

---

## DEBATES

---

### O DESAFIO DAS PLANTAS GENETICAMENTE MODIFICADAS

*Glaci T. Zancan*<sup>(1)</sup>

Quando, em 1973, foi clonado o gene de uma bactéria logo a seguir transferido para outra, a comunidade científica se apercebeu que estava sendo inaugurada uma nova era na pesquisa biológica. O homem passava a poder criar em laboratórios novos seres vivos com características predeterminadas. O potencial da técnica já aparecia como indiscutível e os cientistas envolvidos imediatamente passaram a se preocupar com os cuidados que deveriam ser tomados para proteger o meio ambiente de possíveis acidentes com a liberação desses organismos. Já em 1975 houve a conferência de Asilomar para discutir o assunto e, em 1976, foram editadas as normas para orientar as pesquisas pelo National Institute of Health (Glick & Pasternack, 1994). Na realidade, as normas nada mais eram do que uma medida de precaução com uma técnica cujo potencial poderia mudar a vida do homem sobre a terra.

Os empresários logo se deram conta de que estava sendo aberto um novo ramo de negócios com a biotecnologia acompanhado de mudanças de patamar tecnológico. Ou seja, vislumbrava-se que seria possível manipular os seres vivos para obter o produto que se desejasse. O patenteamento do primeiro ser vivo foi longo e a comunidade americana acompanhou o processo, na Suprema Corte norte-americana, para garantir que se respeitasse a liberdade de pesquisa, exigindo que a bactéria ficasse disponível em um banco depositário para posteriores estudos.

Era previsível que das bactérias se passasse às plantas pois, na mesma época, já se dominava o cultivo de células vegetais em laboratório (Galum & Breiman, 1997), nos mesmos moldes da cultura de bactérias. Como as células cultivadas são capazes de regenerar uma nova planta, estava preparado o

---

<sup>(1)</sup> Presidente da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência – SBPC, Professora Titular de Bioquímica da UFPR, Departamento de Bioquímica. Caixa Postal, 19.046, CEP. 81531-990 Curitiba. E-mail: zancan@bio.ufpr.br

caminho para o surgimento, em 1983, da primeira planta geneticamente modificada (OGM – Organismo Geneticamente Modificado). O processo para a definição dos controles necessários à liberação das plantas – OGM – no meio ambiente exigiu da comunidade científica uma ampla discussão para definir os protocolos que permitissem a proteção do meio ambiente e que impedissem a redução da biodiversidade (Dingell, 1986). No caso de frutos e sementes, os protocolos foram acrescidos ainda da preocupação com a qualidade do alimento produzido. Os ensaios sobre a toxicidade foram feitos usando os protocolos clássicos da bromatologia, muitos deles poucos sensíveis para detectar as diferenças que a transgenia (inserção de gene de um organismo no cromossoma de um outro por meio de técnicas de DNA recombinante) poderia provocar (Miller, 1997). O tomate foi o primeiro vegetal liberado para consumo humano, pelo órgão controlador nos Estados Unidos, em 1994.

A técnica da transgenia introduziu no melhoramento genético clássico a possibilidade de definir previamente as características desejáveis de um vegetal e de construí-lo no laboratório, ao invés de procurá-lo nas diferentes variedades selecionadas em condições ambientais específicas.

O número de espécies vegetais utilizadas pelo homem em sua alimentação é limitado. Essas poucas espécies são originárias das mais diversas regiões do mundo e são consideradas exóticas nas outras aonde são cultivadas. Por exemplo, a batata é originária do Peru; o milho, do México; a soja, da China; a mandioca, o amendoim e o caju, do Brasil, e assim por diante (Tuxill, 2000). O melhoramento clássico buscou adaptar as diferentes variedades às condições dos diversos ecossistemas. Ao expandir as culturas para alimentar a população mundial crescente, a agricultura reduziu a biodiversidade e depredou o meio ambiente, com sérias conseqüências para o futuro da vida na terra, considerando que vivemos em um espaço finito. A percepção da década de 70 de que a manutenção da vida no planeta depende do manejo eficiente do meio ambiente fez surgir uma visão mais integrada das ciências na busca do conhecimento que permita uma melhor eficiência da produção agrícola com a máxima preservação dos ecossistemas.

O debate ora travado sobre o cultivo em larga escala de vegetais geneticamente modificados e que fazem parte da dieta animal e humana se insere neste contexto. O desafio posto é como usar as novas variedades construídas pelo homem, preservando o meio ambiente, ao mesmo tempo em

que se assegura o fornecimento de alimentos mais saudáveis e completos, enfim de alta qualidade biológica.

Quando a tecnologia do DNA recombinante conseguiu obter maior rendimento na inserção de genes exógenos em plantas de maior valor comercial, as empresas (Service, 1998) passaram a dominar a tecnologia buscando, assim, variedades de melhores condições de manejo agrônomo, o que certamente propicia um retorno financeiro mais rápido. As técnicas e as variedades foram imediatamente protegidas por patentes, assegurando dessa maneira o benefício econômico dos investimentos feitos. A proteção das inovações na área de biotecnologia despertou, desde o início, sérias preocupações na comunidade científica (British Medical Association, 1992 and Champan, 1999) que temia e teme a perda da liberdade de pesquisa. O sistema de proteção da propriedade intelectual deve permitir o livre fluxo de informações sem o que o avanço do conhecimento será cerceado

Há pelo menos dois problemas a serem considerados em relação à construção dos vegetais OGMs: a tecnologia de construção e o tipo de produto desejado. Quanto à tecnologia de construção, os marcadores para a seleção das células transformadas são normalmente genes de resistência, seja a agrotóxicos, seja a antibióticos (Galum & Breiman, 1997). Um dos aspectos em que a ciência precisa avançar é a substituição desses marcadores que podem teoricamente passar um organismo para outro. O temor decorre do fato de ser muito limitado o conhecimento sobre o fluxo gênico (Nielsen et al., 1998). Só agora, com novas técnicas de amplificação e identificação dos genes, este fluxo vem sendo mais bem estudado. A expressão funcional de genes de resistência a antibióticos nas células receptoras não pode ser negligenciada, particularmente no caso dos genes que conferem resistência a drogas de uso terapêutico, em face do número de bactérias resistentes hoje existentes (Wan-Ho et al., 1998; FAO/Who, 2000).

As plantas OGMs até agora oferecidas ao mercado contêm genes que facilitam o seu manejo agrônomo mas não acrescentam nenhum benefício ao consumidor, seja em biomassa, seja em valor nutricional. Logo, o que se precisa é de muito mais pesquisas na busca de OGM que atendam, realmente, ao aumento da produtividade e da qualidade do produto obtido (Mann, 1999).

Em relação ao conhecimento disponível, há entre os especialistas mundiais (OCDE; FAO/Who, 2000) o consenso de que é necessário aprimorar os protocolos experimentais para a avaliação das plantas – OGMs. As plantas se

adaptam aos diversos ambientes com a produção dos mais variados metabólitos que podem ou não serem tolerados pelos indivíduos. A modificação gênica tanto pode conferir uma nova característica ao organismo hospedeiro, no caso a planta, como pode provocar efeitos não esperados (Conner, J. & Jacobs, 2000) o que levaria à modificação do proteoma (conjunto de proteínas expressas), com conseqüências no metaboloma (fluxo de metabólitos na planta). Essas alterações não são privilégio dos OGMs e podem ocorrer no melhoramento convencional. Daí a necessidade de que os ensaios de tolerância alimentar devam ser feitos com sementes e frutos dos OGMs cultivados nas mesmas condições das variedades correspondentes e que os resultados sejam estatisticamente comparados.

A maioria dos testes de alergenicidade, realizados com produtos contendo OGM, foram baseados em estudos feitos com o produto da expressão do gene em microrganismos (OCDE, 2000) e não na planta-alvo, e esses testes precisam ser feitos, pois o resultado poderá ser diferente.

Outro dado salientado pelos especialistas é que o princípio da equivalência substancial deve ser continuamente revisto em face do desenvolvimento da ciência (OCDE, 2000). Na realidade, a equivalência é baseada no estudo comparado entre o novo produto (contendo OGM ou não) e aquele que já se encontra na dieta.

Outro aspecto no qual há concordância refere-se ao fato de que os ensaios de risco ambiental não são transferíveis de um ecossistema para outro. Será preciso dimensionar os efeitos, no longo prazo, nas interações ecológicas complexas (Ferber, 1999; Maagd et al., 1999) para avaliar o impacto na biodiversidade, particularmente, em áreas tropicais (OCDE, 2000).

No caso específico do Brasil, os problemas são maiores não só por sermos um continente com ecossistemas diversificados, como por sermos depositários da maior biodiversidade do planeta. Aqui, mais do que em qualquer outro lugar, é preciso investir pesadamente em pesquisa para analisar os riscos decorrentes da introdução, em larga escala, de plantas que visam tão somente à melhoria do manejo agrícola.

A transgenia é uma ferramenta importante para o futuro da agricultura (Abelson & Hines, 1999) pois a) ao alterar os genes que interferem na adaptação ao estresse salino, térmico e hídrico será possível obter plantas mais adequadas

aos diversos ecossistemas; b) ao interferir nos genes que controlam o amadurecimento, será possível obter plantas com frutos que possam ser estocados por mais tempo ou em temperatura mais elevada; c) ao ativar os genes que possam ajudar as plantas a resistir aos insetos, fungos, bactérias e vírus será possível aumentar o rendimento da produção de grãos; d) ao inserir os genes que expressem vias metabólicas que os vegetais não têm, ou alterando a expressão de outros, será possível obter plantas com maior valor nutricional; e) ao alterar os genes que afetam o crescimento será possível aumentar a velocidade de crescimento, obtendo, assim, plantas para uso em tempos mais curtos. Já existem exemplos de que isso é possível, como é o caso do arroz contendo a via de biossíntese do precursor da vitamina A (Ye et al., 2000).

A tecnologia para construir plantas visando ao consumo alimentar é extremamente promissora, mas ela é jovem e requer muita pesquisa. Os interesses econômicos e a ela agregados são consideráveis. Há um elenco enorme de indagações que perturbam os pesquisadores e por isso a comunidade científica prefere trabalhar com cautela, por meio do estudo e da análise de cada caso (Royal Society, 1998; British Medical Association, 1999). Como os investimentos privados nesta área são maiores do que os públicos, há a preocupação com apropriação comercial do conhecimento e o futuro da agricultura familiar.

No intuito de assegurar o uso da tecnologia, com menor risco possível, a comunidade científica em todo mundo buscou criar órgãos públicos de controle. No Brasil foi criada a CTNBio – Comissão Técnica Nacional de Biossegurança –, constituída por pesquisadores de várias especialidades, representantes de órgãos de vigilância sanitária, das empresas e de consumidores, com a finalidade de analisar cada construção de OGM, seja para uso em ambiente confinado, seja para cultivo comercial. Esta Comissão precisa ser técnica e ter o máximo de respeitabilidade pública para que a população nela possa confiar. É preciso destacar que, como cada OGM é um caso, é possível que as liberações ocorram com finalidades muito bem definidas. Por exemplo, para uso apenas em ração animal. Daí que as vigilâncias sanitárias dos Ministérios da Agricultura, da Saúde e do Meio Ambiente devem ser operantes para que as decisões da CTNBio sejam fielmente executadas.

Dentro do princípio da precaução, é fundamental que os alimentos contendo OGM sejam rotulados pois cada um de nós responde de maneira diferenciada aos alimentos (Kitts et al., 1997; Sampson, 1997; Bischoff et al., 2000) e tem

o direito de ser informado para que possa decidir com conhecimento de causa. Somente os estudos epidemiológicos poderão eliminar a dúvida da introdução desses organismos na alimentação humana, uma vez que não há segurança de que os ensaios feitos com animais possam ser extrapolados para o homem (OCDE, 2000). Além disso, os ensaios toxicológicos precisam ser realizados por períodos mais longos para garantir maior eficiência das análises (Zoiopoulos, 1998).

Em face das vantagens que a pesquisa na área de plantas geneticamente modificadas poderá trazer, essa é uma tecnologia que será certamente incorporada ao dia-a-dia de todos nós. Sempre que os produtos obtidos vierem a ser cultivados em larga escala ou liberados para consumo, as análises de risco devem assegurar que os riscos sejam mínimos, utilizando para tanto as análises técnicas mais atualizadas e de maior confiabilidade. Elas contribuirão, no futuro, para a melhoria da qualidade da alimentação, possibilitando ao homem viver mais e melhor. A comunidade científica considera importante esclarecer a população sobre a nova tecnologia para que ela possa usá-la com discernimento.

“A tecnologia não necessita exaurir nossa energia, ela pode amplificá-la, multiplicá-la. O homem pode hoje construir tecnologias e pode apreender a viver delas, pode, também, apreender a conviver com elas”, segundo Reich (1971), mas é preciso agir com sabedoria.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABELSON, P.H; Hines, P.J. (Ed.). *Plant revolution*. **Science**, Washington, v.285, p.367-389, 1999.

BISCHOFF, S. C.; MAYER, J.H.; MANNS, M. P. *Allergy and the gut*. **International Archives Allergy and Applied Immunology**, Basel, v.121, p. 270-283, 2000.

BRITISH MEDICAL ASSOCIATION. **Our genetic future**. Oxford: Oxford Press, 1992, 263p.

BRITISH MEDICAL ASSOCIATION. **The impact of genetic modification on agriculture, food and health: an interim statement**. London, May, 1999.

CHAPMAN, A. R. (Ed.). **Perspectives on gene patenting**. Washington: AAAS, 1999. 300p.

COONER, A.J.; JACOBS, J.M.E. Genetic engineering of crops as potential source of genetic hazard in the human diet. **Mutation Research**, Amsterdam, v. 443, p. 223-234, 1999.

DINGELL, J.D. Biotechnology regulation: an up to date. **ASM News**, Washington, v.52,p 236-238,1986.

FAO/WHO. **Safety aspects of genetically modified foods of plant origin**. Report, June 2000. Disponível em: <http://www.fao.org>. Consultado em 20.08.2000

FERBER, D. GM crops in the cross hairs. **Science**, Washington, v. 286, p.1662-1666, 1999.

GALUM, E.; BREIMAN, A. **Transgenic plants**. London: Imperial College Press, 1997. 376p.

GLICK, B.R.; PASTERNAK, J. J. **Molecular biotechnology**. Washington: ASM Press, 1994. 500p.

KITTS, D.; YUAN, Y.; JONJE, J.; SCOTT, F.; SZILAGYI, A.A. MIOT, J.; ZAKADAS, M. Adverse reactions to food constituents: allergy, intolerance and autoimmunity. **Canadian Journal of Physiology and Pharmacology**, Ottawa, v. 75, p.242-254, 1997.

LASOTA, L.R. Evaluation by the United States Environmental Protection Agency of pesticidal substances produced in plants. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.45, p. 181-186,1996.

NIELSEN, K.; BONES, A.M.; SMALLA, K.; VAN ELSAS, J.D. Horizontal gene transfer from transgenic plants to terrestrial bacteria – a rare event? **Microbial Reviews**, v.22, n.2, p.79-93, 1998.

MAAGD, R.A.; BOSCH, D.; STIEKEMA, W. Bacillus thuringiensis toxin-mediated insect resistance in plants. **Trends Plant Science**, Amsterdam, v. 4, p. 9-13, 1999.

MANN, C.C. Crop scientists seek a new revolution. **Science**, Washington, v. 283, p.310-314,1999.

MILLER, S.A. Developing a new food wholeness science to unsure food safety. **Food Technology**, Chicago, v.51, p.62-65, 1997.

OECD. **GM food safety: facts, uncertainties and assessment**. Report march 2000. Disponível em: <http://www.oecd.org>. Consultado em 24.07.2000.

- REICH, A C. **The greening of America**. New York: Batman, 1971. 433p.
- ROYAL SOCIETY. **Genetically modified plants for food use**. London: Statement, Sept. 1998.
- SAMPSON, H. A Food allergy. **JAMA**, Chicago, v. 278, p.1888-1894, 1997.
- SERVICE, R.F. Chemical industry rushes toward greener pastures. **Science**, Washington, v. 282, p.608-610, 1998.
- TUXILL, J. The biodiversity that people made. **World Watch**, Washington, v. 3, n.3, p.24-35, May/June 2000.
- WAN-HO, M.; TRAAVICK, T.; OLSVIK, O. TAPPESER, B. HOWARD, C.V.; WEIZSACKER, C.; McGAVIN, G. C. Gene technology and gene ecology of infectious diseases. **Microbe Ecology Health Disease**, Chichester, v.10, p.33-59,1998.
- YE, X.M.; AL-BABILI, S.; KLÖTI, A.; ZHANG, J.; LUCCA, P.; BEYER,P.; POTRYKUS, I. Engineering the provitamin A (b-carotene) biosynthetic pathway into ( Carotenoid-free) rice endosperm. **Science**, Washington, v.287, p.303-305, 2000.
- ZOIOPOULOS, P. E. Modified animal feeds must be put to the test. **Nature**, London, v.394, p.823, 27 Aug. 1998.