



## CONHECENDO OS TRANSGÊNICOS: PASSADO, PRESENTE E PERSPECTIVAS

Ana Paula de Oliveira Ribeiro<sup>1</sup> e Wagner Campos Otoni<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciências Agrárias, Av. Amazonas s/n, Campus Umuarama, UFU, 38400-902, Uberlândia, MG, e <sup>2</sup>Departamento de Biologia Vegetal, Avenida PH Rolfs s/n, Campus Universitário, UFV, 36570-000, Viçosa, MG, Brasil.

E-mail: [ribeiroapo@gmail.com](mailto:ribeiroapo@gmail.com)

**Palavras-chave:** OGMs, legislação brasileira, gerações de produtos transgênicos.

Transgênicos são organismos geneticamente modificados (OGMs), nos quais foi inserido um ou mais genes exógenos em seu genoma e passaram a expressar uma nova característica de especial interesse. Genes oriundos de diferentes espécies vegetais, animais ou de microrganismos, podem ser manipulados, isolados e introduzidos no genoma de outros organismos (receptores) por tecnologias que diferem das formas conhecidas de reprodução natural e troca de material genético. Tais genes exógenos uma vez inseridos são capazes de ampliar as perspectivas do melhoramento genético dito convencional. É importante ressaltar que, além de incorporar uma nova molécula ao genoma de um organismo vivo, esta tem que funcionar no local e momento apropriados, produzindo, como produto final, uma proteína que confere “características superiores”. Por “características superiores” ou melhoradas pode-se entender uma coloração especial em pétalas de flores, resistência a pragas e a doenças, qualidade nutricional, aumento de vida útil de prateleira, dentre outras.

### Métodos de Transformação

A inserção do gene exógeno num outro genoma pode ser realizada por diferentes técnicas, por métodos diretos ou indiretos de transformação. Os métodos diretos de transformação permitem a introdução do DNA exógeno nas células vegetais por meio de procedimentos físicos ou químicos. Um dos métodos diretos é a **eletroporação**, que é um mecanismo de aplicação de pulsos elétricos de alta voltagem a uma solução contendo DNA e protoplastos (células vegetais desprovidas de parede). O “choque elétrico” faz com que se abram poros temporariamente na membrana plasmática, poros estes que permitem a passagem de macromoléculas, inclusive do DNA. Outro método de transformação direta é a **biolís-**

**tica** ou **bombardeamento de partículas**, que utiliza microprojéteis de ouro ou tungstênio impulsionados em alta velocidade, sob vácuo, para carrear o DNA para dentro das células. Além disso, o DNA pode ser inserido diretamente na célula utilizando-se técnicas de **microinjeção**. Esse método tem proporcionado elevada porcentagem de sucesso comparando-se aos demais, porém é laborioso.

A transformação indireta baseia-se no uso de *Agrobacterium tumefaciens* ou *A. rhizogenes* para a transferência do DNA de interesse ao genoma receptor. Essas bactérias são vetores eficientes, uma vez que transferem naturalmente o T-DNA às células vegetais, no momento da infecção. Desse modo, ao manipular o DNA da agrobactéria para portar genes de interesse, esta se encarregará de integrá-los ao genoma. A regeneração das células que contêm o DNA exógeno, por meio de técnicas de cultivo *in vitro*, baseada na totipotência (a capacidade de uma célula de se multiplicar e se diferenciar, produzindo um indivíduo adulto) dará origem a plantas transgênicas.

### As ‘Gerações’ dos produtos transgênicos

Plantas geneticamente modificadas são nossas ‘velhas’ conhecidas, muito comentadas na mídia, como o Milho *Bt* e a Soja RR<sup>®</sup>, por possuírem genes exógenos que conferem resistência a insetos e tolerância a herbicida, respectivamente. Estes dois OGMs, juntamente com outros exemplos, tais como plantas de batata resistentes a viroses, algodoeiros resistentes a insetos, flores ornamentais com novos padrões de pigmentação, mamão resistente ao vírus da mancha anelar e feijão resistente ao vírus do mosaico dourado, fazem parte da ‘primeira geração’ de produtos transgênicos. Essa ‘geração’ enfatiza as características controladas por um único gene, em geral, com tolerância a herbicidas e resistência a pragas e doenças.

A 'segunda geração' está em desenvolvimento e visa a melhoria da qualidade dos produtos, aumento no tempo de conservação na prateleira dos supermercados e melhoria do teor nutricional, os chamados alimentos funcionais. Esses podem apresentar conteúdo balanceado de aminoácidos, serem enriquecidos em óleos insaturados e vitaminas. Alguns exemplos são: soja com alto conteúdo de ácido oléico, arroz rico em vitaminas, tomate contendo elevado conteúdo de licopeno, amendoim sem proteínas alergênicas e "arroz dourado" rico em beta-caroteno (precursor da vitamina A).

No entanto, a maior revolução na produção agrícola é esperada com a 'terceira geração', que trará produtos contendo medicamentos e outros componentes importantes para a saúde humana e produção animal. Essa 'geração' pode resultar numa 'revolução da saúde' promovida pelos OGMs, chamados de 'biofábricas'.

Exemplos de 'biofábricas' que estão sendo desenvolvidas são as variedades de soja contendo genes que produzem proteínas de interesse farmacológico (hormônio do crescimento humano e a insulina), e alface que produz o anticorpo contra leishmaniose. Os resultados finais destes projetos não têm por objetivo fazer com que as pessoas solucionem seus problemas (de nanismo ou de diabetes, por exemplo) ao ingerirem a planta modificada geneticamente contendo as proteínas de interesse, ou seus derivados. Os OGMs deverão funcionar como uma espécie de fábrica de medicamentos, de onde serão extraídas e purificadas as proteínas para a aplicação medicinal.

Além das aplicações já mencionadas, as plantas produtoras de anticorpos têm sido estrategicamente desenvolvidas para a biorremediação, visando à descontaminação da água e do solo, e deverão apresentar significativo impacto ecológico. Deste modo, há crescente e extensiva poluição de nossos ambientes por pesticidas orgânicos e outros dejetos químicos industriais. As áreas afetadas incluem lagos, rios, fontes de água potável, solo, dentre outros. Assim, o metabolismo das plantas será alterado para que estes poluentes presentes no ambiente sejam seqüestrados por plantas expressando anticorpos recombinantes formando a base de um sistema de biorremediação natural.

Objetivando disponibilizar à sociedade produtos seguros obtidos mediante a biotecnologia, uma análise de biossegurança dos produtos gerados deve ser rigorosamente estruturada e executada. Essa análise, basicamente, é uma análise de risco. Para as plantas geneticamente modificadas uma análise de risco inicia-se ainda na concepção do projeto que irá desenvolvê-la e continua em todas as etapas de seu desenvolvimento, até a possível liberação comercial e o monitoramento pós-liberação. Envolve, portanto, detalhada descrição do OGM e o propósito de sua utilização.

## **O crescimento do cultivo de transgênicos no mundo**

Em 1996, seis países iniciaram o cultivo de transgênicos, com uma área de 1,7 milhões de hectares. Durante o ano de 2007, a área global manteve-se em crescimento pelo décimo segundo ano consecutivo. A área total estimada de cultivo de transgênicos chegou a 114 milhões de hectares, plantados em 23 países, sendo eles em ordem de hectares cultivados: EUA, Argentina, Brasil, Canadá, Índia, China, Paraguai, África do Sul, Uruguai, Filipinas, Austrália, Espanha, México, Colômbia, Chile, França, Honduras, República Tcheca, Portugal, Alemanha, Eslováquia, Romênia e Polônia.

Entre 1996 e 2003, a tolerância a herbicidas foi, de forma consistente, o atributo dominante, seguido pela resistência a insetos. As principais lavouras de OGMs são milho, soja, algodão, canola, cravo, papaia, pimentão, tomate, petúnias, álamo, alfafa e abóbora.

### **No Brasil**

O Brasil ocupou no ranking mundial em 2007, o 3º lugar com 15 milhões de hectares, entretanto a liberação para o plantio ocorreu em 2003, e são cultivados a soja tolerante a herbicidas e o milho resistente a insetos. Porém, este plantio só foi iniciado em 2003, devido a uma ação judicial movida contra a Monsanto, que afetou todo o setor.

Deve-se esclarecer aqui que não há no país lei que proíba os transgênicos, contudo a Lei de Biossegurança (11.105, de 24/03/2005) foi sancionada em 2005. Esta lei regulamenta o plantio e a comercialização das variedades transgênicas. Assim, toda e qualquer empresa que desejar plantar e/ou comercializar um variedade transgênica precisa submeter um pedido à CTNBio. Nessa instância, haverá emissão de parecer que, caso seja favorável à liberação, será confirmado ou rejeitado pelo Conselho Nacional de Biossegurança (CNBS), composto por 9 Ministros e um Secretário Especial.

Além disso, em 26 de março de 2004, entrou em vigor a portaria que determina como deve ser a rotulagem dos transgênicos. De acordo com o decreto, todos os produtos que contenham mais de 1% de matéria-prima transgênica devem ser embalados e vendidos com um rótulo específico, que apresente o símbolo transgênico em destaque, junto com as seguintes frases: "(produto) transgênico", "produzido a partir de (matéria-prima) transgênico", ou "contém (matéria-prima) transgênico".

Contudo, não se pode ter dúvida de que, se está rotulado, é porque foi aprovado. Sempre a avaliação de segurança de um produto é feita antes de seu lançamento no mercado e, dessa forma, somente os produtos considerados seguros são postos à venda. Assim, a informação contida no rótulo tem apenas o objetivo de informar o consumidor, resguardando seu direito de escolha.

Outra questão importante que merece ser ressaltada é o desconhecimento da maioria da população brasileira a respeito dos transgênicos. Em 2003, o IBOPE realizou uma pesquisa de opinião referente ao assunto e constatou que 61% dos entrevistados nunca ouviram falar deles; após uma rápida explicação, 65% afirmaram que os transgênicos deveriam ser proibidos; e 92% dos entrevistados disseram que produtos com ingredientes transgênicos devem trazer esta informação no rótulo. Apesar de nosso país ser um dos maiores produtores, uma parcela da nossa população ainda desconhece o que significa 'transgênicos'.

Vivemos numa época de mudanças, em que os avanços nas ciências biológicas podem ser considerados tão significativos quanto os avanços nas áreas de comunicação e informação, que estabelecem um mundo sem fronteiras. Os potenciais são enormes e por isso é importante conhecer a metodologia, os benefícios e os riscos reais dos OGMs.

### Sugestão de Bibliografia

- BRASILEIRO, A.C.M. & CARNEIRO, V.T.C. 1998. **Manual de Transformação genética de plantas**. Embrapa, Brasília. 309 p.
- CIB. <http://www.cib.org.br/> 10/03/2008
- COSTA, M.G.C. & OTONI, W.C. 2000. Plantas transgênicas: obtenção e usos. **Ação Ambiental**, Viçosa, v. 11, p. 9 - 15.
- CTNbio. <http://www.ctnbio.gov.br/> 10/03/2008
- IBOPE. <http://www.ibope.com.br/> 10/03/2008
- TORRES, A.C.; CALDAS, L.S. & BUSO, J.A. 1998. **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Embrapa CBA, Brasília, vol I e II. 864p.