



REFÚGIO como estratégia de manejo da resistência

Entre as ações para evitar a danosa resistência das plantas Bt está o refúgio. No caso do algodão, significa plantar 20% da área com sementes não-transgênicas. E esta atitude depende do produtor

Pesquisadores José Miranda, da Embrapa Algodão, Simone Mendes Martins, da Embrapa Milho e Sorgo, e Edson Hirose, da Embrapa Soja

Um assunto bastante discutido atualmente, de importância tremenda para a humanidade, mas que ainda causa bastante controvérsia é a transgenia. Transgenia é um processo biotecnológico descoberto na década

de 1970 cuja inovação consistiu da manipulação de um ser vivo com a introdução de um gene de uma outra espécie neste organismo a fim de lhe transmitir uma característica desejável. Partindo-se do princípio de que todos os

organismos vivos são constituídos de células cujos DNA contém genes, têm sempre a mesma estrutura e obedecem aos mesmos mecanismos biológicos em todos os seres vivos, verificou-se ser possível retirar um gene de uma

espécie e colocá-lo em outra, sem alterar sua função original.

Duas áreas onde estas novas técnicas têm sido amplamente utilizadas são a medicina e a agricultura. Na agricultura, as culturas onde a transgenia mais está sendo empregada são a soja, o milho e o algodão. Nestas plantas, eventos expressam características agrônômicas interessantes como a resistência a insetos e a tolerância a herbicidas, que facilitam o manejo destas culturas. Assim, plantas transgênicas com ação inseticida, popularmente conhecidas como plantas Bt, obtiveram esta característica por meio da introdução de genes da bactéria *Bacillus thuringiensis* (Bt). A este processo onde uma célula de uma determinada planta é transformada pela introdução de um gene oriundo de outro organismo chamamos evento de transformação. Toda linhagem de planta derivada de um evento de transformação é considerada uma planta transgênica.

Hoje no Brasil existem 72 eventos transgênicos aprovados para uso na agricultura e que apresentam características de tolerância a herbicidas e/ou resistência a insetos. Destes, 41 eventos são Bt, que expressam proteínas do grupo Cry1, Cry2 ou Vip. Sendo assim, apesar do relativamente alto número de eventos, os modos de ação praticamente se resumem em três, pois cada grupo vai agir de uma determinada forma sobre as populações de insetos-alvos.

Concebidos para controlar populações de pragas nas culturas agrícolas, os eventos Bt tem ação específica sobre o grupo dos lepidópteros (as lagartas) e coleópteros (as vaquinhas). Mas para que a transgenia para resistência a insetos tenha longa vida existem três estratégias que devem ser utilizadas. A primeira estratégia, chamada “alta dose” considera que a expressão da proteína letal às pragas-alvos seja numa dose elevada o suficiente para causar a mortalidade da maioria da população das pragas, incluído os heterozigotos, permitindo a sobrevivência apenas dos insetos totalmente resistentes à tecnologia. No caso da existência de várias pragas-alvos, a dose letal para cada espécie varia, assim é preciso que a dose expressada seja suficiente para contro-

lar a espécie menos sensível.

Uma vez que as proteínas Bt são expressas continuamente nas plantas transgênicas, embora em taxas variáveis a depender da fase fenológica e de fatores abióticos, a praga ou as pragas-alvos estão sofrendo pressão de seleção permanente, o que pode favorecer ao aumento da frequência de indivíduos resistentes, comprometendo essa tecnologia. Aqui entra então a segunda estratégia de manejo de resistência, que é a possibilidade da piramidação, que consiste na combinação de dois ou mais genes letais às pragas num mesmo evento. Tal combinação pretende reduzir a possibilidade do aparecimento de insetos resistentes às proteínas letais.

Um inseto que porventura seja resistente a uma proteína, provavelmente não será à segunda proteína. Assim, eventos piramidados têm sido lançados em cultivares de milho e algodão, contendo dois ou mais genes Bt, com os quais se pretende diminuir significativamente a evolução da resistência dos insetos-alvos às proteínas contidas nas plantas Bt. Atualmente são disponibilizados cultivares com até quatro diferentes genes Bt, a fim de minimizar a possibilidade de evolução de resistência dos insetos à tecnologia. Estas duas primeiras estratégias são intrínsecas da tecnologia que está sendo disponibilizada ao produtor na forma de semente, ou seja, estão contidas nas sementes que o produtor adquirir para o cultivo.

Refúgio estruturado — A terceira estratégia é dependente da ação do usuário, o produtor. Trata-se do refúgio estruturado, que é o manejo da lavoura de forma a manter uma percentagem mínima da área com plantas não Bt, ou seja, que não expressam a transgenia de resistência a pragas. Plantas transgênicas resistentes a pragas promovem uma pressão de seleção constante que aumenta a frequência de indivíduos resistentes às proteínas Bt. Contrapondo-se a esta pressão para seleção de indivíduos resistentes, a área de refúgio é necessária para fornecer insetos suscetíveis que irão se acasalar com os resistentes.

O cruzamento de resistentes e suscetíveis gera indivíduos heterozigotos, que são controlados devido à alta dose

de expressão da proteína Bt. Desta forma, a pressão de seleção constantemente exercida sobre a população de pragas-alvos pelas plantas transgênicas é diminuída. Isso assegura a manutenção da viabilidade da biotecnologia. Ao contrário, a ausência de área mínima de refúgio ou a má implementação desta prática (como o uso excessivo de inseticidas que praticamente eliminem os insetos suscetíveis) pode comprometer a tecnologia, como já aconteceu com alguns eventos de milho, por exemplo.

Estratégias de manejo da resistência — Assim verificamos que as três estratégias de manejo da resistência são importantes. Destas, a que depende do produtor, o cultivo de área de refúgio, muitas vezes é menosprezada. Então, se esta estratégia é mesmo tão importante, porque o produtor se mostra ainda reticente quanto ao uso desta estratégia? Entre os fatores que poderiam explicar esta decisão estão provavelmente a falta de conhecimento da importância do refúgio, a errônea percepção de perda de lucratividade nas áreas convencionais e a convicção de que novas tecnologias serão lançadas para substituir uma eventual tecnologia perdida.

Nesse sentido é importante ressaltar que o produtor aceita pagar pela tecnologia por estar ciente dos benefícios que ela pode trazer a sua lavoura. Contudo, a rapidez da seleção de resistência depende, dentre outros fatores supracitados das estratégias de manejo de resistência de insetos (MRI) que o produtor adota. A principal estratégia disponível ao produtor é o plantio da área de refúgio. Inúmeros dados de pesquisa reforçam o papel da área de refúgio em retardar a velocidade da seleção de resistência. Assim, é razoável pensar que se o produtor está disposto a pagar pela tecnologia, deve usá-la de modo adequado, para usar mais tempo.

O plantio da área de refúgio deve ser feito, na mesma época da área com plantas Bt, com cultivar de ciclo semelhante, utilizando-se o mesmo sistema de produção. É fundamental que a área com plantas não Bt seja semeada margeando a área Bt com uma distância máxima de 800 metros entre uma planta Bt e uma não-Bt. Esta distância

foi baseada na dispersão das mariposas no campo. Portanto, as recomendações visam maximizar a possibilidade de encontro (e acasalamento) dos possíveis adultos sobreviventes da área de plantas Bt com os insetos suscetíveis emergidos na área de refúgio. Assim o refúgio estruturado deve ser desenhado de acordo com a área cultivada e com a logística e topografia de cada propriedade. Para talhões com dimensões acima de 800 metros cultivadas com plantas Bt, serão necessárias faixas de refúgio internas nos respectivos talhões.

Até para que o produtor não tenha prejuízos, é permitido controlar pragas na área de refúgio. Porém é importante lembrar que o objetivo do refúgio é gerar insetos suscetíveis. Portanto, deve-se fazer um uso racional de inseticidas (ou outras alternativas de controle) nas áreas de refúgio.

Assim, o atingimento do nível de controle de cada praga é o momento de usar outra estratégia, que pode ser a aplicação de bioinseticidas à base de baculovírus, ou mesmo inseticidas químicos, de acordo com recomendação para cultura. Desse modo, é recomendado o uso do MIP, que envolve monitoramento para tomada de decisão, também na área de refúgio.

Produtor, a primeira vítima — O produtor que não utilizar a prática do manejo da resistência pode ser a primeira vítima da quebra desta tecnologia, não obtendo controle das pragas-alvo apesar do uso de plantas Bt. É importante lembrar que os impactos da resistência de insetos às tecnologias Bt podem ser regionais, afetando diversas propriedades, daí a importância de todos os agricultores plantarem refúgio. A seleção de insetos resistentes às toxinas do Bt pode ser rápida em alguns casos. Portanto, a utilização da área de refúgio é essencial para garantir a manutenção da funcionalidade e da durabilidade das diversas tecnologias Bt.

Há de se considerar que o Brasil é um dos países que apresentou aumento mais rápido na área plantada com plantas geneticamente modificadas. O uso de plantas Bt é uma das estratégias mais úteis para o manejo e controle de lepidópteros-praga. Cada evento Bt é eficiente no controle de alguns insetos, mas



Sebastião Araújo

Segundo os pesquisadores José Miranda (foto), Simone Martins e Edson Hirose hoje no Brasil existem 72 eventos transgênicos aprovados para uso na agricultura e que apresentam características de tolerância a herbicidas e/ou resistência a insetos

não de todos. As demais pragas que podem ocorrer de forma sazonal ou em menor intensidade podem não ser alvo da proteína Bt, por isso devem também ser monitoradas e manejadas. O monitoramento da lavoura é atividade fundamental que não deve ser negligenciada, tanto para as pragas-alvo dos eventos Bt quanto para as consideradas pragas secundárias. O MIP é estratégia chave para garantir a proteção da lavoura de maneira econômica e sustentável. A proporção de área de refúgio recomenda para as culturas é a seguinte: milho: 10% da área total com plantas não-Bt; algodão e soja: 20% da

área total com plantas não-Bt.

Além das plantas Bt, a lucratividade da área de refúgio ou a manuten-

ção da população de insetos-praga alvo da tecnologia pode ser assegurada pelo uso de outras estratégias de manejo integrado de pragas (MIP), como controle químico com inseticidas seletivos, controle biológico e manejo cultural. Assim, compete ao produtor zelar pela tecnologia hoje disponível, para que ela continue sendo uma boa ferramenta que contribui no conjunto das táticas de manejo de pragas. 