

Plantas GMs na agricultura: um balanço de 12 anos de uso e o futuro

*Marcelo Gravina de Moraes**

Os seres humanos têm realizado experimentos genéticos há milhares de anos. As variedades altamente produtivas das plantas cultivadas e a grande variabilidade de formas, tamanhos e cores dos animais domésticos comprovam essa afirmação. Mas foi somente no início dos anos 70 que foi possível isolar um pedaço específico de DNA de um cromossomo. Essa habilidade, juntamente com a possibilidade de criar novas moléculas de DNA no laboratório e introduzi-las novamente em organismos vivos, alterando sua constituição genética, é denominada tecnologia do DNA recombinante. Uma das principais aplicações dessa técnica na agricultura é a produção de plantas geneticamente modificadas (GM), também denominadas plantas transgênicas. Elas são plantas em cujo genoma foi inserido um novo gene, que pode ser obtido de uma planta da própria espécie ou de outros organismos. Precisamente, são essas características que tornam as plantas GM atrativas para o melhoramento genético de plantas. Elas ampliam os limites da variabilidade natural, uma vez que permitem a transferência de genes entre espécies que não poderiam ser facilmente cruzadas. Além disso, elas eliminam um fator limitante do melhoramento convencional: a transferência indesejável de alguns genes juntamente com os genes de interesse.

As vantagens das plantas GMs para os agricultores são claras. Somente para o caso de controle de insetos, os quais causam perdas de 20% dos cultivos convencionais no mundo, podem atingir até 80% da produção de países em desenvolvimento. A tecnologia da modificação genética permite o aumento da produtividade e da estabilidade da produção agrícola, com benefícios sociais e econômicos para os agricultores e suas comunidades.

Doze anos de evolução dos cultivos GMs

As primeiras plantas GMs foram desenvolvidas pela pesquisa em 1984. O primeiro cultivo GM comercializado no mundo foi em 1996 com o tomate longa vida denominado Flav'r Sav'r. Esse produto, que tem maior durabilidade durante o período pós-colheita, foi descontinuado após alguns anos de comercialização nos Estados Unidos. Desde então, diversas espécies de plantas foram modificadas geneticamente. Algumas variedades em uso comercial foram modificadas para alteração da composição de óleos visando uma melhor qualidade industrial, como o caso da canola. Mas a maior parte da primeira geração de plantas GMs visou aumentar a produtividade e facilitar o manejo dos cultivos. Aqui se incluem as amplamente utilizadas variedades de soja tolerantes a herbicida, e variedades de milho e algodão contendo o gene Bt, que produz uma toxina efetiva somente contra determinados insetos nocivos, o que possibilita reduzir o uso de inseticidas.

A adoção dos cultivos GM tem crescido significativamente ao longo dos doze primeiros anos de cultivo, resultando em um aumento sem precedentes de 67 vezes entre 1996 e 2007. Este aumento faz da biotecnologia a tecnologia agrícola de mais rápida adoção dos últimos tempos. O crescimento atual é de 12% ao ano, o que significa o acréscimo de 12,3 milhões de hectares anuais. A área cultivada já atinge 114,3 milhões de hectares. E os cultivos GM já são adotados em 23 países.

O crescimento de lavouras GM ofereceu benefícios econômicos e ambientais substanciais aos agricultores tanto nos países industrializados quanto nos países em desenvolvimento, onde milhões de agricultores pobres também se beneficiaram. Do total global de 12 milhões de agricultores que adotaram lavouras GM em 2007, acima de 90% (11 milhões) foram pequenos agricultores de países em desenvolvimento. A maioria dos pequenos agricultores cultiva algodão Bt na China e na Índia.

As lavouras de soja, milho e algodão representam a maior parcela da área cultivada com plantas GM no mundo. No caso da soja, a área cultivada com GMs (60%) já ultrapassa a área com soja convencional no mundo. Nos Estados Unidos e

na Argentina, a área cultivada com soja GM tolerante a herbicida é próxima aos 100%. No Brasil, o crescimento do plantio de soja GM é contínuo desde a liberação para uso comercial há alguns anos atrás. No caso do algodão, milho e canola, 43%, 24% e 20% da área cultivada no mundo é plantada com cultivos GMs, respectivamente. A maior parte dos cultivos GMs é relacionada à tolerância aos herbicidas. Em seguida vêm os cultivos com resistência a insetos. Nos últimos anos, os cultivos com dupla característica – tolerância a herbicidas e resistência a insetos – vêm crescendo rapidamente e em breve representarão áreas de cultivo muito significativas.

O Brasil já tem quatro eventos de plantas GMs aprovados. A soja tolerante ao herbicida glifosato foi aprovada em 1998. Após alguns anos de impedimento legal de seu uso, esta variedade tem alcançado áreas expressivas de cultivo, notadamente no sul do país. Em 2005 o algodão resistente a insetos também foi liberado e representa um importante avanço para a redução do uso de inseticidas nas lavouras. Recentemente, duas variedades de milho foram aprovadas para plantio, uma com o gene de tolerância ao herbicida glufosinato de amônio e outra com o gene de resistência a insetos. Diversas outras variedades de milho, algodão e arroz com genes de tolerância a herbicidas, resistência a insetos ou ambos estão em análise e deverão ser liberadas no presente ano ou no próximo.

Benefícios do cultivo de plantas GMs

O melhoramento genético convencional proporcionou aumentos impressionantes de produtividade dos principais cultivos agrícolas no mundo. Porém, o potencial de aumento nos últimos anos começa a dar sinais de esgotamento. A produtividade agrícola atualmente obtida é a metade da obtida há 30 anos. Enquanto isso, a população continua a crescer e tornar-se mais urbanizada e afluenta, o que cria uma maior demanda por alimentos e coloca mais pressão no ambiente. A população mundial é de mais de 6 bilhões de pessoas atualmente e as projeções indicam que deve atingir 8 bilhões em 2025, sendo que a quase totalidade desse crescimento é proveniente de países em desenvolvimento.

Este panorama indica que existe a necessidade de implementar novas estratégias de melhoramento dos cultivos que empreguem processos inovadores como a biotecnologia. Os benefícios do uso de cultivos GM são decorrentes do aumento da produção de alimentos, da melhoria da qualidade dos alimentos produzidos e do meio ambiente. A maior produção de alimentos decorre da maior estabilidade da produção agrícola, em função de um melhor controle de pragas e de invasoras. Na Argentina, a renda gerada pela adoção de cultivos GMs atinge US\$ 20 bilhões de dólares. A quase totalidade desse benefício deve-se à soja GM, onde 73% da renda gerada é destinada aos produtores.

No caso do uso de plantas GMs tolerantes a herbicidas as vantagens ocorrem por meio da diminuição das perdas, devido a um controle mais eficiente de invasoras com o uso de herbicidas pós-emergentes de espectro amplo, como o glifosato. Os problemas de fitotoxicidade causados pela aplicação de herbicidas pós-emergentes em plantas convencionais são improváveis nos cultivos GMs tolerantes a herbicidas. Também nesse caso são eliminados os danos causados às culturas subseqüentes pelos resíduos de herbicidas incorporados no solo.

O uso de plantas GMs tolerantes a herbicidas permite mais flexibilidade de aplicação, redução do preparo de solo e menos tempo dedicado ao controle de invasoras. Isso porque a tecnologia facilita a adoção do cultivo mínimo ou do plantio direto, com economia de tempo e uso de equipamento. O resultado é um melhor controle de plantas daninhas, o que reduz os custos de colheita, uma vez que a lavoura mais limpa resulta em menos tempo de colheita. Assim, também há melhoria da qualidade e do preço do produto colhido.

As vantagens ambientais devem-se à redução da contaminação pelo menor uso de herbicidas, à adoção de princípios ativos menos tóxicos; à economia de água -

em função de um melhor controle de invasoras - e à economia de combustível, devido à redução de aplicações e da necessidade de uso dos equipamentos de aplicação.

No caso de plantas GMs resistentes a insetos, além da redução do risco de perdas por danos causados por insetos, o principal benefício é a redução do número de aplicações de inseticidas – no caso de plantas contendo os genes Bt. Essa redução implica em economia de energia devido à redução das pulverizações, do uso de equipamentos e do tempo gasto com monitoramento da presença de insetos. Além disso, devem ser considerados os benefícios à saúde e à segurança dos produtores e trabalhadores rurais, por conta da redução do uso e do manuseio de inseticidas.

Uma melhoria da qualidade substancial também é obtida com a redução da contaminação por fungos produtores de micotoxinas, no caso do milho GM resistente a insetos. Além do potencial tóxico, algumas micotoxinas são carcinogênicas, mesmo quando presentes em baixas concentrações nos alimentos. Atualmente, as micotoxinas são consideradas um problema global, particularmente em países menos desenvolvidos, onde as estimativas apontam para contaminações de até 80% dos alimentos em razão das precárias condições de armazenamento.

A prevenção da contaminação por fungos produtores de micotoxinas é obtida pela redução dos danos causados por insetos, que causam ferimentos que facilitam a infecção pelos fungos. O milho GM Bt se caracteriza pela incorporação de um gene que faz a planta produzir uma proteína tóxica somente para determinados insetos, reduzindo os danos nas plantas em até 90%. Nos Estados Unidos, estima-se que o uso de milho Bt proporciona um benefício de até US\$ 23 milhões por ano somente pela redução de duas micotoxinas, aflatoxina e fumonisina.

Uma contribuição adicional dos cultivos GMs é a redução dos níveis de gases de efeito estufa. Essas culturas reduzem o uso de combustíveis, em função da menor aplicação de herbicidas e inseticidas, diminuem a energia gasta para o cultivo do solo e estimulam a adoção de práticas conservacionistas como o plantio direto e o cultivo mínimo. O emprego dessas práticas aumentou significativamente com a adoção de cultivos GMs tolerantes a herbicidas, reduzindo a dependência do controle por meio do preparo do solo. Isso resulta em menos combustível usado nos tratores para o preparo do solo, em melhor qualidade do solo e em níveis de erosão reduzidos. Dessa forma, mais carbono permanece no solo e leva a uma redução da emissão de gases de efeito estufa.

A agrobiotecnologia e o futuro das plantas GMs

A agrobiotecnologia significa a incorporação de inovações tecnológicas da biotecnologia na agricultura. Ela promete revolucionar a agricultura como nós conhecemos atualmente devido à ampliação dos mercados para investimento e para o consumo na agricultura. Considera-se que a agrobiotecnologia tenha o potencial de ultrapassar o mercado da biotecnologia voltada para a área médica. O potencial da agrobiotecnologia tem foco em quatro áreas: saúde, meio ambiente, bioenergia e produção de biomateriais.

Os benefícios à saúde resultam de diversos melhoramentos já obtidos em cultivos GM até o momento pela pesquisa, tais como o aumento do conteúdo e da qualidade protéica, de vitaminas, antioxidantes, teores de ferro e outros minerais; remoção de fatores antinutricionais como inibidores de proteases e lectinas; alteração do conteúdo de ácidos graxos saturados e alteração do conteúdo de fenólicos e fibras.

Os novos cultivos GM também oferecem a possibilidade de produzir alimentos ainda mais seguros. Diversos alimentos consumidos atualmente podem causar efeitos adversos, pois são derivados de produtos naturais que contêm toxinas, substâncias antinutricionais ou alergênicas. Esse é o caso de diversas leguminosas, entre as quais

se inclui a soja, que contém proteínas tóxicas como as lectinas e inibidores de tripsina. O uso de plantas GMs pode reduzir as proteínas indesejáveis por meio da inativação dos genes que contêm a informação genética para produzi-las. Deste modo, os efeitos antinutricionais seriam diminuídos ou totalmente eliminados.

Uma área de interesse particular é a produção de alimentos funcionais. Esses são alimentos suplementados com ingredientes que conferem benefícios à saúde. Diversos alimentos funcionais já foram obtidos por meio da produção de plantas GMs. A suplementação da dieta com tomate GM com mais licopeno, um potente antioxidante, reduz doenças cardíacas e determinados cânceres. Alface fortificada com resveratrol, composto presente em uvas tintas, reduz os níveis de colesterol ruim e aumenta os níveis do colesterol bom. Óleos de cozinha passam a conter altos níveis de vitamina E e baixos níveis de ácidos graxos trans, que aumentam os níveis de colesterol e contribuem para doenças cardíacas. O arroz é um alimento básico para a maioria da população mundial, porém não contém vitamina A ou β -caroteno. O arroz GM é enriquecido com betacaroteno, que estimula a produção de vitamina A.

Outra área importante é o desenvolvimento de vacinas comestíveis, por meio de plantas GMs com proteínas de patógenos. As plantas utilizadas como alvos são principalmente batata, banana e tomate. A alimentação humana a partir de plantas contendo essas proteínas induz à produção de anticorpos e resulta em imunidade contra doenças causadas por patógenos como doenças intestinais, hepatite B e varíola.

Benefícios diretos ao meio ambiente também podem ser obtidos por meio da biotecnologia. Uma possibilidade interessante é a fitorremediação, uma tecnologia nascente que usa plantas para descontaminar solos poluídos por metais pesados originados de atividades industriais e mineradoras. Os metais pesados ocasionam danos severos ao meio ambiente e à saúde humana. Plantas hiperacumuladoras de metais podem ser cultivadas em áreas contaminadas, serem colhidas e os metais recuperados colocados em incineradores dotados de filtros adequados. A natureza precisa de uma ajuda para que a fitorremediação venha a ser uma realidade. Os laboratórios de biotecnologia começam a desvendar alguns mecanismos que estas espécies utilizam, tais como proteínas que se ligam aos metais e são produzidas em grandes quantidades em solos com grande concentração de metais pesados. Genes destas proteínas foram isolados e transferidos de plantas acumuladoras para plantas de crescimento rápido e alto potencial de produção de massa.

Outras contribuições importantes dos cultivos GMs são a produção de bioenergia e de biomateriais. A bioenergia é uma área importante devido à produção de etanol a partir da biomassa, uso de amilase incorporada em plantas de milho e plantas modificadas para a produção de biodiesel. No caso da produção de biomateriais, existe a criação de oportunidade de agregar novos valores aos produtos agrícolas. Os biomateriais substituem produtos químicos e polímeros baseados em hidrocarbonetos da cadeia do petróleo por produtos renováveis derivados de plantas. São exemplos as enzimas produzidas em plantas que aumentam a economia de processos fermentativos e plásticos biodegradáveis derivados do milho.

A construção de biorefinarias é o que resultará na transferência completa da eficiência e lógica da indústria de transformação e energia baseada em materiais fósseis para a biomassa. Essas biorefinarias são plantas industriais que integram equipamentos e processos de conversão de biomassa para a produção de combustíveis, energia e produtos químicos a partir da biomassa. Estima-se que em 2025 mais de 35% da matéria-prima da indústria de transformação e energia estará baseada em biomassa, a partir de amido de cereais e da celulose. E a agrobiotecnologia desempenhará um papel fundamental nessa mudança de plataforma produtiva.

Conclusão

A tecnologia GM agregou características agronômicas que possibilitaram a ultrapassagem de diversas barreiras. Isso resultou na melhoria da produtividade e da rentabilidade para os milhões de agricultores que adotaram as plantas GMs. Durante os últimos doze anos, essa tecnologia também produziu importantes contribuições sócio-econômicas e ambientais. Esses benefícios foram obtidos apesar do número ainda limitado de características agronômicas dos cultivos GMs comercializados atualmente e também do número reduzido de culturas GMs em uso comercial.

Mas agricultura não é somente alimento. E a agrobiotecnologia pode redefinir o alcance de mercado da agricultura e atingir mercados ainda não alcançados. Esta estratégia de inovação integrada entre a agricultura e a biotecnologia irá catalisar o processo de expansão dos mercados de produtos agrícolas desde a porteira da propriedade até os mercados consumidores por meio de uma estratégia economicamente e ambientalmente sustentável.

**Marcelo Gravina de Moraes é Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Fitopatologia, professor da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e membro do Conselho de Informações sobre Biotecnologia (CIB).*