

Capítulo 9

Manejo de Pragas nos Sistemas de Produção de Milho no Brasil: Inovações Tecnológicas no Manejo de Lagartas em Lavouras de Milho Convencional e Bt

Simone Martins Mendes

Rosangela Cristina Marucci

José Magid Waquil

Introdução

As condições tropicais de cultivo favorecem a exploração intensiva do solo, permitindo a produção de duas a três safras em sequência a cada ano. Esse tipo de exploração do solo permite ao produtor obter maior rendimento por unidade de área; desse modo, é cada vez mais comum encontrar várias lavouras ocupando extensas áreas em uma mesma região, com safras sobrepostas.

Tais condições de cultivo vêm demandando ajustes do sistema de produção, que se torna cada vez mais intensivo e com características regionalizadas. Essa prática, no entanto, tem favorecido a ocorrência de insetos-pragas polívoros. De acordo com Lima et al. (2006), pragas polívoras são aquelas capazes de se alimentar e completar seu ciclo de desenvolvimento em várias espécies de plantas. O resultado da abundância de alimentos e de um período de tempo maior para as pragas se multiplicarem resulta no fenômeno que vem sendo conhecido no Brasil como “ponte verde” conectando duas safras de primavera/verão.

Muitos insetos-pragas polípagos pertencem à ordem Lepidoptera e são em muitos casos, destrutivos e cosmopolitas (Lima et al., 2006). A principal praga das lavouras de milho no Brasil se encaixa nessa categoria, a lagarta-do-cartucho do milho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) (**Figura1**), tem ampla distribuição geográfica é endêmica nas Américas. Essa praga ocorre o ano todo em várias culturas, como o milho, *Zea mays* L.; sorgo, *Sorghum bicolor* (L.) Moench; algodão, *Gossypium herbaceum* L.; pastagem, *Panicum maximum* Jacq. Cv. Tanzânia; cana- de- açúcar, *Saccharum officinarum* L. e soja, *Glycine max* (L.) Merril. (Boregas et al., 2013). Além de causar prejuízos em varias lavouras de importância econômica, esse inseto tem como hospedeiros também varias plantas presentes nos sistemas intensificados de plantio, como as braquiárias *Urochloa decumbens* e *U. ruziziensis* (Dias et al., 2016).

Nesse contexto as principais inovações tecnológicas para o manejo de lagartas em milho estão focadas nessa espécie, contudo ainda a lavoura do milho é danificada por outros importantes lepidópteros-pragas polípagos como a *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794), (Lepidoptera: Crambidae), *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae), *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848) (Lepidoptera: Crambidae) dentre outras como a *Helicoverpa armigera* (Hubner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae), que, de acordo com Bentivenha et al. (2016), ocorrem em lavouras de milho, sobretudo nas regiões onde predomina o cultivo do algodão. Essas espécies também serão discutidas nesse capítulo.

Polifagia das espécies de lepidópteros-pragas e implicações no manejo de sistemas intensificados de produção

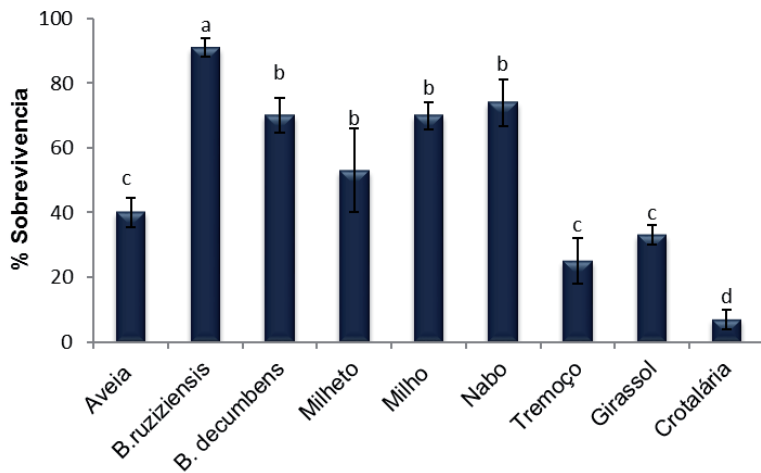
A polifagia é um recurso para a sobrevivência de insetos-fitófagos que tem papel estratégico no seu desempenho biológico e sua respectiva dinâmica populacional. Em uma mesma região, espécies polípagas podem ser pragas de uma ou mais culturas, ou apenas se mantêm em baixa densidade em diferentes plantas hospedeiras, até encontrarem um alimento adequado para expressarem todo seu potencial biótico (Moscardi et al., 2012; Suzana et al., 2015). *Spodoptera frugiperda* (**Figura 1**) é uma das espécies mais nocivas para as culturas anuais nas regiões tropicais das Américas. As lagartas podem causar perdas de 17% a 38,7% na produção de milho e de sorgo, dependendo do ambiente, da cultivar e do estágio de desenvolvimento das plantas atacadas (Cruz; Turpin, 1983; Boregas et al., 2013).

Pogue (2002) listam uma série de plantas consideradas hospedeiras de *Spodoptera* spp. Entre as espécies citadas como hospedeiras de *S. frugiperda*, a soja é uma das mais abundantes no agroecossistema do cerrado, durante o verão. Assim, esta espécie pode ter um papel importante na sobrevivência de populações no ambiente uma vez que no verão ela fica submetida a uma monofagia funcional pela falta de outro hospedeiro uma vez que somente na sucessão à soja são cultivados milho e sorgo (Boregas et al., 2013). Além disso, são citadas inúmeras outras plantas hospedeiras que ocorrem no agroecossistema, como plantas daninhas: Capim-pé-de-galinha e sorgo selvagem (Mendes et al. (dados não publicados) e Boregas et al., 2013). Nessas condições, esses insetos podem se estabelecer no campo em qualquer época.



Figura 1. Lagarta-do-cartucho do milho e planta de milho com injúrias causadas pela alimentação das lagartas.

Dias et al. (2106) ressaltam que, mesmo em práticas conservacionistas e desejáveis aos sistemas de produção, como plantio direto, devem ser considerados a questão da ponte verde. Esses autores mostram que a braquiária, por exemplo, é uma planta muito adequada por produzir grande quantidade de massa verde, contudo quando se observa o problema de pragas, é uma das plantas de cobertura que mais são adequadas ao desenvolvimento de *S. frugiperda* (**Figura 2**). Além disso, no sistema de plantio direto, como não há revolvimento do solo, permite uma maior sobrevivência das pupas que passam essa fase no solo.



*médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott- Knot a 5% de probabilidade.

Figura 2. Sobrevivência (%) *Spodoptera frugiperda* em diferentes plantas de cobertura utilizadas em sistemas de plantio direto, avaliadas em casa de vegetação. Adaptada de Dias et al. (2016)

A habilidade de *S. frugiperda* em se manter no ambiente utilizando várias plantas hospedeiras tem levado a ocorrência dessa espécie provocando injúrias em plantas jovens de hospedeiros mais preferidos, onde abre galeria na região do coleto provocando o sintoma conhecido como coração-morto (**Figura 3**). A redução do estande, ou seja, do número de plantas produtivas por área cultivada é uma preocupação emergente nas condições de intensificação de cultivo. Nesse caso, uma das estratégias principais para o manejo, é a realização da desseca antecipada antes do plantio, com intuito de reduzir o alimento disponível para o inseto. Como essa lagarta pode se desenvolver em várias plantas presentes no sistema de produção, é necessário eliminar a fonte de alimento e não é fácil, mas deve ser uma preocupação antes de se proceder o plantio, sobretudo da primeira safra.



Figura 3. Lagarta de *Spodoptera frugiperda* no solo ao lado da planta de milho.

Também com os dados levantados por Dias et al. (2016), mostram que a Crotalária é uma das plantas de cobertura utilizada em plantio direto que é menos adequada à sobrevivência da espécie (**Figura 3**). Assim é possível inferir que o plantio de crotalária em regiões onde a pressão *S. frugiperda* é muito alta, pode ser uma ferramenta adequada para ajudar a reduzir a população dessa praga na região.

Uso de plantas Bt para o manejo de lepidópteros-pragas

Dentre as ferramentas disponíveis para o manejo dessa praga no Brasil, o milho Bt tem grande adoção em todas regiões agrícolas do país, atingindo mais de 80% da área cultivada com esse cereal. O milho Bt é um milho geneticamente modificado, que expressa proteínas inseticidas, cujos genes foram clonados da bactéria *Bacillus thuringiensis*. Essas proteínas inseticidas produzidas pela própria planta possuem ação no intestino da lagarta, onde se ligam formando poros que promovem a ruptura dele. Nesse processo de infecção ocorre a liberação do conteúdo da célula e o inseto paralisa sua alimentação, mesmo antes da sua morte.

As proteínas inseticidas ou proteínas Bt, são expressas em todos os tecidos da planta, assim, na lavoura, todas as lagartas estão expostas às proteínas tóxicas. Essa é uma das grandes vantagens dessa tecnologia, como a lagarta é difícil de ser atingida dentro do cartucho da planta via pulverização, com a utilização do milho Bt o alvo é facilmente alcançado. Por outro lado, a principal desvantagem é a velocidade que esses insetos podem se tornar resistente a essas proteínas.

Atualmente estão liberados pela CTNBio* (Comissão Técnica Nacional de Biossegurança) comercialmente no Brasil, eventos transgênicos com resistência a lagartas que expressam cinco proteínas Bt (**Tabela 1**).

Tabela 1. Resumo das principais tecnologias Bt em milho, soja, algodão e cana-de-açúcar, comercialmente utilizadas e cultivadas no Brasil.

Product	Technology	Lepidoptera						Coleoptera	Release
		Cry1Ab	Cry1F	Cry1a105	Cry2Ab2	VIP3Aa20	Cry1Ac	Cry2Ae	
Maize	Yieldgard®								2008
	Agrisure TL®								2008
	Herculex®								2009
	Viptera™								2009
	VT PRO™								2010
	PowerCore™; VT PRO Max®								2010
	Viptera 3®								2010
	Optimum™ Intrasect®								2011
	VT PRO® 3								2011
	Herculex® Xtra								2015
soybean	Leptra®								2015
	intacta® Monsanto								2010
	Down agrosience								2016
	Monsanto®								2017
	Monsanto®								2017
Cotton	Bollgard®								2005
	WideStrike®								2009
	Bollgard II®								2009
	TwinLink®								2011
sugar cane	ctc0bt								2017

Fonte: Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (2018)

É importante considerar que dentre as tecnologias disponíveis para o cultivo e a comercialização em milho no Brasil, tem-se sete proteínas Bt, sendo cinco com ação para lepidópteros-praga, duas para coleóptero-praga, larvas de diabrótica. Dessas cinco proteínas duas (Cry1F e Cry1Ab), oficialmente, perderam a eficácia por causa da quebra da resistência pela lagarta-do-cartucho-do-milho, *Spodoptera frugiperda* (Farias et al., 2014; Omoto et al., 2016), principal praga alvo das tecnologias Bt no milho.

No caso da proteína Cry1F presente em algumas tecnologias Bt, apenas dois anos após a liberação do cultivo em milho, registrou-se casos de falha de controle no país. Essa proteína foi intensamente utilizada de norte a sul do país em evento

que expressava a proteína sozinha, ou seja, sem piramidação (combinação de eventos). Nesse sentido, vale ressaltar que dados de pesquisa mostram que a presença de mais de uma proteína com sítios de ação diferentes para a praga-alvo pode retardar a evolução da resistência. Além disso, as proteínas inseticidas expressas em alta dose, com 99% ou mais de eficiência de controle da população de insetos, são importantes para retardar a evolução dessa resistência.

A expressão da proteína pode variar em função do híbrido de milho em que as tecnologias foram introduzidas (Mendes et al., 2011); e também em condições de estresse da planta (seca, por exemplo) a expressão pode ser reduzida. Isso faz com que, mesmo sendo uma proteína constitutiva, expressa em todos os tecidos da planta existam variações quanto à sua eficácia que independem da resistência da população de pragas à proteína Bt.

Além disso, *S. frugiperda* é conhecida por possuir inúmeros biótipos, ou haplotipos (Pinto et al., 2015; Souza, 2015). As diferentes populações, ou haplotipos se comportam de maneira diferenciada frente às tecnologias de controle, dentre elas as proteínas do Bt expressas em milho (Souza et al., 2015; Waquil et al., 2016) (**Figura 4**). Assim, pode-se concluir que não é possível generalizar as observações pontuais e que as avaliações de "quebra" da resistência devem ser analisadas caso a caso.

Dessa forma, dependendo da região, da população da praga, do nível de estresse que as plantas foram expostas, do uso da proteína de forma piramidada, da expressão dos eventos em alta dose, dentre outros fatores têm afetado substancialmente o nível de controle obtido pelo produtor. O fato é que os produtores de milho têm obtidos resultados diferenciados com o uso das mesmas tecnologias Bt em regiões diferentes do país.

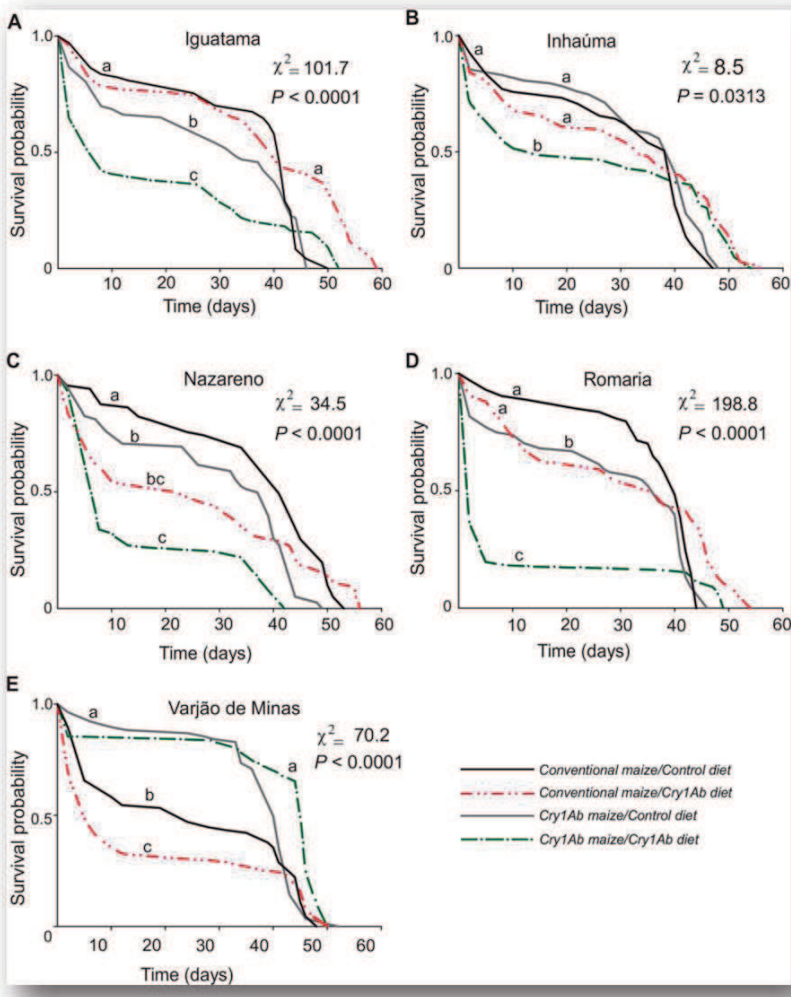


Figura 4. Sobrevivência de cinco populações de *Spodoptera frugiperda* expostas ao milho expressando Cry1Ab em condições de laboratório. Curva de sobrevivência que diferem entre si possuem letras diferentes (p > 0.05) Souza et al. (2015)

Papel do plantio da área de refúgio

Uma das poucas questões possíveis de generalização é o papel do plantio de áreas de refúgio, que combinado com o efeito da alta dose (mata os insetos heterozigotos) é essencial para aumentar a durabilidade da resistência das plantas, retardando a sua evolução a campo. Nesse sentido, as Instituições Públicas e as Empresas detentoras das tecnologias Bt têm feito um enorme esforço em todo o país no sentido de conscientizar os produtores na aplicação das "Boas Práticas Agronômicas em Culturas Bt" para o Manejo da Resistência. Assim, é possível esperar que a adoção dessas práticas seja incrementada ano a ano e a tecnologia Bt continue contribuindo para o manejo eficiente das principais pragas-alvo da tecnologia em cada cultura.

Para evitar que ocorra a seleção de resistência rapidamente é necessário o uso de estratégias de Manejo de Resistência de Insetos (MRI), que visa manter a população de insetos suscetíveis nas lavouras. A principal estratégia de MRI é o **plantio da área de refúgio**, essa é uma área de milho NÃO Bt, que deve ser plantado próximo às lavouras de milho Bt.

A finalidade do plantio da ÁREA DE REFÚGIO é produzir lagartas que sejam suscetíveis à tecnologia Bt, para que no campo, ocorra o acasalamento com aqueles insetos resistentes, oriundos das lavouras Bt. Dessa forma é possível manter a suscetibilidade das populações às proteínas do Bt. Uma das principais regras desse plantio é que, as lavouras de milho não Bt sejam plantadas a, no máximo 800 metros de distância das lavouras Bt. Isso porque a distância média do voo de *S. frugiperda* no campo é de 800 metros, dessa forma, com plantios próximos os insetos podem se encontrar para o acasalamento com maior probabilidade.

Para saber mais sobre esse assunto acesse: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/152172/1/Manejo-resistencia.pdf>

Outra estratégia importante é que se usem eventos transgênicos com mais de uma proteína do Bt com ação para lagartas. É o que chamamos de eventos piramidados. Assim torna-se a vida útil da tecnologia maior. Waquil et al. (2013) mostraram que eventos piramidados para o manejo de lagartas com a tecnologia Bt é mais efetivo quando comparado às tecnologias com um único evento.

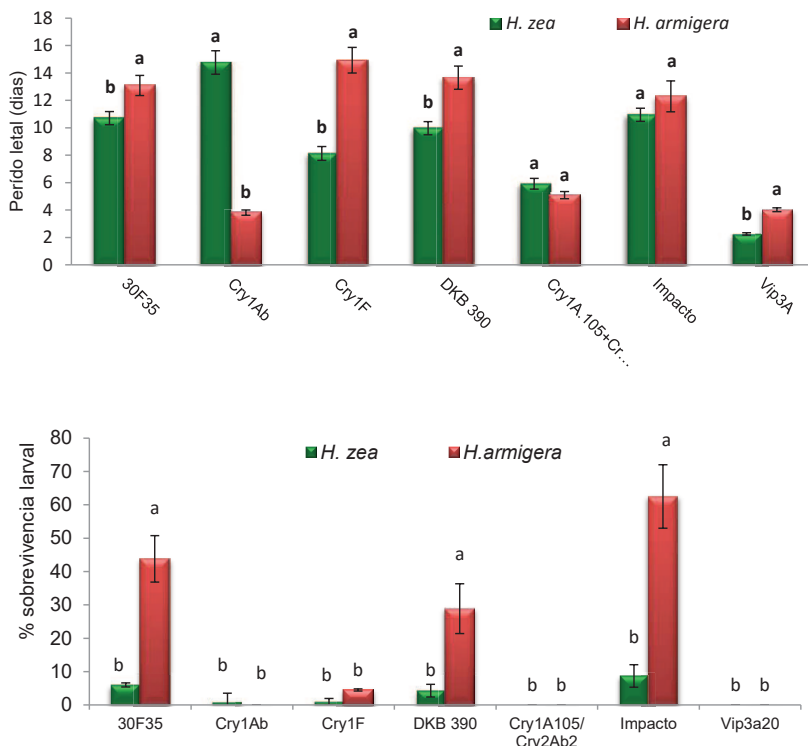
Uso da tecnologia Bt para lagartas da espiga

As lagartas que ocorrem danificando as espigas de milho no Brasil são suscetíveis às proteínas do Bt presentes nas tecnologias disponíveis no mercado. Santos et al. (2016) detectaram efeito das proteínas do Bt nas espigas de milho expressando as tecnologias Vip3a[®], VT3Gp[®], Yieldgard[®] e Herculex[®], nas variáveis biológicas de *H. zea* e *H. armigera*. Segundo esses autores existem diferenças para as tecnologias e as espécies, contudo não houve sobreviventes de ambas as espécies as tecnologias avaliadas. Contudo esses autores trabalharam com espigas de milho no estágio de desenvolvimento R1, onde ainda não houve acúmulo de amido nas espigas (**Figura 5**).



Figura 5. Lagartas da espiga (a) *Spodoptera frugiperda* e (B) *Helicoverpa zea*

A expressão das proteínas do Bt nas espigas é limitada, pois as espigas, por natureza, têm acumulo de amido. Balieiro Neto et al. (2013) encontraram menores teores de proteína Cry1Ab nas espigas do que nas folhas. Dessa forma, mesmo que o milho Bt tenha boa ação para as lagartas desfolhadoras, não se pode esperar o mesmo desempenho para lagartas que são pragas nas espigas de milho (**Figura 6**).



Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Skott Knott ($p \leq 0,05$).

Figura 6. Sobrevivência (%) e período letal (dias) ($m \pm ep$) das larvas de *Helicoverpa* sp. nos diferentes genótipos de milho Bt e seus respectivos isogênicos convencionais. Dados adaptados de Santos et al. (2016).

Uso de inseticidas para o controle de lagartas na cultura do milho

Somente para o controle de *S. frugiperda* no milho estão registrados junto ao Mapa (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) 187 produtos. Desses, temos: um feromônio, dois *B. thuringiensis*, um baculovirus e um parasitoide, além de

um extrato de Azdiractina. Os demais produtos pertencem a 47 princípios ativos comercializados sozinhos ou combinados entre si (Figura 7).

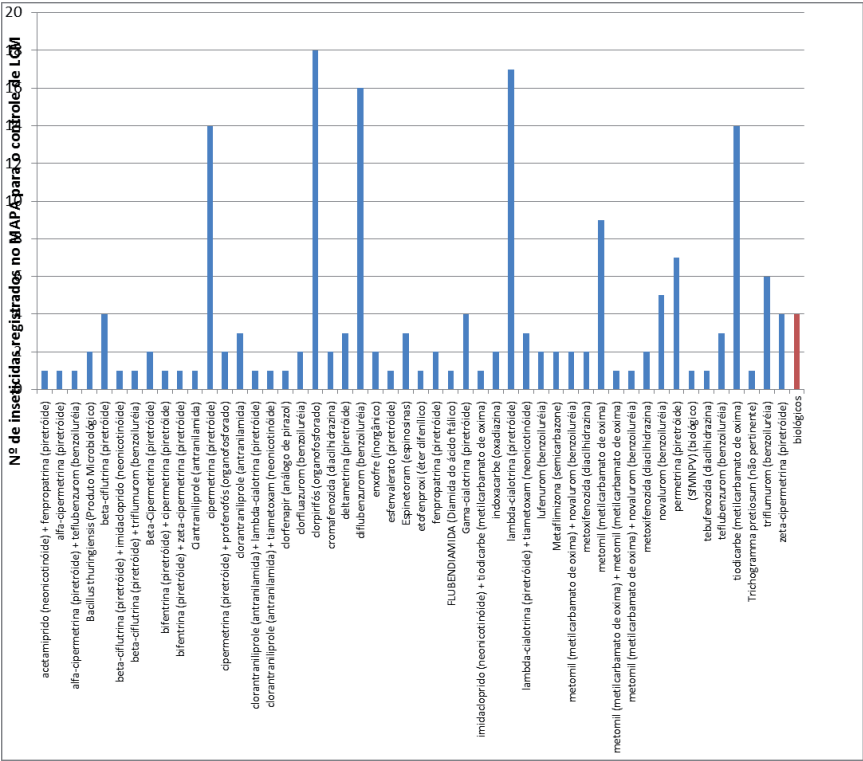


Figura 7. Número de inseticidas registrados junto ao Mapa para o controle LCM, Spodoptera frugiperda, num programa de manejo em lavouras de milho no Brasil. Extraído de <http://agrofit.agricultura.gov.br> (Brasil, 2003c)

Dessa forma, pode-se dizer que existem várias alternativas para o controle químico de *S. frugiperda* em milho. Essa variedade de produtos disponíveis não reflete no tipo de controle que tem se observado hoje no país nas principais regiões produtoras. Em

Levantamento registrado na região de Patos de Minas-MG em 2017 e no Mato Grosso em 2018, mostram que mesmo com essa diversidade de produtos, muitos inseticidas sem registro vêm sendo utilizados nessa cultura para o controle de Lagartas.

A principal dificuldade no controle *S. frugiperda* no milho com inseticidas (químicos ou biológicos) está na janela de aplicação. Como ocorre superposição de gerações, o fluxo de larvas pequenas, médias e grandes se superpõe e a efetividade desses produtos fica extremamente reduzida quando a lagarta penetra no cartucho da planta. A larva se alimenta no palmito do milho, parte da planta em franco crescimento e totalmente protegida de agentes externos. Ainda, as fezes eliminadas pela lagarta obstruí a entrada da galeria por onde o inseto penetrou dificultando ainda mais o acesso dos agentes de controle.

Em Mato Grosso, nas lavouras de milho safrinha em 2018, *S. frugiperda* foi relacionada pelos produtores como a principal praga da cultura nos levantamentos realizados durante o Circuito tecnológicos Aprosoja/Embrapa. É interessante destacar que nesse levantamento também se observou que os produtores têm feito, entre duas e três aplicações de inseticidas químicos para o controle dessa praga mesmo no milho com a tecnologia Bt e três e quatro aplicações em milho não Bt. A eficiência do produto é citada pelos produtores como o fator mais importante na escolha, contudo em muitos casos a venda dos insumos aos produtores é fechada antes mesmo do plantio da safra e os produtos a serem utilizados já acompanha o calendário de aplicações.

Nesse cenário, de várias populações da praga, várias estratégias disponíveis para o manejo e níveis de suscetibilidade diferenciados para as tecnologias, inseticidas por região, o

monitoramento deve ser visto como estratégia fundamental para aportar o MIP. O monitoramento para medir o tamanho da infestação de lagartas nas lavouras continua sendo importante para tomada de decisão. Esse monitoramento pode ser feito através de armadilhas de feromônio ou mesmo de vistoria nas lavouras, para contabilização das injúrias nas plantas. O uso adequado do inseticida contribui inclusive como estratégia de controle biológico, haja vista que o uso de inseticidas seletivos e a aplicação de produtos eficientes e somente no momento correto, indicado pelo monitoramento ajuda a manter os inimigos naturais nas lavouras, evitando novas aplicações de inseticidas.

Contudo ainda é necessário monitorar a frequência com que as populações dessas lagartas apresentam resistência às principais estratégias de manejo, sejam plantas Bt sejam inseticidas químicos. O monitoramento da resistência à inseticidas e proteínas do Bt devem ser atualizados com frequência, visto que vários fatores podem interferir, tanto para seleção de resistentes quanto para o desempenho não satisfatório de inseticidas como o mau uso desses produtos.

A logística para controle de pragas tem sido um dos principais gargalos no que tange a falta de observação dos preceitos do Manejo Integrado de Pragas. Nesse cenário vale voltar à uma premissa básica do MIP, que é o custo de controle e o nível de controle. Aplicações calendarizadas são antieconômicas, porque não considera o nível de infestação da praga. Além de expor a população aos inseticidas e a uma resistência precoce a esses produtos. O uso equilibrado das estratégias de manejo integrado potencializa sua eficácia e aumenta sua vida útil, evitando aplicações crescentes para o controle de lagartas nos sistemas intensivos de produção.

Referências

BALIEIRO NETO, G.; CIVIDANES, T.; BRANCO, R.; FÉLIX, M. R.; REI, F.; NOGUEIRA, J. Quantificação da proteína Cry1Ab em folhas, caules e grãos de dois híbridos de milho Bt e controle das pragas *Spodoptera frugiperda* e *Helicoverpa zea*, 2013. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 70, n. 1, p. 59-66, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROFIT**: sistema de agrotóxicos fitossanitário. Brasília, DF, c2003. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 10 jun. 2018.

BENTIVENHA, J. P. F.; PAULA-MORAES, S. V.; BALDIN, E. L. L.; SPECHT, A.; SILVA, I. F. da; HUNT, T. E. Battle in the new world: *Helicoverpa armigera* versus *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae). **Plos One**, San Francisco, v. 11, n. 2, e0167182, Dec. 2016.

BOREGAS, K. G. B.; MENDES, S. M.; WAQUIL, J. M.; FERNANDES, G. W. Estádio de adaptação de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em hospedeiros alternativos. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 1, p. 61-70, 2013.

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Liberações comerciais**. Disponível em: <<http://ctnbio.mcti.gov.br/liberacao-comercial#/liberacao-comercial/consultar-processo>>. Acesso em: 18 jun. 2018.

CRUZ, I.; TURPIN, F. T. Yield impact of larval infestation of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) to Midwhorl growth stage

of corn. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 76, n. 5, p. 1052-1054, 1983.

DIAS, A. S.; MARUCCI, R. C.; MENDES, S. M.; MOREIRA, S. G.; ARAÚJO, O. G.; SANTOS, C. A. dos; BARBOSA, T. A. Bioecology of *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1757) in different cover crops. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 32, n. 2, p. 337-345, 2016.

FARIAS, J. R.; ANDOW, D. A.; HORIKOSHI, R. J.; SORGATTO, R. J.; FRESIA, P.; SANTOS, A. C. dos; OMOTO, C. Field-evolved resistance to Cry1F maize by *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **Crop Protection**, Guildford, v. 64, p. 150-158, 2014.

FATORETTO, J. C.; MICHEL, A. P.; SILVA FILHO, M. C.; SILVA, N. Adaptive potential of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) limits Bt trait durability in Brazil. **Journal of Integrated Pest Management**, v. 8, n. 1, p. 11-10, 2017.

LIMA, L. H. C.; QUEIRÓZ, P. R.; OLIVEIRA, M. R. V. **Caracterização por meio de RAPD-PCR de *Helicoverpa armigera* (Hubner, 1808) (Lepidoptera, Noctuidae), proveniente de Burkina Faso**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006. 36 p.

MANEJO da resistência de insetos em lavouras de milho Bt: área de refúgio: você tem dúvidas? Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. 1 folder.

MENDES, S. M.; BOREGAS, K. G. B.; LOPES, M. E.; WAQUIL, M. S.; WAQUIL, J. M. Fall armyworm responses to genetically modified maize expressing the toxin Cry 1A (b). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 3, p. 239-244, 2011.

MOSCARDI, F.; BUENO, A. F.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; ROGGIA, S.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; POMARI, A. F.; YANO, S. A. C. Artrópodes que atacam as folhas da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (Ed.). **Soja: manejo integrado de insetos e outros Artrópodes-praga**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 213-234.

OMOTO, C.; BERNARDI, O.; SALMERON, E.; SORGATTO, R. J.; DOURADO, P. M.; CRIVELLARI, A.; HEAD, G. P. Field-evolved resistance to Cry1Ab maize by *Spodoptera frugiperda* in Brazil. **Pest Management Science**, Sussex, v. 72, n. 9, p. 1727-1736, 2016.

PINTO, C. C.; GRÜTZMACHER, A. D.; ROSA, A. P. S. A. D.; MANICA-BERTO, R.; MENDES, S. M.; ARGE, L. W. P.; BORGES, C. T. Molecular diversity among populations of *Spodoptera frugiperda* in Brazil evaluated by AFLP markers. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 50, n. 4, p. 343-346, 2015.

POGUE, M. **World revision of the genus *Spodoptera* Guenée**. Philadelphia: American Entomological Society, 2002.

SANTOS, C. A.; MARUCCI, R. C.; BARBOSA, T. A. N.; ARAUJO, O. G.; WAQUIL, J. M.; DIAS, A. S.; MENDES, S. M. Desenvolvimento de *Helicoverpa* spp. em milho Bt com expressão de diferentes proteínas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 51, n. 5, p. 537-544, 2016.

SANTOS, A. J. N. dos; MENDES, S. M.; GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, P. A.; GONÇALVES, A. C. R.; SANTOS, A. E. dos; OLIVEIRA, L.; ROSA, A. P. S. A. da **Infestação e flutuação populacional de lepidópteros-pragas em sistemas de produção de milho e sorgo**.

Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. 38 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 122).

SOUSA, F. F.; MENDES, S. M.; SANTOS-AMAYA, O. F.; ARAÚJO, O. G.; OLIVEIRA, E. E.; PEREIRA, E. J. Life-history traits of *Spodoptera frugiperda* populations exposed to low-dose Bt maize. **PloS One**, San Francisco, v. 11, n. 5, p. e0156608, 2016.

SOUZA, I. R. P.; MENDES, S. M.; RAFAEL, H. A.; BARROS, B. D. A.; PINTO, M. D. O.; CARNEIRO, N. P.; PASTINA, M. M. Population structure of *Spodoptera frugiperda* collected in maize from different Brazilian geographic regions. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 14, n. 3, p. 300-315, 2015.

SUZANA, C. S.; DAMIANI, R.; FORTUNA, L. S.; SALVADORI, J. R. Desempenho de larvas de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes fontes alimentares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 45, n. 4, p. 480-485, 2015.

WAQUIL, M. S.; PEREIRA, E. J. G.; CARVALHO, S. S. D. S.; PITTA, R. M.; WAQUIL, J. M.; MENDES, S. M. Fitness index and lethal time of fall armyworm on Bt corn. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 51, n. 5, p. 563-570, 2016.

WAQUIL, J. M.; DOURADO, P. M.; CARVALHO, R. A. D.; OLIVEIRA, W. S.; BERGER, G. U.; HEAD, G. P.; MARTINELLI, S. Management of Lepidopteran pests in maize crop using the Bt pyramided event Cry1A. 105 and Cry2Ab2. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 48, n. 12, p. 1529-1537, 2013.



**XXXII CONGRESSO NACIONAL
DE MILHO E SORGO**



*"Soluções integradas para
os sistemas de produção
de milho e sorgo no Brasil"*

SOLUÇÕES INTEGRADAS PARA OS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE MILHO E SORGO NO BRASIL

Editores

Maria Cristina Dias Paes
Renzo Garcia Von Pinho
Silvino Guimarães Moreira

Sete Lagoas, MG

Associação Brasileira de Milho e Sorgo

2018



Livro de Palestras

Soluções integradas para os sistemas de produção de milho e sorgo no Brasil

Editores Técnicos

Maria Cristina Dias Paes
Renzo Garcia Von Pinho
Silvino Guimarães Moreira

Sete Lagoas, MG
Associação Brasileira de Milho e Sorgo
2018

Revisão de texto

Antonio Claudio da Silva Barros

Normalização bibliográfica

Rosângela Lacerda de Castro (CRB 6/2749)

Tratamento das ilustrações

Tânia Mara Assunção Barbosa

Editoração eletrônica

Tânia Mara Assunção Barbosa

Soluções integradas para os sistemas de produção de milho e sorgo no Brasil / editores técnicos Maria Cristina Dias Paes, Renzo Garcia Von Pinho, Silvino Guimarães Moreira. – Sete Lagoas: ABMS, 2018.

Modo de acesso: <http://www.abms.org.br/eventosanteriores/cnms2018/CNMS2018_livro_palestras.pdf>.

ISBN: 978-85-63892-09-6

1. Milho. 2. *Zea mays*. 3. Sorgo. 4. *Sorghum bicolor*. I. Paes, Maria Cristina Dias. II. Von Pinho, Renzo Garcia. III. Moreira, Silvino Guimarães. IV. Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 32., 2018, Lavras, MG.

CDD 633.15 (21. ed.)
