



AVANÇOS E DESAFIOS NO CONTROLE BIOLÓGICO COM PREDADORES E PARASITÓIDES NA CULTURA DO MILHO

¹Ivan Cruz

Não há dúvida sobre a importância do cultivo de Milho Safrinha no Brasil, como pode ser verificada nos dados oficiais que mostram o aumento tanto da área como da produção de grãos, a ponto de ter, na atualidade maior volume de produção em relação à Safra de “Verão”. Com tal aumento em área cultivada na Safrinha também houve aumento na incidência de pragas. Algumas delas são específicas do Milho, mas outras são relacionadas com o plantio que antecede a Safrinha, como é o caso de pragas que normalmente são provenientes da Safra de Soja. Cruz et al. (2013) fizeram uma análise do risco potencial das pragas de Milho e de Sorgo no Brasil em função principalmente do novo cenário da agricultura que tem sido considerada uma grande fazenda com disponibilidade de alimento para os insetos durante o ano todo, configurando o que se chama de “ponte-verde”. Tanto para a Safra de Verão como para a Safrinha de Milho tem havido grande preocupação com o aumento da incidência de insetos sugadores, especialmente com aquelas espécies que incidem no Milho recém-emergido. É o caso, por exemplo, do tripses, *Frankliniella williamsi*, que fica alojado entre as folhas ainda enroladas, e, por isto, muitas vezes não são facilmente detectados pelo agricultor. Além do tripses, nitidamente tem sido verificado o aumento na incidência especialmente no Milho Bt do percevejo barriga-verde, *Dichelops melacanthuse*, dos insetos transmissores de patógenos, tais como a cigarrinha, *Dalbulus maidis* e do pulgão *Rhopalosiphum maidis* (Cruz et al., 2013; Cruz, 2004). Uma possível explicação para este aumento populacional de insetos sugadores em Milho pode ser a diminuição da população da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* em função do aumento do uso de Milho Bt cujo alvo principal é esta espécie e, também, pela redução no uso dos agroquímicos. Ausência tanto da praga dominadora (lagarta-do-cartucho) como das pulverizações com produtos químicos, anteriormente rotineiras, propiciaram condição propícia aos insetos sugadores.

Apesar do sucesso inicial observado com o uso do Milho Bt a tecnologia tem sido utilizada como se fosse solução definitiva para os problemas entomológicos do Milho. Infelizmente, hoje já se observa variabilidade entre as diferentes cultivares de Milho Bt e, pior, em certos casos, a ponto

¹Embrapa Milho e Sorgo, E-mail: ivan.cruz@embrapa.br.



de causar prejuízos econômicos, onde se toma medidas complementares de controle. Portanto, além dos insetos sugadores, continuam sendo importantes em Milho as espécies pertencentes à Ordem Lepidoptera, conhecidas como lagartas (Cruz, 2010). Presença constante nas lavouras, local e modo de ataque e grande potencial reprodutivo, são características que as tornam pragas-chaves não só no Milho, mas também em outras espécies vegetais, além das gramíneas. É o caso, por exemplo, da lagarta-do-cartucho cuja incidência continua sendo alta no Milho não só na fase inicial da planta.

Atualmente, além da lagarta-do-cartucho, o complexo de pragas que atacam as espigas passou a ter maior importância com o aparecimento da *Helicoverpa armigera* uma espécie muito semelhante à lagarta-da-espiga, *H. zea*, porém, muito mais agressiva. Ambas fazem a postura nos estilos-estigma, podendo chegar a ovipositar até 15 ovos por espiga. As lagartas penetram no interior da espiga e iniciam a destruição dos grãos em formação. Mobilidade, polifagia e alta taxa de reprodução são atributos que diferenciam *H. armigera* de *H. zea* em relação à capacidade de causar prejuízos. E tão importante quanto os demais atributos, *H. armigera* é resistente a diversos princípios ativos de inseticidas químicos. Por todos estes fatores, a praga pode rapidamente atingir altas populações e, portanto, causar grandes prejuízos econômicos. Deve ser mencionado, no entanto, que a espécie *H. zea* também pode vir a se tornar uma praga importante em termos de risco potencial para o Milho, pois sua presença na cultura é comum, especialmente na fase de ovo. A baixa presença de lagartas, e conseqüentemente de danos na espiga, tem sido função do controle biológico natural efetivo por meio do parasitoide de ovos *Trichogramma* spp. e provavelmente, de outras espécies de insetos benéficos. Este exemplo clássico do efeito significativo do controle biológico natural é explicado pela não utilização de outros métodos de controle, permitindo o equilíbrio no sistema. Com a entrada da *H. armigera* no sistema produtivo é necessário pensar em medidas de controle mais sustentáveis para não causar ruptura no equilíbrio propiciado por agentes de controle biológico natural, o que pode significar dificuldades adicionais ao MIP em curto prazo. Além do Milho, são hospedeiras do complexo *Helicoverpa* as culturas de algodão, tomate, Soja, sorgo, trigo, girassol, alho, berinjela, cebola, chuchu, ervilha, feijão, feijão-vagem, fumo, jiló, melancia, melão, pepino, pimentão, abóbora e abobrinha. Geralmente, a lagarta ataca as partes comercializáveis das plantas como os grãos da espiga, local em que a praga fica protegida da ação, por exemplo, das pulverizações com produtos químicos.



Estratégias de manejo

Em sua essência, para a implantação de um programa de manejo sustentável de pragas devem ser conhecidos os seguintes parâmetros:

1. Nível de Dano Econômico, determinado pela pesquisa para cada praga;
2. Técnicas de monitoramento, também determinada pela pesquisa;
3. Método de Controle, com diferentes opções à disposição do produtor.

Apesar de se ter a presença de diferentes espécies de insetos fitófagos associados ao Milho, o foco do manejo sustentável deve ser voltado para a praga chave, ou seja, para aquela espécie que invariavelmente está presente na área de produção e com populações suficientes para causar prejuízo econômico se não for devidamente controlada. Este é o caso da lagarta-do-cartucho, que deve ser o foco do manejo. O nível de dano econômico ocorre a partir de infestações em cerca de 10% das plantas em lavoura de alta produtividade. Portanto, a tomada de decisão sobre a utilização ou não de uma medida de controle deve se basear na comparação entre este valor de referência e o valor da infestação real. A praga deverá continuamente monitorada para se detectar sua presença na área alvo. Infestação abaixo do valor de referência recomenda novo monitoramento e valor acima indica necessidade de controle.

Tradicionalmente o agricultor utiliza como ferramenta de monitoramento a contagem do número de plantas atacadas em 100 plantas amostradas em pelo menos quatro pontos por hectare. Uma planta atacada muitas vezes é assumida como sendo aquela com sintoma de injúria, ou seja, presença de raspagem na folha. Neste critério tem-se a expectativa de que na planta com folhas raspadas é certa a presença da lagarta. Na maioria das vezes é uma premissa correta. No entanto, corre-se o risco de não ser considerada a planta com lagarta, porém, sem exibir o sintoma de raspagem. Neste caso a percentagem de infestação será subestimada. Além disto, este método de monitoramento tem outro ponto negativo que é a detecção de uma fase do inseto (lagarta) já causando injúria a planta.

Uma alternativa que apresenta vantagens sobre o método tradicional de monitoramento é através de armadilhas iscadas com feromônio sexual sintético, disponível comercialmente no Brasil. A armadilha, colocada na área de plantio na ocasião apropriada, indica a chegada da mariposa. Em função da presença da praga a partir da emergência da planta, a armadilha deve ser colocada no campo por ocasião do plantio. A captura de três mariposas/armadilha é indicativo de que a praga atingirá o nível de dano econômico. Independente da estratégia de controle utilizada, a utilização da



armadilha como ferramenta de monitoramento propicia maior eficiência no controle e como consequência, maior produtividade de grãos (Cruz et al., 2010, 2012). Conhecendo o nível de dano econômico para cada praga chave e utilizando a melhor técnica de monitoramento, o passo final do manejo é a escolha do método de controle.

Historicamente, o principal método de controle de pragas no Brasil é o químico. Facilidade de uso e de obtenção dos produtos; custo relativamente baixo; possibilidade de aplicação contra várias espécies de pragas em um mesmo ou em diferentes cultivos; ação quase que imediata e o desconhecimento e até mesmo falta de alternativas, podem ser apontados como fatores que favoreceram a preferência dos agricultores pelo uso quase unilateral de inseticidas químicos.

O aumento gradativo no número de pragas resistentes e os efeitos colaterais negativos ao ambiente provocados pelos inseticidas químicos somados à maior conscientização da população sobre a necessidade de consumo de alimentos seguros vêm significativamente contribuindo para o avanço no conhecimento e disponibilização de novas tecnologias para o manejo das pragas agrícolas. Entre tais alternativas, podem ser citadas as plantas geneticamente modificadas, conhecidas popularmente como plantas Bts. Seu uso, apregoado como a solução definitiva, com pouco tempo começou a ser questionado pelo aparecimento de população de pragas com capacidade para se alimentar e causar injúrias em algumas das cultivares de Milho Bt o que tem levado ao uso complementar de pulverizações com produtos químicos nestes materiais. Estes fatos sugerem que, sozinhos, tanto o controle químico quanto a utilização de plantas Bts não são suficientes para reduzir a população de insetos pragas para níveis que não causarão prejuízos econômicos ao produtor rural.

A importância de insetos benéficos tais como os parasitóides e predadores é sempre lembrados quando se fala em métodos de controle das pragas agrícolas. Porém, a principal ênfase é dada ao efeito (positivo ou negativo) dos outros métodos de controle sobre tais agentes de controle biológico natural. Ainda há o paradigma de que o controle biológico de insetos não tem eficiência adequada em cultivos anuais. Porém, não existe fundamento científico que comprove tal paradigma. Por exemplo, já se sabe que, de aproximadamente 30 espécies de insetos fitófagos encontradas alimentando-se do Milho, poucas são as que causam perdas econômicas, em função de diferentes fatores incluindo seus inimigos naturais. Infelizmente, pouco se conhece sobre o real efeito de tais agentes de controle biológico natural.



Insetos predadores e parasitoides no controle biológico das pragas de Milho

Várias espécies de insetos são reconhecidas como agentes de controle biológico (parasitóides e predadores) de espécies de insetos pragas. Os parasitóides são agentes de controle biológico em que pelo menos uma de suas fases de vida está intimamente associada à praga (hospedeiro). Já os predadores: ao contrário, nunca estão associados intimamente a praga e nesse caso, tratada como presa. Informações detalhadas sobre os agentes de controle biológico das pragas de Milho e sua importância para o manejo podem ser encontradas em Cruz (2002), Cruz et al. (2011) e Cruz (2012), Figueiredo et al. (1999, 2006), entre outros.

Entre as espécies de predadores já identificados em agro ecossistemas envolvendo o cultivo de Milho encontram-se aquelas que utilizam outros insetos como fonte de alimento tanto na fase jovem como na fase adulta. Joanelhas (diversas espécies de besouros), percevejos tais como *Orius* e *Podisus* (Hemiptera) e “tesourinhas” (Dermaptera) são exemplos. São comuns também os insetos predadores em que apenas uma fase da sua vida apresenta o hábito de predação tal como ocorre com as larvas do bicho lixeiro e outros crisopídeos (Neuroptera), eficientes em reduzir populações de pulgões, tripses e até mesmo de lagartas pequenas.

Também entre os parasitoides ocorre diferenciação de acordo com o modo de ação. Existem espécies predadoras exclusivas de ovos tais como as vespas *Trichogramma*, que atualmente são as mais utilizadas em várias partes do mundo para o controle de espécies de Lepidoptera. A fêmea deste parasitoide coloca seus ovos dentro do ovo da praga e ao final do ciclo biológico emerge o adulto. Portanto, o grande diferencial em favor dos agentes de controle biológico exclusivos de ovos é que eliminam a praga impedindo qualquer injúria à planta.

Associado especialmente a *S. frugiperda* é comum a presença do parasitoide *Chelonus insularis* (Cresson) que à semelhança de *Trichogramma* também coloca seus ovos no interior do ovo da praga. No entanto, ele permite a eclosão da lagarta que inicia sua alimentação. Esta espécie é, portanto, uma parasitoide de ovo-larva. A injúria provocada às folhas, porém, não são suficientes para reduzir a produtividade, pois a lagarta é morta rapidamente.

Várias são as espécies de parasitoides exclusivos de lagartas, ou seja, aqueles que colocam seus ovos em qualquer estágio de desenvolvimento da lagarta alvo matando-a mais tarde, ainda na fase imatura. São comuns em área de Milho as espécies de Hymenoptera tais como *Campoletis flavicincta* (Ashmead); *Eiphosoma laphygmae* Costa Lima; *Ophion flavidus* Brulle; *Exasticolus*



fuscicornis (Cameron); *Colpotrochia mexicana* (Cresson); *Cotesia flavipes* e *Winthemia trinitatis* Thompson (Diptera), entre outras. Em geral, logo após a postura no interior do corpo da lagarta hospedeira, ocorre a eclosão da larva do parasitoide que permanece dentro do corpo da lagarta até o desenvolvimento completo de sua fase larval. Neste ponto, a larva do parasitoide deixa o corpo do hospedeiro matando-o. Em seguida, tecem um casulo de onde emerge o adulto. As lagartas parasitadas quase não se alimentam, e, por isto, seus danos são insignificantes à planta hospedeira. A espécie *W. trinitatis* ao contrário das demais coloca seus ovos na parte externa da lagarta hospedeira e, geralmente, quando esta se encontra quase completamente desenvolvida.

São também comuns os parasitóides de ovo-pupa, ou seja, aqueles que embora coloquem seus ovos no interior da lagarta só provocam a mortalidade do inseto hospedeiro quando este está na fase de pupa, como acontece com a mosca *Archytas marmoratus* (Townsend).

Parasitoides de pupa também são encontrados em associação a pragas de Milho. É o caso da espécie *Tetrastichus howardi* (Olliff), encontrado no Brasil parasitando pupas de *Diatraea saccharalis* (Fabricius) em Milho.

Parasitóides de pulgões tais como *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson), *Aphidius colemani* Viereck e *Diaeretiella llarapae* (M'Intosh) (Hymenoptera) entre outros, são associados à praga *Rhopalosiphum maidis*.

Portanto, são vários os insetos considerados agentes de controle natural das pragas que ocorrem tanto na cultura do Milho, quanto em qualquer outro cultivo que seja hospedeiro das mesmas espécies de pragas.

O controle biológico de insetos pragas, como já salientado, é uma demanda em crescimento no Brasil. Sua inserção rotineira em programas de manejo integrado de pragas depende muito do conhecimento da praga e dos seus agentes de controle natural.

O manejo de pragas em Milho pode ser implementado pelas seguintes estratégias:

1. Reequilibrar o sistema agrícola;
2. Focar a praga chave;
3. Escolher o método de controle;
4. Conhecer e valorizar os insetos benéficos.



Sistema agrícola equilibrado

Reequilibrar o sistema agrícola, embora possa parecer um processo complexo, é fundamental para criar as condições necessárias para a sobrevivência e, conseqüentemente, para o aumento no número de determinadas espécies de agentes de controle biológico natural. Como em geral a insolação é elevada entre a data de plantio do Milho e os primeiros dias subsequentes, ou seja, até a data em que a planta já tenha área foliar suficiente, os insetos benéficos podem ser drasticamente reduzidos se não há locais para se abrigarem. Portanto, a disponibilização de abrigos nas proximidades do plantio comercial (Figura 1) a ser explorado é uma das maneiras de propiciar para os insetos benéficos, abrigo e alimentos alternativos quando suas presas/hospedeiros estão ainda escassas. A Figura 1 mostra uma área de abrigo constituída de girassol mexicano (*Tithonia diversifolia*), uma planta arbustiva da família das Asteraceae, também conhecida como titônia ou margaridão, de flores amareladas lembrando um girassol comercial, porém de menor diâmetro. Crotalária e sorgo granífero podem servir para o mesmo propósito. As diferentes espécies de insetos benéficos tendo condições adequadas aumentam em número e, posteriormente, migram para a área comercial de Milho em busca de seus alimentos preferenciais.



Figura 1. Figura ilustrativa indicando a presença de área de abrigo cultivada com girassol mexicano e agentes de controle biológico de pragas importantes de Milho.



Foco na praga chave

No manejo sustentável de pragas o foco deve ser sempre as espécies chaves, que geralmente, são poucas em um determinado cultivo. Por exemplo, no Milho Safrinha a lagarta-do-cartucho e a lagarta-da-espiga, especialmente pela presença recente da espécie *H. armigera*, são consideradas pragas chaves. E, para elas deve ser dada ênfase especial, ou seja, o manejo deve ser planejado até mesmo antes do plantio. Mas, a estratégia escolhida para o manejo da praga chave deve também considerar a possibilidade de continuar a manter o equilíbrio das demais espécies de pragas, presentes na área alvo, porém, sem atingir o nível de dano econômico.

O nível de dano econômico para *S. frugiperda* equivale à captura média de três mariposas por armadilha. Como a espécie geralmente chega na área alvo logo após a emergência da planta, a colocação da armadilha deve ser colocada no campo logo após o plantio. Para a *Helicoverpa* a armadilha pode ser colocada por ocasião do pendramento. A Figura 2 esquematicamente mostra a estratégia de monitoramento utilizando armadilha iscada com feromônio sexual sintético.



Figura 2. Armadilha para monitorar a presença de *S. frugiperda* e *Helicoverpa* spp em Milho, indicando a colocação do feromônio sexual sintético para as duas espécies.



Escolha do método de controle: controle biológico inundativo

Considerando a colocação da armadilha na época apropriada no campo, a captura das mariposas indica a chegada da praga na área alvo, porém, antes do início da oviposição e, conseqüentemente, sem a presença de lagartas. Uma vez atingido o nível de dano econômico da praga, e considerando as vantagens de se evitar a injúria das lagartas, a utilização do método biológico de controle baseado na liberação inundativa de um parasitóide de ovos, como é caso da vespa *Trichogramma*, tem sido o método preferencial de controle, por evitar que a planta seja danificada (Figuras 3e4). Esta preferência pode ser explicada pela eficiência do inseto benéfico (Figueiredo et al., 2015), pela sua compatibilidade com outros métodos e também pela disponibilidade comercial. A vespa *Trichogramma* tem marcada preferência por ovos de Lepidoptera, onde se enquadram as principais espécies de pragas agrícolas. Portanto, sua liberação no campo integrada com outras práticas de manejo, tende a reduzir significativamente os prejuízos ocasionados por tais insetos fitófagos. No entanto, por ser um inseto diminuto, a vespa é muito sensível à ação de inseticidas químicos. Portanto, é preciso racionalizar o uso destes produtos mesmo os de baixo espectro de ação, pois não se pode desconsiderar o fato de que são substâncias que se acumulam em nível que pode causar danos ao meio ambiente, reduzir a ação dos agentes de controle biológico natural e permitir osurgimento de pragas secundárias e até mesmo propiciar um ataque mais intenso da praga primária.

De um modo geral, há consenso de que dificilmente as pragas secundárias mudariam para a condição de primárias se não houvesse o uso inadequado de inseticidas químicos de largo espectro. Portanto, dentro deste contexto, é fundamental que se internalize o significado do manejo integrado como sendo o uso de técnicas de controle, tendo como objetivo maior, preservar e aumentar os fatores de mortalidade natural e manter a população da praga-alvo em níveis abaixo daqueles capazes de causar dano econômico. Ou, em outras palavras, dentro dos preceitos do MIP devem ser integradas as técnicas de controle que incluem primordialmente o reconhecimento do papel regulador dos insetos fitófagos pelo aumento da biodiversidade de organismos benéficos (inimigos naturais das pragas), tais como os artrópodes predadores, parasitóides e os entomopatógenos. Assim sendo, o uso de qualquer tática de manejo, necessariamente deve visar à preservação dos inimigos naturais das pragas.



Figura 3. Passos para o manejo integrado de pragas de Milho com ênfase ao controle biológico.



Figura 4. Detalhe do parasitismo de ovos de *Spodoptera frugiperda* (esquerda) e de *Helicoverpa* em Milho.

Liberação da vespa *Trichogramma* em Milho

Assumindo a existência de uma baixa população natural por ocasião da chegada da praga na área alvo, o parasitóide em geral é liberado numa densidade de 60 mil fêmeas por hectare. Tão logo em liberdade a vespa inicia o processo de busca do ovo da praga. Quando encontrado, a fêmea insere seu ovo dentro do ovo da praga, onde se passa todo o desenvolvimento do parasitóide até o momento em que uma nova vespa emerge, num período médio de 10 dias. Como o período de vida



da vespa liberada é relativamente curto (cerca de três dias), e para reduzir a probabilidade de escape, é recomendado que a liberação seja feita em três épocas, a intervalo de três dias (Figura 5).

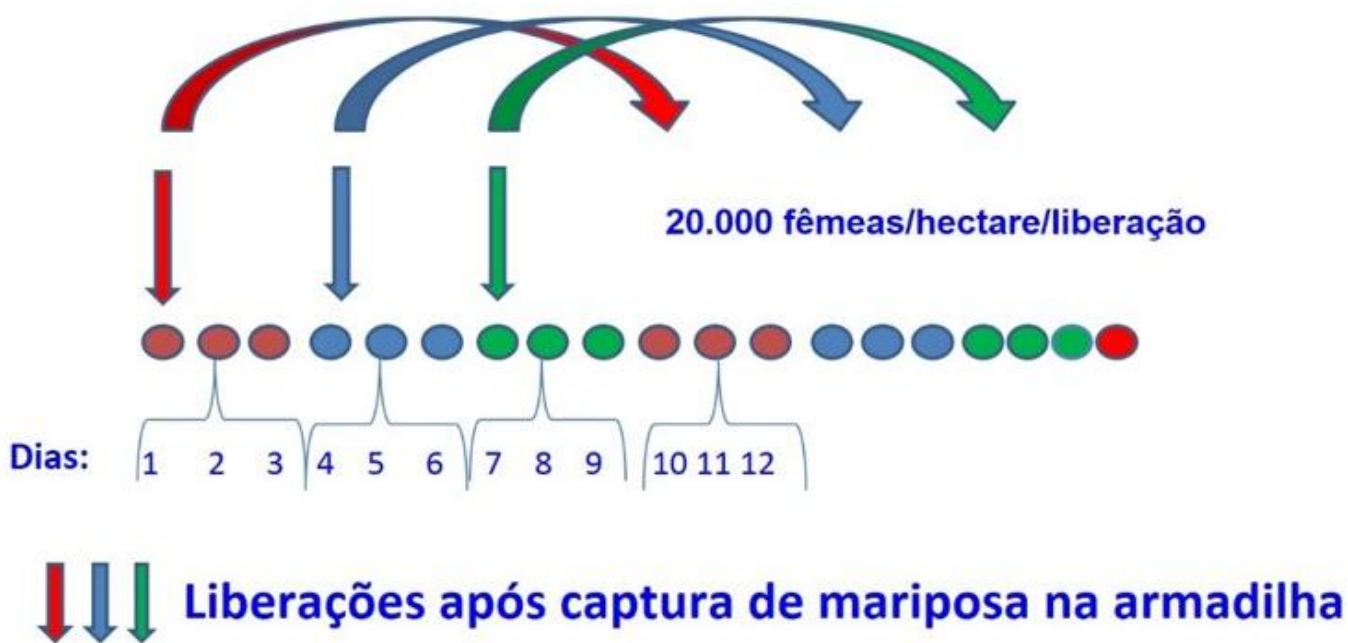


Figura 5. Esquema de liberação da vespa *Trichogramma* em área de Milho.

Embalagens contendo a vespa *Trichogramma* e métodos de soltura no campo

A vespa *Trichogramma* pode ser adquirida de biofábricas comerciais. O inseto geralmente vem como pupa no interior de ovos da traça-das-farinhas, colados em cartelas ou em cápsulas (Figura 6). A soltura dos insetos no campo pode ser realizada de diferentes maneiras. Uma delas é através da soltura da vespa adulta, particularmente para áreas pequenas. A cartela é colocada no interior de um recipiente de vidro ou de plástico e logo após a emergência dos adultos inicia-se a liberação. Outra modalidade de liberação é através da própria cartela, dividindo-a em porções menores que são colocadas na planta (Figura 7). As cápsulas podem ser liberadas no campo manualmente ou utilizando motos, avião e até mesmo drones. A Figura 8 mostra um desenho esquemático de como utilizar manualmente as cápsulas.

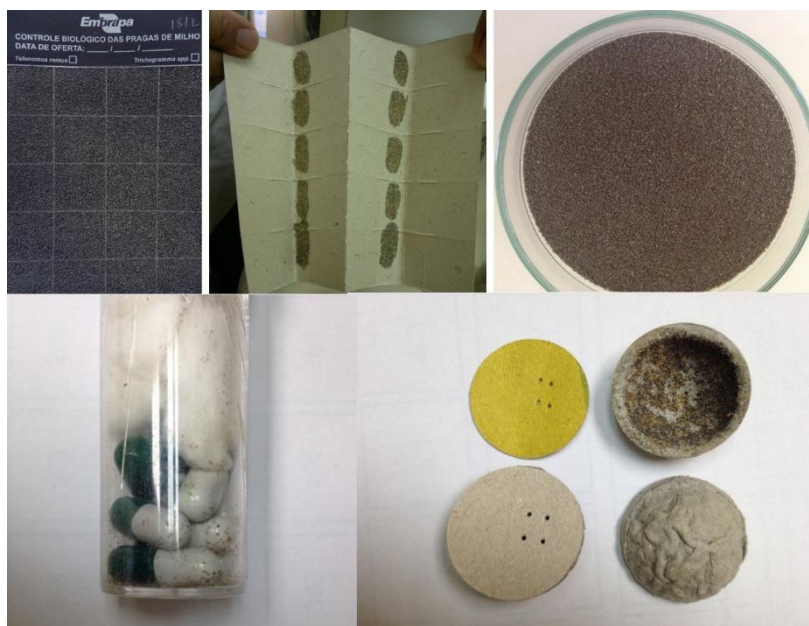


Figura 6. Embalagens para veicular a vespa *Trichogramma*: cartelas e ovos soltos (acima) e cápsulas.



Figura 7. Métodos de liberação de *Trichogramma*: vespas adultas (esquerda) ou cartelas.

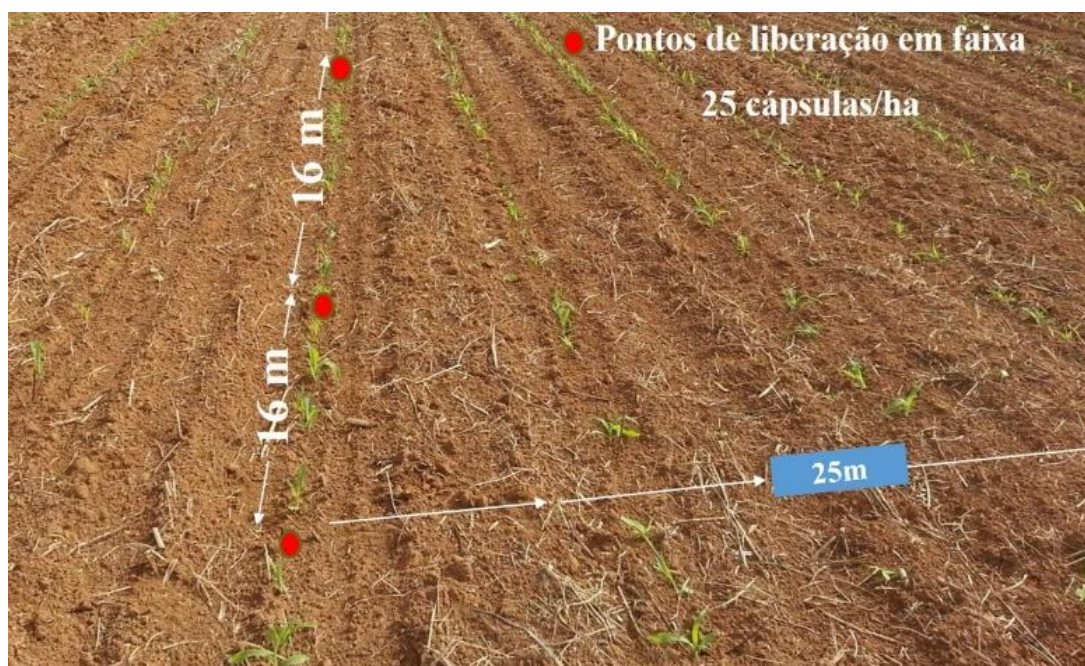


Figura 8. Pontos de liberação da vespa *Trichogramma* em Milho para o manejo de *Spodoptera frugiperda* (25 pontos por hectare): liberação em cartelas ou cápsulas.

Conhecimento e valorização dos insetos benéficos

A liberação da vespa *Trichogramma* é realizada de maneira inundativa, ou seja, com grande quantidade de insetos adquiridos de biofábricas e de acordo com a chegada da praga chave na área alvo. Como já salientado, este método de controle é uma alternativa ao uso do produto químico tanto no cultivo do Milho Bt como no Milho convencional. Ao reduzir a carga química no ambiente, aumenta-se a probabilidade de outros agentes de controle biológico também atuarem, eventualmente complementando a ação da vespa *Trichogramma* sobre a praga alvo e principalmente sobre outras espécies fitófagas. Como mostrado na Figura 9, são vários os agentes de controle biológico natural. Uns são mais facilmente reconhecidos, como por exemplo, as joaninhas e as tesourinhas. Outras espécies benéficas por desconhecimento, podem até ser confundidas como pragas. O desconhecimento é ainda maior no caso dos parasitóides que se encontram dentro do corpo da praga. Como já salientado, as lagartas parasitadas embora tenham um certo período de vida, praticamente reduzem, em média, 90% do consumo alimentar, não causando prejuízos econômicos.

A internalização sobre o papel dos insetos benéficos junto aos agricultores é fundamental para mudar o paradigma de que o controle biológico de insetos não tem eficiência adequada em cultivos anuais. Não existe fundamento científico que comprove tal paradigma. No Milho, só como exemplo, das 30 espécies de insetos fitófagos que utilizam as plantas como fonte de alimento, muitas não causam perdas econômicas, em função de diferentes fatores incluindo seus inimigos naturais. Infelizmente, apesar dos avanços na pesquisa e, até mesmo disponibilização em publicações científicas e/ou técnicas, pouco se conhece sobre tais agentes de controle biológico natural pelos profissionais ligados ao sistema produtivo (Cruz, 2008). Alguns desses insetos benéficos são mostrados na Figura 9. Muitos destes importantes agentes de controle biológico já são criados em pequena escala em laboratório. Eles podem ser utilizados em áreas agrícolas em liberações inoculativas, ou seja, em quantidades menores com o objetivo de aumentar a sua presença no agroecossistema. Obviamente, o conhecimento prévio da biodiversidade local permitiria a priorização daquelas espécies mais adaptadas no local (Cruz et al., 2009).



Figura 9. Principais agentes de controle biológico associados às pragas de Milho.



Referências Bibliográficas

ÁVILA, C.J.; ARCE, C.C.M. Flutuação populacional da cigarrinha-do-Milho em duas localidades do Mato Grosso do Sul. **Ciência Rural**, v.38, p.1129-1132, 2008.

CRUZ, I. Controle biológico em manejo integrado de pragas. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. C.; BENTO, J. M.S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. Barueri: MANOLE, 2002. p. 543-580.

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. Brasília: Embrapa SCT, 2008. p. 121-190.

CRUZ, I. **Lepidoptera como praga de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 23 p. : il. -- (Documentos / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1518-4277; 111).

CRUZ, I. **Manejo de pragas da cultura do milho**. In: GALVÃO, J.C.C.; MIRANDO, G.V. (Eds.) **Tecnologias de produção de Milho**, UFV: Viçosa, 2004. cap.9, p. 311-366.

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M.L.C.; SILVA, R.B. Controle biológico de pragas de milho. **Ciência e Ambiente** v.43, p.165-190. 2011.

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M.L.C.; SILVA, R.B. **Monitoramento de adultos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Pyralidae) em algumas regiões produtoras de Milho no Brasil**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 42 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 93). 2010b.

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M.L.C.; SILVA, R.B.; DEL 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 / Ivan Cruz ... [et al.]**. - Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 29 p.: il. -- (Documentos / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1518-4277; 92).

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, n.2, p.20–27.2010a.

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.; OLIVEIRA, C. M.; OLIVEIRA, E. **Manejo da cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*) para controle dos enfezamentos causados por mollicutes**. In: OLIVEIRA, C.M.; LOPES, J.R.S. **Técnicas para criação da cigarrinha-do-Milho e inoculação de mollicutes e vírus em plantas**. In: OLIVEIRA, E.; OLIVEIRA, C.M. (Ed.). **Doenças em milho: mollicutes, vírus, vetores e mancha por**



Phaeosphaeria. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2004. cap.12, p.253-265.

CRUZ, I.; SILVA, I.F.; PAULA, C.S.; FIGUEIREDO, M.L.C.; GONTIJO, M.; SILVA, R.B. Damage of the spittlebug *Deois flavopicta* (Stal) (Hemiptera: Cercopidae) to maize in intercropping system with *Brachiaria* grass. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.8, p.117-130, 2009.

CRUZ, I.; VALICENTE, F.H.; VIANA, P.A.; MENDES, S.M. **Risco potencial das pragas de milho e de sorgo no Brasil**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. 40 p. (Documentos / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1518-4277; 150).

FIGUEIREDO, M.L.C.; CRUZ, I.; DELLA LUCIA, T.M.C. Controle integrado de *Spodoptera frugiperda* (Smith & Abbott) utilizando-se o parasitoide *Telenomus remus* Nixon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.11, p.1975–1982. 1999.

FIGUEIREDO, M.L.C.; MARTINS-DIAS, A.M.P.; CRUZ, I. Relação entre a lagarta do cartucho e seus agentes de controle biológico natural na produção de Milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.12, p.1693-1698. 2006.

FIGUEIREDO, M.L.C.; CRUZ, I.; SILVA, R.B.; FOSTER, J.E. Biological control with *Trichogramma pretiosum* increases organic maize productivity by 19.4%. *Agronomy for Sustainable Development* v.35, n.3, p.1175-1183, 2015.