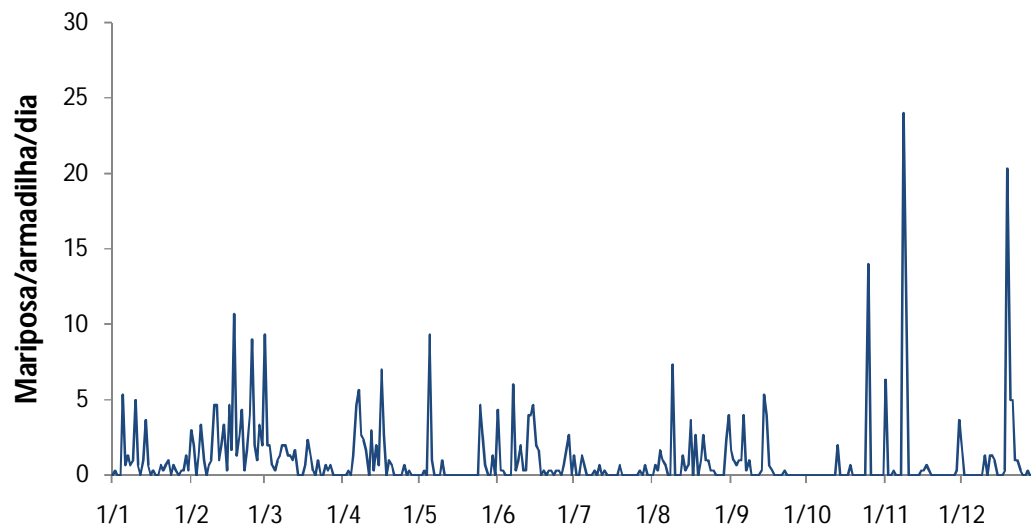


Figura 4. Captura diária de mariposas de *S. frugiperda* em armadilha contendo feromônio sexual em Sete Lagoas, MG em quatro áreas distintas, durante o ano de 2012.

Outra espécie que tem aumentado em milho Bt, especialmente na safrinha é *Rhopalosiphum maidis* (pulgão do milho) especialmente no final da fase de cartucho e início do pendramento. O inseto pode atingir altas populações e reduzir a produtividade do milho.



Figura 5. Colônia de *Rhopalosiphum maidis* (pulgão) na folha e no pendão de milho Bt.

Conforme já salientado, há grande risco de aumento da importância do complexo de pragas da espiga. Além da tradicional *H. zea* (lagarta-da-espiga) e *S. frugiperda* (lagarta-do-cartucho) os estilos-estigma e os grãos em formação são alimentos adequados para o desenvolvimento de *D. famulata* (lagarta-pequena da espiga, Figura 6) e de *E. eluta* e *E. mazorca* (moscas da espiga, Figura 7). De maneira geral as moscas são consideradas pragas que são beneficiadas pela presença de lagartas.



Figura 6. Adulto (2 cm de envergadura), lagarta (1,5 cm de comprimento máximo) e sintoma de danos na espiga de milho.



Figura 7. Adulto (cerca de 8 mm), ovos, larvas (4 mm) e danos de *E. mazorca* na espiga de milho.



O potencial de risco de perdas em produtividade do milho Bt pode ser ampliado pela presença recente de *H. armigera* atacando as espigas.

Conforme já salientado a espécie *H. armigera* foi recentemente introduzida no Brasil e tem causado severos prejuízos ao agronegócio, especialmente em algumas regiões produtoras onde tem sido cultivado simultaneamente algodão, milho e soja. Hoje, no entanto, o inseto já está disseminado em praticamente todo o país, tendo como hospedeiros além de algodão, milho e soja, cereais de inverno, como trigo, aveia, cevada e triticale, culturas hortícolas, como cerejas, tomate, pimentão e pepino, feijão, flores, girassol, grão de bico, linhaça, painço, sorgo, tabaco, tomate, além de frutas cítricas.

O adulto de *H. armigera* (Figura 8) é muito semelhante ao adulto de *H. Zea*. Portanto, a separação das duas espécies depende de técnica para apurada, baseada na genitália masculina. No milho a fêmea coloca seus ovos esféricos, individualizados preferencialmente nos estilos-estigmas da espiga, podendo, no entanto, colocá-los também nas folhas (Figura 8). Cada fêmea pode prodir até 2000 ovos durante sua vida útil. Uma geração da praga pode ser completada em média, entre 35 e 40 dias.. As lagartas apresentam colorações variadas e também exigem um conhecimento mais aprofundado para separar as duas espécies. Esta tarefa é mais simples quando as lagartas estão mais desenvolvidas (Figura 9).

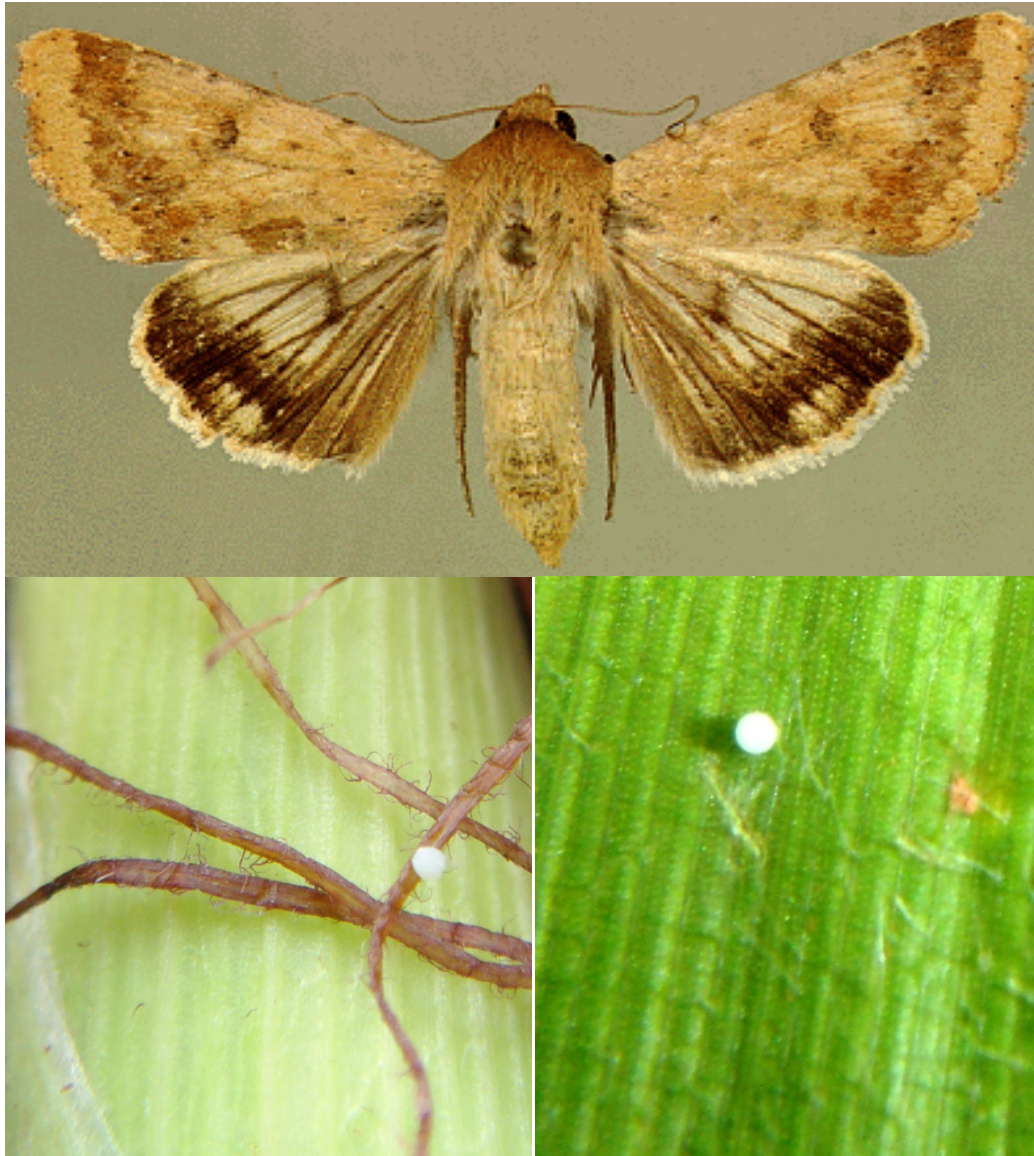


Figura 8. Adulto e ovo de *H. armigera* no estilo-estigma e na folha de milho.



Figura 9. Presença de *H. zea* (esquerda) e *H. armigera* na espiga de milho.

Manejo integrado

Conhecendo os aspectos bioecológicos das principais pragas do milho Bt e considerando os riscos eminentes de se ter perdas econômicas será fundamental seguir rigidamente as estratégias preconizadas pelo MIP. Tais estratégias se iniciam com a **escolha correta da semente**. Deve ser dada prioridade para as cultivares com mais de um evento transgênico expressando diferentes proteínas bem como evitar o uso de eventos contendo a mesma proteína em locais onde mais de um cultivo é explorado, como por exemplo, algodão, milho e soja (Tabela 1).



Tabela 1. Eventos Bts disponíveis no Brasil para a safra atual (Compilação Embrapa Milho e Sorgo, 2013).

Cultivo	Eventos Bt	Nome comercial	Proteína inseticida
Milho	MON 810	Yieldgard ®	Cry1Ab
	Bt11	TL ®	Cry1Ab
	TC 1507	Herculex ®	Cry1F
	MON 8903	Pro®	Cry1A.105/Cry2Ab2
	MIR 162	Viptera- MIR162 ®	Vip3Aa20
	Bt11 X MIR 162	TLViptera	Cry1Ab/VIP3Aa20
	MON 89034 + TC1507	Power Core ® PW	Cry1A.105/Cry2Ab2/Cry1F
	TC 1507 x MON 810	Hx YG	Cry1Ab/Cry1F
Algodão		Boldgard I	Cry1Ac
		Widestrike	Cry1Ac Cry1F
		Boldgard II	Cry2Ab2/Cry1Ac
		Twinkink	CrySojaAb / Cry2Ae
Soja	MON 87701&MON89788	Intacta RR2 Pro	Cry1Ac

Embora muito questionado e pouco utilizado, o plantio de uma área de milho convencional (área de refúgio) é muito importante no manejo da resistência. O tamanho da área destinada ao refúgio tem variado de acordo com a cultivar utilizada. E esta área de refúgio deve estar no máximo 800 metros de distância da área de milho Bt. Hoje há uma tendência de aumento da área de refúgio para um mínimo de 20% em relação à área total de plantio de milho.

Independente a cultivar de milho Bt utilizada o **tratamento da semente com inseticidas sistêmicos** voltado para pragas não alvo é indispensável. Deve ser também utilizado na área de refúgio. Ainda é um método seguro, efetivo e econômico, considerando o risco eminente de se ter a presença de pragas iniciais em densidades acima do nível de dano econômico.



O sucesso do controle de pragas só é alcançado quando se toma a decisão com base no **nível de dano econômico** para cada espécie de praga. A densidade populacional de determinada praga na área alvo, suficiente para causar danos econômicos, deve ser eficientemente monitorada. O resultado do monitoramento é, portanto, fundamental para se tomar a decisão apropriada sobre a necessidade de medidas de controle. Deve também ter o objetivo de avaliar a eficiência da estratégia de controle utilizada.

O **monitoramento** pode ser realizado por amostragens da presença de ovos, lagartas e até mesmo dos sintomas de danos. Para *S. frugiperda* e *H. armigera* é possível utilizar com vantagens, armadilhas contendo feromônio sexual sintético que detecta a chegada da mariposa na área. É um método eficiente e fácil de utilizar no campo podendo ser utilizado tanto para direcionar o controle biológico como o controle químico (Cruz et al., 2010, 2012).

Uma vez detectada a presença da praga com população suficiente para causar danos econômicos, é necessário utilizar medidas de controle. A escolha correta desta medida e sua aplicação no tempo certo é ponto chave para o sucesso do controle.

O **controle biológico** é hoje uma tecnologia de manejo de pragas em demanda crescente no Brasil para integração especialmente com o uso do milho Bt, tanto para o manejo de *S. frugiperda* como para o manejo de *H. armigera*. A prática continuada de manejo com ênfase ao controle biológico traz como resposta favorável o aumento da biodiversidade propiciada pelo retorno de diferentes espécies de agentes de controle biológico que passam a ter ação sobre as diferentes espécies de insetos fitófagos associados ao cultivo de milho.

Na realidade, são muitos os resultados de pesquisa gerados no país demonstrando a existência de várias espécies de insetos benéficos no agroecossistema (Cruz et al., 2009, 2011) que, se manejadas corretamente, podem contribuir significativamente para a redução da população de insetos fitófagos (Cruz, 2002). Portanto, além do **controle biológico aplicado** (liberação intencional de agentes de



controle biológico adquiridos de biofábricas), a conservação e/ou a utilização de práticas que favoreçam o aumento em número das espécies benéficas e conseqüentemente aumentem a eficiência na redução da população das pragas (**controle biológico natural**) devem ser priorizadas. A descrição e reconhecimento dos principais agentes de controle biológico natural das pragas de milho podem ser encontrados em Cruz (2008).

O principal agente de controle biológico para uso em milho para o controle de Lepidoptera tem sido a espécie *Trichogramma pretiosum* pela sua eficiência no controle das pragas alvo e disponibilidade comercial.

A. Estratégia a ser usada para o controle biológico de *S. frugiperda* com o parasitoide de ovos *T. pretiosum*:

1. **Monitoramento de mariposas** com armadilha contendo feromônio sexual sintético: a armadilha deve ser colocada no campo logo após o plantio do milho (Figura 10), numa densidade de uma armadilha para cada cinco hectares. Ao se coletar três mariposas liberar os parasitoides.

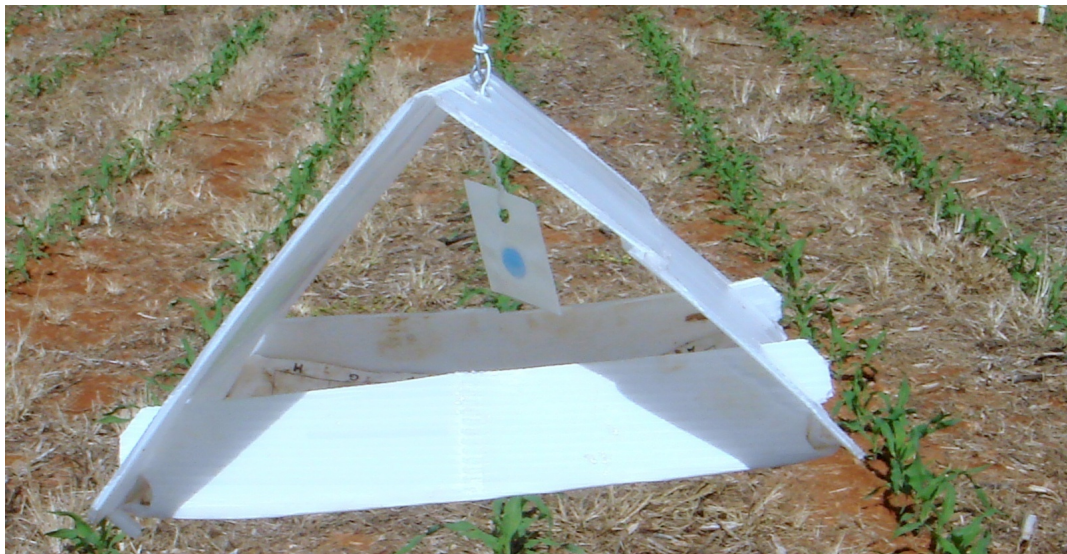


Figura 10. Armadilha contendo feromônio sexual para captura de machos de *S. frugiperda*.



2. **Liberação dos parasitoides:** uma única soltura de 60 mil fêmeas por hectare. Se a população da praga continuar alta, mostrada pela armadilha de feromônio, podem ser necessárias outras liberações, à semelhança ao que acontece com outras medidas de controle. Em áreas onde a população natural de *Trichogramma* é baixa ou desconhecida, o ideal é fazer três liberações espaçadas de três dias considerando que uma geração do parasitoide se completa em 10 dias (Figura 11).

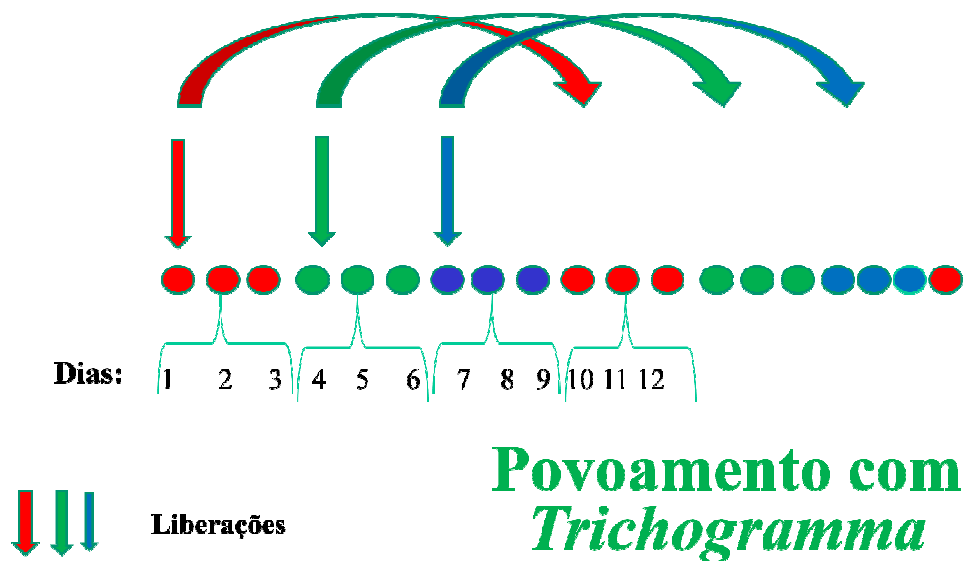


Figura 11. Esquema de liberação de *Trichogramma* para o manejo de *S. frugiperda* em milho.



3. **Avaliação da eficácia da liberação:** monitorar a presença de lagartas e/ou danos nas folhas.

B. Estratégia a ser usada para o controle biológico de *Helicoverpa* com o parasitoide de ovos *T. pretiosum*:

Um dos bons exemplos de controle biológico natural de pragas de milho com o parasitoide de ovos *Trichogramma* é verificado com *H. zea*. Apesar da presença da mariposa e, conseqüentemente de ovos depositados nos estilos-estigmas, a praga não evoluiu para uma população de lagartas suficiente para causar danos econômicos. O índice de parasitismo natural pelo *Trichogramma* pode chegar a mais de 80%. Muito provavelmente nestas áreas de altas taxas de parasitismo a frequência de aplicações de inseticidas tenha sido insignificante em virtude da dificuldade de se fazer a pulverização (indisponibilidade de equipamentos de aplicação, dificuldade de atingir o alvo, ineficiência da aplicação). A ausência de produtos químicos permitiu que o parasitoide rapidamente colonizasse a planta e tornasse um eficiente agente de controle biológico da praga.

A inserção de *H. armigera* no agronegócio brasileiro com tanta informação da mídia tem levado incerteza ao produtor não só de milho, mas também de outras “commodities” notadamente algodão e soja quanto ao risco real da praga em causar prejuízos econômicos à sua exploração agrícola. No caso do milho as mesmas considerações feitas para a *H. zea* em relação à dificuldade de ser eficazmente controlada também se aplicam a *H. armigera*. E, portanto, é de esperar também a real possibilidade de se ter eficiência do controle biológico através da vespa *Trichogramma*. Na realidade a cultura do milho tem sido inclusive considerada com potencial para ser produtora de agentes de controle biológico para outros cultivos, onde uma alta carga de produtos químicos é ainda necessária. No milho, a associação de plantas Bt, controle biológico aplicado e redução da carga de agroquímicos além da participação de agentes

de controle biológico natural pode fazer a diferença na redução dos insetos fitófagos a níveis não econômicos.

A liberação de *Trichogramma* para o manejo de *H. armigera* segue o mesmo esquema descrito para *S. frugiperda*, porém, colocando a armadilha contendo feromônio específico, próximo ao pendramento da planta. A presença de ovos enegrecidos nos estilos-estigmas da espiga indica que o parasitismo ocorreu (Figura 12).



Figura 12. Ovos de *H. armigera* sadios e parasitados por *T. pretiosum*.

Considerações finais

Sem nenhuma dúvida, o aumento na incidência de insetos fitófagos, seja por pragas tradicionais e/ou por pragas emergentes, pode ser de maneira geral atribuído ao desequilíbrio biológico, com redução significativa da população dos agentes de controle biológico natural. Nestas circunstâncias, há necessidade de esforço adicional no estabelecimento correto de programas de manejo com o objetivo de reduzir a



possibilidade de ocorrer perdas econômicas e ao mesmo tempo propiciar a volta dos agentes de controle biológico.

Citação bibliográfica

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

CRUZ, I. Insetos benéficos. In: CRUZ, I. (ed.). Manual de identificação das pragas de milho e de seus agentes de controle biológico. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. p. 121-190.

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M.L.C.; SILVA, R.B. Controle biológico de pragas de milho. **Ciência & Ambiente**, v.42, p.165-190. 2011.

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M.L.C.; SILVA, R.B.; FOSTER, J.E. Efficiency of chemical pesticides to control *Spodoptera frugiperda* and validation of pheromone trap as a pest management tool in maize crop. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo** v. 9, p.20–27. 2010.

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M.L.C.; SILVA, R.B.; SARTO, M.L.; PENTEADO-DIAS, A.M. **Monitoramento de parasitoides de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em municípios de Minas Gerais, Brasil**. Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 29 p. (Documentos/Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1518-4277; 92).

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M.L.C.; SILVA, R.B.; SILVA, I.F.; PAULA, C.S.; FOSTER, J.E. Using sex pheromone traps in the decision-making process for pesticide application against fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* [Smith] [Lepidoptera:



Noctuidae]) larvae in maize. **International Journal of Pest Management**, v.58, n.1, p.83-90. 2012.

CRUZ, I.; VALICENTE, F.H.; VIANA, P.A.; MENDES, S.M. Risco potencial das pragas de milho e de sorgo no Brasil. EMBRAPA, CNPMS, 40p. (Documentos, 150). 2013.