

## NOVAS TECNOLOGIAS DE MANEJO DA LAGARTA-DO-CARTUCHO E BROCA DA CANA-DE-AÇÚCAR EM MILHO

Ivan Cruz<sup>(1)</sup>

A história da agricultura evidencia o grande avanço tecnológico, especialmente no que diz respeito à genética. A cada ano híbridos de milho com alto potencial produtivo são disponibilizados para a inserção nos sistemas de produção. Paralelamente, os insetos-pragas também num sistema co-evolucionário, vêm se adaptando tanto em relação aos seus hospedeiros quanto os diferentes métodos de controle. Muitas vezes, híbridos de milho com alto potencial produtivo não exibem resistência genética a diferentes pragas e, portanto, mesmo com grande investimento em insumos básicos, como fertilizantes, controle de plantas daninhas e de enfermidades, entre outros, têm suas produtividades comprometidas pela falta de controle, por exemplo, em relação à lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, a principal praga da cultura, como documentado em pesquisas nacionais e internacionais (Cruz & Turpin, 1982, 1983; Cruz *et al.*, 1996, 1999, Figueiredo *et al.*, 2006). Essa praga segundo Cruz *et al.* (1999b), acarreta prejuízos estimados em mais de 400 milhões de dólares anuais.

### A. *Spodoptera frugiperda* (Smith)

#### 1. Introdução

Essa espécie, identificada em 1797, tem a cultura do milho como seu hospedeiro preferencial, embora possa sobreviver em vários outros hospedeiros nativos ou cultivados como outras gramíneas e a cultura de algodão. Aspectos bioecológicos foram revisados em detalhes por Cruz (1995). A fêmea fecundada coloca seus ovos em massas, podendo conter cada massa entre 100 e 300 ovos. Cada massa é colocada aleatoriamente dentro da área cultivada com o milho e pode ser encontrada em diferentes partes da planta. As posturas bem como as lagartas do inseto podem ser encontradas nas diferentes fases de desenvolvimento da planta. A fase de ovo, embora influenciada pela temperatura como as demais fases, varia entre três e cinco dias. As lagartas recém-eclodidas alimentam inicialmente nas proximidades do local onde estava a postura. Pelo tamanho diminuto e pela grande quantidade de lagartas, quando as plantas estão com mais de 25 dias, fazem raspagem nas folhas, deixando um sintoma típico. Quando o ataque ocorre em plantas recém-emergidas, ele é fatal e o sintoma de "raspagem" não é típico. À medida que as lagartas se desenvolvem,

<sup>(1)</sup>Embrapa Milho e Sorgo, Pesquisador, Doutor, Bolsista CNPq. Caixa Postal 151, 35700-970 Sete Lagoas, MG. E-mail: [ivanacruz@cnpmis.embrapa.br](mailto:ivanacruz@cnpmis.embrapa.br)

começam a migrar para as plantas vizinhas, em busca do cartucho da planta. A lagarta migratória, ao atingir a planta geralmente penetra no cartucho, sem ocasionar dano aparente nas folhas externas. O dano só será verificado quando a lagarta já estiver está bem desenvolvida. Podem ser encontradas, na mesma planta, mais de uma lagarta e estas também podem estar dentro do seu cartucho, em maior número. Embora exista canibalismo, percebe-se que ele ocorre quando lagartas de idades semelhantes entram em contato físico, o que não é tão comum dentro do cartucho, devido à separação promovida pelas folhas. Lagartas de tamanhos diferentes podem ser facilmente encontradas na mesma planta, oriundas de gerações sobrepostas da praga. A fase de lagarta dura entre 20 e 25 dias. Durante essa fase, o inseto através das lagartas alimenta-se preferencialmente de folhas novas. Algumas variações no modo de ataque às plantas podem ser verificadas, conforme apontado por Cruz (1995) e Cruz et al., (1997). Duas variações são verificadas em plantas mais jovens, isto é, quando a planta está entre 25 e 40 dias. A primeira delas é o aprofundamento da lagarta no colmo, atingindo o ponto de crescimento da planta ocasionando o sintoma conhecido como "coração morto". Esse sintoma é bastante conhecido em ataques da lagarta-elasma, *Elasmopalpus lignosellus*. A broca da cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis*, quando ataca plantas pequenas de milho também provoca esse dano. Portanto, o sintoma de coração morto não é típico de uma praga específica e, por isso, deve-se identificar a presença da espécie próxima ao dano. Outra variação de ataque da praga é verificada na base da planta, com a lagarta atuando no modo típico da lagarta-rosca, *Agrotis ipsilon*, ou seja, a lagarta-do-cartucho secciona a base da planta, geralmente matando-a, devido ao corte abaixo do ponto de crescimento.

Quando a planta completa o estágio de desenvolvimento denominado fase do "cartucho" e a lagarta não está completamente desenvolvida, o ataque passa a ser direcionado para o pendão ou para a espiga. Nesse último local os danos podem ser severos principalmente quando a lagarta ataca a região de inserção da espiga na planta. Quando o ataque ocorre antes do enchimento de grãos, o prejuízo é total, pois não há produção da planta. Mesmo quando já foi iniciado o processo de enchimento dos grãos os prejuízos são altos e a espiga pode, inclusive, ser destacada da planta. Prejuízos menores ocorrem quando a lagarta perfura a base da espiga e se alimenta dos grãos nesse local ou mesmo quando ela penetra pela ponta, onde permanece, às vezes, junto à lagarta-da-espiga, *Helicoverpa zea*. Os prejuízos podem ser magnificados quando a produção se destina a semente, à venda "in natura" ou à venda para a produção de enlatados (milho doce). O ataque aos grãos pode favorecer a entrada de microrganismos como as micotoxinas, aumentando a incidência de grãos ardidos.

Quando a lagarta completa seu desenvolvimento de maneira geral, abandona a planta e dirige-se ao solo, onde constrói uma câmara pupal e, dentro dela se transforma na fase de pupa. Finda essa fase, que dura em torno de 11 dias, ocorre a emergência do adulto que dá início a uma nova

geração. Considerando um ciclo total médio entre 35 e 40 dias, quando a postura da praga ocorre logo após a emergência da planta, durante a fase de cultivo do milho, é possível ocorrer até duas gerações subseqüentes da praga. Porém, como existe também o fluxo relativamente constante de mariposas migrantes de outras áreas, é comum sobreposições de gerações durante o ciclo vegetativo do milho.

## 2. Métodos de controle

Por sua importância, ao longo dos anos, o principal método de manejo foi quase que exclusivamente baseado na aplicação de inseticidas químicos até que casos de resistência a esses produtos e redução dos fatores de mortalidade natural levaram a uma demanda por métodos mais precisos e ambientalmente seguros (Cruz, 2002a; Cruz *et al.*, 1999). Apesar de grandes avanços na busca por métodos alternativos ao controle químico, vários aspectos relacionados a bioecologia da praga ainda precisam ser mais bem estudados. É o caso, por exemplo, da dinâmica populacional. A relação entre praga, planta hospedeira e agente de controle biológico natural é um campo ainda para ser mais explorado (Cruz, 2002b). A atratividade da planta hospedeira, mesmo sendo a planta suscetível à espécie de praga, notadamente à sua fase larval, pode ter variações em relação ao inseto adulto, em sua capacidade de encontrar seu hospedeiro e/ou considerá-lo adequado para receber sua postura. Estádio de desenvolvimento da planta e até mesmo sua condição fisiológica podem afetar a capacidade de busca da praga. Logicamente, quando mais insetos adultos tiverem acesso à planta hospedeira, maior será a sua população larval e, conseqüentemente, maior potencial de danos pode ser esperado. Esse potencial vai depender da ação dos fatores bióticos naturais ou da interferência artificial no ambiente. Por outro lado, os insetos são também influenciados pelos fatores abióticos da natureza, como a temperatura, umidade, fotoperíodo, altitude, longitude etc. O avanço do conhecimento sobre a dinâmica populacional de *S. frugiperda*, com certeza, propiciará tomada de decisão com alto nível de acerto em qualquer tática de manejo integrado.

As pesquisas voltadas para insetos adultos têm grande significado para o manejo de pragas, por ser essa fase aquela que dá início ao processo de colonização efetiva da planta hospedeira, através da colocação dos ovos pela fêmea adulta e a presença posterior das larvas. A grande dificuldade que existia, especialmente no Brasil, era a metodologia da coleta de adultos. Por longo período, o monitoramento por meio de armadilhas luminosas (lâmpada ultravioleta) pareceu ser um método que poderia resolver o problema. No entanto, a falta de especificidade, a grande mão-de-obra para identificar a espécie-alvo, a precisão na identificação e a dependência da fonte de energia na área agrícola inviabilizaram o uso dessa técnica. Esses problemas, atualmente, vêm sendo sanados através do desenvolvimento de atraentes sexuais sintéticos (feromônio) específicos e de armadilhas apropriadas para a espécie, com custo relativamente competitivo e de alta precisão.

## 2.1. Fatores que influenciam a eficiência do controle

A baixa eficiência verificada no controle da praga pode, na maioria das vezes, ser atribuída muito mais aos métodos de aplicação do que ao próprio inseticida, a não ser nos casos de resistência. Regulagem incorreta do pulverizador e/ou aplicações não dirigidas ao alvo, falta de utilização de métodos adequados de monitoramento, ajustes no volume da calda e da dose, em função do estágio de desenvolvimento da planta e/ou do inseto, entre outros, levam a uma diminuição na eficiência do controle por não atingirem adequadamente o local onde a praga se encontra e, em condição mais drástica, podem levar ao aparecimento de populações resistentes ao inseticida aplicado.

## 2.2. Quando e como controlar a praga

Deve ser considerado que o inseto, além de atacar normalmente durante a fase de cartucho, pode, precocemente também atacar a plântula ou, mais tardiamente a espiga, na sua inserção na planta ou diretamente no grão. Para cada fase, pode-se adotar uma estratégia diferente. Geralmente, a primeira infestação ocorre pela chegada de mariposas migrantes de outras áreas. O inseto coloca seus ovos na folha e, após a eclosão, as lagartas iniciam a alimentação, reduzindo a área foliar da planta e, conseqüentemente, diminuindo o potencial produtivo da cultivar. Quando maiores o número de plantas atacadas, o tempo de alimentação e o número de insetos por planta, maior será a queda na produtividade. Portanto, para se evitar as perdas em produtividade e, conseqüentemente, em lucratividade, é necessário interromper o ataque da praga o quanto antes. Para se tomar uma decisão sobre determinada medida de controle, é necessário, primeiramente, determinar o nível de dano econômico da praga, o qual leva em conta a relação entre densidade populacional da praga e queda em rendimento, o custo da medida de controle (custo do produto utilizado e da aplicação) e o valor da produção (estimado em função da produtividade esperada e do preço de comercialização). Quando a população da praga atingir uma densidade cujo dano seja equivalente a uma queda em produtividade da magnitude do custo da medida de controle, tem o ponto de decisão. Qualquer aumento da população da praga acima daquele limite preestabelecido significará perdas econômicas, caso não seja utilizado nenhum mecanismo de controle. Portanto, conhecendo-se os valores econômicos de produção e comercialização e também de posse dos resultados gerados pela pesquisa, no que diz respeito ao potencial de dano da praga, basta determinar a real infestação da praga em condições de campo para se saber se a sua população demanda o controle imediato. A Tabela 1 mostra o nível de controle da praga, ou seja, a densidade em que a praga, se não controlada, ocasionaria teoricamente um prejuízo equivalente ao custo de controle. Pode ser verificado, também, que, para um mesmo teto de produtividade, a densidade da praga que pode ser tolerada vai variar com o custo da medida de controle. Também na tabela, é considerado que a praga acarretaria um prejuízo médio de 20%, caso não fosse controlada.

Baseado na indicação da Tabela 1, a aplicação efetiva de uma medida de controle dependerá da população real da praga em condições de campo.

Para se determinar a população da praga, podem-se amostrar cinco pontos ao acaso em cada hectare de milho, escolhendo, em cada ponto, 100 plantas consecutivas onde será determinado o número de plantas atacadas. Se a densidade média encontrada for igual ou maior do que a densidade teórica indicada na Tabela 1, fazer a aplicação.

A utilização da Tabela 1 apresenta como pontos negativos primeiramente em seu embasamento em percentagem aparente de plantas atacadas. O problema é que não é incomum uma planta sem sintoma aparente de dano foliar estar, na realidade, infestada por lagartas que se encontram aprofundadas no cartucho. Não sendo considerada uma planta infestada, tem-se uma subestimativa da infestação. Um segundo ponto negativo é não considerar a distribuição de lagartas por idade (instar). Predominância de lagartas mais desenvolvidas indica amostragem tardia e necessidade de ajustes em doses de inseticidas. Portanto, metodologia de amostragem que leva em consideração a presença real da praga é mais eficiente.

**Tabela 1.** Percentagem de plantas de milho atacadas pela lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, acima do qual se recomenda uma medida de controle (Nível de Controle, NC)<sup>1</sup> em função do valor da produção e do custo de controle.

Custo do controle (CC) em US\$	Valor da produção (VP) em US\$ = Produtividade (kg/ha) <sup>2</sup> x Preço do milho em US\$ <sup>3</sup>				
	350 <sup>3</sup>	467	583	700	933
	Plantas atacadas (%)				
6	8,6	6,4	5,1	4,3	3,2
7	10,0	7,5	6,0	5,0	3,7
8	11,4	8,6	6,9	5,7	4,3
9	12,8	9,6	7,7	6,4	4,8
10	14,3	10,7	8,6	7,1	5,3
11	15,7	11,8	9,4	7,8	5,9

<sup>1</sup> NC% = 100 x CC / (0,20 x VP).

<sup>2</sup> Valores correspondentes a produtividades de 3, 4, 5, 6 e 8 toneladas por hectare.

<sup>3</sup> Preço estimado do milho igual a US\$ 7,00 por saco de 60 kg.

### Uso de armadilha com feromônio

Para se aumentar a precisão na tomada de decisão sobre determinada medida de controle, será necessária a determinação, o mais cedo possível, de quando a praga chegou na área-alvo e preferencialmente, a detecção de uma fase da praga antes que qualquer tipo de dano seja verificado. Hoje, isso é possível através do uso de

armadilha de feromônio sintético, para monitorar a presença das mariposas. Kit contendo armadilha e feromônio sintético já é comercializado no país. A armadilha é utilizada na densidade de uma por hectare.

Baseado em informações biológicas (Cruz & Turpin, 1983) e também em informações sobre o nível tecnológico utilizado na cultura do milho, o ponto de decisão para a utilização de medida de controle baseada em inseticida químico é estabelecido quando se coletar uma média de três mariposas por armadilha por hectare. A aplicação do inseticida não deve ser imediata e, sim, dez dias após a coleta das três mariposas. O conhecimento sobre a biologia da praga mostra que, da oviposição até dez dias após, a lagarta estará entre o terceiro e o quarto instar, e sem potencial para provocar danos irreversíveis. Nessa fase as lagartas também são ainda bem suscetíveis aos diferentes inseticidas. Também dentro do período considerado os ovos e as lagartas de primeiros instares poderão ser eliminadas pelos principais inimigos naturais, às vezes dispensando a utilização do produto químico. A utilização do método de amostragem baseado na infestação de lagartas pode confirmar a necessidade da aplicação química. Obviamente, a seletividade do produto químico deve ser sempre considerada.

Se não houve atuação eficiente dos agentes de controle biológico natural, aplica-se o inseticida químico, com toda a técnica disponível. Apesar de haver diferenças entre produtos em relação ao período residual, tais diferenças são pequenas. Em termos práticos considera-se um período residual de quatro dias. Assim sendo, mesmo que haja continuidade na captura de insetos na armadilha, as contagens deverão ser consideradas apenas a partir do décimo-quarto dia da instalação da armadilha. A utilização da armadilha de feromônio como estratégia de monitoramento de adultos de *S. frugiperda* indicará quantas vezes serão realmente necessárias as medidas de controle em milho. Deve ser considerado, também que a armadilha pode ser, inclusive, colocada até mesmo antes do plantio, como suporte à decisão sobre a utilização do tratamento de sementes com inseticidas químicos apropriados.

### 2.3. Inseticidas no manejo de *S. frugiperda*

A utilização de inseticidas químicos como estratégia de controle de pragas, como a lagarta-do-cartucho, *S. frugiperda*, em milho, sofre, a cada ano restrições fortes. Uma dessas restrições diz respeito às preocupações ambientais.

Entre essas preocupações ambientais, destacam-se o fato de os inseticidas, de maneira geral matarem insetos benéficos, causarem ruptura do ecossistema e da biodiversidade natural e levarem ao aparecimento de populações de insetos resistentes. Também há grande preocupação com a possibilidade de contaminação da água e efeitos negativos ao habitat da vida silvestre e, também, devido a possibilidade de serem causadores de câncer.

Em termos técnicos, a escolha de determinado inseticida para o controle da lagarta-do-cartucho, *S. frugiperda*, não é tarefa fácil. São muitos princípios ativos e formulações disponíveis no mercado brasileiro. As Tabelas 2 e 3 mostram os inseticidas registrados para uso em milho visando o controle dessa praga.

Uma boa escolha deve considerar o estágio de desenvolvimento da praga e a presença de organismos benéficos. É preciso, também considerar como o inseticida se comportará na cultura, sobre os organismos não-alvos, sobre ambiente, com relação à segurança do trabalhador, etc.

**Tabela 2.** Inseticidas registrados para uso no controle de diferentes pragas de milho via tratamento de sementes (AGROFIT, Out. 2007).

Inseticidas	Pragas subterrâneas <sup>(1)</sup>							Mastigadores		
	1	2	3	4	5	6	7	EL <sup>(2)</sup>	AI <sup>(3)</sup>	SF <sup>(4)</sup>
Cropstar	N	N	N	N	N	N	N	S	N	S
Furadan 350	S	S	S	S	N	N	N	S	S	S
Furazin 310	N	S	S	S	N	N	N	S	N	N
Futur 300	N	N	N	N	S	N	N	N	N	N
Gaúcho	N	N	N	S	N	S	N	N	N	N
Gaúcho FS	N	N	S	S	N	N	N	N	N	N
Marzinc 250	N	S	S	S	N	N	N	S	N	N
Oncol Sipcam	N	N	S	S	N	N	N	N	N	N
Semevin 350	N	N	N	S	S	N	N	S	N	S
Cruiser 700	N	N	N	N	N	N	N	S	N	N
Ralzer 350	N	N	N	N	N	N	N	S	S	S
Carboran	N	N	N	N	N	N	N	S	N	S
Promet 400	N	N	N	N	N	N	N	S	N	S
Standak	N	N	N	N	N	N	S	N	N	N

Inseticidas	Sugadores				
	<i>Frankliniella williamsi</i>	<i>Deois flavipicta</i>	<i>Dichelops</i> spp.	<i>Dalbulus maidis</i>	<i>Rhopalosiphum maidis</i>
Cropstar	S	S	S	N	S
Furadan 350	N	N	N	N	N
Furazin 310	N	N	N	N	N
Futur 300	N	N	N	N	N
Gaúcho	N	N	N	N	N
Gaúcho FS	S	S	S	S	S
Marzinc 250	N	N	N	N	N
Oncol Sipcam	N	N	N	N	N
Semevin 350	N	S	N	N	N
Cruiser 700	N	S	S	N	N
Ralzer 350	N	N	N	N	N
Carboran	N	N	N	N	N
Promet 400	N	N	N	N	N
Standak	N	N	N	N	N

<sup>(1)</sup>1. *Astylus variegatus*; 2. *Cornitermes snyderi*; 3. *Procornitermes triacifer*; 4. *Syntermes molestus*; 5. *Diloboderus abderus*; 6. *Diabrotica speciosa*; 7. *Phyllophaga cuyabana*. <sup>(2)</sup>EL - *Elasmopalpus lignosellus*. <sup>(3)</sup>AI - *Agrotis ipsilon*. <sup>(4)</sup>SF - *Spodoptera frugiperda*.

**Tabela 3.** Lista de ingredientes ativos (e grupo químico) para uso na cultura do milho para o controle de *Spodoptera frugiperda* (lagarta-do-cartucho)

Ingrediente ativo	Grupo Químico
Clorfluazurom	Benzoiluréia
Diflubenzurom	Benzoiluréia
Lufenurom	Benzoiluréia
Novalurom	Benzoiluréia
Teflubenzurom	Benzoiluréia
Triflumurom	Benzoiluréia
Bacillus thuringiensis	Biológico
Espinosade	Espinosinas
Carbofurano	Metilcarbamato de benzofuranila
Furatiocarbe	Metilcarbamato de benzofuranila
Carbaril	Metilcarbamato de naftila
Metomil	Metilcarbamato de oxima
Tiodicarbe	Metilcarbamato de oxima
Imidacloprido + tiodicarbe	Neonicotinóide + metilcarbamato de oxima
Clorpirifós	Organofosforado
Fenitrothiona	Organofosforado
Malationa	Organofosforado
Parationa-metílica	Organofosforado
Piridafentiona	Organofosforado
Profenofós	Organofosforado
Triazofós	Organofosforado
Triclorfom	Organofosforado
Alfa-cipermetrina	Piretróide
Beta-ciflutrina	Piretróide
Beta-cipermetrina	Piretróide
Ciflutrina	Piretróide
Cipermetrina	Piretróide
Deltametrina	Piretróide
Esfenvalerato	Piretróide
Fenpropatrina	Piretróide
Gama-cialotrina	Piretróide
Lambda-cialotrina	Piretróide
Permetrina	Piretróide
Zeta-cipermetrina	Piretróide
Alfa-cipermetrina + teflubenzurom	Piretróide + Benzoiluréia
Beta-ciflutrina + imidacloprido	Piretróide + Neonicotinóide
Lambda-cialotrina + tiametoxam	Piretróide + Neonicotinóide
Cipermetrina + profenofós	Piretróide + Organofosforado
Deltametrina + triazofós	Piretróide + Organofosforado

### **Tratamento de Sementes**

O tratamento das sementes de milho para o controle de pragas é uma tecnologia de ponta para o agronegócio brasileiro. É um procedimento seguro, pois é realizado de maneira totalmente mecanizada. Por ser uma aplicação em local específico e possuir uma formulação com material colante, que adere o produto às sementes, é um processo mais seletivo, afetando em menor escala os inimigos naturais de *S. frugiperda* e de outras pragas da parte aérea. Sua utilização visando a lagarta-do-cartucho, mesmo sendo, em princípio, um tratamento preventivo, considerando os locais onde a incidência da praga historicamente é comum logo após a emergência da planta, é compensador, principalmente por retardar ao máximo uma aplicação foliar, muito menos seletiva. Outra vantagem do tratamento de sementes com inseticidas diz respeito ao custo relativamente baixo e à economia de tempo em comparação com uma aplicação foliar, especialmente em grandes áreas. Na realidade o tratamento das sementes passa a ser um seguro para o agricultor.

A escolha do inseticida deve seguir alguns padrões. O produto, para ser efetivo, deve ser sistêmico e, de preferência, de menor impacto ambiental. Existem produtos que também têm ação sobre outras pragas como algumas subterrâneas e outras que atacam a plântula, conforme mostrado nas Tabelas 2 e 3.

### **Aplicações na parte aérea**

Se planta de milho está ainda no início do desenvolvimento, ou seja, logo após a emergência, e a praga atingiu o nível populacional que demanda a aplicação de uma medida de controle e o tratamento apropriado da semente não foi utilizado, algumas considerações devem nortear a aplicação do inseticida. A primeira delas diz respeito à pouca área foliar e, geralmente, associada a muita insolação. Determinados produtos e formulações podem não fornecer eficiência adequada. Por exemplo, inseticidas fisiológicos, de ação mais lenta, embora com algumas vantagens importantes para o manejo especialmente em relação a toxicidade que geralmente é baixa para pássaros, mamíferos e répteis, atuam por ingestão e os insetos são mortos somente quando eles tentam passar para o próximo estágio. Portanto, se o produto não for ingerido na quantidade adequada, o inseto não será eliminado. Deve-se considerar, também, a possibilidade de a dose que atingirá o inseto não for suficiente para provocar a sua morte e, com isso, favorecer o desenvolvimento de populações resistentes. É, portanto, necessária a utilização de produtos de maior poder de choque e sempre direcionando a pulverização em área onde se encontra a praga. Ou seja, deve-se evitar a pulverização em área total, como ocorre, por exemplo, com a aplicação aérea ou via pivô central.

### **Equipamentos de aplicação x eficiência de inseticidas**

Durante a fase de cartucho, dentro de um certo limite de tamanho da planta, a eficiência no controle da praga geralmente, é dentro do

padrão esperado. No entanto, quando a planta está em estágio de desenvolvimento que pode ser dobradas pela passagem do trator e, em especial, através da barra de pulverização, a calda do inseticida pode, por impedimento mecânico, não cair dentro do cartucho e, às vezes em situação pior, cair dentro do cartucho porém, em dose inferior àquela necessária para eliminar a praga. Esse fator pode contribuir para o desenvolvimento de resistência aos inseticidas.

### **Volume de calda e eficiência no controle**

O volume de água para a aplicação de inseticidas é um fator importante para se determinar a eficiência e a eficácia do controle. Volumes elevados de água tendem a ser evitados devido ao aumento da mão-de-obra, especialmente quando a fonte de abastecimento não é próxima da área a ser aplicada. No entanto, dependendo do estágio de desenvolvimento da planta e da localização do alvo, como é o caso das lagartas de *S. frugiperda*, que se encontram normalmente bem alojadas no interior do cartucho da planta, pode ser necessária a utilização de volumes maiores de calda.

### **Estágio de desenvolvimento da planta x eficiência de inseticidas**

Uma das grandes limitações no controle de lagartas de *S. frugiperda* diz respeito ao estágio de desenvolvimento da planta. Plantas nos estádios iniciais de desenvolvimento não retêm adequadamente a calda inseticida, diminuindo sensivelmente o residual do produto e até mesmo a dose mínima necessária para matar a praga. Quando a planta está muito desenvolvida, a limitação diz respeito ao equipamento de aplicação. Quando a aplicação é feita com um equipamento tradicional, ocorrem variações significativas na eficiência do controle, independente do inseticida utilizada. Esse problema não é verificado quando a aplicação é realizada com equipamentos apropriados. Como pode ser verificado na Tabela 4 apenas nos estádios iniciais ocorre equivalência entre a taxa de mortalidade provocada pela aplicação de inseticidas com trator ou com pulverizador costal. Já a partir do estágio de oito a dez folhas, é nítida a diferença entre as duas modalidades de aplicação. Portanto, é fundamental a consideração sobre o estágio de desenvolvimento da planta na época de aplicação, especialmente quando a única alternativa é a aplicação com trator.

### **Estágio de desenvolvimento da lagarta**

Quando o monitoramento da praga é realizado desde a emergência da planta e, especialmente através do uso de armadilhas com feromônio sexual sintético, é possível estimar a distribuição da praga por estágio de desenvolvimento. Essa determinação é muito importante, devido ao fato de haver diferenças significativas na suscetibilidade da praga aos diferentes inseticidas. Em outras palavras, para uma mesma dose, quanto mais desenvolvida for a lagarta menor taxa de mortalidade pode ser

esperada. Uma dose abaixo do mínimo necessário pode levar ao desenvolvimento de uma população resistente ao produto utilizado.

**Tabela 4.** Mortalidade média de lagartas de *S. frugiperda* provocada por diferentes inseticidas aplicados via pulverizador de barra (trator) e pulverizador costal na cultura do milho de diferentes estágios de desenvolvimento (dados da Embrapa).

Produto	Dose (g/ha)	Aplicação	Estágio de desenvolvimento da planta (folhas)			
			4-6	6-8	8-10	10-12
Mortalidade média de lagartas (%) <sup>(1)</sup>						
Clorpirifós	288	Costal	89 Aa	94 Aa	99 Aa	79 Ab
		Trator	84 Aa	84 Ba	65 Cb	25 Cc
Fenpropatrin	30	Costal	89 Aa	80 Bb	94 Aa	53 Bc
		Trator	82 Aa	86 Ba	70 Bb	20 Cc
Metomil	112,5	Costal	88 Aab	83 Bb	96 Aa	76 Abc
		Trator	85 Ab	95 Aa	69 BCc	50 Bc

<sup>(1)</sup> Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem significativamente entre si, segundo o teste de Duncan.

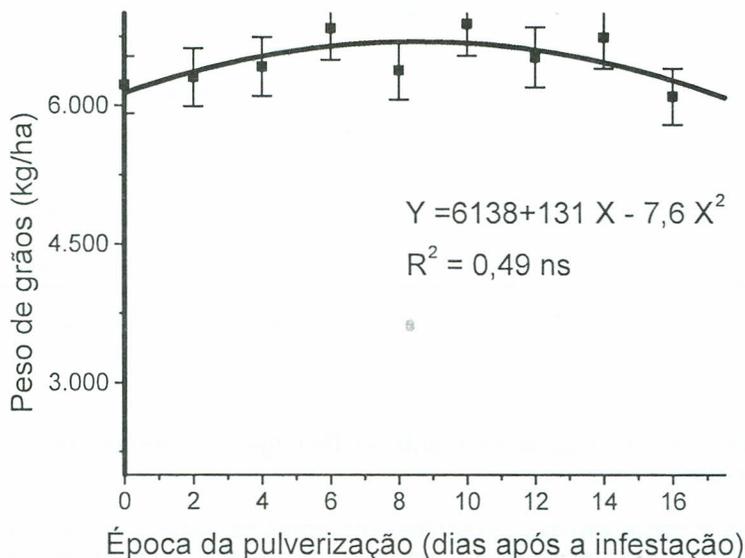
### 3. Importância da integração Controle Biológico e Inseticida no Manejo de *S. frugiperda*

Infelizmente, em muitas regiões produtoras de milho, a incidência de inimigos naturais é muito baixa, principalmente pelo uso constante de inseticidas químicos não-seletivos. Em locais onde o manejo é utilizado, é nítida a presença de várias espécies de insetos controladores, não só de *S. frugiperda*, mas, também de outras pragas, caracterizando o controle integrado. Com a utilização de gaiolas apropriadas para a exclusão de inimigos naturais, pode-se demonstrar o efeito positivo da integração.

A Figura 1 mostra a resposta da aplicação de um inseticida fisiológico no controle da lagarta-do-cartucho, em um local com diversidade de inimigos naturais da praga. Houve aumento da produção de milho com a aplicação do inseticida até cerca de oito dias após a infestação (realizada com massa de ovos). Daí em diante, começou a haver queda nos rendimentos de grãos, embora não tão pronunciada. Na

realidade, a época da pulverização sozinha não explicou os rendimentos obtidos. É de se esperar, portanto, a contribuição adicional dos inimigos naturais, especialmente daqueles que sabidamente estão presentes na área, e da utilização do inseticida fisiológico. Independente da época de aplicação, não houve prejuízo econômico (Tabela 5).

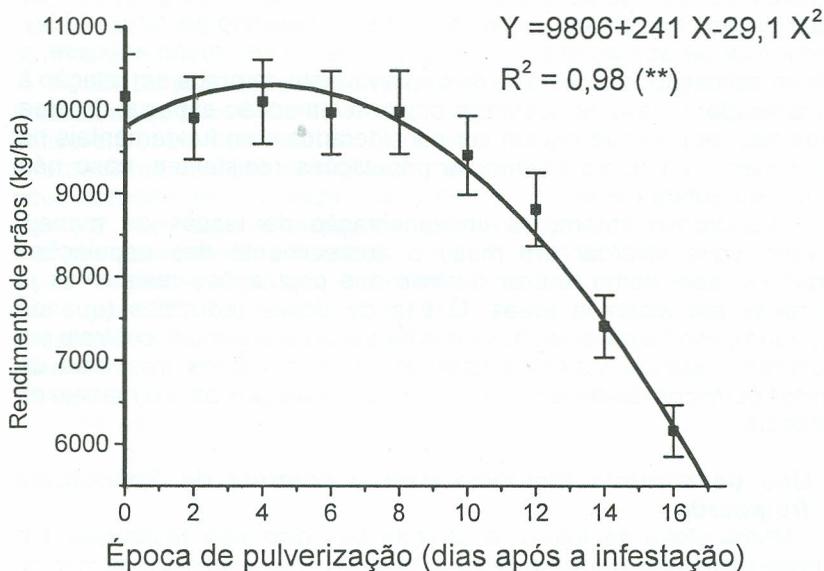
Numa situação similar, porém fazendo a aplicação do mesmo inseticida, protegendo a planta com uma gaiola apropriada, de modo a impedir o acesso de inimigos naturais os resultados foram diferentes (Figura 2, Tabela 6). A época de aplicação do inseticida praticamente explicou os rendimentos obtidos. A flexibilidade de uso do produto no entanto foi muito menor. O atraso na aplicação do inseticida por mais de oito dias após a infestação já não traz benefícios econômicos. Portanto, a presença dos inimigos naturais deve ser garantida sempre que possível, para que se possa auferir maior lucratividade econômica e ambiental.



**Figura 1.** Resposta de rendimento de grãos de milho em relação a aplicação de um inseticida fisiológico para o controle de *S. frugiperda* em área com diversidade de inimigos naturais

**Tabela 5.** Custo benefício oriundo da aplicação de um inseticida fisiológico para o controle da lagarta-do-cartucho em milho (dados da Embrapa) em área de diversidade de inimigos naturais.

Aplicação DAI	Rendimento		Ganho por hectare		Ganho (\$)	G - \$Inseticida
	kg/ha	%	kg	sacos		
Sem controle.	6.138,0	100,00	0	0,00	0,00	0,00
2	6.369,6	103,77	231,6	3,86	77,20	57,20
4	6.540,4	106,56	402,4	6,71	134,13	114,13
6	6.650,4	108,35	512,4	8,54	170,80	150,80
8	6.699,6	109,15	561,6	9,36	187,20	167,20
10	6.688,0	108,96	550,0	9,17	183,33	163,33
12	6.615,6	107,78	477,6	7,96	159,20	139,20
14	6.482,4	105,61	344,4	5,74	114,80	94,80
16	6.288,4	102,45	150,4	2,51	50,13	30,13



**Figura 2.** Resposta de rendimento de grãos de milho em relação a aplicação de um inseticida fisiológico para o controle de *S. frugiperda* em área sem diversidade de inimigos naturais.

**Tabela 6.** Custo benefício oriundo da aplicação de um inseticida fisiológico para o controle da lagarta-do-cartucho em milho (dados da Embrapa) em área sem diversidade de inimigos naturais.

Aplicação	Rendimento		Ganho por hectare		Ganho (\$)	G - \$Inseticida
	DAI	kg/ha	%	kg		
Sem controle		9.806,0	100,00	0	0,00	0,00
2		10.171,6	103,73	365,6	6,09	121,87
4		10.304,4	105,08	498,4	8,31	166,13
6		10.204,4	104,06	398,4	6,64	132,80
8		9.871,6	100,67	65,6	1,09	21,87
10		9.306,0	94,90	-500,0	-8,33	-166,67
12		8.507,6	86,76	-1.298,4	-21,64	-432,80
14		7.476,4	76,24	-2.329,6	-38,83	-776,53
16		6.212,4	63,35	-3.593,6	-59,89	-1.197,87

### Resistência a Inseticidas

Um dos graves problemas enfrentados pelos agricultores brasileiros diz respeito ao aparecimento de populações de *S. frugiperda* resistentes aos inseticidas químicos, conforme revisado por Cruz (2002). A frequência de aplicação de um inseticida, a concentração aplicada, o modo de aplicação, o estágio de desenvolvimento da praga em relação à dose aplicada, o grau de cobertura obtido a dimensão espacial da área tratada são fatores que devem ser considerados com fundamentais no favorecimento ao aparecimento de populações resistentes, caso não tratados adequadamente.

Fundamentalmente, a implementação de táticas de manejo integrado pode retardar em muito o aparecimento das populações resistentes, bem como reduzir o efeito das populações resistentes já detectadas em algumas áreas. O uso de doses reduzidas (quando apropriado), uso de produtos químicos de baixa persistência, controle em "reboleiras" (quando viável) e usar de maneira menos freqüente de produtos químicos devem ser considerados estratégias para o manejo da resistência.

### 3.1. Uso de controle biológico para o controle de *Spodoptera frugiperda*

Numa visão de futuro, o controle biológico visa restabelecer o equilíbrio ecológico, reduzir o impacto negativo dos inseticidas químicos, aumentar a durabilidade do manejo, seja através da integração adequada do produto químico ou de plantas geneticamente modificadas com os agentes de controle biológico natural. São vários os agentes de controle biológico de *S. frugiperda*, sendo os principais os parasitóides de ovos,

como as espécies de *Telenomus remus* e *Trichogramma* spp, a espécie *Chelonus insularis*, que é um parasitóide de ovos, mas que elimina a praga na fase de larva, os parasitóides de larvas *Campoletis flavicincta* e *Exastocolus fuscicornis* e os predadores, como as tesourinhas, joaninhas e crisopídeos.

Para a lagarta-do-cartucho, já existem produtos biológicos comerciais, como é o caso de *Trichogramma* spp. No entanto, muitos outros agentes de controle biológico ocorrem naturalmente, sendo sua densidade populacional função de práticas agrícolas favoráveis ou não à sobrevivência de cada espécie. Portanto, considerando os resultados que demonstram a significativa contribuição dos inimigos naturais quando presentes em número ou em diversidade de espécies, é fundamental a utilização de práticas que os favoreçam.

### **Conservação de inimigos naturais**

A conservação de inimigos naturais é, sem dúvida, o que há de mais importante na prática do controle biológico e, felizmente, também é um dos conceitos mais fácil de entender. De maneira simplista, a conservação de inimigos naturais significa evitar o uso de inseticidas. O aspecto fundamental é saber claramente quais práticas são prejudiciais e quais são benéficas. E, adicionalmente, saber como tais práticas benéficas podem ser integradas ao sistema de produção. Obviamente, isso requer o conhecimento sobre a biologia dos inimigos naturais e a disposição do agricultor de modificar algumas práticas, para acomodá-los bem no sistema.

**Evitar práticas prejudiciais:** a prática mais óbvia é evitar o uso de inseticidas químicos não-seletivos, principalmente se os inimigos naturais estiverem presentes na área. Os inseticidas químicos podem ter efeitos diretos sobre os inimigos naturais, matando-os, ou indiretos, eliminando seus hospedeiros ou presas e causando a morte dos inimigos naturais por inanição. Em alguns casos, os inseticidas podem ser integrados de maneira apropriada no sistema, sem causar dano aos inimigos naturais. Essa integração pode ocorrer mediante o uso de inseticidas seletivos ou por meio de aplicações seletivas, fazendo as pulverizações de modo a evitar determinadas horas do dia ou épocas do ano em que os inimigos naturais mais importantes seriam expostos aos produtos químicos, ou mesmo a aplicação do inseticida em uma localização onde os inimigos naturais não entrariam em contato com o produto. Em outros casos, a proteção dos inimigos naturais requer a eliminação do uso do inseticida.

Certas práticas culturais também podem ser prejudiciais aos inimigos naturais. Por exemplo, aração, cultivo ou operações de colheita que possam romper o equilíbrio existente na área, especialmente em pontos críticos do ciclo de vida dos inimigos naturais, deveriam ser evitados. Quantidades excessivas de poeira provenientes das estradas ou dos tratos culturais também podem prejudicar as atividades tanto de predadores como de parasitóides, reduzindo a taxa de controle. A queima de resíduos de colheita ou uma má cronometragem na hora de irrigar

também podem matar muitos inimigos naturais. Até mesmo quando a chamada agricultura "limpa", que inclui a remoção total de plantas daninhas ou de outras plantas não-alvos, pode ser prejudicial aos muitos inimigos naturais, que estariam usando tais plantas como fonte de alimento complementar ou para abrigo.

A incorporação de práticas benéficas aos inimigos naturais depende do conhecimento detalhado da biologia desses insetos, para se determinar claramente qual inimigo natural se quer favorecer, considerando alguns pontos prioritários. Por exemplo, onde a espécie passa o inverno ou onde estará quando determinada área não estiver sendo cultivada. Que fontes de alimento alternativo o inimigo natural pode precisar e se há condições de fornecimento dessas fontes. Muitos parasitóides requerem a proteína encontrada no pólen de muitas plantas para colocar seus ovos. Fontes de açúcar (carboidrato) necessárias para muitos parasitóides são freqüentemente obtidas do néctar de plantas em florescimento ou até das secreções de pulgões ("honeydew"). Ter uma diversidade de plantas dentro ou ao redor da área cultivada tem-se mostrado, em muitos casos, suficiente para melhorar a eficiência do controle biológico.

Alguns inimigos naturais precisam de presa ou de hospedeiro alternativo, em determinados pontos do ciclo de vida. É o caso, por exemplo, de quando o inimigo natural está numa área-alvo e a praga ainda não chegou a essa área.

O tipo de abrigo que é demandado pelos inimigos naturais durante o ciclo da produção agrícola também é importante. Por exemplo, a atividade de inimigos naturais que habitam o solo pode ser limitada devido às temperaturas altas do solo durante o dia. A incorporação de plantas de cobertura ou o uso de cultura intercalar pode ajudar a reduzir essas temperaturas e favorecer a ação dos inimigos naturais. Igualmente, muitos parasitóides requerem temperaturas moderadas e umidade relativa mais alta para melhor atuação. Em função de condições adversas, podem deixar a área no calor do dia, para buscar abrigo em áreas mais amenas.

Portanto, o conhecimento das necessidades biológicas e ecológicas dos inimigos naturais é crítico para o sucesso de qualquer esforço do controle biológico. A conservação é um dos modos mais fáceis para os produtores iniciarem o controle biológico nas propriedades e deveria ser uma prioridade em um programa visando ao aumento populacional de um agente de controle biológico. Enquanto há práticas que podem beneficiar, outras podem prejudicar a ação dos inimigos naturais. O entendimento da biologia e do ciclo de vida dos inimigos naturais específicos que se pretende conservar é o primeiro passo para se alcançar os melhores resultados.

### 3.2. Uso de plantas transgênicas (milho Bt)

Plantas geneticamente modificadas incorporando o gene da bactéria *Bacillus thuringiensis*, no caso do milho, recebem a denominação de milho Bt e objetiva principalmente o controle de pragas que são suscetíveis à bactéria. A grande vantagem da utilização do milho Bt é a redução no uso dos inseticidas químicos. Embora com resultados promissores obtidos notadamente no exterior e em alguns experimentos no Brasil, ainda não se tem uma avaliação mais ampla e nem para as principais pragas de milho. Os resultados são confinados em áreas experimentais. Mesmo ainda sem liberações comerciais do milho Bt, já existe preocupações sobre a possibilidade de quebra de resistência, ou seja, existe a possibilidade de a praga se adaptar ao milho Bt, à semelhança ao que aconteceu com determinados inseticidas químicos (Cruz, 2002b). De maneira semelhante, no caso de plantas de milho Bt, será fundamental a utilização de estratégias visando prolongar ao máximo o grau de resistência das plantas. Entre as estratégias, a utilização de determinada área, denominada área de refúgio, onde o plantio é realizado com um milho convencional (não Bt) é fundamental. Nessa área de refúgio, não existindo pressão de seleção, a probabilidade de aumento da frequência gênica em insetos resistentes é bastante diminuída. O monitoramento das populações resistentes, que é prática comum em relação aos inseticidas químicos, também deverá sê-lo para o caso do milho Bt. **B. *Diatraea saccharalis*.**

A broca da cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis*, em anos recentes, vem sendo apontada como séria ameaça à cultura do milho, no Brasil, especialmente nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Os principais danos causados pelas larvas ("brocas") são através da alimentação dentro do colmo da planta. Alguns trabalhos antigos relatados na literatura brasileira indicam perdas relativamente pequenas pelos danos diretos ao milho. No entanto, tais perdas passam a ser significativas em regiões onde ocorrem ventos moderados a fortes, ao provocarem a quebra da planta abaixo da espiga, antes do enchimento total dos grãos. A quebra de plantas também pode originar perdas em relação à menor eficiência na colheita mecânica ou devido ao aumento no custo de produção, pela necessidade de colheita manual complementar. A possibilidade de aumento da incidência dessa praga em milho, no Brasil, é real e indica a necessidade de novas pesquisas sobre o seu manejo.

A broca da cana-de-açúcar é a espécie mais amplamente distribuída do gênero. É muito variável tanto na cor quanto no tamanho, em toda sua área de distribuição (Box, 1931), que vai desde a região de cana-de-açúcar do sul dos EUA, passando pelas Antilhas e América Central e indo até a Argentina. É citada, nos EUA, desde 1855 (Howard, 1891). Elias (1970) afirma que essa praga pode atacar 65 espécies vegetais, sendo 30 espécies de pastagens de importância econômica (Jepson, 1954), além de cana-de-açúcar, milho, milheto, sorgo sacarino (Ingran & Bynum, 1941), trigo (Box, 1931), sorgo granífero (Randolph *et al.*, 1967) e arroz (Dinther, 1971). No México, a broca está limitada quase

exclusivamente à cana-de-açúcar, ao milho e ao sorgo (Box, 1956). Muitas plantas daninhas ou plantas selvagens podem também servir como hospedeiros, incluindo "Johnsongrass", sorgo halepense, *Paspalum* sp., *Panicum* spp., *Holcus* sp. e *Andropogon* sp. Dentre 17 gramíneas avaliadas em Porto Rico, o milho e a cana-de-açúcar foram as preferidas para oviposição. Milho, cana-de-açúcar e sorgo também foram as plantas mais atrativas e aceitáveis por parte das larvas de primeiro instar (Quintana-Muniz & Walker, 1970). A sobrevivência e a maturação de larvas de terceiro instar foram melhores em milho e sorgo, comparados a outros hospedeiros. Estudos realizados em Louisiana, EUA, mostraram também que o milho foi preferido em relação à cana para oviposição e também favorável para a sobrevivência de larvas (Hinds & Spencer, 1927). Portanto, reconhecida há muito tempo como uma praga chave da cana-de-açúcar, pode também atingir a mesma condição na cultura do milho. Essa preocupação de fato, é real, considerando principalmente as projeções de aumento do plantio da cana-de-açúcar, dentro do plano estratégico de produção de etanol.

Na Flórida, EUA, a broca da cana-de-açúcar é considerada uma praga secundária do milho, provavelmente em função de condições climáticas favoráveis e abundância de hospedeiros como a cana-de-açúcar (Kelsheimer *et al.*, 1950). O dano da broca da cana-de-açúcar em milho foi descrito por Flynn & Reagan (1984) e Flynn *et al.* (1984). As larvas prejudicam o milho de dois modos: cedo, na estação, elas atacam o cartucho, alimentando-se do tecido jovem em desenvolvimento. Se tal dano for leve, o resultado pode estar somente uma série de furos na lâmina foliar. Porém, se tal dano é extenso, o ponto de crescimento da planta pode ser morto. Em plantas mais desenvolvidas, as larvas penetram no colmo e fazem galerias. Larvas mais desenvolvidas, ao intensificarem o dano, enfraquecem as plantas, que ficam propensas ao quebraamento. Danos na espiga também podem ocorrer (Rodriguez-Del-Bosque *et al.*, 1990). Esses últimos permitem a entrada do caruncho, *Sitophilus* spp (Curculionidae) (Peairs & Saunders, 1980).

As perdas em rendimentos do milho têm sido atribuídas a um aumento da esterilidade, redução no tamanho da espiga e do grão, assim como uma interferência na colheita mecânica. Tais perdas na colheita podem chegar a 27% em termos de grãos (Floyd, 1966). A broca da cana-de-açúcar é uma das principais pragas do milho, na Argentina, no México e em outros países da América Latina (Maredia & Mihm, 1991; Trumper *et al.*, 2004). Na Argentina, por exemplo, os prejuízos ocasionados pelo ataque dessa espécie alcançam uma média de 170 milhões de dólares por ano, com oscilações entre 150 e 300 milhões (Iannone, 2001). As larvas começam alimentando-se do tecido foliar, penetrando logo no colmo e, se a planta é jovem, podem danificar o broto terminal, provocando sua morte. Em plantas mais desenvolvidas, produzem galerias longitudinais, brocando uma mesma larva, dois ou três entrenós (Leiva & Iannone, 1993). Como consequência desse dano, há uma queda nos rendimentos de grãos. As maiores perdas são advindas de ataques

nos entrenós mais próximos à espiga, pois produzem interferência na circulação de nutrientes elaborados pela planta, que são carregados para uma maior produção de folhas, em vez da produção de grãos, em comparação com os ataques verificados nos entrenós mais distantes. Serra & Trumper (2004) descreveram a relação entre os danos causados pela broca da cana-de-açúcar em colmos de plantas de milho e o rendimento de plantas individuais, baseando as avaliações no número de galerias grandes e no rendimento dos grãos. O peso da espiga foi correlacionado direta e negativamente com o número médio de entrenós com galerias grandes. As plantas de milho diminuíram na base de 2,51 gramas para cada entrenó brocado por larvas grandes da broca. Em outras palavras, para cada entrenó brocado há uma perda de rendimento de 2,03%. Considerando as informações de Iannone (2001), de que uma larva de *D. saccharalis* pode causar danos, em média, em dois entrenós, uma densidade média de uma broca por planta causará um dano de 4,06%. Esse resultado coincide com aquele encontrado por Dagoberto (1987), que trabalhou com infestação artificial. Segundo esse autor, um nível de cinco a seis larvas por planta diminui o rendimento na ordem de 20,5%. Os resultados de Serra & Trumper (2004) também mostraram que, de maneira geral, a época de semeadura não modifica a percentagem de redução do rendimento potencial de cada entrenó brocado. A relação entre rendimento por planta e o dano provocado (número de entrenós com galerias grandes) não indicou nenhum ajuste, quando se considerou o extrato superior da planta. No entanto, houve ajuste quando se consideraram os danos verificados nos extratos médios e inferiores da planta. Em outras palavras, os danos verificados ao redor da espiga (estrato médio) produzem perdas em rendimento maiores que os registrados no estrato inferior. Por outro lado, os danos ocorridos no estrato superior não parecem influenciar negativamente os rendimentos de grãos. Ao se alimentarem, as larvas danificam os tecidos de condução da planta de milho, interferindo particularmente com as etapas reprodutivas, com a circulação de nutrientes, o movimento de água e a produção e translocação de fotossintéticos (ou fotossintatos) para a espiga primária (Calvin *et al.*, 1988). Cabe especular que a maior influência que os danos no estrato médio tiveram sobre os rendimentos seria consequência de que os danos próximos à espiga produzem interferência na translocação de nutrientes elaborados pela planta, que são carregados para uma maior produção de folhas, em vez da produção de grãos, em comparação com os ataques verificados nos entrenós mais distantes. Perdas no rendimento de milhos entre 30 e 50% têm sido relatadas em função do ataque dessa praga (Floyd *et al.*, 1960; Pears & Sanders, 1981; Hinderliter, 1983).

Estudos recentes na *Embrapa Milho e Sorgo* indicam que a variável que melhor explicou os rendimentos de grãos obtidos em parcelas experimentais foi o tamanho da galeria deixada pela praga, através de sua alimentação, podendo ser esperada, para cada aumento em um centímetro no tamanho da galeria, uma perda de 1,48% do

rendimento de grãos. A distribuição da galeria ao longo do colmo do milho indicou uma predominância para os internódios cinco a nove (68,2%), que se encontram abaixo, porém, próximos ou no máximo na altura do internódio da inserção da espiga (entre o oitavo e o nono internódio).

### Literatura citada

BOX, H. E. The Crambine genera *Diatraea* and *Xantoperne* (Lep., Pyral.). **Bulletin of Entomological Research**, London, v. 22, p. 1-50, 1931.

BOX, H. E. The New species and records of *Diatraea* Guilding and *Zeadiatraea* Box from Mexico, Central and South America (Lepid., Pyral.). **Bulletin of Entomological Research**, London, v. 47, p. 755-776, 1956.

CALVIN, D. D.; KNAPP, M. C.; XINQUAN, K.; POSTON, F. L.; WELCH, S. M. Influence of European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) feeding on various stages of field corn in Kansas. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 81, n. 4, p. 1203-1208, 1988.

CRUZ, I. **A broca da cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis*, em milho, no Brasil**. Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica 91. 12p. 2007.

CRUZ, I. **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1995. 45p. (Embrapa-CNPMS. Circular Técnica, 21).

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. 2002b. 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, 2002a. 15p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 21).

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M.L.C.; OLIVEIRA, A.C.; VASCONCELOS, C.A. Damage of *Spodoptera frugiperda* (Smith) in different maize genotypes cultivated in soil under three levels of aluminium saturation. **International Journal of Pest Management**, v. 45, p. 293-296, 1999.

CRUZ, I.; OLIVEIRA, L. J.; VASCONCELOS, C. A. Efeito do nível de saturação de alumínio em solo ácido sobre os danos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) em milho. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.25, p.293-297. 1996.

CRUZ, I.; TURPIN, F. T. Efeito da *Spodoptera frugiperda* em diferentes estádios de crescimento da cultura de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n.3, p. 355-359, mar. 1982.

CRUZ, I.; TURPIN, F.T. Yield impact of larval infestation of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) to mid-whorl growth stage of corn. **Journal of Economic Entomology**, v. 76, p. 1052-1054, 1983.

CRUZ, I.; VALICENTE, F. H.; SANTOS, J. P.; WAQUIL, J. M.; VIANA, P. A. **Manual de identificação de pragas da cultura de milho**. Sete Lagoas: Embrapa: Embrapa Milho e Sorgo, 1997. 71 p.

DAGOBERTO, H. Control de plagas en el cultivo de maíz. CREA. Producción de maíz. **Cuaderno de Actualización Técnica**, Buenos Aires, v. 42, p. 78-84, 1987.

DINTHER, J. B. M. van. A method of assessing rice yield losses caused by the stem borer *Rupela albinilla* and *Diatraea saccharalis* in Surinam and the aspect of economic thresholds. **Entomophaga**, Paris, v. 16, p. 320-326, 1971.

ELIAS, L. A. **Maize resistance to stalk borer in *Zea diatraea* Box and *Diatraea* Guilding (Lepidoptera: Pyralidae) at five localities in Mexico**. 1970. 172 f. Thesis (Ph.D.) - Thesis, Kansas State University, Manhattan.

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, p. 1693-1698. 2006.

FLOYD, E. H. Survival of the sugarcane borer overwintering in cornstalks in Louisiana. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 59, p. 825-827, 1966.

FLOYD, E.H.; GLOWER, D.F.; MASON, L.F. Effects of sugarcane borer infestation on the yield and grade of corn. **Journal of Economic Entomology** v.53, p.935-937. 1960.

FLYNN, J. L.; REAGAN, T. E. Corn phenology in relation to natural and simulated infestations of the sugarcane borer (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 77, p. 1524-1529, 1984.

FLYNN, J. L.; REAGAN, T. E.; OGUNWOLU, E. O. Establishment and damage of the sugarcane borer (Lepidoptera: Pyralidae) in corn as influenced by plant development. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 77, p. 691-697, 1984.

HINDERLITER, D.G. **Host plant resistance in two tropical maize, *Zea mays* L., populations to the southwester corn borer, *Diatraea saccharalis* Dyar, and the sugarcane borer, *D. saccharalis* Fabricius**. PhD Thesis. University of Wisconsin, Madison. 1983.

HINDS, W. E.; SPENCER, H. **Sugarcane borer control aided through utilization of infested and trap corn**. Baton Rouge: Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College, Agricultural Experiment Stations, 1927. 26 p. (Louisiana Agricultural Experimental Station Bulletin, 198).

HOWARD, L. O. The larger corn stalk borer (*Diatraea saccharalis* F.) **Insect Life**, Washington, v. 4, p. 95-103, 1891.

IANNONE, N. Control químico de *Diatraea*, tecnología que apunta a la alta producción. **Revista de Tecnología Agropecuaria**, Pergamino, v. 6, n. 17, p. 33-37, 2001.

INGRAM, K. W.; BYNUM, E. K. **The sugarcane borer**. Washington: USDA, 1941. 17 p. (USDA. Farmer's Bulletin, 1884).

JEPSON, W. F. **A critical review of the world literature on the lepidopterous stalk borers of tropical graminaceous crops**. London: Commonwealth Institute of Entomology, 1954. 127 p.

KELSHEIMER, E.G.; HAYSLIP, N. C.; WILSON, J. W. **Control of budworms, earworms and other insects attacking sweet corn and green corn in Florida**. Gainesville: University of Florida, Agriculture Experiment Station, 1950. 38 p. (Florida Agriculture Experiment Station Bulletin, 466).

LEIVA, P. D.; IANNONE, N. **Bioecología y daños del barrenador del tallo *Diatraea saccharalis* Fab. en maíz**. Carpeta de producción vegetal. Pergamino: INTA, 1993. 5 p.

MAREDIA, K. M.; MIHM, J. A. Sugarcane borer (Lepidoptera: Pyralidae) damage to maize at four plant growth stages. **Environmental Entomology**, College Park, v. 20, p. 1019-1023, 1991.

PEAIRS, F. B.; SAUNDERS, J. L. *Diatraea lineolata* y *D. saccharalis*: una revisión en relación con el maíz. **Agronomía Costarricense**, San José, v. 4, n. 1, p. 123-135, 1980.

PEAIRS, F. B.; SAUNDERS, J. L. Plant damage and yield responses to *Diatraea saccharalis* and *Spodoptera frugiperda* in selection cycles of two tropical maize populations in Mexico. **Turrialba** v.31, p.55-62. 1981

QUINTANA-MUÑIZ, V.; WALKER, D. W. Oviposition preference by gravid sugarcane borer moths in Puerto Rico. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 63, p. 987-988, 1970.

RANDOLPH, N.M.; TEETES, G. L.; JETER, B. E. Jr. Insecticide sprays and granules for control of the sugarcane borer on grain sorghum. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 60, p. 762-765, 1967.

RODRIGUEZ-DEL-BOSQUE, L. A.; SMITH JR, J. W.; BROWNING, H. W. Feeding and pupation sites of *Diatraea lineolata*, *D. saccharalis*, and *Eoreuma loftini* (Lepidoptera: Pyralidae) in relation to corn phenology. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 3, p. 850-855, 1990.

SERRA, G.; TRUMPER, E. V. **Influencia de los daños provocados por el barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*) en maíz sobre el rendimiento por planta**. Manfredi: INTA: EEA Manfredi, nov. 2004. (Boletines Electrónicos-Serie: Modelos bioeconómicos para la toma de decisiones de manejo de plagas, año 1, n. 5). Disponível em: <<http://www.inta.gov.ar/manfredi/info/documentos/docprodveg/entomo/bioeco5.htm>> Acesso em 3 maio 2007.

TRUMPER, E. V.; PORELLO, L.; SERRA, G. **Relación entre posición de desoves del barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*) y distribución de daños en plantas de maíz**. Manfredi: INTA: EEA Manfredi, nov. 2004. (Boletines Electrónicos - Serie: Modelos bioeconómicos para la toma de decisiones de manejo de plagas, año 1, n. 4). Disponível em: <<http://www.inta.gov.ar/manfredi/info/documentos/docprodveg/entomo/bioeco4.htm>> Acesso em: 3 maio 2007.