

# TRANSGÊNICOS: OS BENEFÍCIOS PARA UM AGRONEGÓCIO SUSTENTÁVEL

*José Roberto Rodrigues Peres<sup>(1)</sup>*

## RESUMO

O emprego da biotecnologia para o desenvolvimento de novos produtos e processos é de importância estratégica para o agronegócio brasileiro e mundial. Todos os anos, 40% das safras de alimentos do mundo são perdidas por ataques de insetos ou fungos. Hoje, no Brasil, gastam-se cerca de US\$ 2.5 bilhões com pesticidas. A transgenia poderá ajudar significativamente na redução destas perdas, trazendo impactos importantes tanto no que respeita à diminuição dos custos de produção quanto à conservação do meio ambiente. No ano de 2000 foram cultivados cerca de 44,2 milhões de hectares com produtos transgênicos em todo o mundo. O valor global de sementes de produtos transgênicos cresceu rapidamente de US\$ 1 milhão, em 1995, para US\$ 3 bilhões, em 1999. O propósito deste trabalho é apresentar um relato sucinto sobre a importância, as perspectivas e os impactos dos produtos transgênicos no Brasil e no mundo, alguns avanços técnico-científicos obtidos e a posição institucional da Embrapa a respeito do assunto.

**Palavras-chave:** biotecnologia, biossegurança, meio ambiente, Embrapa.

## GENETICALLY MODIFIED ORGANISMS: THE BENEFITS FOR SUSTAINABLE AGRIBUSINESS

### ABSTRACT

The use of the new biotechnology for the development of new products and processes is of strategic importance for the Brazilian agribusiness and for the world as a whole. Every year 40% of the food harvest of the world is lost due to attacks of pests and diseases. Today, in Brazil, about US\$ 2.5 billion are spent with pesticides. The genetically modified organisms will significantly help in the reduction of these losses. In the year of 2000 about 44,2 million hectares were cultivated with genetically modified organisms in the world. The global value of genetically modified plant seeds grew from US\$ 1 million in 1995 to US\$ 3 billion in 1999. This paper is intended to present a summary of the importance, perspectives and impacts of the genetically modified organism in Brazil and in the world. It also provides some information on progress and the institutional position of Embrapa on biotechnology and genetically modified organisms.

**Key words:** biotechnology, biosafety, environment, Embrapa.

---

<sup>(1)</sup> Diretor-Executivo da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Caixa Postal 040315, CEP: 70770-901, Brasília - DF. E-mail: jose.roberto.r.peres@embrapa.br.

## INTRODUÇÃO

Desde a virada do século XIX até a entrada deste novo milênio, foi percorrido um caminho de mais de cem anos de grandes acontecimentos e invenções que revolucionaram e contribuíram para tornar a vida no nosso planeta mais fácil e agradável.

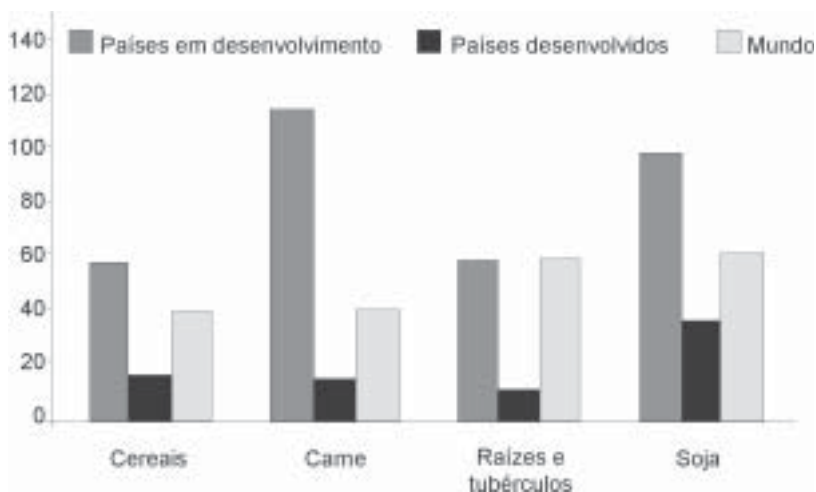
As transformações econômicas e técnicas tiveram origem na Inglaterra, no período que se estende do século XVIII ao XIX e deram origem à Revolução Industrial que veio, por sua vez, propiciar também a criação de maquinaria agrícola, defensivos agrícolas e fertilizantes, abrindo caminho para a futura Revolução Verde (Programa Nacional de Biotecnologia, 1990). O pai da revolução verde, o pesquisador Norman Borlong, em 1993, relata que ela se deu em meados dos anos 60 do século passado, com a explosão da produção de trigo e arroz na Ásia pela utilização do que ele chamou de tecnologia moderna (melhoramento genético, fertilizante e controle de ervas daninhas). Durante os anos 60 e 70, a Índia, o Paquistão e as Filipinas chamaram a atenção do mundo pelo seu progresso agrícola. A partir de 1980, a China apresentou o maior progresso de todos os tempos em aumento de produtividade e produção agrícola. Isto se deu não só pelo uso do melhoramento genético, mas também pelo emprego intensivo de fertilizantes químicos que aumentou de 6 mil toneladas, em 1949, para cerca de 24 milhões de toneladas em 1991.

Peres (1997) afirma que, apesar de a Revolução Verde ter sido a principal responsável pelo grande aumento da produtividade e da produção de alimentos no mundo, a partir da década de 60, ela tornou a agricultura mais dependente de insumos e maquinarias que, quando usados de maneira inadequada, degradam e poluem o meio ambiente.

Vários são os estudos que analisam qual será o cenário do setor agropecuário mundial nas próximas três décadas. A previsão é de escassez de produtos agrícolas por várias razões, das quais se destacam: a) crescimento da população mundial, pois, até 2030, estima-se que existirão 8,9 bilhões de habitantes em nosso planeta, em contraste com os 5,7 bilhões de hoje; b) aumento da renda dos países asiáticos e de alguns países em desenvolvimento da América Latina, com o conseqüente aumento da procura por alimentos; c) retirada gradativa de subsídios agrícolas pelos países desenvolvidos.

Existe a previsão de que a demanda mundial por alimentos vai dobrar até 2020 (Figura 1). Tem sido mostrado que o incremento anual de produção de

cereais, que dobrou nos últimos 40 anos, está decrescendo, tornando-se necessária a busca de alternativas tecnológicas para reverter esta tendência.



**Figura 1.** Aumento na demanda mundial por alimentos em % (1993-2020).

Peres (1997) reporta que, neste século, um dos fatores determinantes na oferta de alimentos e fibras, com baixo impacto ambiental, chama-se “biotecnologia”. Em suas pesquisas, a Embrapa enfatiza que a importância da biotecnologia tem a finalidade de oferecer alternativas para o aumento de produtividade, redução da pressão das áreas de cultivo sobre os ecossistemas naturais, diminuição da poluição ambiental, redução dos custos e aumento da competitividade do agronegócio brasileiro.

No documento Programa Nacional de Biotecnologia (1990) é lembrado que a biotecnologia moderna utiliza dentre outras metodologias avançadas de genética, a biologia molecular, a cultura de células e tecidos, a engenharia genética e a clonagem. Desta forma, é vasta sua aplicação também no setor agropecuário, sobretudo nas áreas de: 1) produção vegetal e silvicultura, melhoramento genético, propagação, crescimento e nutrição, defesa vegetal (por exemplo, plantas transgênicas, detecção de patógenos exóticos, biodefensivos etc.); 2) produção animal, aquicultura e pesca, melhoramento genético, sanidade, nutrição; 3) agroindústria: produtos fermentados, biomassa, processamento de alimentos, produção de energia e equipamentos; 4) ambiente: biomonitoração,

biorrecuperação de áreas degradadas, tratamentos de efluentes e resíduos, controle biológico de doenças e pragas, redução drástica do uso de agrotóxicos e preservação da biodiversidade, entre outros.

## PERSPECTIVAS E IMPACTOS DOS TRANSGÊNICOS NO MUNDO

A biotecnologia moderna mudará as vantagens competitivas da agricultura, principalmente pelo aumento da velocidade de geração de novas tecnologias que proporcionarão: a) aumento de produção e produtividade com redução de custos; b) geração de produtos e processos mais seguros; c) geração de produtos com novos atributos (sabor, composição, cor, tamanho, valor nutritivo etc.).

A revolução biotecnológica está apenas no início. A Figura 2 mostra um cenário para os próximos anos marcado com, pelo menos, quatro ondas dos inúmeros processos e produtos que poderão ser disponibilizados para a sociedade pela transgenia. Estes produtos e processos trarão impactos altamente positivos na nossa qualidade de vida (alimentos saudáveis com diferentes aspectos nutricionais; proteção ambiental, dentre outros).



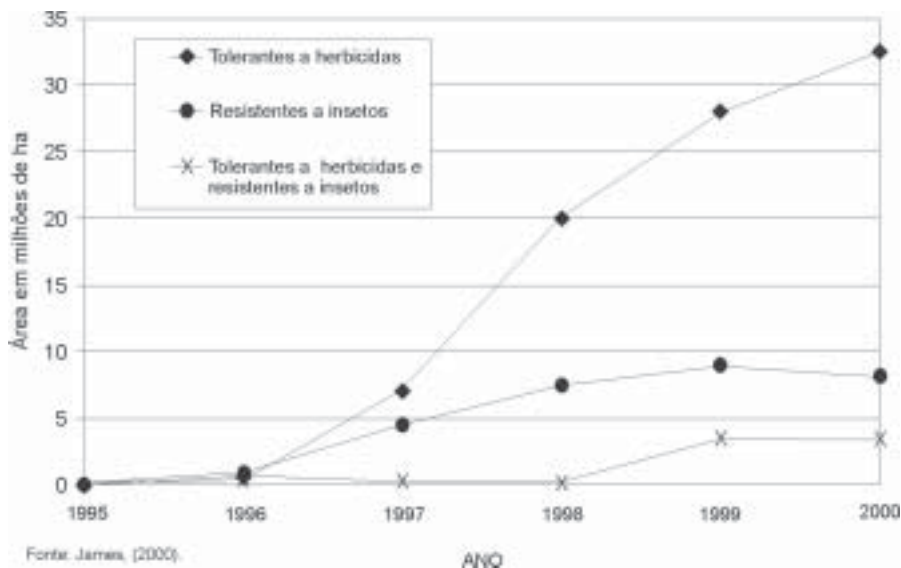
**Figura 2.** A revolução biotecnológica.

Na **primeira onda** dos transgênicos foram introduzidas plantas tolerantes a herbicidas e a ataques de insetos. As Figuras 3 e 4 mostram a evolução das principais culturas e áreas ocupadas por transgênicos de primeira geração no mundo. Além das plantas tolerantes a herbicidas e a insetos, em breve a pesquisa

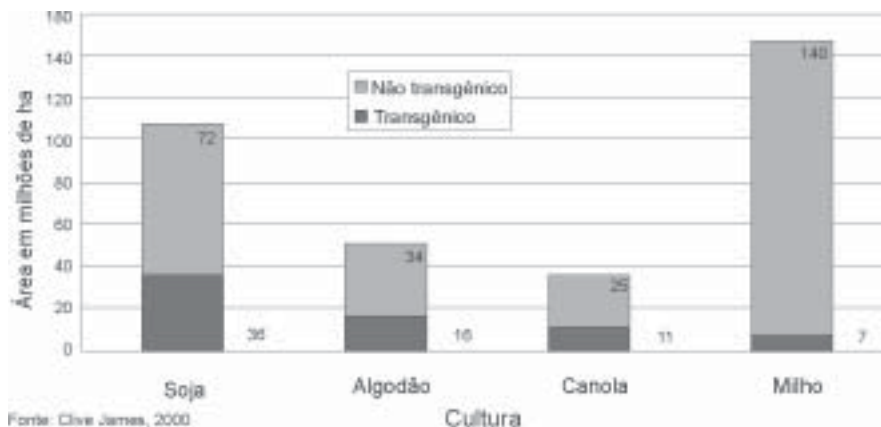
estará disponibilizando para a agricultura plantas com outras características (mais tolerantes a fungos, bactérias, vírus, à seca e a outros estresses abióticos).

Na **segunda onda**, cujas pesquisas já estão bastante adiantadas, estarão sendo recomendadas plantas transgênicas com melhor qualidade nutricional. Como exemplo, podem ser destacadas cultivares de soja com óleo de menos gorduras saturadas, grãos com maiores teores de proteínas, vitaminas, sais minerais etc. Nepomuceno (2000) destaca que na segunda onda também devem ser incorporadas qualidades físico-químicas nas culturas. Mostra, como exemplo, o caso do algodão: há previsão para disponibilizar, dentro de 5 anos, cultivares transgênicas que produzem fibras com características semelhantes ao polyester. Assinala, também, que a introdução de genes de bactérias em plantas deve reduzir o custo de produção do plástico biodegradável.

Na **terceira e quarta ondas**, os produtos e processos contemplarão mais significativamente os produtos farmacêuticos, nutracêuticos e químicos específicos. São citados como exemplos destes produtos: plantas-vacinas, plantas com inserção de fatores de crescimento biofáticos, e plantas e animais produzindo matérias-primas para a indústria.



**Figura 3.** Evolução da área cultivada com transgênicos: por característica.



**Figura 4.** Adoção das variedades transgênicas para as principais culturas.

Apesar de o uso da transgenia no mundo ainda estar no começo, avanços altamente significativos já foram alcançados. A Tabela 1 mostra a evolução, de 1996 a 2000, da área mundial com transgênicos. De 1996 a 1999 houve um incremento de 23,47 vezes no plantio de transgênicos, um aumento médio de 13,8 vezes ao ano. Já de 1999 a 2000, o incremento estimado foi de apenas 0,90 vezes. Essa redução drástica pode ser explicada, em parte, pelas posições acirradas da opinião pública a favor ou contra os transgênicos no Brasil e no mundo. Essas posições certamente fazem aumentar a precaução dos países onde os produtos transgênicos têm seu uso comercial liberado.

Este fato traz um desafio que adquire grande importância, pois a transgenia, que poderá trazer benefícios incalculáveis para as nossas vidas, está sendo questionada por pessoas que fazem questão de não analisar com profundidade estes benefícios. Roger Bone, em seu artigo “A inegável importância da C&T no novo milênio”, publicado no Diário da Manhã de Goiás, em janeiro de 2001, afirma que não se pode restringir os resultados

da biotecnologia moderna aos cientistas e aos tecnocratas. É importante conscientizar a sociedade dos benefícios trazidos pelos novos conhecimentos e avanços tecnológicos, para que o público, bem informado, possa participar ativa e construtivamente dos rumos a serem tomados no desenvolvimento dos países.

**Tabela 1.** Área mundial com culturas transgênicas, 1996 a 2000.

	Hectares (milhões)	Acres (milhões)
1996	1.7	4.3
1997	11.0	27.5
1998	27.8	69.5
1999	39.9	98.6
2000	44.2	109.2

Obs.: Incremento de 11%, 4,3 milhões de hectares ou 10,6 milhões de acres, entre 1999 e 2000.

Fonte: James (2000).

A Tabela 2 mostra a área cultivada com transgênicos em 14 países em 1999 e 2000. Merecem destaque o Canadá (3,5 milhões de ha) e USA (30,3 milhões de ha), como países desenvolvidos, e Argentina (10 milhões de ha) e China (0,5 milhões de ha), como países em desenvolvimento. Um exemplo marcante no uso de transgênicos é o dos produtores chineses que, nos últimos três anos empregam algodão Bt, resistente à lagarta-da-maçã. Com isto eles estão economizando cerca de US\$ 540 por hectare. Como o país cultivou aproximadamente 400 mil ha com esta variedade, apenas com o custo da produção, sua economia foi de US\$ 216 milhões, sem contabilizar a redução de agrotóxicos no meio ambiente.

**Tabela 2.** Área global de culturas transgênicas em 1999 e 2000, por país (milhões de ha).

<b>País</b>	<b>1999</b>	<b>%</b>	<b>2000</b>	<b>%</b>	<b>+/-</b>	<b>%</b>
EUA	28,7	72	30,3	68	+1,6	+6
Argentina	6,7	17	10,0	23	+3,3	+49
Canadá	4,0	10	3,0	7	-1,0	-25
China	0,3	1	0,5	1	+0,2	+66
África do Sul	0,1	<0,1	0,2	<0,1	+0,1	-
Austrália	0,1	<0,1	0,2	<0,1	+<0,1	-
Romênia	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	+<0,1	-
México	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	+<0,1	-
Bulgária	-	-	<0,1	<0,1	+<0,1	-
Espanha	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-
Alemanha	-	-	<0,1	<0,1	<0,1	-
França	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-
Portugal	<0,1	<0,1	-	-	-	-
Ucrânia	<0,1	<0,1	-	-	-	-
Uruguai	-	-	<0,1	<0,1	+<0,1	-
<b>Total</b>	<b>39,9</b>	<b>100</b>	<b>44,2</b>	<b>100</b>	<b>4,3</b>	<b>+11</b>

Fonte: James (2000).

### POSIÇÃO DA EMBRAPA SOBRE PLANTAS TRANSGÊNICAS

A Embrapa tem enfatizado a sua posição quanto à pesquisa e ao desenvolvimento de transgênicos, sua utilização prática, seus benefícios e riscos (Embrapa, 1999; Gander et al., 2000; Portugal, 2000).

Neste tópico destacamos alguns pontos relevantes dessas posições. Desde a sua criação, a Embrapa parte da premissa de que a agricultura sustentável depende da boa ciência e do desenvolvimento tecnológico, fatores estes que



têm sido decisivos para aumentar a oferta de alimentos e fibras para a população brasileira, sobretudo nos últimos 20 anos. Nestes últimos 15 anos, estrategicamente, a Embrapa vem-se preparando para gerar e adaptar tecnologias agropecuárias de última geração e acredita que o uso seguro da biotecnologia moderna desempenhará papel de alta relevância no desenvolvimento sustentável da economia nacional, pelas possibilidades que traz de redução de custos de produção e de impactos ambientais positivos no meio rural.

A Embrapa classifica a questão das plantas transgênicas em quatro dimensões:

a) A relevância da tecnologia do DNA recombinante para o desenvolvimento sustentável da agricultura brasileira.

Para isto tem investido e continuará investindo recursos não só em biotecnologia, mas também em outros temas estratégicos, porque acredita que a competitividade do agronegócio brasileiro – presente e futuro – estará diretamente vinculada à capacidade de incorporar tecnologias avançadas ao processo de produção. Todo desenvolvimento tecnológico, no entanto, deve ser assentado em sólidos princípios de segurança ambiental e alimentar.

b) Segurança alimentar e ambiental

É a garantia da disponibilização de tais tecnologias de forma segura para a saúde do consumidor e para o meio ambiente. O Brasil já conta, desde 1995, com uma lei de biossegurança moderna que permitiu a criação da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio –, composta por representantes da sociedade civil, da comunidade científica e do Governo Federal. A Embrapa acredita plenamente nos mecanismos criados pela legislação e confia na responsabilidade e seriedade da CTNBio no desempenho de sua função, e por isso não discute as decisões e exigências feitas por ela.

c) A questão comercial

A Embrapa considera que a questão comercial é tão relevante que merece especial atenção do governo, a fim de que sejam criados mecanismos para o estudo de cenários que abranjam as principais culturas de exportação para definir o custo/benefício da separação de produtos não-transgênicos, mediante certificação de origem.

d) A questão da rotulagem

O Código de Defesa do Consumidor garante o direito básico do consumidor de ter acesso às informações, principalmente, sobre a origem dos produtos, suas características relevantes, de maneira que garanta sua segurança na livre escolha dos produtos que irá consumir.

A Embrapa enfatiza que a segurança do produto liberado para consumo vem antes que a rotulagem. Qualquer confusão entre segurança alimentar e rotulagem deve ser evitada porque a rotulagem não é feita para substituir a avaliação de segurança. Buscando atender aos anseios de parcelas dos consumidores, a Empresa apresentou ao Grupo de Trabalho de Rotulagem de Alimentos do Comitê do Codex Alimentarius do Brasil proposta alternativa de uso voluntário de Informação Complementar na rotulagem de alimentos transgênicos, em adição ao princípio da equivalência substancial.

É importante destacar que a rotulagem em transgênicos ainda é um assunto complexo, existindo, em diferentes setores da sociedade, divergências que chegam a posições mundiais diferenciadas e polêmicas.

Apesar da posição favorável à rotulagem, seguindo as considerações feitas anteriormente, é importante destacar algumas preocupações quanto à implantação definitiva da rotulagem dos produtos transgênicos, tais como: a) obrigatoriedade da estruturação de quem rotula para comprovação da existência ou não de produtos transgênicos e da sua origem; b) necessidade de segregação da cadeia produtiva de produtos transgênicos e tradicionais; c) conscientização da sociedade quanto à possibilidade de aumento de custo da produção, pela necessidade de infra-estrutura específica; d) implantação de laboratórios para detecção de produtos transgênicos; e) estruturação dos órgãos competentes para fiscalização.

## AVANÇOS OBTIDOS NO PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DE PESQUISAS BÁSICAS EM BIOTECNOLOGIA DA EMBRAPA

A Embrapa considera que o emprego da biotecnologia para o desenvolvimento de novos produtos e processos é um fator de importância estratégica para o Brasil. Por esta razão, já no início da década de 80, investiu na instalação de seu primeiro laboratório de engenharia genética e criou o Programa Nacional

de Biotecnologia com três objetivos básicos: a) compreender processos biológicos fundamentais e desenvolver métodos avançados da biotecnologia importantes para a competitividade, sustentabilidade e qualidade da produção agropecuária e agroflorestal nacional; b) desenvolver e promover cooperação entre as instituições nacionais e internacionais, visando agilizar a transferência de conhecimentos e tecnologias em biotecnologia; c) incentivar o desenvolvimento e a utilização de técnicas modernas de biotecnologia nas unidades da Embrapa e do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária, visando à geração de novos produtos.

Os avanços científicos e tecnológicos obtidos até então têm sido altamente significativos, podendo ser destacados os processos de multiplicação clonal em algumas espécies de plantas. Hoje é possível produzir milhões de mudas saudáveis e de alta qualidade em várias biofábricas instaladas no país. Marcadores moleculares permitem a aceleração da caracterização, o isolamento e a expressão de genes a serem usados no melhoramento genético e na obtenção de plantas e de animais transgênicos.

Os investimentos em equipamentos de última geração permitiram a realização de estudos básicos relativos à regulação e expressão gênicos, bem como a modelagem de proteínas. Na área animal, os avanços foram também significativos. As técnicas de ovulação e fertilização em laboratórios, a manipulação e a transferência de embriões têm possibilitado a obtenção de animais de alta qualidade genética. O desenvolvimento de várias técnicas, como de co-cultivo de ovócitos, punção folicular de ovócitos pela ultra-sonografia e fertilização *in vitro* com reimplantação em receptores, permitiu que uma mesma doadora produzisse até 36 bezerros por ano.

O desenvolvimento de biopesticidas para controle de pragas de importância agrícola para o Brasil traz alternativas ao controle químico com redução significativa destes produtos e reflexos no custo de produção e no meio ambiente. Podem ser citados, como exemplos, o *Bacillus thuringiensis* para controle da lagarta-do-cartucho em milho, e o *B. sphaerica* para o controle de mosquitos em regiões agrícolas e urbanas. Também é usado o *Metharhizium flavonide* para o controle biológico em gafanhoto. Finalmente, a *Cercospora* sp. e a *Alternaria cassice* estão sendo estudadas como agentes de controle da tiririca-roxa e do fedegoso.

A seguir serão destacados alguns avanços em pesquisa e desenvolvimento na Embrapa na área de **transformação de plantas** e de **plantas transgênicas**. É importante entender conceitualmente estes dois temas: o primeiro pode ser definido como a transformação genética de plantas para a geração de outras geneticamente modificadas para características específicas. Dessa definição, conclui-se que a transformação de plantas é o desenvolvimento metodológico dos protocolos necessários para a obtenção de **plantas transgênicas**, ou seja, o produto buscado com esta transformação.

Uma vez definidos estes conceitos, fica claro que, apesar de o Brasil liderar o desenvolvimento científico e tecnológico nesta área na América Latina, o número de genes e a seqüência de reguladores isolados e de processos desenvolvidos no país ainda é muito pequeno. Isto atrasará a inserção do Brasil como produtor de produtos transgênicos obtidos, com total domínio de tecnologia e seus genes isolados de nossa imensa biodiversidade nacional.

As principais **plantas transgênicas** desenvolvidas, ou em desenvolvimento, em cooperação técnica com diferentes instituições são:

Soja/herbicida (Imazapyr); soja/herbicida (RR); soja/hormônios de crescimento humano; soja/proteína 2S; feijão/mosaico-dourado; feijão/herbicida Bar; feijão/proteína 2; mamão/vírus-da-mancha-anelar; banana/resistência a fungos FMS; batata/resistente a vírus X/Y etc.

Dentre as plantas que estão em **processo de transformação**, destacam-se o algodão, o abacaxi, a *Brachiaria*, o café, o cacau, o eucalipto, além dos sistemas modelos de tabaco e *Arabidopsi*.

Deve-se salientar que todos estes produtos estão em fase experimental e devidamente autorizados pela CTNBio.

## NOVOS PROJETOS ESTRATÉGICOS EM BIOTECNOLOGIA / TRANSGÊNICOS NA EMBRAPA

A riqueza da biodiversidade brasileira pode ter um grande impacto na elevação da oferta de alimentos e fibras. O acervo de genes tanto in situ como ex situ para a criação de transgênicos é imensurável, considerando plantas, animais e microrganismos. O uso destes genes, no entanto, depende de técnicas e equipamentos de última geração para acelerar as prospecções gênicas que

comporão os genomas funcionais. Para atingir estes requisitos, a Embrapa está implantando o projeto estratégico **Genoma Embrapa: Genes para a Agropecuária Brasileira (Progem)**. Este projeto estabelecerá a modernização da plataforma tecnológica brasileira e consolidará atividades multiinstitucionais e multidisciplinares visando à identificação de genes e de produtos essenciais para assegurar a competitividade do agronegócio brasileiro no século 21.

Este projeto terá como objetivos específicos: a) estabelecer práticas científicas em escala e com eficácia industrial, nas áreas de genoma funcional, genética química e bioinformática; b) estabelecer uma plataforma informatizada de armazenamento, processamento e serviços nas áreas de prospecção gênica; c) estabelecer ambiente de interação em rede, envolvendo unidades operacionais da Embrapa, assim como de outras instituições, envolvidas nas áreas de concentração do Progem; d) estabelecer práticas de treinamento e de excelência de desempenho dos recursos humanos em áreas de atuação do programa; e) desenvolver produtos e informações biotecnológicos de impacto social e/ou econômico na agricultura e na pecuária.

Não é demais voltar a enfatizar a essencialidade das medidas de proteção ambiental e a segurança da saúde no uso dos produtos transgênicos. Esta precaução existe em todos os países onde estes produtos são liberados. Alguns cientistas afirmam que os alimentos geneticamente modificados hoje disponíveis foram mais testados do que qualquer outro em toda a história. No mundo inteiro já foram realizados mais de 25 mil testes em mais de 60 safras em 45 países.

No Brasil ainda não foi liberado o plantio comercial dos transgênicos. No entanto, quando essa liberação ocorrer, para obter a autorização do registro de utilização dos transgênicos, deverão ser realizados testes de segurança ambiental e alimentar de acordo com as leis de biossegurança do País.

Com grande envolvimento no desenvolvimento de produtos transgênicos e preocupada em liderar no país o processo de biossegurança alimentar e ambiental, a Embrapa está implantando, também, o projeto estratégico de **“Biossegurança de Produtos Transgênicos”**. Este projeto tem como objetivo global estabelecer procedimentos para a avaliação de segurança ambiental de transgênicos. Seus objetivos específicos são: a) garantir ao consumidor SGM-TH derivados seguros para a saúde e o meio ambiente; b) elaborar modelo/protocolo (básico) para

que a Embrapa avalie a segurança alimentar/ ambiental de alimentos derivados de plantas geneticamente modificadas; c) adequar a Embrapa às exigências internacionais para procedimentos de P&D com organismos geneticamente modificados; d) estabelecer parcerias com empresas privadas de biotecnologia; e) assegurar para os centros de P&D da Embrapa fontes alternativas de financiamento/manutenção; f) garantir a comercialização de tecnologia de ponta desenvolvida na Embrapa.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOURLAUG, N.E.; DOWSELL, C.R. **Fertilizante para nutrir o solo infértil que alimenta uma população fértil que povoa um mundo frágil**. Tradução de Fernando Penteado Cardoso. São Paulo: Manah,1993.

EMBRAPA. Resumo da posição da Embrapa sobre plantas transgênicas. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v.16, n. 1, p. 11-16.1999.

GANDER, E.S.; MARCELLINO, L.H.; ZUMSTEIN, P. **Biotecnologia para pedestres**.2.ed. Brasília: Embrapa/SCT, 2000. 68p.

JAMES, C. **Global review of commercialized transgenic crops: 2000**. Ithaca, NY: International, Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications, 2000.

JAMES, C. **Global status of commercialized transgenic crops: 1999**. Ithaca, NY: International, Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications, 1999.

NEPOMUCENO, A.L. Transgênicos: próximas ondas. **Folha do Paraná Rural**, 8 jul. 2000, p. 2.

PERES, J.R.R. Agrobiotecnologia: oportunidades ou ameaças? **Província do Paraná**, 26 maio 1997, p.2.