

# Perspectivas Econômicas

Volume 8

Revista Eletrônica do Departamento de Estado dos EUA

Número 3



BIOTECNOLOGIA  
AGRÍCOLA

— SETEMBRO DE 2003 —

# PERSPECTIVAS ECONÔMICAS

## Biotecnologia Agrícola

DEPARTAMENTO DE ESTADO DOS EUA

REVISTA ELETRÔNICA

VOLUME 8, NÚMERO 3



A ciência e a tecnologia ajudaram a revolucionar a agricultura em muitos lugares do mundo no século 20. Esta edição da revista *Perspectivas Econômicas* destaca como os avanços em biotecnologia podem ser adaptados para beneficiar o mundo no século 21, especialmente os países em desenvolvimento.

Há muito tempo, o aumento do potencial produtivo e das características desejáveis de plantas e produtos alimentícios para animais tem sido um dos objetivos da ciência agrícola. E continua sendo essa a meta da biotecnologia agrícola, que pode representar ferramenta importante na redução da fome e na alimentação da população do planeta — cada vez mais numerosa e com expectativa de vida mais longa — e, ao mesmo tempo, reduzir os efeitos ambientais adversos das práticas agrícolas.

Com o respaldo de uma política e regulamentação adequadas, a biotecnologia tem enorme potencial para criar culturas que resistam a excessos climáticos, doenças e pragas; demandem menos produtos químicos; e sejam mais nutritivas para as pessoas e os animais que as consumam. Entretanto, há controvérsias em torno dessa nova tecnologia. A revista faz uma abordagem direta dessas controvérsias e apresenta sólidos argumentos científicos para o uso da biotecnologia.

Em junho de 2003, ministros da Agricultura, da Saúde e do Meio Ambiente de 110 países reuniram-se na Califórnia para trocar informações sobre como a tecnologia, inclusive a biotecnologia, pode aumentar a produtividade e reduzir a fome no mundo. Ao compartilhar informações sobre o uso da tecnologia no incremento da produtividade agrícola, podemos ajudar a aliviar a fome mundial.

Entre os colaboradores desta revista estão o subsecretário de Estado Alan Larson, o subsecretário de Agricultura, J. B. Penn, o vice-comissário da Agência de Controle de Alimentos e Medicamentos dos EUA (FDA), Lester Crawford, e o embaixador Tony Hall, representante dos EUA nas Agências das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. Eles tratam de uma ampla gama de temas — da ciência básica da biotecnologia a questões de segurança e rotulagem de alimentos. Seus artigos são complementados por ensaios de um grupo internacional de pesquisadores e acadêmicos renomados, um informativo do Departamento de Estado sobre o Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança e informações sobre recursos adicionais.

A handwritten signature in black ink, which appears to read "Ann Veneman".

Ann M. Veneman  
Secretária  
Departamento de Agricultura dos EUA

# PERSPECTIVAS ECONÔMICAS

Revista Eletrônica do Departamento de Estado dos EUA

## ÍNDICE

### BIOTECNOLOGIA AGRÍCOLA

#### □ ENFOQUE

##### **AS DIMENSÕES COMERCIAIS E DE DESENVOLVIMENTO DAS POLÍTICAS INTERNACIONAIS DE BIOTECNOLOGIA DOS EUA**

6

*Alan Larson, subsecretário de Estado para Assuntos Econômicos, Comerciais e Agrícolas*

A regulamentação da biotecnologia agrícola com embasamento científico contribui para o livre comércio de aplicações de biotecnologia seguras e para o uso apropriado dessa tecnologia na promoção do desenvolvimento, escreve Alan Larson, subsecretário de Estado para Assuntos Econômicos, Comerciais e Agrícolas. Larson acrescenta que a biotecnologia – uma das mais novas e promissoras tecnologias dos nossos tempos – é muito importante para ser ignorada pelo mundo.

##### **A BIOTECNOLOGIA AGRÍCOLA E O MUNDO EM DESENVOLVIMENTO**

9

*J. B. Penn, subsecretário de Agricultura para Assuntos Internos e Externos*

A biotecnologia tem potencial para desempenhar um grande papel no avanço mais rápido da produtividade agrícola nos países em desenvolvimento, ao mesmo tempo que protege o meio ambiente para as futuras gerações, diz J.B. Penn, subsecretário de Agricultura para Assuntos Internos e Externos do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos.

##### **PARA COMPREENDER O PAPEL DA BIOTECNOLOGIA NA AGRICULTURA**

12

*Lester M. Crawford, vice-comissário da Agência de Controle de Alimentos e Medicamentos dos EUA (FDA)*

A bioengenharia proporciona vantagens distintas em relação às tecnologias tradicionais de reprodução pelo fato de ser possível reduzir o risco de introdução de características prejudiciais, diz o vice-comissário da Agência de Controle de Alimentos e Medicamentos dos EUA, Lester Crawford. E argumenta que não há fundamento científico para que se exija que um produto tenha um rótulo informando que ele ou seus ingredientes foi produzido por meio da bioengenharia.

##### **FOME VERDE NA ÁFRICA?**

16

*Embaixador Tony P. Hall, Missão dos EUA nas Agências da ONU para Alimentação e Agricultura*

Os países que enfrentam a fome crônica deveriam considerar as conseqüências graves e imediatas da recusa à ajuda alimentar que possa ser derivada da biotecnologia, escreve Tony P. Hall, embaixador dos EUA nas Agências da ONU para Alimentação e Agricultura. Segundo ele, não há justificativa para os países que evitam o alimento consumido pelas pessoas nos EUA todos os dias e que foi submetido a testes rigorosos.

##### **INFORMATIVO: PROTOCOLO DE CARTAGENA SOBRE BIOSSEGURANÇA**

18

O Protocolo sobre Biossegurança, que entrará em vigor em 11 de setembro de 2003, dará a muitos países a oportunidade de obter informações antes que novos organismos desenvolvidos pela biotecnologia sejam importados, de acordo com novo informativo do Departamento de Estado dos EUA. Entretanto, o protocolo não trata de questões de segurança alimentar nem exige rotulagem dos produtos de consumo.

#### □ COMENTÁRIOS

##### **O PAPEL DA BIOTECNOLOGIA AGRÍCOLA NA AJUDA ALIMENTAR EM TODO O MUNDO**

21

*Bruce Chassy, professor de Microbiologia de Alimentos e Ciências da Nutrição e diretor executivo adjunto do Centro de Biotecnologia da Universidade de Illinois Urbana-Champaign*

A biotecnologia tem o potencial necessário para desempenhar um papel-chave na redução da fome crônica, especialmente na África Subsaariana, região que perdeu a "revolução verde" dos anos 1960 e 1970, afirma Bruce Chassy, professor e diretor executivo adjunto do Centro de Biotecnologia da Universidade de Illinois. Ele insiste na necessidade de mais investimentos públicos em pesquisa agrícola, educação e treinamento no plano local, nacional e regional.

---

**O PAPEL DA BIOTECNOLOGIA VEGETAL NOS SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO DO MUNDO** **25**

*A. M. Shelton, professor de Entomologia da Universidade de Cornell / Estação de Experimentos Agrícolas do Estado de Nova York*

No nível molecular, organismos diferentes são bastante similares, escreve A. M. Shelton, professor da Universidade de Cornell. É essa similaridade que permite a transferência bem-sucedida de genes de interesse entre organismos e torna a engenharia genética uma ferramenta muito mais poderosa do que a reprodução tradicional no aperfeiçoamento da produção de culturas e na promoção de métodos de produção que não agridam o meio ambiente.

---

**MELHORIAS NA AGRICULTURA ANIMAL POR MEIO DA BIOTECNOLOGIA** **29**

*Terry D. Etherton, ilustre professor de Nutrição Animal / Universidade do Estado da Pensilvânia*

As rações para animais derivadas da biotecnologia demonstraram aumentar a eficiência da produção, reduzir o resíduo animal e diminuir as toxinas que podem causar doenças aos animais, afirma Terry Etherton, ilustre professor da Universidade do Estado da Pensilvânia. A ração animal geneticamente modificada também pode melhorar a qualidade do solo e da água pela redução dos níveis de fósforo e de nitrogênio no resíduo animal.

---

**A BIOTECNOLOGIA NA ECOLOGIA DA COMUNICAÇÃO GLOBAL** **32**

*Calestous Juma, professor de Prática de Desenvolvimento Internacional e diretor do Projeto de Ciência, Tecnologia e Globalização da Escola Kennedy de Governo da Universidade de Harvard*

Grande parte do debate sobre biotecnologia agrícola é guiada por mitos e desinformação e não tem embasamento científico, escreve Calestous Juma, professor e diretor do Projeto de Ciência, Tecnologia e Globalização da Escola Kennedy de Governo, da Universidade de Harvard. A comunidade científica, com grande apoio dos governos, precisa envidar mais esforços para dirigir-se abertamente ao público sobre questões de ciência e tecnologia, acrescenta.

**□ RECURSOS**

---

**COMUNICADO À IMPRENSA: EUA SOLICITAM PAINEL DA OMC PARA SOLUÇÃO DE CONTROVÉRSIAS NO CONTENCIOSO SOBRE A MORATÓRIA BIOTECNOLÓGICA DA UE** **36**

---

**CRONOLOGIA DA BIOTECNOLOGIA VEGETAL** **38**

---

**GLOSSÁRIO DE TERMOS DE BIOTECNOLOGIA** **40**

---

**LEITURAS ADICIONAIS** **43**

---

**PRINCIPAIS SITES NA INTERNET** **45**

---

---

# PERSPECTIVAS ECONÔMICAS

---

Revista Eletrônica do Departamento de Estado dos Estados Unidos

Volume 8, Número 3, Setembro de 2003

---

O Escritório de Programas Internacionais de Informação do Departamento de Estado dos Estados Unidos fornece produtos e serviços que explicam as políticas, a sociedade e os valores norte-americanos ao público estrangeiro. O Escritório publica cinco revistas eletrônicas que tratam das principais questões enfrentadas pelos Estados Unidos e pela comunidade internacional. As revistas — *Perspectivas Econômicas*, *Questões Globais*, *Questões de Democracia*, *Agenda da Política Externa dos EUA* e *Sociedade e Valores dos EUA* — apresentam declarações sobre políticas norte-americanas, bem como análises, comentários e informações de caráter geral sobre suas áreas temáticas.

Todas as edições das revistas aparecem em inglês, francês, português e espanhol, e algumas delas também são traduzidas para o árabe e o russo. Uma nova edição em inglês é publicada aproximadamente a cada mês. Em geral, as versões traduzidas são colocadas on-line duas a quatro semanas após seu original em inglês.

As opiniões expressas nas revistas não refletem necessariamente a posição nem as políticas do governo dos Estados Unidos. O Departamento de Estado dos EUA não assume nenhuma responsabilidade pelo conteúdo nem pela continuidade do acesso aos sites da Internet para os quais há links nesta revista; tal responsabilidade é única e exclusivamente das entidades que publicam esses sites. Os artigos podem ser reproduzidos e traduzidos fora dos Estados Unidos, a menos que contenham restrições de direitos autorais explícitas a tal uso. Os usuários potenciais das fotos com créditos precisam obter autorização prévia de uso com a fonte citada.

Números atuais ou atrasados das revistas, assim como a relação das próximas edições, podem ser encontrados no site do Escritório de Programas Internacionais de Informação, no seguinte endereço da World Wide Web: "<http://usinfo.state.gov/journals/journals.htm>". As publicações estão disponíveis em vários formatos eletrônicos para facilitar a visualização on-line, transferência, download e impressão.

Comentários são bem-vindos na Embaixada dos Estados Unidos no seu país ou nos escritórios editoriais:

Editor, *Perspectivas Econômicas*  
IIP/T/ES  
Departamento de Estado dos EUA  
301 4th St. S.W.  
Washington, D.C. 20547  
United States of America  
E-mail: [ejeccon@pd.state.gov](mailto:ejeccon@pd.state.gov)

---

Editora-chefe .....	Judith Siegel
Editor .....	Jonathan Schaffer
Editora-gerente .....	Kathryn McConnell
Editor associado .....	Christian Larson
Editores colaboradores .....	Berta Gomez
.....	Linda Johnson
.....	Bruce Odessey
.....	Andrzej Zwaniecki

---

Diretora de arte.....	Sylvia Scott
Ilustração da capa .....	Thaddeus Miksinski
Revisão de português .....	Marília Araújo
Conselho editorial .....	George Clack
.....	Judith Siegel

---

Departamento de Estado dos EUA  
Escritório de Programas Internacionais de Informação  
Setembro de 2003

# ENFOQUE

---

## ❑ AS DIMENSÕES COMERCIAIS E DE DESENVOLVIMENTO DAS POLÍTICAS INTERNACIONAIS DE BIOTECNOLOGIA DOS EUA

---

*Alan Larson, Subsecretário de Estado para Assuntos Econômicos, Comerciais e Agrícolas*

*A regulamentação da biotecnologia agrícola com embasamento científico contribui para o livre comércio de aplicações de biotecnologia seguras e para o uso apropriado dessa tecnologia na promoção do desenvolvimento, escreve Alan Larson, subsecretário de Estado para Assuntos Econômicos, Comerciais e Agrícolas. Larson acrescenta que a biotecnologia – uma das mais novas e promissoras tecnologias dos nossos tempos – é tão importante para a prosperidade futura do mundo que não pode ser ignorada.*

---

A biotecnologia é umas das mais novas e promissoras tecnologias dos nossos tempos. O crescente uso e comércio de produtos agrícolas derivados da biotecnologia está aumentando a prosperidade e o bem-estar, tanto nos países desenvolvidos como nas nações em desenvolvimento. Infelizmente, enquanto os Estados Unidos e muitas outras nações do mundo expandem o desenvolvimento e o uso de produtos seguros derivados da biotecnologia, alguns países impõem a eles restrições injustificadas. Tais restrições ameaçam o sistema internacional de comércio e impedem que países em desenvolvimento explorem o enorme potencial da biotecnologia para melhorar a vida de seus povos.

### **BIOTECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO**

Em 2000, a população mundial era cerca de 6 bilhões. A expectativa para 2050 é de 9 bilhões. Como resultado, haverá mais pessoas para serem alimentadas em nosso planeta cada vez mais superlotado. A produção de alimentos terá de aumentar e precisará crescer de uma forma ecologicamente sustentável. Desde 1980, 50% da crescente produtividade agrícola no mundo em desenvolvimento veio por meio da tecnologia de melhoramento de sementes. Melhores sementes podem resultar do aperfeiçoamento de métodos tradicionais, do desenvolvimento de híbridos convencionais e da biotecnologia. A biotecnologia,

embora não seja uma panacéia, pode oferecer uma importante contribuição.

A biotecnologia agrícola consegue aumentar a produtividade das colheitas de uma forma mais sustentável do ponto de vista ambiental. Nos Estados Unidos, o uso crescente da biotecnologia agrícola está reduzindo o uso de pesticidas e aumentando a adoção de práticas agrícolas que não agridem o meio ambiente, como o sistema de plantio direto, que reduz a erosão do solo e a perda de fertilizantes. Aumento de produtividade significa que mais alimentos podem ser produzidos no mesmo pedaço de terra. Nos próximos anos, à medida que a pressão populacional aumenta, a habilidade de produzir alimentos suficientes para a crescente população mundial sem invasão de habitats vitais, como as florestas tropicais, será um benefício enorme ao meio ambiente.

Os Estados Unidos não são o único país que está colhendo os benefícios da biotecnologia. Novos produtos derivados da biotecnologia estão sendo usados em países em desenvolvimento, como a Argentina, África do Sul, China, Filipinas e Índia. O atrativo da biotecnologia nesses países está nos benefícios diretos que essas variedades trazem para a agricultura dos países em desenvolvimento. Na China, por exemplo, onde pequenos agricultores cultivam um grande número de variedades de algodão resistentes a insetos, derivadas da biotecnologia, essas variedades requerem menos pesticidas, o que não somente reduz os custos, mas também reduz significativamente a exposição a produtos químicos perigosos. Como resultado, os agricultores estão mais prósperos e obtendo mais lucros, o que permite que adquiram alimentos de melhor qualidade para suas famílias ou que enviem seus filhos à escola em vez de fazê-los trabalhar no campo. Esses resultados, considerando-se a população de um país inteiro no qual os agricultores representam a maior porcentagem da população, oferecem a oportunidade de desenvolvimento e maior prosperidade.

O desafio é tornar disponíveis as variedades já testadas, derivadas da biotecnologia a mais países em desenvolvimento e ajudá-los a desenvolver novas variedades adaptadas especificamente às suas condições. É por isso que os Estados Unidos apóiam o desenvolvimento de alimentos básicos derivados da biotecnologia, que combaterão doenças, como o feijão-caupi, resistente a insetos, e a banana, a mandioca e a batata-doce resistentes a doenças. A biotecnologia poderá também oferecer um caminho mais curto para que as populações subnutridas obtenham uma alimentação melhor. Por exemplo, uma variedade de arroz enriquecida com vitamina A, conhecida como “*golden rice*” (arroz dourado) está sendo desenvolvida para auxiliar no combate à cegueira causada pela má nutrição.

Os benefícios em potencial dessa nova tecnologia não deveriam ser descartados ou retardados sem necessidade. No ano passado, algumas nações africanas relutaram em receber ajuda alimentar de que tanto necessitavam – a comida do dia-a-dia da maioria dos norte-americanos – devido aos alarmistas inescrupulosos e sem base científica. Isto tem de acabar. Ao invés disso, a comunidade internacional deveria falar aos países em desenvolvimento – como os Estados Unidos estão fazendo – para explicar como os produtos seguros, derivados de biotecnologia, podem ser regulamentados, usados domesticamente e negociados no exterior para o benefício de todos.

## **BIOTECNOLOGIA E COMÉRCIO**

Apesar dos benefícios da biotecnologia para os países desenvolvidos e em desenvolvimento, os produtos derivados da biotecnologia estão no centro de inúmeras e controversas disputas comerciais. Essa é a situação, embora mais de 3.200 cientistas respeitadas do mundo todo – incluindo 20 laureados com o prêmio Nobel – tenham concluído que os produtos derivados da biotecnologia atualmente no mercado não oferecem maiores riscos para a saúde das pessoas do que suas contrapartidas convencionais.

A única forma de se manter um sistema de comércio livre e justo é a regulamentação dos produtos comercializados nesse sistema de maneira lógica, objetiva e com base científica. Quando um sistema assim estiver estabelecido, poderemos ter confiança na segurança dos produtos que comercializamos. A forma como os produtos derivados da biotecnologia estão sendo tratados no sistema internacional trará conseqüências, não somente para a biotecnologia, mas também para

todas as novas tecnologias. É importante que façamos isso direito.

As normas que regulamentam o comércio de produtos derivados da biotecnologia e mesmo todos os produtos, têm de ser baseadas em avaliação científica de risco e controle de riscos. O Acordo sobre Medidas Sanitárias e Fitossanitárias (Acordo SPS) da Organização Mundial do Comércio (OMC) requer que as medidas que regulamentam as importações sejam baseadas em “provas científicas suficientes” e que os países operem procedimentos de aprovação normativa “sem demora”.

Quando a ciência é a base da tomada de decisões, os países concordam com as normas com mais facilidade. Por exemplo, a Comissão Codex Alimentarius aprovou recentemente diretrizes com embasamento científico para avaliação da inocuidade, à saúde humana, de alimentos derivados da biotecnologia. Essas diretrizes foram aprovadas unanimemente pela comissão, que é composta de 169 membros, incluindo os Estados Unidos, países membros da União Européia (UE) e a grande maioria de nações em desenvolvimento.

Três órgãos internacionais regulatórios, incluindo o Codex, são especificamente reconhecidos pelo Acordo SPS da OMC. A Comissão Codex Alimentarius desenvolve normas de inocuidade dos alimentos. A Convenção Internacional de Proteção Fitossanitária (CIPF) dedica-se a prevenir a disseminação e introdução de pragas em plantas e produtos derivados de plantas. O Escritório Internacional de Epizootias (OIE) realiza função similar para a saúde animal. Todas as três organizações baseiam seus trabalhos em análises científicas. É essencial para a integridade do sistema internacional de comércio que a OMC continue a fazer referências ao trabalho desses três órgãos na avaliação de produtos derivados da biotecnologia, e que essas organizações continuem a realizar um trabalho com embasamento científico.

Os Estados Unidos apóiam regulamentações eficazes, transparentes e com base científica para as aplicações da biotecnologia agrícola. De fato, o governo dos Estados Unidos fornece assistência técnica aos países com o objetivo de auxiliá-los no desenvolvimento das suas próprias capacidades, de forma que regulamentem essa tecnologia e a coloquem em prática para o benefício dos seus cidadãos. Quando os países adotam uma abordagem científica com relação à biotecnologia, podem ser estabelecidas normas justas para a regulamentação e

o comércio de produtos derivados da biotecnologia. Os Estados Unidos assumiram o compromisso de buscar essa abordagem científica da biotecnologia com seus parceiros comerciais e estão convencidos de que essa é a melhor forma de assegurar um sistema justo e seguro para esses produtos agrícolas.

## **CONCLUSÃO**

A biotecnologia agrícola pode auxiliar o mundo desenvolvido e em desenvolvimento a aumentar a produtividade preservando o meio ambiente. As regulamentações com embasamento científico de aplicações de biotecnologia agrícola contribuem para o livre comércio de aplicações biotecnológicas seguras e para o uso adequado dessa tecnologia para promover o desenvolvimento.

Cientistas do mundo inteiro, incluindo os da União Européia, concordam que não há evidências de que alimentos derivados da biotecnologia aprovados ofereçam novos ou maiores perigos ao meio ambiente e à saúde humana do que suas contrapartes convencionais. Na verdade, qualquer opinião negativa com respeito à agricultura derivada da biotecnologia reside no campo da teoria e da possibilidade. As vantagens já foram demonstradas. A biotecnologia é tão importante para a prosperidade futura do planeta que não pode ser ignorada. □

---

## □ A BIOTECNOLOGIA AGRÍCOLA E O MUNDO EM DESENVOLVIMENTO

---

*J. B. Penn, Subsecretário de Agricultura para Assuntos Internos e Externos*

*A biotecnologia tem potencial para desempenhar um grande papel no avanço mais rápido da produtividade agrícola nos países em desenvolvimento, ao mesmo tempo que protege o meio ambiente para as futuras gerações, diz J.B. Penn, subsecretário de Agricultura para Assuntos Internos e Externos do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. Penn afirma que a biotecnologia é simplesmente outra ferramenta de aprimoramento das culturas na longa história da agricultura.*

---

A biotecnologia agrícola vem mudando a face da agricultura desde sua introdução comercial, em 1996, e adoção generalizada de culturas agrícolas derivadas da bioengenharia pelos agricultores dos Estados Unidos e de outros países. No entanto, essa tecnologia não é isenta de controvérsias e está tendo repercussões políticas em todo o mundo. Embora tenha um enorme potencial para aumentar de modo significativo a produção de alimentos e melhorar os já escassos recursos terrestres e hídricos, o tema passou a ter uma carga emocional entre alguns consumidores e grupos ambientalistas. Conforme a ciência continua a se desenvolver, obviamente apresentará tanto oportunidades quanto desafios para os participantes de toda a cadeia alimentar.

### FUNDAMENTOS DA REPRODUÇÃO CONVENCIONAL DE PLANTAS

Quase todas as plantas podem ser consideradas "geneticamente modificadas". A modificação genética ocorre quando as plantas de uma mesma espécie simplesmente produzem mudas. A muda não é exatamente igual aos "pais"; é uma combinação genética de ambos. Durante séculos, as plantas têm sido cultivadas e cruzadas pelo homem para produzirem mudas com as características específicas desejadas. Por exemplo, o milho (maís) como o conhecemos hoje pouco se assemelha a seu ancestral, o teosinto, ou *Zea mexicana*, planta alta que produz "orelhas" do tamanho de um dedo que contém uma única fileira de poucos grãos. O milho produzido hoje foi cultivado por muitos anos, de modo a servir de alimento de origem agrícola, com

características muito diferentes das de seus predecessores.

Quando as variedades são cruzadas para produzir uma planta híbrida, milhões de genes são combinados no processo. Os cientistas precisam selecionar e cruzar as plantas continuamente, via de regra durante vários anos, para obter plantas com o maior número de características desejadas e o menor número de características indesejadas.

### COMO A BIOTECNOLOGIA DIFERE?

A moderna biotecnologia é um instrumento que permite aos cientistas selecionar um só gene para uma característica desejada, incorporá-lo às células vegetais, e cultivar as plantas com a característica desejada. De certa maneira, é simplesmente uma versão de "alta tecnologia" da reprodução convencional de plantas. Esse processo mais eficiente impede que milhões de genes sejam cruzados, possivelmente produzindo características indesejáveis. A biotecnologia também é diferente porque permite que os cientistas incorporem genes de outras espécies - algo que não podia ser feito por meio da reprodução vegetal convencional. Isso faz da biotecnologia um instrumento muito poderoso e útil para os melhoristas de plantas.

Algumas pessoas temem essa ferramenta porque a entendem como "não-natural". No entanto, a maioria delas esquece que as culturas agrícolas que temos atualmente não existiriam sem a intervenção do homem, seja através de reprodução de plantas, de aplicação de fertilizantes, de irrigação ou do uso de tratores e equipamentos modernos. Sem o cultivo do homem, ainda teríamos o teosinto em vez do milho normal. O mesmo aplica-se a trigo, tomates, batatas, melancias e qualquer outro produto encontrado nos supermercados contemporâneos. Assim, a biotecnologia é simplesmente um instrumento moderno que se une à longa história de cultivo de plantas e agricultura.

### A BIOTECNOLOGIA AGRÍCOLA HOJE

Embora a primeira "geração" de culturas agrícolas derivadas da biotecnologia tenha-se concentrado

nos expressivos benefícios econômicos para os agricultores, cada vez mais se acumulam evidências de que crescem a segurança alimentar e os benefícios ambientais.

Os agricultores sinalizaram sua aceitação das variedades derivadas da biotecnologia pela velocidade sem precedentes com que elas foram adotadas. Segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), cerca de 80% da soja, 38% do milho e 70% do algodão plantados no país em 2003 utilizaram variedades derivadas da biotecnologia. Os Estados Unidos não estão sozinhos nessa experiência de evolução na agricultura. Os índices de adoção em outros países, como Argentina, Canadá e China, onde as variedades derivadas da biotecnologia foram aprovadas, também cresceram rapidamente.

De acordo com o Centro Nacional de Política Alimentar e Agrícola, em Washington, D.C., os agricultores norte-americanos obtiveram os seguintes benefícios por meio do uso de variedades produzidas pela biotecnologia:

- Soja Roundup Ready: 13.018,3 toneladas/ano de redução no emprego de herbicidas; US\$ 1,1 bilhão/ano de economia nos custos de produção.
- Algodão Bt: 861,8 toneladas/ano de redução do emprego de inseticidas; 83,916 toneladas/ano de aumento da produção de algodão.
- Variedades de milho (maís) Bt: Mais de 7.257,6 toneladas/ano de redução do emprego de inseticidas; 1.587.600 toneladas/ano de aumento do volume de produção.
- Papaia: O mamão papaia resistente a vírus economizou US\$ 17 milhões/ano para a indústria havaiana, em 1998, evitando os efeitos devastadores do vírus da mancha anelar.

Esses resultados ilustram reduções expressivas no uso de pesticidas, com a melhora ambiental correspondente, além de aumentos igualmente significativos da produção e da economia nos custos de produção. Ainda que os resultados variem de uma propriedade agrícola para outra, os benefícios econômicos são obviamente substanciais. Esses benefícios são sentidos não só pelos agricultores, mas também no meio ambiente e pelos consumidores em geral.

- A menor dependência de insumos químicos apresentada pelas variedades derivadas da biotecnologia significa menos poluição da água.

- A redução no emprego de produtos químicos resulta em suprimentos de água mais seguros e em água potável de melhor qualidade, assim como em melhor ambiente para a fauna selvagem.
- O maior rendimento das culturas provenientes da biotecnologia pode ajudar a minimizar a escassez de terras, ao diminuir a necessidade de expansão para áreas mais frágeis e, assim, permitir maior preservação de habitats naturais.
- O uso de energia nas culturas agrícolas derivadas da biotecnologia é inferior, porque há menos passagens pelos campos de cultivo para aplicação de substâncias químicas. O menor uso de combustível significa menos carbono na atmosfera, na forma de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).
- As culturas agrícolas resistentes a herbicidas incentivam a adoção da lavoura de conservação, especialmente a prática de lavra mínima, que reduz a erosão da camada arável do solo.

## O QUE VIRÁ A SEGUIR?

A pesquisa atual levará a culturas agrícolas alimentares resistentes às pressões ambientais como estiagem, extremos de temperatura e solo salgado. Os cientistas de todo o mundo também investigam a "segunda geração" de produtos derivados da biotecnologia - os que beneficiam diretamente o consumidor, como aumento do teor nutritivo. Muitos já ouvimos falar de "arroz dourado", com alto teor de beta-caroteno - um componente importante na produção de vitamina A. Na Índia, os cientistas estão trabalhando para desenvolver uma variedade de batata geneticamente modificada com teores superiores de proteína. As vacinas comestíveis também podem ser produzidas por plantas, de maneira a fornecer medicamentos de baixo custo e que exigem pouca manutenção. Estes são apenas alguns dos numerosos exemplos de pesquisa de vanguarda que fomentará as mudanças que já temos testemunhado na cadeia alimentar global. As possibilidades são imensas.

## IMPLICAÇÕES PARA O MUNDO EM DESENVOLVIMENTO

As projeções da população global sugerem que haverá mais 725 milhões de bocas para alimentar em apenas 10 anos. Em 2020, esse número crescerá para 1,2 bilhão a mais de indivíduos a serem alimentados - o equivalente às populações de toda África e América do Sul juntas. Essa expansão dar-se-á apesar do fato de que, atualmente, 800 milhões de pessoas - quase uma em cada sete - enfrentam fome crônica. Esse fato é especialmente devastador para as crianças do mundo, considerando que uma

em cada três é subnutrida, e que uma criança morre a cada cinco segundos em decorrência da fome.

A biotecnologia sozinha não alimentará o mundo de amanhã. No entanto, essa tecnologia agrícola de longo alcance, em combinação com as reformas políticas e econômicas, pode aumentar a produtividade das lavouras, aumentando as safras e melhorando o teor nutritivo dos produtos agrícolas nos países em desenvolvimento. Também ajudará a proporcionar alimentos de custo inferior para os consumidores de baixa renda. Na verdade, a incorporação desses benefícios nos países em desenvolvimento trará resultados de longo alcance.

Um aumento anual de 3% a 4% da produção agropecuária africana quase triplicaria a renda *per capita*, ao mesmo tempo que reduziria o número de crianças desnutridas em 40%. A maior produtividade agrícola dará impulso ao crescimento econômico e expandirá as oportunidades comerciais, proporcionando mais e melhores

empregos, melhor atendimento à saúde e melhor educação.

Os consumidores dos países em desenvolvimento gastam grande parte de sua renda disponível em alimentação, gasto que poderia ser reduzido com um sistema alimentar mais eficiente deixando, assim, maior percentual da renda para outros produtos que possam ampliar sua qualidade de vida.

As regiões do mundo que mais precisam de prosperidade e estabilidade econômica são os países em desenvolvimento. A produtividade agrícola nesses países precisa avançar com mais rapidez para satisfazer a demanda crescente de alimentos e aumentar a renda, ao mesmo tempo que deve proteger o meio ambiente para as futuras gerações. A biotecnologia tem o potencial de desempenhar um grande papel nessa conquista. □

---

## □ PARA COMPREENDER O PAPEL DA BIOTECNOLOGIA NA AGRICULTURA

---

Lester M. Crawford, Vice-comissário da Agência de Controle de Alimentos e Medicamentos dos EUA (FDA)

*A bioengenharia proporciona vantagens consideráveis em relação às tecnologias tradicionais de reprodução pelo fato de ser possível reduzir o risco de introdução de características prejudiciais, diz o vice-comissário da Agência de Controle de Alimentos e Medicamentos dos EUA, Lester Crawford. Doutor em Medicina Veterinária, Crawford argumenta que não há fundamento científico para que se exija que um produto tenha um rótulo informando que ele ou seus ingredientes foi produzido por meio da bioengenharia. Ele faz também um resumo das diretrizes preliminares para reforçar o controle das experiências de campo, com o fim de evitar que os produtos da biotecnologia penetrem acidentalmente em alimentos ou rações.*

---

Com base em duas décadas de experiência com alimentos produzidos pela bioengenharia e na imensa quantidade de dados científicos que comprovam que esses alimentos são seguros, acreditamos que a biotecnologia pode se transformar em uma ferramenta importante e segura tanto para os países exportadores de alimentos quanto para aqueles com déficit de produção. O presente trabalho descreve a base científica que fundamenta a biotecnologia, a estrutura de regulamentação dos EUA para garantir alimentos seguros e a política sobre a questão da rotulagem.

### **CRUZAMENTOS, HIBRIDIZAÇÃO E BIOENGENHARIA**

Desde o final dos anos 1800, os cientistas têm procurado melhorar as plantas por meio da modificação de sua composição genética. De modo geral, isso era feito por intermédio de cruzamentos e hibridização, nos quais duas plantas aparentadas passam por fertilização cruzada e a planta resultante apresenta características tanto de uma como da outra. Entretanto, no processo de reprodução podem aparecer com frequência na nova planta, além das características desejáveis, muitas que são consideradas indesejáveis. Algumas dessas características indesejáveis podem ser eliminadas por nova reprodução, o que leva tempo. Os produtores podem então selecionar e reproduzir os

rebentos que tenham as características desejadas. Muitos alimentos hoje comuns em nossa dieta são obtidos de variedades vegetais desenvolvidas por meio de técnicas genéticas convencionais de reprodução e seleção. Milho híbrido, nectarinas, que são pêssegos geneticamente modificados, e tangelos, híbridos de tangerinas com pomelos, são exemplos de tal reprodução e seleção.

Hoje em dia, ao inserir um ou mais genes em uma planta, os cientistas conseguem produzir um vegetal com características novas e vantajosas. As novas técnicas de splicing (montagem) de genes estão sendo utilizadas para se obter muitos dos mesmos objetivos que produtores buscaram historicamente por meio de métodos convencionais. Com essas novas técnicas, os cientistas conseguem isolar genes e introduzir novas características nos alimentos, evitando a ocorrência de traços não desejáveis. Isso significa um importante aperfeiçoamento em relação à reprodução tradicional. Devido à maior precisão dos métodos da bioengenharia, é possível reduzir o risco de introdução de características prejudiciais.

### **PROBLEMAS DE SEGURANÇA ALIMENTAR**

A Agência de Controle de Alimentos e Medicamentos dos EUA (FDA) não achou nenhuma prova que indique que o ácido desoxirribonucleico (DNA) vegetal comum ou o DNA inserido em plantas por meio da bioengenharia apresenta problemas de segurança alimentar. Tampouco as pequenas quantidades das novas proteínas que se manifestam conseguem alterar radicalmente o perfil de segurança da planta. Entretanto, caso surjam problemas de segurança, eles provavelmente se enquadrarão em uma das três categorias gerais: alérgenos, toxinas ou antinutrientes. A FDA tem uma vasta experiência na avaliação da segurança de tais substâncias nos alimentos. É importante observar que os tipos de teste de segurança alimentar realizados pelos melhoristas de uma cultura alimentícia derivada da bioengenharia tratam desses possíveis problemas, com o fim de assegurar que seus alimentos atendam a todos os requisitos aplicáveis da Lei dos Alimentos, Medicamentos e Cosméticos (Lei

FD&C). Caso ocorra algo realmente inesperado, esses testes conseguem detectar tais alterações no estágio de desenvolvimento e adiar a comercialização do produto até que o problema seja sanado.

Como mencionado anteriormente, são esses alguns dos problemas de segurança alimentar passíveis de ocorrência:

**Alérgenos:** os alimentos geralmente contêm milhares de proteínas diferentes. Embora a maioria delas não cause reações alérgicas, praticamente todos os alérgenos humanos conhecidos são proteínas. Como a engenharia genética consegue introduzir uma nova proteína em uma planta alimentícia, é possível que essa técnica possa introduzir um alérgeno desconhecido na cadeia de suprimento alimentar ou um alérgeno conhecido em um “novo” alimento.

**Toxinas:** é possível que uma nova proteína introduzida em uma cultura agrícola por meio de modificação genética possa causar toxicidade.

**Antinutrientes:** é possível que a introdução de antinutrientes, por exemplo, moléculas como o ácido fítico, possa reduzir minerais essenciais à dieta, como o fósforo.

A utilização de técnicas da engenharia genética poderia causar também alterações não planejadas no teor de substâncias normalmente encontradas em um alimento, como por exemplo, redução da Vitamina C ou aumento da concentração de um agente tóxico que exista normalmente na planta alimentícia.

## **QUESTÕES LEGAIS E DE REGULAMENTAÇÃO**

Um componente importante para assegurar a segurança alimentar é o sistema regulador dos EUA. A FDA regulamenta os alimentos derivados da bioengenharia, em conjunto com o Departamento de Agricultura (USDA) e a Agência de Proteção Ambiental (EPA). A FDA, com base na Lei FD&C, tem autoridade para garantir a segurança de todos os alimentos nacionais e importados para consumo humano e animal disponíveis no mercado dos Estados Unidos. As exceções são carne bovina, aves e certos produtos do ovo, que são regulamentados pelo USDA. Mas a segurança dos resíduos de medicamento animal na carne bovina e nas aves é regulamentada pela FDA. Os pesticidas, inclusive aqueles introduzidos em culturas alimentícias por

meio da bioengenharia, são regulamentados pela EPA. O Serviço de Inspeção e Defesa Vegetal e Animal (Aphis) do USDA controla a segurança agrícola e ambiental do plantio e os testes em campo de plantas derivadas da bioengenharia.

Os alimentos e os ingredientes alimentares derivados da bioengenharia devem obedecer aos mesmos padrões de segurança aplicáveis aos análogos convencionais conforme a Lei FD&C. Isso significa que esses produtos devem ser tão seguros quanto os alimentos tradicionais encontrados no mercado. A FDA tem autoridade para retirar um alimento do mercado ou penalizar quem o comercializa, caso tal alimento imponha riscos à saúde pública. É importante observar que a Lei FD&C impõe uma obrigação legal aos melhoristas para garantir que os alimentos colocados no mercado sejam seguros e atendam a todos os requisitos legais.

## **ADITIVOS ALIMENTARES**

Uma substância adicionada intencionalmente a um alimento é um aditivo alimentar, a menos que tal substância seja geralmente reconhecida como segura (GRAS) ou isenta, como um pesticida cuja segurança é controlada pela EPA. A Lei FD&C exige a aprovação prévia para comercialização de qualquer aditivo alimentar, independentemente da técnica utilizada para sua introdução. Assim, as substâncias introduzidas em alimentos são novos aditivos que exigem aprovação prévia da FDA para sua comercialização ou então são GRAS e portanto isentas de tal aprovação. De modo geral, alimentos como frutas, hortaliças e grãos não estão sujeitos à aprovação prévia de sua comercialização porque têm sido consumidos de maneira segura por muitos anos. Fora os aditivos alimentares, não há exigência de aprovação prévia para a comercialização de alimentos em geral.

Conforme as normas da FDA, uma substância considerada como aditivo alimentar quando introduzida durante fabricação tradicional de alimentos é também tratada como tal se introduzida à cultura alimentícia por meio da bioengenharia. Nossa autoridade nos permite exigir a aprovação antes da comercialização de qualquer aditivo alimentar, e portanto, exigiremos tal aprovação para qualquer substância introduzida intencionalmente pela bioengenharia que não seja geralmente reconhecida como segura.

Exemplos de substâncias introduzidas intencionalmente que poderiam ser analisadas na

categoria de aditivos alimentares incluem aquelas que possuem funções químicas incomuns, toxicidade desconhecida ou novos componentes importantes para a dieta. Por exemplo, um novo adoçante derivado da bioengenharia introduzido em um alimento provavelmente exigirá aprovação prévia para comercialização. Entretanto, até o momento, nossa experiência com alimentos derivados da bioengenharia revela que analisamos apenas uma substância conforme os dispositivos legais para aditivos, mais especificamente, uma enzima produzida por um gene resistente a antibióticos e que foi aprovada como aditivo alimentar. Via de regra, até esta data, as substâncias adicionadas intencionalmente ou modificadas no alimento por meio da biotecnologia são proteínas e gorduras semelhantes a outras proteínas e gorduras consumidas de maneira normal e segura, sendo, portanto, presumivelmente GRAS. Sendo assim, não precisaram passar pelo processo de aprovação de aditivo alimentar.

## **CONSULTAS PRÉVIAS PARA COMERCIALIZAÇÃO**

A FDA criou um processo de consulta para ajudar as empresas a atender às exigências da Lei FD&C para os alimentos derivados da bioengenharia que pretendem comercializar. Os resultados da consulta são de domínio público e podem ser encontrados em nosso site: [www.cfsan.fda.gov/~lrd/biocon.html](http://www.cfsan.fda.gov/~lrd/biocon.html). Desde a criação do processo de consulta, várias empresas usaram o serviço mais de 50 vezes, buscando introduzir no mercado dos Estados Unidos plantas geneticamente modificadas que representavam mais de 10 culturas agrícolas. Não temos ciência de nenhuma planta alimentícia derivada da bioengenharia sob a competência da FDA que esteja no mercado e não tenha passado pelo processo de consulta em vigor.

Normalmente, a consulta se inicia nos estágios preliminares de desenvolvimento do produto, antes que este esteja pronto para entrar no mercado. Os pesquisadores das empresas e outros funcionários reúnem-se com os pesquisadores da FDA para descrever o produto que estão desenvolvendo. A agência então orienta a empresa sobre os testes necessários para avaliar a segurança do novo alimento. Após a conclusão dos estudos, os dados e informações da avaliação da segurança e valor nutritivo são encaminhados à FDA para análise. A FDA avalia as informações sobre os riscos conhecidos e possíveis efeitos involuntários na composição e nas propriedades nutritivas, visto que

as plantas podem sofrer mudanças diferentes das pretendidas pelos melhoristas. Por exemplo, os pesquisadores da FDA buscam garantir que os novos compostos sejam seguros para consumo e que não contenham alérgenos novos, teores mais altos de agentes tóxicos naturais, nem redução de nutrientes importantes. Buscam também verificar se o alimento sofreu alguma alteração substantiva, de modo que precise de rótulo especial para informar os consumidores sobre o tipo de alteração.

Se um melhorista de plantas utilizar o gene de uma fonte normalmente alergênica, a FDA presumirá que o alimento modificado poderá provocar alergia. Entretanto, o melhorista terá a oportunidade de demonstrar que tal alimento não causará reações em pessoas alérgicas a alimentos provenientes daquela fonte.

Nossa experiência demonstra que nenhum produto da bioengenharia entrou no mercado antes de as perguntas da FDA sobre segurança terem sido respondidas.

## **ROTULAGEM**

Uma das questões mais importantes enfrentadas pela indústria biotecnológica é a rotulagem. Conforme a Lei FD&C, um alimento tem problemas de rotulagem se o rótulo for falso ou de alguma forma induzir ao erro.

A FDA não exige rotulagem para indicar se um alimento ou ingrediente alimentar é derivado da bioengenharia ou não, da mesma forma que não questiona a técnica convencional de reprodução utilizada no desenvolvimento de uma planta alimentícia. Entretanto, se modificações genéticas alterarem substancialmente a composição de um produto alimentício, essas mudanças devem constar do rótulo do alimento. As informações incluiriam o teor nutritivo (por exemplo, mais ácido oléico ou maior teor de aminoácidos ou de lisina) ou exigências relativas à armazenagem, preparação e cozimento que possam afetar as características de segurança ou qualidades nutritivas dos alimentos. Por exemplo, uma variedade de soja foi modificada para alterar os níveis de ácido oléico dos grãos. Como o óleo dessa soja é bastante diferente do óleo da soja convencional, orientamos a empresa a adotar um nome novo para aquele óleo, um nome que reflita a mudança pretendida.

Se um alimento derivado da bioengenharia precisasse conter um alérgeno novo em sua composição e a FDA determinasse que a rotulagem

seria suficiente para permitir sua comercialização com segurança, a agência exigiria que o rótulo do alimento indicasse claramente a presença desse alérgeno.

A FDA tem recebido sugestões para que os alimentos desenvolvidos pela moderna biotecnologia tenham um rótulo para informar ao consumidor que o alimento foi produzido por meio da bioengenharia. Tivemos o cuidado de levar em consideração todas as sugestões. Entretanto, não possuímos dados ou outras informações que nos forneçam uma base suficientemente sólida e conclusiva de que a produção de um alimento (ou seus ingredientes) pela bioengenharia é uma informação que deve ser divulgada no rótulo do produto. Portanto, achamos que não dispomos de base legal nem tampouco científica para exigir tal rotulagem. Desenvolvemos, entretanto, uma proposta para um guia de rotulagem voluntária da presença ou ausência de alimento derivado da bioengenharia em produtos alimentícios.

### **REFORÇANDO O CONTROLE DAS EXPERIÊNCIAS DE CAMPO**

Em agosto de 2002, o Escritório de Políticas Científicas e Tecnológicas (OSTP) da presidência dos EUA propôs o reforço do controle das experiências de campo, para impedir que o material de tais experimentos penetre acidentalmente em alimentos ou rações.

Cabe à FDA publicar orientações preliminares para consulta pública sobre procedimentos para lidar com a possível presença intermitente, de baixo teor, de novas proteínas não pesticidas, provenientes de culturas derivadas da biotecnologia, em alimentos e rações, principalmente quando essas culturas estão sendo desenvolvidas e ainda não passaram pelo processo de consulta prévia para comercialização da FDA. Conforme essas orientações, a FDA estimula os responsáveis, nacionais ou estrangeiros, a apresentar informações sobre a segurança das proteínas quando as experiências de campo revelarem que as novas proteínas não pesticidas produzidas nas plantas testadas em campo poderão despertar preocupação se por acaso surgirem em

alimento ou ração. A FDA enfocará as proteínas que são novas em tais plantas porque acredita que, devido aos níveis mínimos esperados, as preocupações com a segurança dos alimentos e rações se limitarão à possibilidade desse novo material ser uma toxina ou causar reações alérgicas em algumas pessoas.

### **CULTURAS DE PLANTAS MEDICINAIS**

Cabe à FDA a responsabilidade de regulamentar os produtos farmacêuticos, sejam eles fabricados em empresas farmacêuticas convencionais ou em culturas no campo. Para estas, há algumas questões adicionais a serem tratadas, entre elas, questões que envolvem partes das plantas que não contêm o princípio ativo e a planta residual que resta após sua extração.

Em setembro de 2002, a FDA e o USDA publicaram uma proposta de Guia para a Indústria sobre a utilização de plantas ou materiais vegetais que passaram por processos da bioengenharia para fabricação de produtos biológicos, entre eles dispositivos médicos, novos medicamentos para animais e produtos veterinários biológicos. Esse guia delineia as perguntas e informações científicas importantes a serem endereçadas à FDA por quem utiliza plantas para fabricar produtos medicinais ou veterinários por meio da bioengenharia. Atualmente estamos analisando os resultados das consultas públicas sobre esse guia.

### **CONCLUSÃO**

Após 10 anos de experiência neste país, há razões suficientes para concluir que os alimentos derivados da bioengenharia são tão seguros quanto os produzidos por técnicas tradicionais de reprodução. O Tribunal de Contas Geral dos EUA (GAO) e a Academia Nacional de Ciências (NAS) emitiram pareceres que respaldam essa avaliação. Acreditamos que os alimentos desenvolvidos por meio da bioengenharia que analisamos são tão seguros quanto seus análogos convencionais, e continuaremos a acompanhar a evolução dessa tecnologia para garantir que qualquer questionamento sobre segurança seja resolvido antes da comercialização dos produtos. □

---

## ☐ FOME VERDE NA ÁFRICA?

---

*Embaixador Tony P. Hall, Missão dos EUA nas Agências da ONU para Alimentação e Agricultura*

*Os países que enfrentam a fome crônica deveriam considerar as consequências graves e imediatas da recusa à ajuda alimentar que possa ser derivada da biotecnologia, escreve Tony P. Hall, embaixador dos EUA nas Agências da ONU para Alimentação e Agricultura. Os países do sul da África que enfrentaram grave escassez de comida no final de 2002 e que recusaram a ajuda alimentar dos EUA puseram em risco a vida de milhões de pessoas. A comida rejeitada, afirma, é a mesma que as pessoas nos Estados Unidos consomem e que foi submetida a testes rigorosos de inocuidade e de impacto ambiental.*

---

No ano passado e nos primeiros meses de 2003, o sul da África estava prestes a sofrer uma catástrofe. O país estava à beira da fome e ainda não está livre desse perigo. O governo dos Estados Unidos fez o possível para ajudar, e, na maioria dos casos, fomos bem-sucedidos. As causas eram, e ainda são, várias: a seca, uma violenta epidemia de Aids, que deixou milhões de órfãos, e governos fracassados, preparados para fazer o jogo da política da fome. Alguns governos até bloquearam a entrega emergencial de alimentos necessária para combater a inanição. As alegações desses governos basearam-se na controvérsia atual acerca da biotecnologia, estimulada em parte por certos preconceitos europeus em relação ao tema.

Em outubro do ano passado, visitei o Zimbábue e Malawi, duas das seis nações afetadas pela crise. Como embaixador dos EUA nas Agências das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura recentemente nomeado, eu queria ver essa crise em primeira mão. Após quase 24 anos combatendo a fome como congressista dos EUA eu tinha, no entanto, uma boa idéia do que seria a fome crônica. Visitei hospitais, centros de alimentação e escolas. Vi muitas pessoas mal nutridas – a maioria crianças – e quando perguntava a essas crianças “quando vocês comeram pela última vez?”, a maioria respondia que fazia dois dias, e outras diziam cinco ou seis dias. Os hospitais, cheios de crianças, lutavam para mantê-las vivas. Esse é outro resultado da epidemia de Aids que já produziu quase um milhão de órfãos apenas no Zimbábue, e

talvez 800 mil em Malawi, crianças desprovidas de meios para obter apoio ou sustento.

Especialistas norte-americanos e do exterior concordaram que o agravamento da crise alimentar no sul da África colocou em risco 14,5 milhões de pessoas. Essas pessoas não tinham comida suficiente na época e a maioria permanece assim até hoje. A fome continua a assombrar a vida dessas pessoas. Apesar de nossos esforços para ajudar, elas se encontram em diferentes estágios de inanição. A situação no Zimbábue continua caminhando para um desastre ainda maior. Em Zâmbia poderia ter sido pior.

Em 2001, o Sistema de Alerta Antecipado de Fome dos EUA (FEWSNET) identificou o início da seca e a escassez alimentar. Em fevereiro de 2002, os Estados Unidos enviaram ajuda emergencial à região por meio do Programa Mundial de Alimentação (WFP). No sul da África, mais de 350 mil toneladas métricas de alimentos dos EUA foram entregues em novembro e outras 150 mil toneladas nos três meses seguintes. Isso representou apenas metade da comida que a região necessitava. Mas os alimentos que deveriam entrar no Zimbábue e em Zâmbia com facilidade foram retidos em suas fronteiras, enquanto ocorria um debate interno enfurecido sobre a saúde humana e os riscos ambientais atribuídos ao milho (maís) que milhões de norte-americanos consomem diariamente.

Além disso, o governo de Zâmbia decidiu recusar o milho que os Estados Unidos haviam doado. Mais de 15 mil toneladas do produto vindo dos EUA tiveram de ser removidas do país pelo Programa Mundial de Alimentação ao custo de quase US\$ 1 milhão. Houve protestos quando alguns cidadãos famintos de Zâmbia souberam do plano de seu governo, e parte da comida voltou ao país pelo mercado negro.

Não precisamos de muito para calcular o impacto desses debates realizados por especialistas bem alimentados. Como a região estava à beira da inanição, os mais vulneráveis não resistiram. Embora os EUA respeitem os direitos dos países de tomar suas próprias decisões em relação à biotecnologia, não temos outra opção a não ser

fornecer a comida que nós mesmos consumimos. E outros doadores simplesmente não poderiam aumentar suas doações para compensar a interrupção caso mais ajuda alimentar norte-americana fosse recusada.

Os Estados Unidos fornecem ajuda alimentar que varia entre metade a dois terços do necessário para atender às emergências em todo o mundo. Toda essa comida vem de nossos próprios estoques e mercados. É a mesma comida que consumimos. É a mesma comida com que alimentamos nossos filhos. O milho é o alimento básico do sul da África e um terço do milho dos Estados Unidos é derivado da biotecnologia. Toda a comida doada pelos Estados Unidos foi submetida a rigorosos testes de inocuidade e de impacto ambiental. Na verdade, ela é consumida diariamente e há anos por milhões de norte-americanos, canadenses, sul-africanos e milhões de outras pessoas em todo o mundo. Possuímos o sistema de testes de inocuidade mais rigoroso do mundo. Por esse motivo, não separamos os alimentos derivados e não derivados da biotecnologia. Não fazemos isso, e não vemos por que fazê-lo.

Atendendo ao pedido do secretário-geral Kofi Annan, o Programa Mundial de Alimentação, a Organização Mundial de Saúde e a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura lançaram uma política conjunta sobre biotecnologia no terceiro trimestre de 2002. Ela estabelecia que, com base em todas as evidências científicas, os alimentos geneticamente modificados ou derivados da biotecnologia atualmente comercializados não apresentam riscos conhecidos à saúde humana. A Comissão Européia também fez uma declaração pública em agosto de 2002, concordando que não havia evidências de que as variedades de milho geneticamente modificadas eram prejudiciais.

Mesmo os inimigos mais ferrenhos da biotecnologia, como o Greenpeace, tardiamente recomendaram que os países africanos aceitassem o milho geneticamente modificado como uma alternativa de combate à fome.

Mas anos de pressões contrárias à biotecnologia, demandas por um “princípio da precaução”, que nenhuma ciência pode satisfazer, e um clima de desconfiança, fornecem uma pronta desculpa. Em parte, essa situação é fomentada por algumas organizações não-governamentais (ONGs) que buscam tirar proveito de repetidas ondas de pânico na Europa sobre legislações relativas à inocuidade de alimentos que nada têm a ver com biotecnologia.

Quando estive no Zimbábue e em Malawi, ninguém me perguntou sobre a inocuidade dos alimentos derivados da biotecnologia. Ninguém. Pessoas famintas, é claro, simplesmente querem comida. Mas os funcionários públicos dos governos do Zimbábue e de Malawi não fizeram essa pergunta, nem mesmo funcionários de organizações não-governamentais, ninguém. É de fundamental importância que os países e a comunidade internacional analisem cuidadosamente questões novas e emergentes como a da biotecnologia. Mas também é importante que nós percebamos que nossas ações, ou inações, produzem conseqüências. As pessoas podem morrer, muitas já morreram e outras morrerão.

Os Estados Unidos continuam prontos a ajudar. Os líderes de países afetados possuem, obviamente, toda a liberdade para aceitar ou não essa ajuda. Mas, como ressaltou a ex-diretora da Organização Mundial de Saúde, Gro Brundtland, esses países precisam considerar as conseqüências graves e imediatas da recusa à ajuda alimentar oferecida a milhões de pessoas que estão tão desesperadamente necessitadas. Depois poderá ser tarde demais. □

---

# □ PROTOCOLO DE CARTAGENA SOBRE BIOSSEGURANÇA

---

*Departamento de Estado dos EUA, julho de 2003*

Mais de 130 países adotaram o Protocolo de Biossegurança em 29 de janeiro de 2000, em Montreal, no Canadá. Chama-se Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança em homenagem a Cartagena, na Colômbia, que sediou a extraordinária Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) em 1999. O objetivo desse primeiro Protocolo da CDB é contribuir para a transferência, manuseio e uso seguros de organismos vivos modificados (OVMs) — como plantas, animais e micróbios modificados geneticamente — que cruzam fronteiras internacionais. O Protocolo de Biossegurança também pretende evitar efeitos adversos na conservação e uso sustentável da biodiversidade sem interromper o comércio mundial de alimentos desnecessariamente.

O Protocolo entrará em vigor em 11 de setembro de 2003. Embora não façam parte da CDB e, portanto, não possam ser signatários do Protocolo de Biossegurança, os Estados Unidos participaram da negociação do texto e das subseqüentes preparações para que entre em vigor de acordo com o Comitê Intergovernamental para o Protocolo de Cartagena. Participaremos como observadores da Primeira Reunião das Partes (MOP1), marcada para fevereiro de 2004 em Kuala Lumpur, na Malásia.

O Protocolo dá aos países a oportunidade de obter informações antes que novos organismos desenvolvidos pela biotecnologia sejam importados. Ele reconhece o direito de cada país regulamentar os organismos derivados da bioengenharia segundo as obrigações internacionais existentes. Também cria as bases para ajudar a melhorar a capacidade de os países em desenvolvimento protegerem a biodiversidade.

## O QUE FAZ

O Protocolo determina a criação de uma “Central de Informações sobre Biossegurança” (“Biosafety Clearing-House”) na internet para ajudar os países a trocarem informações científicas, técnicas, ambientais e jurídicas sobre organismos vivos modificados (OVMs).

Cria um procedimento de acordo prévio informado (AIA) que exige que os exportadores obtenham

consentimento de um país importador antes da primeira remessa de um OVM para ser introduzido no meio ambiente, como sementes para plantio, peixes para comercialização ou microorganismos para biorremediação.

Requer que as remessas de mercadorias OVM, como milho e soja destinados ao uso direto em alimentação, ração ou processamento, sejam acompanhados de documentação que afirme que tais remessas “podem conter” organismos vivos modificados e “não se destinam à introdução intencional no meio ambiente”. O Protocolo estabelece um processo para examinar identificações e documentações mais detalhadas de mercadorias OVM no comércio internacional.

Também define as informações a serem incluídas na documentação que acompanha os OVMs destinados ao uso controlado, inclusive as exigências de manuseio e pontos de contatos para maiores informações e para o consignatário.

O Protocolo inclui uma “cláusula de proteção”, que afirma que o acordo não implica alteração dos direitos e obrigações dos signatários em qualquer acordo internacional existente, inclusive, por exemplo, acordos da Organização Mundial do Comércio (OMC).

O Protocolo convoca os signatários a cooperarem com os países em desenvolvimento na construção de capacidade para administrar a biotecnologia moderna.

## O QUE NÃO FAZ

O Protocolo não trata de questões de segurança alimentar. Especialistas em outros fóruns internacionais, como o Codex Alimentarius, tratam da segurança alimentar. Não se refere a produtos não vivos derivados de plantas ou animais geneticamente modificados, como milho moído ou outros produtos alimentícios processados.

Não requer a discriminação de mercadorias que possam conter organismos vivos modificados.

Não submete as mercadorias ao procedimento AIA do Protocolo, o que prejudicaria o comércio e

colocaria em risco o acesso aos alimentos de modo significativo, sem benefícios proporcionais ao meio ambiente.

O Protocolo não exige a rotulagem dos produtos de consumo. O mandato do Protocolo é destinado a abordar riscos à biodiversidade que possam ser apresentados por organismos vivos modificados. Questões relacionadas com a preferência do consumidor não fizeram parte da negociação. A exigência do Protocolo por documentação que identifique as remessas de mercadorias como “podendo conter organismos vivos modificados” e “não previstos para introdução intencional ao meio ambiente” pode ser cumprida por meio da documentação de remessa.

## **PRINCIPAIS CLÁUSULAS DO PROTOCOLO DE BIOSSEGURANÇA**

### **PROCEDIMENTO DE ACORDO PRÉVIO INFORMADO (AIA)**

O procedimento AIA do Protocolo, na verdade, exige que o exportador obtenha consentimento de um país importador antes da primeira remessa de um organismo vivo modificado (OVM) previsto para ser introduzido no meio ambiente, por exemplo, sementes para plantio, peixes para comercialização e microorganismos para biorremediação.

O procedimento AIA não se aplica a mercadorias OVM previstas para alimentação, ração ou processamento, por exemplo, milho, soja ou caroço de algodão, a OVMs em trânsito ou OVMs destinados a uso controlado, por exemplo, organismos destinados somente à pesquisa científica em laboratório.

Os importadores decidirão sobre a importação de OVMs destinados à introdução no meio ambiente com base em uma avaliação de risco científico e dentro de 270 dias de uma notificação da intenção de exportação.

### **EXIGÊNCIAS PARA AS MERCADORIAS/CENTRAL DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOSSEGURANÇA**

O acordo determina que os governos forneçam à Central de Informações sobre Biossegurança dados referentes a quaisquer decisões finais sobre o uso interno de uma mercadoria OVM em 15 dias da decisão.

### **DOCUMENTAÇÃO**

O acordo estabelece exigências diferentes de documentação de remessa para tipos diferentes de OVMs. Essas exigências passarão a vigorar depois que o Protocolo entrar em vigor.

Documentação que acompanhe as remessas de OVMs destinados à introdução no meio ambiente, por exemplo, sementes para plantio, devem identificar a remessa como contendo OVMs junto com a identidade e traços e/ou características relevantes do OVM, quaisquer exigências para manuseio, estocagem, transporte e uso seguros, o contato para maiores informações, uma declaração de que o movimento está em conformidade com o Protocolo e, quando apropriado, o nome e endereço do importador e do exportador.

A documentação que acompanha as remessas de mercadorias OVM previstas para uso direto como alimentação, ração ou processamento, deve indicar que a remessa “pode conter” OVMs, que a remessa não é destinada à introdução intencional no meio ambiente e especificar um ponto de contato para maiores informações. O Protocolo prevê uma decisão dos signatários sobre a necessidade de exigências detalhadas para esse propósito, incluindo a especificação da identidade e qualquer identificação exclusiva dos OVMs, em no máximo dois anos depois que o Protocolo entrar em vigor; e

Documentação acompanhando os OVMs destinados a uso restrito, por exemplo, para pesquisa científica ou comercial em dependências restritas, deve identificar a remessa como contendo OVMs e deve especificar quaisquer exigências de manuseio, estocagem, transporte e uso seguros, contato para maiores informações, incluindo o nome e endereço da pessoa e da instituição para quem os OVMs são enviados.

### **DIREITOS E OBRIGAÇÕES EXISTENTES NÃO SÃO AFETADOS**

Como evidenciado pelo conteúdo substantivo do Protocolo e sua “cláusula de proteção” inicial, os signatários devem implementar os direitos e obrigações previstos no Protocolo em conformidade com os direitos e obrigações internacionais existentes, inclusive o respeito aos não-signatários do Protocolo.

### **PRECAUÇÃO**

A precaução está expressa no preâmbulo, no objetivo (com uma referência ao Princípio 15 da Declaração do Rio de Janeiro sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento) e nas disposições do Protocolo

sobre o processo decisório de uma Parte importadora referente à importação de um OVM:

“A falta de certeza científica devido a informações e conhecimento científico relevantes insuficientes referentes ao alcance dos possíveis efeitos adversos de um organismo vivo modificado sobre a conservação e uso sustentável de diversidade biológica da Parte importadora, levando também em consideração riscos à saúde humana, não devem impedir que a Parte tome uma decisão, conforme apropriado, com relação à importação do organismo vivo modificado para evitar ou minimizar tais possíveis efeitos adversos.”

Tanto o conteúdo substantivo das disposições de precaução quanto a “cláusula de proteção” inicial do Protocolo deixam claro que o uso de precaução

na tomada de decisão de uma Parte deve estar em conformidade com as obrigações comerciais e outras obrigações internacionais da Parte.

#### COMÉRCIO COM NÃO-SIGNATÁRIOS

O Protocolo afirma que o “movimento transfronteiriço de organismos vivos modificados entre signatários e não-signatários deve estar em conformidade com o objetivo deste Protocolo”. Portanto, embora o Protocolo apenas exija que o comércio de OVMs entre signatários e não-signatários deva estar em conformidade com o “objetivo” do Protocolo, adiantamos que, por questões práticas, empresas em países não-signatários que desejem exportar para signatários precisarão estar de acordo com as regulamentações internas adotadas pelas Partes importadoras para conformidade com o Protocolo. □

# COMENTÁRIOS

---

## □ PAPEL DA BIOTECNOLOGIA AGRÍCOLA NA AJUDA ALIMENTAR EM TODO O MUNDO

---

*Bruce Chassy, Professor e diretor executivo adjunto Centro de Biotecnologia da Universidade de Illinois Urbana-Champaign*

*A biotecnologia tem o potencial necessário para desempenhar um papel-chave na redução da fome crônica, especialmente na África Subsaariana, uma região que perdeu a "revolução verde" dos anos 1960 e 1970, afirma Bruce Chassy, professor e diretor executivo adjunto do Centro de Biotecnologia da Universidade de Illinois. Ele insiste na necessidade de mais investimentos públicos em pesquisa agrícola, educação e treinamento no plano local, nacional e regional.*

---

A ajuda alimentar é um dos vários mecanismos globais criados para tratar da fome e da insegurança alimentar. A necessidade de ajuda alimentar em todo o mundo varia entre respostas específicas para a escassez aguda e ocasional e as doações de longo prazo de alimentos para minorar a contínua e crônica incapacidade de algumas regiões no sentido de se tornarem auto-suficientes do ponto de vista agrícola. Embora a biotecnologia agrícola não represente nenhuma panacéia para a insegurança alimentar, é muito provável que ela passe a desempenhar um papel vital na prestação de assistência alimentar e na redução da fome ainda por muitas gerações.

### **AJUDA ALIMENTAR: UMA NECESSIDADE MUNDIAL**

A Declaração Universal dos Direitos Humanos das Nações Unidas proclama que toda pessoa tem o direito fundamental de acesso à alimentação e à proteção contra a fome.

Embora vivamos em um mundo de prosperidade e desenvolvimento tecnológico sem precedentes, cerca de 800-850 milhões de pessoas sofrem de desnutrição. Desse total, mais de 200 milhões são crianças, muitas das quais jamais atingirão sua plenitude intelectual e física. Além do mais, o acesso à comida de 1-1,5 bilhão de seres humanos é apenas um pouco melhor, sendo que freqüentemente tais pessoas não chegam nem

mesmo a consumir dietas balanceadas, contendo as quantidades suficientes de todos os nutrientes necessários.

A maior parte dessa população em situação de risco de desnutrição vive nos países em desenvolvimento. A maioria, talvez 75% do total, pertence a áreas rurais agrícolas. São também, em sua quase totalidade, muito pobres. Existe uma relação evidente entre pobreza e fome. Na realidade, a renda familiar é provavelmente o fator determinante mais adequado de acesso alimentar. A Cúpula Mundial da Alimentação em 2002 reafirmou o compromisso assumido pela comunidade internacional, cinco anos atrás, de reduzir o número de famintos à metade até o ano de 2015. Esse objetivo somente será alcançado se a produtividade agrícola e a renda pessoal apresentarem melhora nas regiões mais pobres do planeta.

Segundo a linha de argumentação desenvolvida por alguns, a eliminação da pobreza é mais importante do que a produção de mais alimentos, uma vez que existe, em todo o planeta, uma quantidade de comida mais do que suficiente para alimentar todo mundo. Os economistas, por sua vez, afirmam que hoje existe um excedente alimentar – ou, no mínimo, um excedente de grãos alimentícios que, quando tabulado como consumo calórico potencial, pode teoricamente alimentar a população global atual de forma adequada. Mas a triste lição ensinada pela história recente e antiga é de que o abastecimento adequado de alimentos não consegue alcançar todas as pessoas. O grande número de pessoas famintas é prova disso. É inútil discutir se é a baixa produtividade agrícola ou se é a pobreza extrema a maior culpada pela morte de pessoas por inanição. O que fica claro é que se os pobres das zonas rurais puderem produzir um excedente de alimentos de forma mais eficiente e sustentável, o abastecimento de alimentos ocorrerá de forma adequada, aumentando a renda familiar e criando oportunidades de apoio ao desenvolvimento rural.

Embora a maioria dos especialistas concorde que a única solução de longo prazo para a fome é o desenvolvimento econômico e a eliminação da pobreza, as pessoas que adquiriram auto-suficiência alimentar por intermédio da agricultura local ou regional certamente não passarão fome. Infelizmente os imprescindíveis aumentos de produtividade agrícola e o desenvolvimento rural necessário não acontecerão da noite para o dia. A questão então passa a ser: "O que fazer nesse ínterim?" A solução de curto prazo para os famintos do mundo é a ajuda alimentar. Mas mesmo a questão da ajuda alimentar foi politizada, sendo vista pelos céticos como apenas uma forma de as nações ricas com excesso de produção agrícola darem vazão aos excedentes produzidos por agricultores altamente subsidiados. Os descrentes também afirmam que a ajuda alimentar leva os agricultores locais a perder mercados e agrava ainda mais as suas condições. Esses argumentos ignoram a realidade diária enfrentada por centenas de milhões de pessoas famintas para quem as alternativas imediatas são simples: a fome continuada e a morte inevitável por inanição ou o recebimento de ajuda alimentar.

### **ELIMINANDO A FOME CRÔNICA: UM PAPEL PARA A BIOTECNOLOGIA**

A Revolução Verde dos anos 1960 e 1970 ajudou a Índia e a China e outros países asiáticos a se tornar exportadores líquidos de alimentos auto-suficientes em agricultura nas últimas três décadas. O incremento da produtividade foi acompanhado de aumentos da renda pessoal e serviu para estimular as economias nacionais. De forma semelhante, por meio da aplicação de novas tecnologias, a produtividade agrícola por hectare dobrou nos países mais desenvolvidos no mesmo espaço de tempo. O desenvolvimento de novas tecnologias agrícolas de alta produtividade resultou de investimentos em pesquisa realizada em laboratórios governamentais, universidades de pesquisa e instituições não-governamentais como, por exemplo, os centros pertencentes ao Grupo Consultivo sobre Pesquisa Agrícola Internacional (CGIAR) agora encontrados em várias partes do mundo. Essencial para o sucesso conseguido foi a implementação de sistemas eficientes de educação de alcance social e de transferência de tecnologia. Também o setor privado foi beneficiado por projetos de pesquisa e de transferência de tecnologia.

Por razões as mais diversas e complexas, as melhorias na produtividade agrícola não ocorreram

em todos os países em desenvolvimento. Ao contrário, alguns dos países menos desenvolvidos mostram atualmente uma capacidade ainda menor de produzir alimentos em quantidade suficiente. A verdade é que a Revolução Verde jamais chegou a esses lugares. Embora os conflitos civis e a corrupção política possam ter contribuído decisivamente para esse fenômeno, o fracasso também pode ser atribuído, do ponto de vista agrícola, à falta de investimentos e a não-adoção de novas tecnologias e práticas gerenciais. Um dos motivos frequentes para tal ocorrência foi a falta de atenção para com a pesquisa e a ausência de investimentos nessa área de forma a desenvolver estratégias e tecnologias locais eficientes ou específicas para a região.

A África Subsaariana é uma região onde o crescimento da produção agrícola não acompanhou o ritmo de aumento das necessidades locais. Como um todo, essa área tem algumas das terras agrícolas mais pobres e mais exauridas. Apenas 4% do solo cultivado foi irrigado. Terras agrícolas da maior importância correm o risco de se transformar em deserto, enquanto em algumas áreas a umidade excessiva e as temperaturas elevadas contribuem para uma alta incidência de doenças e de pragas. Ervas daninhas como striga sufocam a produção. O fato de as culturas não conseguirem de forma alguma prosperar é algo bastante comum e os maus resultados da produção agrícola são endêmicos. Existe a clara necessidade de desenvolver variedades de culturas e estratégias gerenciais que sejam mais produtivas nessas condições. Ocupando um lugar de destaque na lista de características desejadas, aparecem as culturas que apresentarem maior resistência aos estresses ambientais relacionados com a seca, a temperatura e a salinidade; maior resistência a doenças e pragas; melhoria das propriedades agronômicas e do potencial da produção agrícola. A grande confiança depositada em alguns produtos agrícolas básicos torna a biofortificação – o reforço de componentes vitamínicos e minerais de alimentos para acentuar o valor nutritivo – uma estratégia das mais atraentes.

Os avanços recentes na área de biologia molecular e de genômica aumentam enormemente a capacidade do melhorista de plantas de dar novas características às plantas. As aplicações comerciais de biotecnologia agrícola já produziram produtos agrícolas como maïs, arroz, batatas, algodão e milho-doce (mais-doce), todos eles da variedade Bt com a capacidade de se defender dos insetos; papaia, abóbora e batatas resistentes a vírus; e

culturas tolerantes a herbicidas como, por exemplo, trigo, milho, cana-de-açúcar, arroz, cebolas e beterrabas, permitindo um melhor manejo das ervas daninhas.

São cada vez maiores as evidências de que essas culturas derivadas da biotecnologia podem se revelar mais produtivas e lucrativas para os agricultores. As principais reduções obtidas em relação aos custos de mão-de-obra, energia e produtos químicos foram devidamente documentadas. Além do milho, essas culturas têm mostrado uma sintonia muito maior com o meio ambiente, especialmente no que se refere à biodiversidade, redução de produtos químicos agrícolas no solo e na água e diminuição do grau de exposição de trabalhadores e comunidades a produtos químicos.

Observa-se ainda o surgimento de um consenso internacional a partir de pareceres científicos e reguladores de que as culturas derivadas da biotecnologia podem ser consumidas sem receio como alimento e ração animal, além de terem um efeito benéfico sobre o meio ambiente. Essas e outras tecnologias promissoras estão sendo agora direcionadas para a melhoria da produção e do rendimento das culturas básicas africanas: banana, mandioca, milho, milho miúdo, produção de óleo, amendoim, batata, arroz, sorgo, soja, batata-doce e trigo. Batatas-doces e batatas com mais alto teor de proteína e arroz e sementes oleaginosas com mais alto teor de caroteno prometem melhorar o valor nutritivo da dieta. Assim, a longo prazo, a biotecnologia agrícola deve ocupar um papel vital na melhoria da produtividade agrícola e na redução do impacto ambiental da agricultura, levando a sustentabilidade agrícola e a segurança alimentar para várias partes do mundo. Assim como seria falta de bom senso dizer que a tecnologia agrícola por si só será capaz de solucionar os problemas alimentares mundiais, seria igualmente infeliz afirmar que a insegurança alimentar pode ser eliminada sem a participação da biotecnologia agrícola.

Observou-se nos últimos anos uma mudança significativa na organização da pesquisa agrícola voltada para a melhoria da segurança alimentar. Atualmente tem-se a consciência de que a pesquisa precisa ser feita no plano local, nacional e regional a fim de poder melhor tratar dos desafios agrícolas específicos e produzir novas variedades que sejam adequadas à agricultura e aos costumes locais. Essa mudança é focada principalmente na utilização e expansão da infra-estrutura local científica e

agrícola, humana e de capital que seja capaz de estabelecer parcerias com cientistas e agências de financiamento internacionais. Embora o caminho esteja livre e sejam muitos os exemplos de sucesso desses tipos de parcerias internacionais, o financiamento global de tais atividades fica ainda muito distante do patamar exigido para conseguir a segurança alimentar mundial nas próximas décadas.

## **DESAFIOS RECENTES APRESENTADOS PELA ESCASSEZ AGUDA DE ALIMENTOS**

O fracasso generalizado da produção agrícola local ou regional leva freqüentemente à escassez aguda de alimentos e à fome. Podem existir razões as mais variadas para a ocorrência de eventos ocasionais ou inesperados como enchentes, secas ou guerra civil. As Nações Unidas, os governos nacionais e uma série de organizações não-governamentais (ONGs) freqüentemente se mobilizam para a criação imediata de um programa de ajuda alimentar. A distribuição desse tipo de ajuda pode ser prejudicada pela falta de infra-estrutura para o armazenamento e transporte de alimentos, além da preocupação sempre presente com a segurança dos funcionários envolvidos no processo de ajuda.

Foi identificado recentemente um novo obstáculo para a distribuição da ajuda alimentar. A continuidade de maus resultados na agricultura afetou profundamente a produção agrícola da África do Sul, colocando em risco a vida de milhões de pessoas em seis nações diferentes. Em resposta, os Estados Unidos ofereceram ajuda alimentar que compreendia embarques consideráveis de milho. O abastecimento de milho nos Estados Unidos compreende cerca de 30% a 35% de milho Bt, dotado de proteção contra insetos e desenvolvido pela biotecnologia. Essa variedade de milho havia sido aprovada pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA), pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) e pela Agência de Controle de Alimentos e Medicamentos (FDA) como alimento e ração seguros para o consumo humano e de animais. Ele foi misturado com o milho convencional no sistema de commodities dos Estados Unidos. Entretanto, uma vez que as nações beneficiárias do produto não usavam variedades de sementes desenvolvidas pela biotecnologia e importavam apenas um pequeno número de commodities como milho, elas geralmente não dispunham de leis específicas e sistemas reguladores com respeito a alimentos produzidos pela biotecnologia. O milho geneticamente modificado (GM) era um alimento não aprovado em seus sistemas reguladores.

Levando em consideração a campanha global de disseminação de notícias alarmantes sobre os alimentos geneticamente modificados, vários países hesitaram no momento de aceitar a ajuda. Finalmente, as consultas internacionais exaustivas e a verificação de fatos acabaram por satisfazer aqueles países, com exceção de Zâmbia, que continuou a recusar a ajuda de alimentos geneticamente modificados. Uma conclusão óbvia a ser tirada dessa experiência é de que é preciso adotar sistemas reguladores e criar programas de capacitação antes que surja mais uma vez a necessidade urgente de ajuda alimentar.

## **INVESTIMENTO PÚBLICO EM PESQUISA, EDUCAÇÃO E TREINAMENTO**

O que a experiência tem mostrado nas últimas décadas é que a biotecnologia agrícola pode se transformar em uma ferramenta poderosa no desenvolvimento de variedades de culturas melhoradas nos países em desenvolvimento. Os benefícios prometidos podem apenas ser realizados de forma permanente e sustentável quando os países beneficiários se conscientizarem da importância de sua participação na definição das necessidades, na elaboração da solução e na implementação de sistemas educacionais e de transferência de tecnologia. Cada nação deve decidir quais são os objetivos agrícolas que melhor atendem aos interesses nacionais e quais são as tecnologias mais compatíveis com os gostos e hábitos de consumo. A propriedade compartilhada leva a uma boa administração.

As parcerias que resultam em propriedade compartilhada podem encontrar uma solução para vencer outro desafio relacionado com a implementação de tecnologias. Uma das maiores preocupações em relação à biotecnologia agrícola é que as grandes empresas multinacionais são igualmente donas e responsáveis pela comercialização de sementes e poderiam conseqüentemente ter o domínio externo e controlar os mercados de sementes e agricultores locais. Além do mais, também pode ser visto como um problema adicional o fato de que os países em desenvolvimento geralmente dispõem de acesso limitado aos direitos de propriedade intelectual que dariam a eles o acesso às modernas tecnologias agrícolas como os novos tipos de sementes. Para ajudar a enfrentar esses desafios e promover as ações do setor público nos países em

desenvolvimento, um consórcio de universidades públicas e instituições do setor público anunciou recentemente a formação de um grupo de Recursos de Propriedade Intelectual do Setor Público para a Agricultura (Public Sector Intellectual Property Resource for Agriculture - PIPRA). O Pipra vai procurar facilitar o acesso à pesquisa do setor público para que mais pessoas possam compartilhar dela se assim o desejarem, além de procurar assegurar a liberdade de operação. As empresas multinacionais também demonstraram disposição de participar desses esforços, o que se daria na forma de doação de sua tecnologia e de conhecimento especializado.

Existe uma resposta holística para todas essas necessidades e preocupações com segurança alimentar. A comunidade global precisa investir mais capital na criação de instituições agrícolas e de infra-estrutura adequada em países que enfrentam os desafios da segurança alimentar. Tais investimentos devem ser direcionados para os sistemas jurídicos e reguladores, pesquisa agrícola, sistemas de transporte e de processamento, além de educação. O sucesso do sistema de universidades com concessão de terras públicas na melhoria da agricultura e na importância de sua contribuição para a sociedade dos Estados Unidos como um todo nos últimos 140 anos demonstra que o desenvolvimento de capital humano e de sistemas educacionais é tão importante quanto a descoberta científica. A criação de instituições e de mecanismos de financiamento público e também de fundações constituiriam uma plataforma de cooperação internacional aberta a colaboradores provenientes do governo, das universidades e do setor privado. Se a comunidade mundial pretende atingir o objetivo anunciado de garantir segurança alimentar para todas as pessoas, ela deve antes de tudo deixar de lado as divisões ideológicas e políticas e abraçar, de forma pragmática, toda tecnologia que tenha a segurança alimentar como alvo. □

---

*Nota: As opiniões expressas neste artigo são de responsabilidade do autor e não refletem necessariamente a posição nem as políticas do Departamento de Estado dos Estados Unidos.*

---

## ❑ O PAPEL DA BIOTECNOLOGIA VEGETAL NOS SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO DO MUNDO

---

A. M. Shelton, *Professor de Entomologia da Universidade de Cornell, Estação de Experimentos Agrícolas do Estado de Nova York*

*No nível molecular, organismos diferentes são bastante similares, escreve A. M. Shelton, professor da Universidade de Cornell. É essa similaridade que permite a transferência bem-sucedida de genes de interesse entre organismos. Por esse motivo, a engenharia genética é uma ferramenta muito mais poderosa do que a reprodução tradicional no aperfeiçoamento da produção de culturas e na promoção de métodos de produção que não agridam o meio ambiente.*

---

Nos últimos 10 mil anos, o ser humano utilizou as plantas fornecidas pela natureza e as modificou por meio da reprodução seletiva para obter características desejadas, como sabor melhorado, aumento da produção e resistência a pragas. O resultado é que as plantas que consumimos hoje em sua grande maioria não seriam reconhecidas por nossos ancestrais. Os cientistas consideram as técnicas da biotecnologia uma ajuda na reprodução seletiva das plantas com um potencial muito maior para fornecer benefícios como propriedades nutritivas melhoradas, um número maior de métodos de produção em sintonia com o meio ambiente e melhores rendimentos. As técnicas de biotecnologia já alcançaram enormes benefícios na medicina. Praticamente toda a insulina usada no tratamento de diabetes na atualidade é produzida por meio da biotecnologia e da engenharia genética, e muitos dos medicamentos utilizados para combater o câncer e problemas cardíacos são produzidos por meio desses métodos.

### **DESENVOLVIMENTO DA BIOTECNOLOGIA VEGETAL**

O milho (maís) originou-se no México de uma gramínea chamada teosinto, cuja pequena estrutura reprodutiva apresenta pouca semelhança com a espiga de milho vista nos mercados de todo o mundo nos dias de hoje. Tomates e batatas apareceram inicialmente na América do Sul — tomates como pequenas frutas do tamanho de uma uva e batatas como tubérculos salientes com altas concentrações de uma família de compostos

químicos de sabor amargo chamados glicoalcalóides, que são tóxicos aos seres humanos.

Por meio da reprodução seletiva praticada por nossos ancestrais, o formato, a cor e o conteúdo químico dessas e de centenas de outras plantas consumidas nos dias de hoje foram modificados para satisfazer a preferência do consumidor ou para obter as características desejadas, como alta produção, resistência a doenças e insetos e tolerância à seca e a outros estresses. Essas plantas não somente mudaram na aparência e composição, como também passaram a ser distribuídas no mundo todo durante séculos de migração humana e de comércio. Por exemplo, o repolho, originado na Europa, é hoje cultivado em todos os continentes habitados. Quando os consumidores de hoje entram em um mercado em várias partes do mundo, são testemunhas do sistema de alimentação global em que os alimentos produzidos em uma parte do mundo são diariamente enviados para mercados de outra parte.

Percebemos hoje que nossos ancestrais estavam modificando a composição genética das plantas, transferindo material genético de uma planta para outra. No entanto, foi somente quando Gregor Mendel, um monge austríaco, realizou experiências no século 19 com ervilhas que as leis básicas da hereditariedade foram destrinchadas pela primeira vez. Antes do início do século 20, a reprodução tradicional de plantas, como a praticada por Mendel, dependia de cruzamentos artificiais feitos pelo homem nos quais o pólen de uma espécie de planta era transferido para outra planta sexualmente compatível. O objetivo era obter uma característica desejada de uma planta e introduzi-la em outra. No entanto, as características normalmente desejadas não estavam presentes em plantas sexualmente compatíveis ou não ocorriam em nenhuma espécie de planta. Isso levou os melhoristas de plantas a buscar novas maneiras de transferir os genes desejados.

A partir da década de 1930, os melhoristas desenvolveram técnicas para permitir o

desenvolvimento de plantas a partir de duas plantas matrizes que normalmente não poderiam produzir mudas viáveis. Um exemplo é a técnica chamada “resgate de embriões”, em que um novo embrião de planta é fornecido com cautela redobrada em laboratório para permitir que sobreviva durante seu crescimento inicial.

Na década de 1950, os melhoristas de plantas também desenvolveram métodos de criar variações na estrutura genética de organismos por meio do que se denomina “reprodução por mutação”. Mutações na composição genética de uma planta ocorrem contínua e aleatoriamente na natureza por eventos como radiação solar e podem levar à ocorrência de novas características desejadas. A reprodução por mutação utiliza processos aleatórios similares para causar alterações nos genes de uma planta. As plantas então são avaliadas para que se possa averiguar se os genes foram modificados e se as alterações propiciaram uma característica benéfica, como resistência a doenças ou a insetos. Se a planta foi “melhorada”, então ela foi testada quanto a outras mudanças que possam ter ocorrido. Muitas das culturas mais comuns de alimentos que utilizamos diariamente foram desenvolvidas por meio de técnicas como resgate de embriões e reprodução por mutação e praticamente todos os alimentos que consumimos possuem genes.

É difícil pensar em um exemplo de uma cultura comum de alimento no mundo desenvolvido que não tenha sido melhorada por alguma forma de tecnologia moderna ou pelo que pode ser denominado de “biotecnologia”. Colocado de modo simples, a biotecnologia é um conjunto de técnicas que utiliza organismos vivos ou partes de organismos, para produzir ou modificar produtos, melhorar plantas ou animais ou desenvolver microorganismos para propósitos específicos. Essa definição engloba todas as atividades humanas conduzidas em organismos vivos desde os primeiros desenvolvimentos da reprodução de plantas datados de 10 mil atrás até o presente. Essa é a razão pela qual os melhoristas de plantas consideram o termo “organismos geneticamente modificados” — ou OGMs — um equívoco, porque todas as culturas alimentícias comuns de hoje já foram modificadas.

## **A CIÊNCIA DA ENGENHARIA GENÉTICA MODERNA**

A engenharia genética é uma forma de biotecnologia e normalmente refere-se a copiar um gene de um organismo vivo — planta, animal ou

micróbio — e adicioná-lo a outro organismo. Na engenharia genética, um pequeno pedaço de material genético (DNA) é inserido em outro organismo para produzir o efeito desejado. Isso difere da reprodução tradicional de plantas onde todos os genes, desejados e indesejados, contidos na planta macho — pólen — são combinados com todos os genes da planta fêmea. A descendência resultante desse cruzamento pode conter o gene de uma característica desejável, mas também conterá muitos dos genes indesejados das matrizes.

A engenharia genética tem a vantagem de ser capaz de transferir somente o gene de interesse e acelerar enormemente a reprodução de plantas. Mas a engenharia genética também é mais potente do que a reprodução tradicional uma vez que transfere genes não apenas entre espécies similares de plantas, mas também de parentes distantes, inclusive espécies que não sejam de plantas. É possível transferir genes entre tais organismos aparentemente não relacionados porque todos os organismos vivos compartilham o mesmo código para DNA e para a síntese de proteínas e outras funções vitais básicas. Organismos que aparentemente parecem ser bastante diferentes são, na verdade, muito similares, pelo menos no nível molecular. Todas as coisas vivas são mais parecidas do que diferentes, e essa é uma das razões pelas quais os genes podem ser transferidos com tanto sucesso entre organismos aparentemente tão diferentes como plantas e bactérias. Os genes não são exclusivos dos organismos dos quais provêm, portanto, de fato, não existem “genes de tomate” ou “genes de bactérias”. É o conjunto de todos os genes de um tomate ou de uma bactéria que diferencia um tomate ou uma bactéria, não um único gene. À medida que aprendemos mais sobre a composição genética de todos os organismos, vemos que a maioria das espécies de plantas difere por somente uma pequena porcentagem de seus genes e que mesmo tais organismos aparentemente diferentes como tomates e bactérias possuem muitos genes em comum. Essas descobertas sugerem que no processo evolutivo de longo prazo mesmo tomates e bactérias tiveram um ancestral comum.

A partir da descoberta da estrutura do DNA, feita há 50 anos, os cientistas logo perceberam que podiam retirar segmentos do DNA que continham informações de características específicas — genes — e transferi-los para um outro organismo. Em 1972, a colaboração de Hubert Boyer e Stanley Cohen resultou no primeiro isolamento e transferência de um gene de um organismo para

uma bactéria de célula única onde expressaria o gene e produziria uma proteína. Essa descoberta levou ao primeiro uso direto da biotecnologia — a produção de insulina sintética para o tratamento da diabetes — e ao início do que costuma ser chamado de biotecnologia moderna.

As plantas foram transformadas pela primeira vez por meio da engenharia genética no final da década de 1970. Mary-Dell Chilton e seus colegas utilizaram uma bactéria comum do solo, a *Agrobacterium tumefaciens*, que se une às plantas e transfere DNA para a planta. Chilton e seus colegas adicionaram um gene a essa bactéria, que por sua vez transferiu o gene para uma planta onde este se tornou parte do DNA da planta. Essa bactéria ainda é comumente utilizada na engenharia genética junto com outra técnica que utiliza um mecanismo de alta velocidade para injetar DNA nas células da planta. O resultado das duas técnicas é o mesmo — as células da planta absorvem o gene e começam a expressá-lo como se fosse seu.

## **BENEFÍCIOS E RISCOS**

Plantas desenvolvidas por meio da engenharia genética foram cultivadas pela primeira vez em 1,7 milhão de hectares, em 1996, nos Estados Unidos, mas em 2002 foram cultivadas em 58,7 milhões de hectares em 16 países. De longe, o principal uso das plantas atuais é para o controle de pragas — ervas daninhas, insetos e doenças. O manejo de ervas daninhas com plantas geneticamente modificadas é conseguido porque as plantas possuem uma enzima modificada (uma proteína) que as permite sobreviver a uma aplicação de um herbicida específico que normalmente age nessa enzima. Os produtores podem plantar sementes tolerantes a herbicidas, permitir que as plantas nasçam com quaisquer ervas daninhas no terreno e então tratar o terreno com um herbicida. O resultado é que as ervas daninhas, não as culturas, morrem. A vantagem para os produtores é que gastam menos tempo no manejo de ervas daninhas, aumentam o controle sobre estas, utilizam herbicidas mais seguros e, em muitos casos, usam menos herbicidas. Além disso, essa tecnologia permite que os produtores utilizem práticas de conservação com plantio direto ou menos preparo do solo, ajudando dessa maneira a reter a estrutura e a umidade do solo e a reduzir a erosão. Culturas tolerantes a herbicidas (soja, canola, algodão e milho) foram cultivadas em 48,6 milhões de hectares em 2002.

Culturas resistentes a insetos desenvolvidas por meio da engenharia genética utilizam a bactéria

comum de solo, *Bacillus thuringiensis* (Bt), que tem sido utilizada comercialmente por mais de 50 anos como um inseticida spray. Embora segura aos seres humanos e ao meio ambiente, quando um inseto suscetível ingere a Bt, a proteína da Bt se liga a receptores moleculares específicos no intestino e cria poros que fazem com que o inseto passe fome até morrer.

Inseticidas contendo Bt foram comercializados pela primeira vez na França no final da década de 1930, mas mesmo em 1999 o total das vendas de produtos Bt representava menos de 2% do valor total de todos os inseticidas. O Bt, que tinha um uso limitado como inseticida foliar, tornou-se um inseticida importante somente quando os genes que produzem toxinas Bt foram introduzidos pela bioengenharia nas principais culturas. As culturas Bt disponíveis atualmente são de milho e algodão. Elas foram cultivadas em um total de 14,5 milhões de hectares em 2002. Culturas resistentes a vírus foram criadas inserindo-se uma parte não infecciosa de um vírus de planta em uma outra planta, basicamente “vacinando-a” para protegê-la do vírus. Essa técnica é chamada de “resistência derivada do patógeno”. Abóbora e papaia derivados da bioengenharia para resistirem a infecções de alguns vírus comuns foram aprovados para comercialização nos Estados Unidos. Há menos de 1 milhão de hectares dessas culturas.

As plantas derivadas da bioengenharia disponíveis no momento fornecem aos produtores melhores ferramentas para administrar os problemas relacionados com pragas. Como com qualquer tecnologia, há riscos e benefícios às plantas geneticamente modificadas atualmente disponíveis, mas as informações hoje disponíveis indicam que seu uso melhorou o manejo de pragas, reduziu de maneira substancial as quantidades de pesticidas utilizadas em algumas culturas, permitiu aos produtores o uso de pesticidas mais seguros, além de proporcionar maior segurança aos seres humanos e ao meio ambiente. O processo de regulamentação para o manejo dessas plantas e seus efeitos no meio ambiente e nos seres humanos evoluiu com a tecnologia e com o conhecimento da comunidade científica sobre essas ferramentas.

Muitas das questões controversas que envolvem a engenharia genética de plantas — como resistência a pesticidas, fluxo gênico e questões de propriedade intelectual — não são exclusivas dessa nova tecnologia, mas pertencem a todos os tipos de agricultura. Algumas espécies de insetos desenvolveram resistência a sprays de Bt, indicando

a possibilidade de algumas espécies se tornarem resistentes às plantas Bt. No entanto, apesar de as plantas Bt terem sido cultivadas em mais de 62 milhões de hectares em todo o mundo entre 1996 e 2002, não há documentação de casos de desenvolvimento de resistência. As razões para essa falta de resistência parecem envolver não apenas fatores biológicos dos insetos e da planta Bt, mas também o fato de que a agência reguladora (a Agência de Proteção Ambiental) nos Estados Unidos exigir um plano de controle da resistência para o cultivo de plantas Bt. Nenhum outro inseticida tem regulamentações tão severas. Ainda assim, produtores, empresas e agências reguladoras federais devem ser vigilantes quanto ao desenvolvimento de resistência às culturas derivadas da biotecnologia utilizadas para controlar insetos, ervas daninhas e vírus, assim como também o fazem em relação às táticas de manejo de pragas não oriundas de plantas desenvolvidas pela biotecnologia.

Será importante considerar os benefícios para o meio ambiente e para a saúde resultantes dessas culturas de origem biotecnológica anteriores ao desenvolvimento de qualquer resistência e como a resistência pode ser controlada, se e quando ocorrer. Além de resistência a pesticidas, o fluxo gênico de culturas derivadas para as não derivadas da biotecnologia também pode ser motivo de preocupação. No entanto, o risco do fluxo gênico varia com cada cultura e cada gene. O fluxo de pólen na soja é bastante limitado, portanto o risco de uma cultura de soja produzida pela biotecnologia cruzar com soja de origem não biotecnológica é mínimo, mas isso pode ser diferente para outra cultura. Do mesmo modo, se o gene na cultura derivada da biotecnologia que forneceu uma característica de manejo de praga, como resistência a insetos, transferir-se para uma planta de origem não biotecnológica, como uma erva daninha, qualquer vantagem seletiva da erva daninha protegida contra insetos no ecossistema deve ser avaliada. Essas mesmas questões também devem ser respondidas para culturas não derivadas da

biotecnologia, mas essas não receberam o mesmo nível de atenção das culturas provenientes da biotecnologia devido à maior publicidade dada a estas.

## O QUE HÁ NO HORIZONTE

No futuro, os usos potenciais da biotecnologia vegetal são muito mais amplos do que as culturas derivadas da biotecnologia para o controle de pragas da atualidade. Estão sendo desenvolvidas plantas que servem como “fábricas” de produção para drogas importantes do ponto de vista médico, fontes de energia alternativa, ferramentas para limpar locais com resíduos tóxicos e biomateriais, inclusive corantes, tintas, detergentes, adesivos, lubrificantes, plásticos e outros materiais semelhantes. Os consumidores poderão ver esses produtos melhorando de forma mais direta sua qualidade de vida do que as culturas desenvolvidas pela biotecnologia para o controle de pragas de hoje.

Talvez uma vantagem ainda mais impressionante para os consumidores venha a ser vista quando as plantas forem modificadas geneticamente para oferecer maiores benefícios à saúde, como compostos químicos que combatam doenças ou maiores quantidades de vitaminas e minerais essenciais. É necessário um debate saudável e bem informado sobre os riscos e benefícios envolvidos na biotecnologia agrícola para garantir um papel apropriado dessa nova tecnologia em nossos futuros sistemas de alimentação e saúde. Ninguém deve acreditar que nenhuma tecnologia, inclusive a biotecnologia, solucionará por completo os problemas agrícolas do mundo. Muitas pessoas familiarizadas com a biotecnologia, no entanto, acreditam que ela é um componente importante da solução. □

---

*Nota: As opiniões expressas neste artigo não refletem necessariamente a posição nem as políticas do Departamento de Estado dos Estados Unidos.*

---

## □ MELHORIAS NA AGRICULTURA ANIMAL POR MEIO DA BIOTECNOLOGIA

---

*Terry D. Etherton, Ilustre professor de Nutrição Animal Universidade do Estado da Pensilvânia*

*As rações para animais derivadas da biotecnologia demonstraram aumentar a eficiência da produção, reduzir o resíduo animal e diminuir as toxinas que podem causar doenças aos animais, afirma Terry Etherton, ilustre professor da Universidade do Estado da Pensilvânia. A ração animal geneticamente modificada também pode melhorar a qualidade do solo e da água pela redução dos níveis de fósforo e de nitrogênio no resíduo animal.*

---

### INTRODUÇÃO

Nos últimos 20 anos, a biotecnologia levou ao desenvolvimento de novos processos e produtos que beneficiaram a agricultura e a sociedade. Entre 1996 e 2002 área de terras cultivadas em todo mundo com culturas geneticamente modificadas (GM) aumentou 35 vezes – de 1,7 a 58,1 milhões de hectares, e mais de um quarto das culturas GM foram cultivadas em países em desenvolvimento. Embora haja discussões consideráveis a respeito dos benefícios das culturas GM para o consumo humano de frutas e grãos, debates menos públicos têm sido divulgados sobre os efeitos profundos das culturas GM na melhoria da saúde dos animais criados para produtos derivados de carne e na redução de alguns dos custos ambientais dos resíduos dos animais.

A adoção de produtos obtidos pela biotecnologia moderna será importante para possibilitar a produção suficiente de alimentos para alimentar a crescente população mundial.

Foram desenvolvidas e aprovadas para uso comercial em vários países biotecnologias que aumentam a produtividade e a eficiência produtiva – ração consumida por unidade de leite ou de carne produzida. Novos produtos da biotecnologia possibilitaram a implementação de melhorias que aumentam a segurança alimentar e melhoram a saúde do animal.

A biotecnologia também oferece um potencial considerável à agricultura animal como um meio de redução dos nutrientes e dos odores do estrume e do volume deste produzido. O desenvolvimento e a

adoção destas biotecnologias contribuirá para um meio ambiente mais sustentável.

Visando a aprovação para uso comercial nos Estados Unidos, novas biotecnologias agrícolas são avaliadas rigorosamente pelas agências de regulamentação federais para garantir a eficácia, a segurança do consumidor e a saúde e o bem-estar dos animais. O desenvolvimento bem-sucedido e a adoção de biotecnologias emergentes para a agricultura exigem um aprimoramento da compreensão pública sobre temas científicos, econômicos, legislativos, éticos e sociais. O objetivo deste artigo é proporcionar uma breve visão geral de algumas biotecnologias agrícolas modernas – existentes e emergentes – que afetam a produtividade animal e discutir seus reais ou potenciais benefícios ambientais e de segurança alimentar.

### ALIMENTAÇÃO ANIMAL

Os estudos científicos que avaliaram os componentes da ração derivada de plantas geneticamente modificadas (GM) concentraram-se no gado de corte, suínos, ovinos, peixe, gado leiteiro, frangos para abate e galinhas poedeiras e incluíram avaliações da composição de nutrientes, determinações de digestibilidade e medidas do desempenho animal. Estes estudos demonstraram que os componentes das rações derivadas de plantas GM são equivalentes, em termos da composição de nutrientes, àqueles das de plantas não GM. Os componentes das rações derivadas de plantas GM como, por exemplo, grãos, silagem e feno, também apresentaram resultados nas taxas de crescimento e na produção de leite equivalentes àqueles dos componentes de alimentos derivados de fontes de alimentos não modificados geneticamente. Os estudos relataram que o milho GM alterado para dar proteção contra a “broca do milho” pode ter uma menor contaminação por micotoxinas – substâncias tóxicas produzidas por fungos ou leveduras – sob certas condições de cultivo, resultando em rações mais seguras para os animais.

## MODIFICADORES METABÓLICOS

Os modificadores metabólicos são um grupo de compostos que modificam o metabolismo do animal de modo específico e direcionado. Os modificadores metabólicos possuem o efeito global de melhorar a eficiência produtiva (ganho de peso ou produção de leite por unidade de ração), melhorando a composição da carcaça (relação carne/gordura) de animais em crescimento, aumentando a produção de leite em animais leiteiros e reduzindo o resíduo animal.

A primeira biotecnologia moderna a ser aprovada pela agricultura animal nos Estados Unidos foi a somatotropina bovina (STb) para uso na indústria de laticínios. A aplicação da STb recombinante ao gado leiteiro, via injeção a cada 14 dias, aumenta a produção de leite e a eficiência produtiva (leite/ração) e reduz o resíduo animal. A resposta da produção de leite à STb nos Estados Unidos situa-se entre 10% a 15%, aproximadamente 4 a 6 quilogramas por dia, embora aumentos maiores possam ocorrer quando a administração e os cuidados dos animais são excelentes. As vendas comerciais de STb começaram em 1994 nos Estados Unidos e o uso aumentou na indústria. No momento, nos Estados Unidos, mais de 3 milhões de vacas leiteiras estão recebendo suplementos de STb. A somatotropina bovina está sendo utilizada comercialmente em 19 países em todo o mundo.

A somatotropina porcina (STp) foi desenvolvida para a indústria suína. A administração de STp recombinante a porcos em crescimento aumenta o crescimento muscular e reduz a deposição de gordura no corpo, resultando em porcos mais magros e de maior valor comercial. Os porcos tratados com STp utilizam-se dos nutrientes dietéticos de forma mais eficiente, o que melhora o uso da ração. Nos Estados Unidos, a STp está sendo submetida a testes exigidos para avaliação da FDA. Mundialmente, a STp está aprovada para uso comercial em 14 países.

## CULTURAS GM QUE REDUZEM A EXCREÇÃO DE FÓSFORO E NITROGÊNIO

O fósforo (P) do estrume produzido pode causar um impacto significativo à qualidade dos rios e lagos de água doce. O teor de P no estrume de suínos e de aves é elevado porque estas espécies consomem dietas consistindo de farinhas de sementes oleaginosas e de grãos de cereais, das quais a maioria do P – 60% a 80% - não é absorvida pelo trato digestivo, sendo excretada nas fezes. Em consequência, quantidades relativamente grandes do

P dietético precisam ser fornecidas aos porcos e às aves para atender suas exigências dietéticas de P. Este problema não é observado em ruminantes – bovinos, ovinos e caprinos – porque seu trato digestivo é mais eficiente na utilização do P dietético. Para resolver este problema dos porcos e das aves, uma variedade especial de maïs GM foi desenvolvida que torna o P dietético mais disponível ao animal. Assim, esta variedade de maïs GM oferece potencial para uma posterior redução da excreção de P pelos porcos e aves. Uma variedade de soja GM similar foi desenvolvida. A farinha de soja derivada desta variedade de soja GM proporciona mais P dietético aos porcos e às aves do que as farinhas de soja convencionais. Estudos demonstraram que as dietas contendo maïs GM e farinha de soja GM reduzem a excreção de P no estrume em 50% a 60% nos porcos e nas galinhas. A inclusão destas variedades especiais de maïs e soja GM na dieta alimentar dos porcos e das aves oferece um grande potencial para a redução drástica da excreção de P no meio ambiente.

As culturas GM com melhoria dos perfis de aminoácidos possuem grande potencial para redução da excreção de nitrogênio (N), especialmente em porcos e aves. O nitrogênio pode contaminar as águas do solo e da superfície, contribuir para a “chuva ácida”, que aumenta os ácidos no solo, e pode ser a fonte de odores. O aumento dos níveis dos aminoácidos lisina, metionina, triptofano, treonina e outros aminoácidos essenciais nos grãos significaria que as exigências de aminoácidos essenciais dos porcos e das aves podem ser atendidas com dietas mais baixas em proteínas. Tais dietas contêm excessos menores de outros aminoácidos que eventualmente devem ser degradados ao N da uréia e excretados pela urina. A alimentação destas variedades GM aos porcos e às aves reduziria bastante a quantidade de N – como uréia – excretada no meio ambiente.

## SEGURANÇA DE BIOTECNOLOGIAS ALIMENTARES

Nos Estados Unidos, há uma longa história de avaliação da segurança dos alimentos introduzidos no mercado. A avaliação das biotecnologias animal e vegetal GM baseia-se na ciência e é rigorosa. A descoberta e o desenvolvimento de novas biotecnologias animal e vegetal fazem parte de um conjunto que conduz à comercialização de produtos de biotecnologia agrícola.

Historicamente, a equivalência da composição das plantas GM, animais GM ou animais tratados com

produtos derivados da biotecnologia, como a STb, tem sido um componente importante no processo de regulamentação. O estabelecimento da equivalência da composição é evidência de que alterações substantivas não ocorrem na planta ou no animal como resultado de um evento de modificação genética. Um endosso na natureza sólida do processo comparativo de avaliação da segurança utilizado com plantas GM é que mais de 223 milhões de hectares de culturas GM foram cultivadas comercialmente nos últimos 10 anos sem nenhum efeito documentado para os humanos, animais ou meio ambiente. Da mesma forma, não houve efeitos adversos documentados relativos ao leite e à carne derivados do gado suplementado com STb, a biotecnologia animal mais rapidamente adotada até o momento.

## CONCLUSÃO

A agricultura está passando por uma era científica notável referente à miríade de processos e produtos que foram desenvolvidos utilizando biotecnologia. Além disso, vários novos produtos de biotecnologia estão sendo desenvolvidos que beneficiarão o setor alimentício. Implícito à aprovação destes novos produtos está um sólido processo de avaliação da segurança. Até o momento, as biotecnologias animal e vegetal GM aprovadas têm sido

consideradas tão seguras quanto suas correspondentes produzidas convencionalmente. O desenvolvimento e a adoção de novas biotecnologias serão cruciais para atender ao desafio de produzir alimentos suficientes para uma população mundial crescente e ao mesmo tempo reduzir os impactos ao meio ambiente. Contudo, o impacto que estas tecnologias terão na sociedade no futuro dependerá muito da extensão com a qual elas são adotadas pelos produtores e pela comunidade agrícola e aceita pelos consumidores. As questões sobre a segurança e o impacto na sociedade surgem freqüentemente como resultado de uma mudança tecnológica. Inerente ao desenvolvimento bem-sucedido e à adoção de novas biotecnologias para a agricultura está a necessidade de aumentar a compreensão pública sobre temas científicos, econômicos, legislativos, éticos e sociais associados às biotecnologias agrícolas emergentes. □

---

*Nota: As opiniões expressas neste artigo são de responsabilidade do autor e não refletem necessariamente a posição nem as políticas do governo dos Estados Unidos.*

---

## □ A BIOTECNOLOGIA NA ECOLOGIA DA COMUNICAÇÃO GLOBAL

---

*Calestous Juma, Professor e diretor do Projeto de Ciência, Tecnologia e Globalização, Escola Kennedy de Governo da Universidade de Harvard*

*O debate público sobre a segurança de novos produtos introduzidos no mercado vem ocorrendo há séculos e quase sempre baseado menos em ciência do que na política vigente à época. Atualmente, de maneira similar, grande parte do debate sobre biotecnologia agrícola é guiada por mitos e desinformação e não tem embasamento científico, escreve Calestous Juma, professor e diretor do Projeto de Ciência, Tecnologia e Globalização da Escola Kennedy de Governo, da Universidade de Harvard. A comunidade científica, com grande apoio dos governos, precisa envidar mais esforços para dirigir-se abertamente ao público sobre questões de ciência e tecnologia, acrescenta.*

---

O debate sobre a biotecnologia faz parte de uma longa história de discurso social sobre novos produtos. A defesa do potencial das novas tecnologias é às vezes recebida com ceticismo, desprezo ou completa oposição – frequentemente dominada por calúnias, insinuações e desinformação. Mesmo alguns produtos hoje onipresentes sofreram séculos de perseguição.

Por exemplo, nos anos de 1500, bispos católicos tentaram banir o café do mundo cristão por competir com o vinho e representar novos valores culturais e religiosos.

Da mesma maneira, registros mostram que em Meca, em 1511, um vice-rei e inspetor de mercados, Khair Beg, declarou ilegais as casas de café e o seu consumo, por influência de médicos persas expatriados e juristas locais, que argumentavam que o café tinha o mesmo impacto do vinho na saúde humana. Mas as verdadeiras razões estavam em parte no papel das casas de café, que desgastavam sua autoridade e ofereciam fontes alternativas de informação sobre as questões sociais do seu reino.

Em campanhas públicas de desmoralização, similares às hoje dirigidas aos produtos derivados da biotecnologia, disseminava-se a idéia de que o café causava impotência e outros males e foi declarado ilegal ou teve seu uso restrito por

autoridades de Meca, Cairo, Istambul, Inglaterra, Alemanha e Suécia. Em 1674, em um esforço vigoroso para defender o consumo de vinho, médicos franceses argumentaram que quando se bebe café: “O corpo se torna uma mera sombra daquilo que foi; começa a declinar e a minguar. O coração e as entranhas ficam tão enfraquecidos que a pessoa passa a ter delírios, e o corpo recebe um tal choque que fica como se estivesse enfeitiçado”.

### **HISTÓRIAS DE BORBOLETAS E OUTRAS TÁTICAS DE DESINFORMAÇÃO**

Atualmente, histórias similares são contadas sobre alimentos geneticamente modificados (GM). Além das afirmações sobre o impacto negativo dos alimentos GM no meio ambiente e na saúde humana, há afirmações disparatadas que associam esses alimentos com doenças, tais como câncer do cérebro e impotência, bem como com modificações de comportamento. Alguns desses boatos são espalhados nos mais altos escalões do governo em países em desenvolvimento.

As táticas empregadas no debate são igualmente sofisticadas. Os críticos da tecnologia usaram instrumentos de comunicação de massa para fornecer ao público informações cuidadosamente arquitetadas para salientar os perigos que atribuem à biotecnologia. Os defensores da biotecnologia são frequentemente forçados a responder às acusações contra a tecnologia e somente em raras ocasiões têm tomado a iniciativa de se comunicar com o público. Isso é particularmente importante porque o público em geral não entende com facilidade os detalhes técnicos dos produtos da biotecnologia, sendo necessárias novas abordagens de comunicação.

Enquanto os defensores da biotecnologia geralmente tentam mostrar a necessidade de precisão científica, os críticos empregam métodos retóricos destinados a incitar o medo da população e lançar dúvidas nas intenções da indústria. Os críticos estabelecem analogias entre os “perigos” da biotecnologia e as catastróficas conseqüências do poder nuclear ou da poluição química. Chegam até

a usar termos como “poluição genética” e “alimentos Frankenstein”.

Os críticos também se baseiam na desconfiança geral com relação às grandes corporações entre setores da comunidade global para produzir suas histórias. Além disso, fizeram uso efetivo de incidentes, cujos riscos trataram de ampliar. Um estudo de pesquisadores da Universidade de Cornell muito citado indicou que o pólen do milho GM (que produz uma toxina Bt) matou as larvas de borboletas-monarca. Esse estudo foi usado para dramatizar o impacto da biotecnologia no meio ambiente. Posteriormente, explicações publicadas por pares sobre as limitações do estudo e a refutação das suas conclusões não modificaram a impressão original criada pelos críticos da biotecnologia.

Nesse caso, a questão ambiental real não era se o trigo GM matou larvas de borboletas-monarca ou não. A questão de fundo era qual o impacto do milho no meio ambiente em comparação com o milho cultivado com pesticidas químicos. É a questão do risco relativo que é importante, não simplesmente um único evento examinado fora de um contexto ecológico mais amplo. Mas, aparentemente, esse tipo de análise não conviria aos críticos.

É importante observar que os críticos da biotecnologia definiram as regras do debate em duas formas básicas.

Em primeiro lugar, conseguiram criar a impressão de que o ônus de comprovar a segurança cabe aos defensores da biotecnologia e não aos seus opositores. Em outras palavras, os produtos da biotecnologia são considerados perigosos até que se prove o contrário.

Em segundo lugar, conseguiram enquadrar o debate em termos ambientais, de saúde humana e de ética, mascarando assim as considerações comerciais internacionais subjacentes. Assim fazendo, conseguiram reunir um contingente de ativistas muito mais amplo, que se preocupa genuinamente com a questão da proteção ambiental, consumo seguro e valores sociais éticos.

Há uma visão geral de que os esforços concertados para promover o debate público irão favorecer a comunicação e levarão à aceitação de produtos desenvolvidos pela biotecnologia. Poderá ser o caso em algumas situações. Mas, de modo geral, as preocupações são em grande parte materiais e não

podem ser resolvidas somente com o debate público. Principalmente porque a raiz do debate está nas implicações sócio-econômicas da tecnologia e não meramente nas considerações retóricas. É possível que o debate público ajude somente a esclarecer ou amplificar pontos de divergência e pouco ajude a lidar com as questões econômicas e comerciais básicas.

Nessas circunstâncias, o que pode então ser feito, especialmente em relação aos países em desenvolvimento, que são atualmente o alvo da atenção de defensores e críticos da biotecnologia? Operar na nova comunicação ecológica global necessitará de uma maior diversidade de produtos da biotecnologia, aumento no número de atores institucionais, mais pesquisa das políticas sobre biociências e sociedade e uma liderança política mais forte.

## **OS PRODUTOS FALAM MAIS ALTO QUE AS PALAVRAS**

Grande parte do debate sobre o papel da biotecnologia em países em desenvolvimento é baseada em afirmações hipotéticas sem produtos reais nas mãos dos produtores ou consumidores. Nessas circunstâncias, a comunicação e o diálogo não serão suficientes até que haja um ponto prático de referência. Em outras palavras, refutar as afirmações dos críticos não é tão importante quanto apresentar os benefícios dos produtos reais no mercado.

Tudo isso seria conseguido mais facilmente por meio de esforços de cooperação entre cientistas locais, empreendedores, legisladores e organizações legítimas da sociedade civil. Existe ampla evidência que sugere que as preocupações sobre a segurança de novos produtos tendem a diminuir com o aumento da participação e responsabilidade locais sobre as novas tecnologias. De maneira similar, a participação local nas novas tecnologias aumenta o nível de confiança em relação a elas, reduzindo assim a demanda por legislação de segurança sem embasamento científico. Por exemplo, a palavra de uma agricultora da África do Sul afirmando o impacto positivo do algodão GM no seu bem-estar tem mais peso do que milhares de ruidosos comunicados à imprensa e manchetes vazias, de ambos os lados do debate.

Isso significa que a difusão do uso da biotecnologia não somente promove a familiaridade com a tecnologia, mas também gera as informações necessárias para convencer o público da relevância

e utilidade da tecnologia. A ampliação do sortimento de produtos é dessa forma um aspecto importante do debate. Isso é particularmente importante nos países em desenvolvimento interessados no uso da tecnologia para aumentar os produtos locais e diversificar sua base alimentar.

Informações sobre o desenvolvimento de produtos resistentes à seca, por exemplo, seriam relevantes para os países africanos, enquanto outras regiões poderão estar interessadas em diferentes produtos. Essa visão sugere também que um debate genérico sobre o papel da tecnologia tem pouca utilidade, a menos que esteja inserido no contexto das necessidades e aplicações locais.

A ausência de uma aposta firme na tecnologia cria um vácuo que é muitas vezes preenchido com informação errônea sobre seus riscos e benefícios. Países como o Quênia e a África do Sul, que possuem seus próprios programas de pesquisa, têm uma visão mais consistente da tecnologia.

### **ANGARIAR SIMPATIZANTES**

Falar sobre a questão da comunicação da biotecnologia requer um conhecimento mais profundo da comunicação ecológica em transformação. A ecologia inclui uma complexa rede de fontes de informação e formadores de opinião, bem como novas ferramentas de comunicação que até agora não estavam disponíveis ao público ou a grupos de defensores. Na sua época, Khair Beg ficou escandalizado quando soube que as casas de café haviam se tornado uma fonte autorizada de informação sobre o que estava acontecendo na sua jurisdição. De maneira similar, a internet tornou-se uma ferramenta de comunicação mais importante do que métodos clássicos, como anúncios de TV.

Porém, diferentemente da época de Khair Beg, a nova ecologia da comunicação tem caráter global, tornando possível difundir amplamente a informação e gerar empatia em uma ampla gama de organizações ativistas, incluindo aquelas que possivelmente não serão afetadas pela tecnologia. Essas cibercomunidades são construídas em torno de um conjunto complexo de listas de endereços de difícil acesso. Corrigir uma informação errônea disseminada por esses canais se torna difícil devido à complexidade das redes.

Enquanto os ativistas tendem a usar uma variedade de movimentos sociais para fazer avançar a sua causa, os defensores tendem a se concentrar no uso

de instituições centralizadas, cujo impacto é em grande parte insignificante na ecologia da comunicação moderna. Mas a criação da diversidade necessária requer uma base ampliada de movimentos sociais, que defendam o papel da ciência e da tecnologia no bem-estar humano.

Um dos aspectos mais importantes do debate da biotecnologia tem sido o papel da mídia popular. Na Europa, por exemplo, a mídia teve um papel importante na amplificação das alegações dos críticos ou na criação de dúvidas sobre posições sustentadas pelos defensores da tecnologia. Em contraste, o apoio para o papel da ciência geralmente não tem a tendência polêmica que entusiasma os editores de jornais.

A visão tradicional de que a ciência é baseada em fatos imutáveis, que podem ser levados a público por uma autoridade, está sendo desafiada por abordagens que demandam maior participação na tomada de decisões. Em outras palavras, a informação científica está se tornando sujeita às práticas democráticas.

O debate sobre biotecnologia alargou as fronteiras do discurso público sobre os assuntos técnicos. Por um lado, a sociedade está sendo forçada a se pronunciar sobre assuntos inerentemente técnicos e, por outro lado, a comunidade científica está sob pressão para aceitar questões não-técnicas como informações válidas para a tomada de decisões.

### **PENSAR NO FUTURO**

Instituições de pesquisa voltadas à formulação de políticas e especialistas têm um papel importante na guerra de palavras. É de se notar que os críticos da biotecnologia fazem um esforço considerável para criar alianças com instituições de pesquisa, inclusive com os departamentos das universidades. Grande parte do material usado para questionar a segurança da biotecnologia tem muitas vezes a legitimidade de uma instituição de pesquisa. Mas como não há uma política de pesquisa neutra sobre o papel da biotecnologia na sociedade, aqueles que procuram dar uma visão alternativa têm possibilidades limitadas de obtenção de informações confiáveis.

A falta de pesquisa sistemática sobre as interações entre a biologia e a sociedade é um gargalo crítico nos esforços de engajar o público no diálogo sobre biotecnologia. Isto é particularmente crítico dado o fato de que os avanços da biologia levantam novas questões ecológicas e éticas associadas às ciências

físicas e químicas. Por exemplo, preocupações com a incapacidade de recolher produtos já liberados para o mercado são mais pronunciadas quando tratam da introdução de invenções biológicas no meio ambiente.

## LIDERAR O CAMINHO

A maior parte do debate público tem a intenção de influenciar as políticas públicas sobre biotecnologia. A esse respeito, a capacidade dos governos de acessar as informações disponíveis e utilizá-las para tomada de decisões é um elemento essencial do debate. Liderança política sobre a biotecnologia e a orientação indispensável de instituições de ciência e tecnologia são aspectos essenciais da governança de novas tecnologias

O debate sobre novas tecnologias será mais acirrado no futuro, e os governos serão pressionados cada vez mais a tratar dessas questões. Mas as orientações da ciência e tecnologia não serão suficientes, a menos que os governos as vejam como integrantes do novo processo de desenvolvimento. A esse respeito, aumentar a capacidade de liderança para falar de questões de

ciência e tecnologia irá contribuir para a administração efetiva do debate público sobre novas tecnologias em geral e biotecnologia em particular.

No conjunto, a natureza das tecnologias emergentes – particularmente aquelas com base nas biociências – e a ecologia da comunicação em transformação estão fazendo com que se torne necessário repensar estratégias para fazer avançar o papel da biotecnologia na sociedade. A comunidade científica necessitará não somente demonstrar um claro senso de liderança, mas também adaptar seus métodos de comunicação para atender à complexidade crescente e às diversas necessidades da comunidade global. Na análise final, é a quantidade de produtos úteis da biotecnologia disponíveis para a humanidade que irá definir o debate, não os pronunciamentos vazios de defensores e críticos. □

---

*Nota: As opiniões expressas neste artigo não refletem necessariamente as posições nem as políticas do Departamento de Estado dos Estados Unidos.*

# RECURSOS

---

## □ EUA SOLICITAM PAINEL DA OMC PARA SOLUÇÃO DE CONTROVÉRSIAS NO CONTENCIOSO SOBRE A MORATÓRIA BIOTECNOLÓGICA DA UE

---

*ESCRITÓRIO DO REPRESENTANTE DE COMÉRCIO DOS EUA  
Gabinete da Presidência*

*7 de agosto de 2003*

**WASHINGTON** — O representante de Comércio dos Estados Unidos, Robert B. Zoellick, e a secretária da Agricultura, Ann M. Veneman, anunciaram hoje que os Estados Unidos estão determinados a continuar sua ação na Organização Mundial de Comércio (OMC) contra a moratória ilegal de cinco anos da União Européia (UE) para aprovação de produtos agrícolas derivados da biotecnologia, solicitando à OMC um painel de solução de controvérsias.

Os Estados Unidos, em conjunto com o Canadá e a Argentina, iniciaram o caso fazendo uma consulta formal à OMC, em maio. Canadá e Argentina também estão solicitando painéis da OMC para considerar a moratória da UE.

"As delegações de Estados Unidos, Canadá e Argentina conferenciaram, em junho, com representantes da UE, mas essa organização não mostrou boa vontade para cumprir suas obrigações com a OMC, suspendendo a moratória infundada sobre os produtos da biotecnologia", disse Zoellick. "A postura da UE não nos deixa escolha, exceto proceder à instalação de um painel para solução de controvérsias na OMC. Durante cinco anos, a UE manteve o veto aos produtos derivados de biotecnologia — veto que não é apoiado nem mesmo pelos estudos científicos da própria UE. Essa barreira comercial prejudica agricultores e consumidores em todo o mundo, negando-lhes os benefícios dos produtos derivados de biotecnologia produtivos, nutritivos e que não agridem o meio ambiente."

"Fomos extremamente pacientes durante quase cinco anos", disse Veneman. "Tivemos reuniões exaustivas com os europeus, e agora é tempo de deixar o processo de solução de controvérsias funcionar."

O presidente Bush, em seu discurso na cerimônia de entrega de diplomas da Academia da Guarda Costeira, em 21 de maio de 2003, disse que "ampliando o uso de novas culturas desenvolvidas pela biotecnologia de alta produtividade e liberando o poder dos mercados, podemos aumentar expressivamente a produtividade agrícola e alimentar mais pessoas em todo o continente. Mesmo assim, nossos parceiros na Europa estão impedindo esse esforço. Bloquearam todas as novas culturas desenvolvidas pela biotecnologia devido a temores infundados e não científicos. Isso fez com que muitas nações na África evitassem os investimentos em biotecnologia, por temerem que seus produtos sejam barrados nos mercados europeus. Os governos da Europa deveriam aderir — e não dificultar — à grande causa de acabar com a fome na África".

O primeiro passo na disputa perante a OMC, que Estados Unidos, Canadá e Argentina deram em maio, é solicitar consultas. Outros países que expressaram apoio ao caso, unindo-se como terceiros às consultas são Austrália, Chile, Colômbia, México, Nova Zelândia e Peru. Além disso, El Salvador, Honduras e Uruguai também apoiaram a posição norte-americana quando o assunto foi divulgado e sinalizaram sua intenção de se unirem como terceiros. Quando, como neste caso, as consultas não resolvem a controvérsia, os países que as solicitaram podem buscar a formação de um painel para solução de controvérsias. Os procedimentos para solução de controvérsias, inclusive a apelação, normalmente duram 18 meses.

O acordo da OMC sobre medidas sanitárias e fitossanitárias (SPS) reconhece que os países têm o direito de regular safras e produtos alimentícios para proteger a saúde e o meio ambiente. O Acordo SPS da OMC exige, porém, que os membros tenham "evidência científica suficiente" para essas medidas, e que conduzam seus procedimentos de aprovação sem "demora indevida". Caso contrário, há risco de os países, sem justificativa, usarem essas

regulamentações para frustrar acordos comerciais para produtos seguros, saudáveis e nutritivos.

Antes de 1999, a UE aprovou nove produtos agrícolas derivados da biotecnologia para plantio ou importação. A seguir, suspendeu a consideração de todas as novas solicitações de aprovação, e não ofereceu qualquer evidência científica para essa moratória de novas solicitações. Como comissária de Meio Ambiente da UE, Margot Wallstrom disse três anos atrás (13 de julho de 2000): "Já esperamos muito para agir. A moratória é ilegal e não justificada ... O valor da biotecnologia não é bem compreendido na Europa."

A biotecnologia agrícola é uma continuação da longa tradição de inovações agrícolas que incentivaram maior produtividade, qualidade e escolhas por meio do desenvolvimento de novas formas de vegetais. Mais de 145 milhões de acres (58 milhões de hectares) de produtos derivados da biotecnologia foram cultivados no mundo, em 2002. Em todo o mundo, cerca de 45% da soja, 11% do milho, 20% do algodão e 11% da canola são derivados da biotecnologia. Nos Estados Unidos, 75% da soja, 34% do milho (maís) e 71% do algodão são produtos desenvolvidos pela biotecnologia.

Muitos pesquisadores, cientistas e organizações determinaram que os produtos da biotecnologia não constituem ameaça ao ser humano nem ao meio ambiente. São exemplos:

- Academia Francesa de Medicina e Farmácia;
- Academia Francesa de Ciências;
- 3.200 cientistas de todo o mundo, que co-patrocinarão uma declaração sobre alimentos derivados da biotecnologia; e
- estudo conjunto realizado por sete academias de ciência nacionais: Academias de Ciência Nacionais de Estados Unidos, Brasil, China, Índia e México, além da Real Sociedade de Londres e da Academia de Ciências do Terceiro Mundo.

## HISTÓRICO

No pronunciamento de maio de 2003, sobre a solicitação de consultas, o Dr. C.S. Prakash (organizador de uma declaração pró-biotecnologia agrícola, assinada por 20 ganhadores do Prêmio Nobel e por mais de 3.200 cientistas) uniu-se a

Zoellick e Veneman, assim como T.J. Buthelezi, pequeno agricultor de produtos derivados da biotecnologia da África do Sul; Dr. Diran Makinde, Doutor em Medicina Veterinária, Ph.D., reitor da Escola de Agricultura, Universidade de Venda para Ciência e Tecnologia, África do Sul; Dr. Ariel Alvarez Morales, cientista-chefe, Departamento de Engenharia Genética Vegetal, Centro de Pesquisa e Estudos Avançados, Irapuato, México e representantes de outros países que participam do caso.

Desde o final dos anos 90, a UE tem adotado políticas que sabotam a biotecnologia agrícola e o comércio de alimentos produzidos pela biotecnologia. Seis Estados participantes (Áustria, França, Alemanha, Itália, Grécia e Luxemburgo) baniram as geneticamente modificadas aprovadas pela UE. Em 1998, Estados participantes passaram a bloquear todas as novas solicitações para produtos derivados da biotecnologia. Essa moratória para as aprovações está fazendo com que uma proporção crescente das exportações agrícolas norte-americanas seja excluída dos mercados da UE, e está causando injustamente preocupações quanto aos produtos derivados da biotecnologia em todo o mundo, especialmente nos países em desenvolvimento. A moratória não se aplica a nenhum dos produtos aprovados anteriormente, como milho e soja, que ainda são usados e estão disponíveis nos países participantes da UE. A contestação dos EUA à OMC abrange o boicote dos Estados participantes e a moratória de toda a UE.

Em 22 de julho de 2003, a UE adotou duas novas regulamentações para os produtos derivados da biotecnologia. A Norma de Rastreabilidade e Rotulagem exige que os produtos da biotecnologia possam ser rastreados ao longo de toda a cadeia comercial, e que os alimentos que contenham produtos de origem biotecnológica obedeçam a determinados requisitos de rotulagem. A Regulamentação para Alimentos e Rações Geneticamente Modificados implicará novos procedimentos para aprovação de produtos alimentares e rações, quando entrar em vigor, em cerca de seis meses. Como nenhuma dessas novas normas revoga a moratória ilegal para os produtos de origem biotecnológica, não afetam a contestação dos EUA da OMC. □

---

## CRONOLOGIA DA BIOTECNOLOGIA VEGETAL

---

*A biotecnologia vegetal é um processo preciso no qual técnicas científicas são utilizadas para desenvolver mais plantas. Vários pesquisadores visualizam a biotecnologia vegetal como a próxima etapa no refinamento de técnicas genéticas avançadas que se iniciou a milhares de anos atrás com a domesticação de plantas selvagens para a produção de alimentos.*

---

**4000 AC-1600 DC:** Os primeiros agricultores, como aqueles no Egito e nas Américas, guardavam sementes de plantas que produziam as melhores colheitas e as plantavam no ano seguinte para obter safras ainda melhores.

**1700-1720:** Thomas Fairchild, o pai esquecido dos jardins, cria a primeira planta híbrida da Europa.

**1866:** O monge austríaco Gregor Mendel publica um importante trabalho sobre a hereditariedade que descreve como as características das plantas são passadas de geração para geração.

**1870-1890:** Pesquisadores de plantas fazem cruzamentos de algodão para desenvolver centenas de novas variedades com qualidade superior.

**1871- princípio de 1900:** O pesquisador Luther Burbank desenvolve a Batata Russet Burbank e depois prossegue no desenvolvimento de várias novas frutas híbridas como ameixas, frutas tipo bagas (berries) e pêssegos.

**1908:** O primeiro maís híbrido dos EUA é produzido por G.H. Shull do Instituto Carnegie por meio de autopolinização.

**1919:** A palavra “biotecnologia” é cunhada pelo engenheiro húngaro Karl Ereky.

**1930:** Inspirado nos escritos de Luther Burbank, o Congresso dos EUA aprova a Lei de Patentes de Plantas, tornando patenteável os produtos de reprodução de plantas.

**1933:** O maís híbrido torna-se disponível comercialmente nos Estados Unidos, triplicando a produção de maís dos 50 anos anteriores.

**1953:** James Watson e Francis Crick descrevem a estrutura em dupla hélice do ácido desoxirribonucléico (DNA), proporcionando mais compreensão sobre como o DNA transporta as informações genéticas.

**Década de 1960:** Após décadas de trabalho, Norman Borlaug cria o trigo-anão que aumenta a produção em 70%, lançando a Revolução Verde que ajuda a salvar milhões de vidas.

**1973:** Stanley Cohen e Hubert Boyer extraem com sucesso um gene de um organismo e o transferem para outro, lançando a era moderna da biotecnologia.

**1978:** O laboratório de Boyer cria uma versão sintética do gene da insulina humana.

**1982:** É produzida a primeira planta desenvolvida pela biotecnologia – uma planta do tabaco resistente a um antibiótico. O avanço abre caminho para que características benéficas como, por exemplo, resistência a insetos, sejam transferidas às plantas.

**1985:** São realizadas nos Estados Unidos experiências de campo com plantas derivadas da biotecnologia resistentes a insetos, vírus e bactérias.

**1986:** A EPA (Agência de Proteção Ambiental) aprova a liberação da primeira safra produzida por meio de biotecnologia – cultura de tabaco. Uma estrutura coordenada para a regulamentação dos produtos derivados da biotecnologia é estabelecida.

**1991:** O Serviço de Inspeção e Defesa Vegetal e Animal (Aphis) do Departamento de Agricultura dos EUA (USDA) publica diretrizes para experiências de campo de culturas produzidas pela biotecnologia.

**1994:** Um tomate FlavSavr™, desenvolvido pela biotecnologia para ter mais sabor e uma maior durabilidade do que os tomates convencionalmente cultivados, é aprovado pela FDA para venda no varejo nos EUA.

**1995-96:** Maís e soja derivados da biotecnologia são aprovados para venda, e o algodão desenvolvido pela biotecnologia é comercializado nos Estados Unidos. As culturas de origem

biotecnológica tornam-se a tecnologia mais rapidamente adotada na história da agricultura.

**1996:** Agricultores de seis países cultivam culturas provenientes da biotecnologia em 4,2 milhões de acres (1,7 milhão de hectares).

**1999:** Cientistas alemães e suíços desenvolvem o arroz dourado, fortificado com betacaroteno, que estimula a produção de vitamina A, que pode impedir algumas formas de cegueira.

**2000:** O primeiro genoma completo de uma planta é seqüenciado, *Arabidopsis thaliana*, oferecendo aos pesquisadores maior compreensão dos genes que controlam características específicas em várias outras plantas da agricultura.

Agricultores de 13 países cultivam culturas derivadas da biotecnologia em 44,2 milhões de hectares, um aumento de 25 vezes em relação a 1996.

**2001:** Cientistas canadenses e norte-americanos desenvolvem um tomate derivado da biotecnologia que floresce em condições salinas, uma descoberta com potencial para criar tomates e outras culturas que se desenvolvam em condições extremas.

A Comunidade Européia libera US\$ 64 milhões para um estudo de 15 anos que envolve mais de 400 equipes de pesquisa em 81 projetos. Ela admite que os produtos da biotecnologia não apresentam mais risco à saúde humana ou ao meio ambiente do que as culturas convencionais.

A EPA renova o registro do algodão e do milho modificados por genes do *Bacillus thuringiensis* (Bt), declarando que eles não apresentam qualquer risco à saúde ou ao meio ambiente.

**2002:** O estudo do Centro Nacional de Política Agrícola e Alimentar (NCFAP) descobre que seis culturas desenvolvidas pela biotecnologia cultivadas nos Estados Unidos – soja, milho, algodão, mamão papaia, abóbora e canola – produzem um adicional de 1,8 milhão de toneladas de alimentos e fibras na mesma área de plantio, melhoram a receita da propriedade agrícola em US\$ 1,5 bilhão e reduzem o uso de pesticidas em 210 mil toneladas.

---

*Reimpresso a partir do site do Conselho de Informações sobre Biotecnologia, 2003.*

---

# GLOSSÁRIO DE TERMOS DE BIOTECNOLOGIA

---

**Agricultura orgânica:** Conceito e prática de produção agrícola que se concentra na produção sem uso de pesticidas sintéticos. O USDA criou um conjunto de padrões nacionais que pode ser encontrado no site: <http://www.ams.usda.gov/nop>.

***Agrobacterium tumefaciens:*** Bactéria flagelada, Gram-negativa e em forma de bastonete, agente da galha de coroa em plantas. Após a infecção, o plasmídeo TI da bactéria integra-se ao DNA da planta hospedeira e a presença da bactéria não é mais necessária para o crescimento da célula. Essa bactéria é utilizada atualmente para transferir material genético em plantas por meio da biotecnologia.

**Biotecnologia:** Conjunto de técnicas biológicas desenvolvidas por meio de pesquisa básica e agora aplicado à pesquisa e desenvolvimento de produtos. A biotecnologia diz respeito à utilização de DNA recombinante, fusão celular e novas técnicas de bioprocessamento.

**Célula:** A menor unidade de vida considerada possível. A maior parte dos organismos consiste em mais de uma célula. As células especializam-se em determinadas funções para permitir que o organismo inteiro funcione de maneira adequada. Elas contêm DNA e muitos outros elementos que permitem o funcionamento celular.

**Cromossomos:** A estrutura genética auto-replicável das células, que contém o DNA celular. Os seres humanos têm 23 pares de cromossomos.

***CryIA:*** Proteína derivada da bactéria *Bacillus thuringiensis*, tóxica para alguns insetos quando ingerida. Essa bactéria é amplamente encontrada na natureza, tendo sido usada como inseticida por décadas, embora constitua menos de 2% do total de inseticidas utilizados.

**Cultivar:** Sinônimo de variedade; equivalente internacional de variedade.

**Cultura de tecidos:** Processo de produção de plantas em laboratório a partir de células e não de sementes. Essa técnica é usada na reprodução vegetal tradicional, como também na biotecnologia agrícola.

**Defensivos incorporados nas plantas:** Antigamente conhecidos como pesticidas vegetais, os defensivos incorporados nas plantas (PIP) são substâncias que agem como pesticidas produzidos e utilizados por uma planta para protegê-la contra pragas como insetos, vírus e fungos.

**Derivados da biotecnologia:** Utilização da biologia molecular e/ou tecnologia de DNA recombinante, ou transferência de genes *in vitro*, com o fim de desenvolver produtos ou dotar plantas ou organismos vivos de capacidades específicas.

**DNA (ácido desoxirribonucléico):** Material genético de todas as células e de muitos vírus. A molécula que codifica as informações genéticas. O DNA é uma molécula de duas cadeias unidas por ligações fracas entre pares de base de nucleotídeos. Os quatro nucleotídeos do DNA contêm as bases adenina (A), citosina (C), guanina (G) e timina (T). Na natureza, os pares de bases formam-se apenas entre A e T e entre G e C; assim, a seqüência de bases de cada cadeia pode ser deduzida daquela de sua parceira.

**Dupla hélice:** A forma de escada em espiral assumida por duas cadeias lineares de DNA quando nucleotídeos complementares em cadeias opostas se fundem.

**Engenharia genética:** Técnica usada para remover, modificar ou acrescentar genes em uma molécula de DNA, com o fim de alterar as informações que ela contém. Ao alterar essas informações, a engenharia genética modifica o tipo e a quantidade de proteínas que um organismo é capaz de produzir, permitindo que ele crie novas substâncias ou desempenhe novas funções.

**Eucariota:** Organismo cujas células têm (1) cromossomos com estrutura nucleossômica, separados do citoplasma por um envoltório nuclear de duas membranas e (2) compartimentalização de funções em organelas citoplasmáticas distintas. Comparar com procariotas (bactérias e cianobactérias).

**Fluxo gênico:** Troca de traços genéticos entre populações por movimento de indivíduos, gametas ou esporos. Envolve a disseminação por dispersão de novas variantes entre diferentes populações.

**Fronteiras biológicas:** Conceito que diferencia um organismo de outro e sugere que os organismos não podem ou não devem trocar material genético entre si. Um conceito alternativo diz que os genes são definidos não pelo seu organismo de origem, mas por sua função. À medida que os cientistas foram identificando genes em organismos aparentemente não relacionados, como plantas e seres humanos, descobriram genes idênticos em cada um deles.

**Gene:** Unidade de hereditariedade física e funcional fundamental. Um gene é uma seqüência ordenada de nucleotídeos situada em uma determinada posição em um determinado cromossomo, que codifica um produto funcional específico (como uma proteína ou uma molécula de RNA).

**Genética:** Estudo dos padrões de hereditariedade de características específicas.

**Genoma:** Todo o material genético dos cromossomos de um determinado organismo; seu tamanho é geralmente o número total de seus pares de bases.

**Híbrido:** Sementes ou plantas produzidas por polinização cruzada controlada, em oposição a sementes produzidas por polinização natural. As sementes híbridas são selecionadas para ter características superiores (por exemplo, mais rendimento ou tolerância a pragas).

**Manejo da resistência:** Podem ser usadas estratégias para retardar a ocorrência da resistência. Na área de manejo da resistência de insetos, essas estratégias incluem a utilização de um "refúgio", no qual o inseto será poupado do pesticida usado no restante da plantação.

**Milho Bt:** Milho desenvolvido por meio da biotecnologia, de modo que os tecidos vegetais manifestem uma proteína derivada de uma bactéria, *Bacillus thuringiensis*, que é tóxica para alguns insetos, mas não para os seres humanos e outros mamíferos.

**Moléculas de DNA recombinante (rDNA):** Combinação de moléculas de DNA de diferentes origens unidas por meio de tecnologias de DNA recombinante.

**Mutação:** Qualquer alteração hereditária na seqüência de DNA.

**Nucleotídeo:** Subunidade de DNA ou RNA que consiste em uma base de hidrogênio (adenina,

guanina, timina ou citosina no DNA; e adenina, guanina, uracil ou citosina no RNA), uma molécula de fosfato e uma molécula de açúcar (desoxirribose no DNA e ribose no RNA). Milhares de nucleotídeos são ligados para formar uma molécula de DNA ou de RNA.

**Organismo geneticamente modificado (OGM):** De modo geral, o rótulo OGM e o termo "transgênico" são usados para indicar organismos que adquiriram novos genes de outros organismos por meio de métodos laboratoriais de "transferência de genes".

**Óvulo:** Excrescência do ovário de uma planta, que encerra um embrião.

**Pistola de genes:** Dispositivo inventado na Universidade de Cornell que permite que o material genético seja introduzido em um novo organismo. O material genético do doador é "injetado" nas células do receptor e incorporado ao seu DNA.

**Plantas tolerantes a herbicidas:** Plantas que foram desenvolvidas para sobreviver a aplicações de um ou mais herbicidas comerciais devido à incorporação de certos genes, por meio de métodos da biotecnologia, como a engenharia genética ou métodos tradicionais de reprodução (como mutação natural, química ou por radiação).

**Pólen:** Células que portam o DNA masculino da planta.

**Práticas de conservação do solo:** Veja práticas de preparo mínimo do solo.

**Práticas de preparo mínimo do solo:** Práticas que permitem aos agricultores reduzir a lavra para conservar a superfície arável do solo e seus nutrientes.

**Procariota:** Organismos, principalmente bactérias e cianobactérias (antes conhecidas como algas azul-esverdeadas), caracterizados por possuir um cromossomo de DNA desnudo simples, às vezes dois cromossomos, geralmente de estrutura circular, sem membrana nuclear e com poucas organelas e apenas uma membrana plasmática e ribossomos.

**Produtos da biomassa:** Combustíveis, produtos químicos, material de construção, eletricidade ou calor produzidos a partir de materiais biológicos. O termo pode incluir qualquer produto energético, comercial ou industrial, que não seja alimento ou ração animal, que utilize produtos biológicos ou

materiais renováveis de natureza agrícola (vegetal, animal e marinho) ou florestal.

**Proteína:** Molécula grande composta de uma ou mais cadeias de aminoácidos em uma ordem específica. A ordem é determinada pela seqüência de bases de nucleotídeos no gene que codifica a proteína. As proteínas são necessárias devido a sua estrutura, função e regulação das células, tecidos e órgãos do corpo; e cada proteína tem funções únicas. Hormônios, enzimas e anticorpos são exemplos de proteínas.

**Recombinação:** Processo pelo qual a prole deriva uma combinação de genes diferentes da dos genitores.

**Reprodução por mutação:** Práticas comumente utilizadas na reprodução vegetal e em outras áreas, segundo as quais produtos químicos ou radiação são aplicados a organismos inteiros, por exemplo, plantas ou células, de modo que ocorram alterações no DNA dos organismos. Essas alterações são então avaliadas para verificar seus efeitos benéficos, como a resistência a doenças.

**Reprodução seletiva:** Realização de cruzamentos ou acasalamentos de organismos, de modo que a prole tenha uma característica desejada derivada de um dos genitores.

**Reprodução tradicional:** Modificação de plantas e animais por meio de reprodução seletiva. As práticas usadas na reprodução vegetal tradicional podem incluir aspectos da biotecnologia, como a cultura de tecidos e a reprodução por mutação.

**Resistência a pesticidas:** Alteração genética em resposta à seleção por pesticida, que resulta no desenvolvimento de cepas capazes de sobreviver a uma dose que é letal para a maioria dos indivíduos de uma população normal. A resistência pode desenvolver-se em insetos, ervas daninhas ou patógenos.

**Rotulagem de alimentos:** Processo de criação de listas dos ingredientes contidos nos alimentos. Com os rótulos, a lista dos ingredientes pode ser verificada. Cabe à Agência de Controle de Alimentos e Medicamentos dos EUA definir o que é declarado nos rótulos.

**Seleção natural:** Conceito desenvolvido por Charles Darwin, segundo o qual os genes que produzem características mais favoráveis em um

determinado ambiente serão mais abundantes na próxima geração.

**Splicing (montagem) de genes:** Isolamento de um gene de um organismo, seguido de sua introdução em outro organismo por meio de técnicas da biotecnologia.

**Splicing:** Veja *splicing* (montagem) de genes.

**StarLink™:** Variedade de milho resistente a insetos, não rotulada para consumo humano.

**Tecnologia de DNA recombinante:** Procedimento usado para unir segmentos de DNA em um sistema livre de células (ambiente externo a uma célula ou organismo). Em condições apropriadas, uma molécula de DNA recombinante pode penetrar na célula e se reproduzir de maneira autônoma ou após se integrar a um cromossomo celular.

**Transgênico:** Contendo genes alterados devido à inserção de DNA de um organismo não aparentado. Retirar genes de uma espécie e inseri-los em outra espécie, com o fim de que aquela característica se manifeste na prole.

**Variedade:** Subdivisão de uma espécie para fins de classificação taxonômica. É sinônimo de cultivar, denotando um grupo de indivíduos geneticamente distintos de outros grupos de indivíduos da espécie. Variedade agrícola é um grupo de plantas semelhantes que, devido a características estruturais e de desempenho, distinguem-se de outras variedades na mesma espécie.

**Vírus:** Ser biológico não celular que pode se reproduzir apenas na célula hospedeira. Os vírus consistem de ácido nucléico revestido por proteína; alguns vírus animais são revestidos por uma membrana. Dentro da célula infectada, o vírus usa a capacidade de síntese do hospedeiro para se reproduzir.

**Vitaminas:** Várias substâncias que, em quantidades diminutas, são essenciais à nutrição de animais e plantas. □

---

Fonte: *Agricultural Biotechnology: Informing the Dialogue*. Cornell University College of Agriculture and Life Sciences: Ithaca NY. 2003

---

## LEITURAS ADICIONAIS SOBRE BIOTECNOLOGIA

---

Apel, Andrew, et. al. *To Die or Not to Die: This is the Problem - What is the Impact of GMOs on Sustainable Agriculture in Zambia?* [Morrer ou não Morrer: Eis o Problema – Qual é o Impacto dos OGMs na Agricultura Sustentável na Zâmbia?] Tuskegee AL: Universidade de Tuskegee. 2002.

Bruinsma, Jelle, org. *World Agriculture: Toward 2015/2030* [Agricultura Mundial: Rumo a 2015/2030]. Roma, Itália: Organização para Alimentação e Agricultura. 2003.

Carpenter, Janet et. al. *Comparative Environmental Impacts of Biotechnology-Derived and Traditional Soybean, Corn [Maize] and Cotton Crops* [Impactos Ambientais Comparativos das Culturas de Soja, Milho (Maís) e Algodão Derivadas da Biotecnologia e Tradicionais]. Ames IA: Conselho de Ciência e Tecnologia Agrícola. 2002.

Carter, Colin A. e Guillaume P. Gruere. *Mandatory Labeling of Genetically Modified Foods: Does It Really Provide Consumer Choice?* [Rotulagem Obrigatória de Alimentos Geneticamente Modificados: Ela Realmente Possibilita Escolha ao Consumidor?] Davis CA: Universidade da Califórnia-Davis. 2003.

Chassy, Bruce et. al. *Evaluation of the U.S. Regulatory Process for Crops Developed Through Biotechnology* [Avaliação do Processo Regulatório Norte-Americano de Culturas Desenvolvidas pela Biotecnologia]. Ames IA: Conselho de Ciência e Tecnologia Agrícola. 2001.

Chrispeels, Maarten e David Sadava. *Plants, Genes and Crop Biotechnology* [Plantas, Genes e Biotecnologia Agrícola]. Sudbury MA: Jones and Barlett Publishers. 2003.

Colin, Thomas J., org. *Biotech Foods: Should They Be More Stringently Regulated?* [Alimentos Derivados da Biotecnologia: Eles Deveriam ser Regulados com mais Rigor?] Washington DC: Congressional Quarterly, Inc. 2001.

Conko, Gregory. *Regulation: The Benefits of Biotech* [Regulamentação: os Benefícios da Biotecnologia]. Washington DC: Instituto Cato. 2003.

Conselho de Agricultura e Recursos Naturais e Conselho de Biociências da Academia Nacional de Ciências. *Animal Biotechnology: Science-Based Concerns* [Biotecnologia Animal: Preocupações Embasadas na Ciência]. Washington DC: National Academies Press. 2002.

Conselho Nacional de Biotecnologia Agrícola (NABC). *Genetically Modified Food and the Consumer* [O Alimento Geneticamente Modificado e o Consumidor]. Ithaca NY: NABC. 2001.

Cuffaro, N., et. al. *Biotechnology, Agriculture and the Developing World* [Biotecnologia, Agricultura e o Mundo em Desenvolvimento]. Northampton MA: Edward Elgar Publishing. 2002.

DeGregori, Thomas. *Bountiful Harvest: Technology, Food Safety and the Environment* [Safra Abundante: Tecnologia, Segurança Alimentar e o Meio Ambiente]. Washington DC: Instituto Cato. 2003.

Etherton, Terry, et. al. *Biotechnology in Animal Agriculture: An Overview* [Biotecnologia na Agricultura Animal: uma Visão Geral]. Ames IA: Conselho de Ciência e Tecnologia Agrícola. 2003.

Foster, Max, Peter Berry e John Hogan. *Market Access Issues for GM Products: Implications for Austrália* [Questões de Acesso a Mercados para Produtos GM: Conseqüências para a Austrália]. Canberra, Austrália: Escritório Australiano de Economia Agrícola e de Recursos. 2003.

Frewer, Lynn, et. al. *Communicating the Risks and Benefits of Genetically Modified Foods: Effects of Different Information Strategies* [Informações sobre os Riscos e Benefícios dos Alimentos Geneticamente Modificados: Efeitos de Diferentes Estratégias de Informação]. Aarhus, Dinamarca: Escola de Administração de Empresas Aarhus. 2000.

Hine, Susan e Maria L. Loureiro. *Understanding Consumers' Perceptions Toward Biotechnology and Labeling* [Para Entender as Percepções dos Consumidores com relação à Biotecnologia e Rotulagem]. Long Beach CA: Associação Americana de Economia Agrícola. 2002.

Hossain, Ferdhaus, et. al. *Uncovering Factors Influencing Public Perceptions of Food Biotechnology [Descobrimos os Fatores que Influenciam as Percepções do Público com relação à Biotecnologia de Alimentos]*. New Brunswick NJ: Instituto de Política Alimentar. 2002.

Ives, Catherine, Andrea Johanson e Josette Lewis. *Agricultural Biotechnology: A Review of Contemporary Issues [Biotecnologia Agrícola: Análise de Questões Contemporâneas]*. Washington DC: Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional. 2001.

Lacy, Peter G. *Deploying the Full Arsenal: Fighting Hunger with Biotechnology [Uso do Arsenal Completo: Combate à Fome com a Biotecnologia]*. SAIS Journal. Washington DC: Universidade Johns Hopkins. 2003.

Murray, David. *Seeds of Concern: The Genetic Manipulation of Plants [Fonte de Preocupações: a Manipulação Genética das Plantas]*. Sydney Austrália: University of New South Wales Press. 2003.

Murray, Thomas e Maxwell Mehlman. *Encyclopedia of Ethical, Legal and Policy Issues in Biotechnology [Enciclopédia de Questões Éticas, Legais e Políticas da Biotecnologia]*. Nova York NY: John Wiley and Sons, Inc. 2000.

Nelson, Gerald, org. *Genetically Modified Organisms in Agriculture: Economies and Politics [Organismos Geneticamente Modificados na Agricultura: Economias e Políticas]*. Nova York NY: Academic Press. 2001.

Paarlberg, Robert L. *Issues in Science and Technology. Reinvigorating Genetically Modified Crops [Questões de Ciência e Tecnologia. Fortalecimento das Culturas Geneticamente Modificadas]*. Richardson TX: Universidade do Texas. 2003.

Persley, G.J. e L.R. MacIntyre. *Agricultural Biotechnology: Country Case Studies - A Decade of Development [Biotecnologia Agrícola: Estudos de Casos do País – Uma Década de Desenvolvimento]*. Wallingford England: CABI Publishing. 2001.

Phillips, Peter W.B. e William A. Carr. *The Biosafety Protocol and International Trade in Genetically Modified Organisms [O Protocolo de Biossegurança e o Comércio Internacional de Organismos Geneticamente Modificados]*. Saskatoon Canadá: Rede Canadense de Pesquisa sobre o Comércio de Alimentos Agrícolas. 2000.

Shelton, A.M., et. al. *Agricultural Biotechnology: Informing the Dialogue [Biotecnologia Agrícola: Informações sobre o Diálogo]*. Genebra NY: Universidade de Cornell. 2003.

Taylor, Michael R. e Jody S. Tick. *Post-Market Oversight of Biotech Foods: Is the System Prepared? [Vigilância Pós-Comercialização de Alimentos Derivados da Biotecnologia: o Sistema Está Preparado?]*. Washington DC: Recursos para o Futuro. 2003.

Tegene, Ababayehu, et. al. *The Effects of Information on Consumer Demand for Biotech Foods: Evidence from Experimental Auctions [Os Efeitos da Informação na Demanda do Consumidor por Alimentos Produzidos pela Biotecnologia: Evidências de Leilões Experimentais]*. Washington DC: Departamento de Agricultura dos EUA. 2003.

Thomas, J.A. e R.L. Fuchs, orgs. *Biotechnology and Safety Assessment [Biotecnologia e Avaliação da Segurança]*. Nova York NY: Academic Press. 2002.

---

# PRINCIPAIS CONTATOS E SITES NA INTERNET

---

## GOVERNO DOS ESTADOS UNIDOS

**Agência de Controle de Alimentos e Medicamentos (FDA)**  
**Centro de Segurança Alimentar e Nutrição Aplicada**  
[www.cfsan.fda.gov/~lrd/biotechm.html](http://www.cfsan.fda.gov/~lrd/biotechm.html)

**Agência de Proteção Ambiental**  
<http://www.epa.gov/opptintr/biotech/index.html>

**Departamento de Agricultura**  
[www.aphis.usda.gov/brs/](http://www.aphis.usda.gov/brs/)  
[www.ers.usda.gov/Topics/vView.asp?T=10100](http://www.ers.usda.gov/Topics/vView.asp?T=10100)

**Departamento de Estado**  
[http://usinfo.state.gov/gi/global\\_issues/biotechnology.html](http://usinfo.state.gov/gi/global_issues/biotechnology.html)

**Escritório do Representante de Comércio dos EUA**  
[www.ustr.gov/new/biotech.htm](http://www.ustr.gov/new/biotech.htm)

---

## INSTITUIÇÕES ACADÊMICAS E DE PESQUISA

**AgBios**  
[www.agbios.com/main.php](http://www.agbios.com/main.php)

**AgBiotechNet**  
[www.agbiotechnet.com](http://www.agbiotechnet.com)

**AgBioWorld**  
[www.agbioworld.org](http://www.agbioworld.org)

**Centro Nacional de Política Alimentar e Agrícola**  
[www.ncfap.org](http://www.ncfap.org)

**Centro para Questões de Alimentos Globais**  
[www.cgfi.com](http://www.cgfi.com)

**Conselho de Ciência e Tecnologia Agrícola**  
[www.cast-science.org](http://www.cast-science.org)

**Conselho Nacional de Biotecnologia Agrícola**  
[www.cals.cornell.edu/extension/nabc](http://www.cals.cornell.edu/extension/nabc)

**Iniciativa Pew sobre Alimentos e Biotecnologia**  
[www.pewagbiotech.org](http://www.pewagbiotech.org)

**Sistemas de Informações sobre Biotecnologia**  
[www.isb.vt.edu](http://www.isb.vt.edu)

**Sociedade Fitopatológica Norte-Americana**  
[www.apsnet.org/media/ps/](http://www.apsnet.org/media/ps/)

**Universidade de Cornell**  
[www.nysaes.cornell.edu/agbiotech/](http://www.nysaes.cornell.edu/agbiotech/)

---

## GRUPOS PATROCINADOS PELA INDÚSTRIA BIOTECNOLÓGICA

**Aliança para Alimentos Melhores**  
[www.betterfoods.org/promise/promise.htm](http://www.betterfoods.org/promise/promise.htm)

**Alimentos para o Nosso Futuro**  
[www.foodfuture.org.uk](http://www.foodfuture.org.uk)

**Associação das Indústrias de Biotecnologia**  
[www.bio.org/foodag/](http://www.bio.org/foodag/)

**Centro de Conhecimentos Biotecnológicos**  
[www.biotechknowledge.com](http://www.biotechknowledge.com)

**Check Biotech**  
[www.checkbiotech.org](http://www.checkbiotech.org)

**Conversa Franca sobre Biotecnologia**  
[www.dupont.com/biotech/](http://www.dupont.com/biotech/)

**Conselho de Informações sobre Biotecnologia**  
[www.whybiotech.com](http://www.whybiotech.com)

---

## ORGANIZAÇÕES INTERNACIONAIS

**Codex Alimentarius**  
[www.codexalimentarius.net/biotech.stm](http://www.codexalimentarius.net/biotech.stm)

**Organização para Alimentação e Agricultura**  
[www.fao.org/biotech](http://www.fao.org/biotech)

**Grupo Consultivo sobre Pesquisa Agrícola Internacional**  
[www.cgiar.org/biotech/rep0100/contents.htm](http://www.cgiar.org/biotech/rep0100/contents.htm)

**Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico**  
[www.oecd.org/topic/0,2686,en\\_2649-37437\\_1\\_1\\_1\\_1\\_37437,00.html](http://www.oecd.org/topic/0,2686,en_2649-37437_1_1_1_1_37437,00.html)

**Instituto Internacional de Pesquisa do Arroz**  
[www.irri.cgiar.org/apec/index.asp](http://www.irri.cgiar.org/apec/index.asp)

**Serviço Internacional para Pesquisa Agrícola Nacional**  
[www.isnar.cgiar.org/kb/Bio-index.htm](http://www.isnar.cgiar.org/kb/Bio-index.htm)

**Instituto Internacional de Pesquisa em Políticas Alimentares**  
[www.ifpri.org/themes/biotech/biotech.htm](http://www.ifpri.org/themes/biotech/biotech.htm)

# Perspectivas Econômicas

Volume 8

Revista Eletrônica do Departamento de Estado dos EUA

Número 3



BIOTECNOLOGIA  
AGRÍCOLA

— SETEMBRO DE 2003 —