

Transgenia é ferramenta para maximizar retornos

Jean-Louis B lot, Marc Giband e Pierre Silvie*

A transgenia   uma ferramenta a mais   disposi o da agricultura, que permite a incorpora o de genes de interesse ao genoma das plantas produtivas, ampliando consideravelmente as possibilidades de melhoramento genético das espécies. Desde o primeiro cultivo comercial de uma variedade transgênica de algodão, ocorrido em 1996, a ado o dessa tecnologia tem sido grande nos Estados Unidos e no mundo, chegando a ser usada em 21 países e a representar um total de 9,8 milhões de hectares, em 2005.



CATHERINE PANNETIER/CIRAD

Planta de algodão transformada geneticamente

FIGURA 1 | *SPODOPTERA ERIDANIA* EM FOLHA DO ALGODOEIRO



JEAN-LOUIS BELOT/CIRAD

Em algodoeiros, a metodologia mais empregada na obtenção de plantas geneticamente modificadas utiliza a bactéria *Agrobacterium tumefaciens*, que tem a faculdade de transferir naturalmente uma parte de seu genoma para as plantas. Na China, um sistema alternativo chamado “transformação via tubo polínico” baseia-se na injeção, por meio de seringa, de uma solução de DNA nas estruturas reprodutivas de flores recentemente fecundadas.

Com essas técnicas, é possível inserir a construção gênica ao acaso no genoma da planta. Mas é preciso que sejam realizadas inúmeras tentativas, até que se dê a transformação que faz com que os genes inseridos tenham funcionamento adequado e expressem as características desejadas. Quando ela ocorre, a planta é usada para a introdução do transgene (*trait*) por retrocruzamentos com variedades de interesse agrônomo, processo denominado de “conversão”.

CARACTERÍSTICAS DISPONÍVEIS

São duas atualmente as categorias de algodão transgênico cultivadas comercialmente:

As variedades resistentes a insetos usam genes codificando para diversas toxinas de *Bacillus thuringiensis* (Bt), tais como as variedades Bollgard® (gene cry1Ac), Bollgard II® (gene cry1Ac + cry2A), VipCot® (gene Vip3A), WideStrike® (genes cry1Ac + cry1F) e chinesas (gene híbrido cry1Ab/cry1Ac, por vezes associado com o gene de inibidor de protease CpTi). Essas toxinas são sintetizadas pelas plantas transgênicas e, quando ingeridas, matam os insetos-alvo. A vantagem dessas moléculas é que são específicas para insetos ou para grupos de insetos.

Há variedades resistentes a herbicidas como glifosato (Roundup Ready: RR® e RR Flex®) ou ao amônio-glufosinato (LibertyLink: LL®). É possível combinar genes inseticidas e herbicidas em uma mesma planta, evento que se denomina *stacked*.

As diversas plantas transgênicas diferem em seu espectro de controle a pragas ou ervas daninhas, assim como na eficiência de controle e no modo de ação contra os organismos-alvo. A probabilidade da aparição de resistências, ou seja, de que essa tecnologia perdure quando

liberada no campo, depende do modo de ação das toxinas e da frequência dos alelos de resistência nas populações. A expectativa é de que a transgenia possa, no futuro, proporcionar ao Brasil plantas resistentes a outras famílias de pragas, como os coleópteros (bicudo), com uma qualidade diferencial da fibra ou com modificações fisiológicas na planta. Por enquanto, até o início de 2006, só a planta transgênica classificada como evento 531, da Monsanto (Bollgard®), foi liberada para comercialização no Brasil.

RESISTÊNCIA A INSETOS

No amplo perfil de pragas que atingem o algodoeiro no Brasil, apenas algumas lagartas, como a curuquerê, lagarta-damaçã e lagarta-rosada são consideradas alvos principais do evento Bollgard®. Existem poucas informações sobre o efeito do Bollgard® sobre os gêneros *Bucculatrix* ou *Acerocercops*, presentes no início do ciclo do algodoeiro, em certas regiões. *A priori*, eventos mais recentes (como Bollgard II®, VipCot® e WideStrike®), cujas comercializações ainda não estão autorizadas, deverão exercer melhor

controle sobre espécies do gênero *Spodoptera*, em particular *S. frugiperda*, principal praga do milho, *S. eridania* (Figura 1) e *S. cosmioides*.

A expectativa dos produtores é de redução no uso de inseticidas e de aumento da produtividade, o que precisa ser demonstrado no campo, por meio de monitoramento detalhado. Também deverão ser analisados os riscos relacionados à evolução das faunas não-alvo, pragas pertencentes aos demais grupos (coleópteros, insetos sugadores etc.), pois inimigos naturais ou insetos podem se tornar novas pragas, como, por exemplo, a espécie *Spodoptera litura*, problemática na China, ou os percevejos da família *Miridae*, nos Estados Unidos.

Riscos ligados a uma eventual evolução da suscetibilidade de insetos-alvo à toxina devem ser devidamente estudados, estabelecendo-se em laboratório dados de base que correlacionem as doses de toxinas às taxas de mortalidade das lagartas. No contexto dos sistemas de cultivos completos, incluindo milho e soja, o estudo de algumas espécies, tais como *S. frugiperda*, é importante. Com a ausência de medidas apropriadas, essas espécies, sendo pragas-alvo que atacam o algodão Bt e também o milho Bt, poderão estar expostas a fortes pressões de seleção, acabando por desenvolverem resistência à toxina.

RESISTÊNCIA A INSETICIDAS

A composição do complexo florístico nas lavouras de algodão é bastante diversificada, envolvendo diversas espécies anuais e perenes, monocotiledôneas e dicotiledôneas, cujas características ecológicas, densidades populacionais e coberturas vegetais variam em função das regiões. Em algodoeiros resistentes a herbicidas, o uso de produtos de amplo espectro de ação e baixa toxicidade (como o glifosato e amônio-glufosinato) é possível. No caso de variedades RR®, o glifosato não pode ser aplicado no algodão após o estágio de quatro folhas

verdadeiras, ao passo que o seu uso é possível em até 13 folhas, para o RR-Flex®. Para o LL®, o amônio-glufosinato pode ser usado até dez folhas.


É imprescindível que o produtor realize o manejo das ervas daninhas no contexto do sistema de cultivo da fazenda. Outras plantas, como soja e milho, podem conter os mesmos *traits*. Alternar os ingredientes ativos é algo indispensável para impedir o surgimento de populações de ervas daninhas resistentes, como já aconteceu com *Bidens* sp. (picão preto) e *Euphorbia heterophylla* (leiteiro) para herbicidas dos grupos das sulfonilureas e imidazolinonas. O grande atrativo do uso dessas plantas não reside tanto na eventual redução do custo de produção, e sim no seu fácil uso, para pequenos e grandes produtores. Com essas variedades transgênicas, é possível reduzir ou eliminar a capina manual.

VANTAGENS E LIMITAÇÕES

A expectativa em torno das plantas transgênicas volta-se principalmente para o melhor controle das pragas e das ervas daninhas que atacam as lavouras. Caso isso se confirme, os custos de produção poderão ser reduzidos, melhorando a competitividade do algodão brasileiro, o que dependerá também das taxas tecnológicas a serem estabelecidas pelos detentores dos genes. Caso sejam demasiadamente elevadas, induzirão as modificações nos custos de produção. Porém, tendo em vista a alta taxa de adoção dos transgênicos no mundo, é provável que outros fatores, além do estrito balanço econômico, tragam vantagens para os produtores, em particular o uso facilitado.

Nesta primeira etapa de uso da transgenia, o principal fator limitante é a indisponibilidade de variedades transgênicas adaptadas às diversas regiões agroecológicas. O processo de introdução do *trait* em uma nova variedade e sua multiplicação comercial leva, no mínimo, entre quatro e cinco anos. O

produtor apressado, que quiser utilizar essa tecnologia, pode acabar cultivando uma variedade não adaptada, menos produtiva ou com características de fibra alteradas, casos em que as perdas podem superar os ganhos proporcionados pela tecnologia. Assim, para que os produtores se beneficiem ao máximo da transgenia, é desejável que ela seja disponibilizada em largos espectros de variedades, até mesmo para os pequenos nichos de mercado.

O marco legal e de biossegurança para a liberação e comercialização de variedades transgênicas deve ser entendido como um conjunto de medidas destinadas a preservar o equilíbrio ecológico e a eficiência da tecnologia, em longo prazo. Cada evento transgênico é particular e tem que ser avaliado em todos os níveis da cadeia produtiva, incluindo o consumidor final. A geração de conhecimento é fundamental nessa avaliação de benefícios, que deve abranger o ponto de vista econômico e os demais aspectos, principalmente o impacto ambiental. Para o produtor, a variedade transgênica é uma ferramenta suplementar a ser incorporada ao manejo do cultivo, adaptada para gerar o máximo de retorno. 

* **Jean-Louis Bélot** é coordenador da equipe algodão Cirad/Coodetec na América do Sul (belot@cirad.fr); **Marc Giband** é pesquisador do Cirad-CA sediado na Embrapa CNPA (giband@cnpa.embrapa.br) e **Pierre Silvie** é pesquisador do Cirad-CA/Ird sediado na Coodetec (pierre.silvie@cirad.fr).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- HILLBECK, A.; ANDOW, D. A.; FONTES, E. M. G. (Eds.). *Environmental risk assessment of genetically modified organisms: methodologies for assessing Bt cotton in Brazil*. Wallingford, UK: CABI Publishing, 2006. v. 2, 373 p.
- JAMES, C. Situação global da comercialização das lavouras GM: 2005. *ISAAA Briefs*, n. 34, 2005, 12 p. Disponível em: <www.isaaa.org> e <www.cib.org.br/pdf/sumario_executivo_2005.pdf>. Acesso em 19 dez. 2006.