Estudo divulgado na Europa revela que a semente alterada geneticamente do milho está eliminando a lagarta da borboleta monarca. Existe ainda a possibilidade de a bactéria usada na semente da soja contrair um vírus que a infectaria, podendo causar anomalias na semente e propagar-se para a cadeia alimentar.

Salto no escuro

A liberação dos produtos manipulados no Brasil é um salto no escuro. Os efeitos de longo prazo podem comprometer o meio ambiente e seus habitantes.

A Monsanto e a Dupont pretendem controlar o mercado de sementes detendo a produção biotecnológica que vai da semente ao alimento industrializado, resultando num primeiro instante em risco para o mundo.

Os planos empresariais talvez nos levem, mais cedo do que se poderia acreditar, a conhecer plantas estranhas que servirão de alimento químico à complexa cadeia composta por homens, animais, insetos, vegetais diversos, solo, água, ar etc. Os efeitos são imprevisíveis, tal o grau de incerteza quanto ao que se realizou até agora. Caso surja uma superplanta resistente, as multinacionais serão legalmente culpadas?

Diante dos argumentos levantados, o mais prudente parece ser a interrupção imediata do plantio e da comercialização de plantas transgênicas para a realização de estudos mais efetivos. A análise da Legislação que deu respaldo ao estabelecimento dessas plantas no Brasil – Lei de Proteção de Cultivares; Lei de Biossegurança; Decreto 1.752 da CTNBio; IN 18 sobre o Roundup; comunicado 54 da CTNBio – também seria fundamental.

Bibliografia

Agroeconomia. Informe publicitário especial sobre agropecuária e negócios da revista *Exame*, n. 684, 1999.

Araújo, Ney B. de; Wedekin, Ivan & Pinazza, L.A. *Complexo agroindustrial – o agribusiness brasileiro*. São Paulo, Agroceres, 1991.

Associação Brasileira de Agribusiness. Segurança alimentar: uma abordagem de agribusiness. São Paulo, Abag, 1993.

Folha de S. Paulo, diversos números.

Fundação Getúlio Vargas. *Agroanalysis*, diversos números.

Gazeta Mercantil, diversos números.

De Luca, Cristina Aparecida Ito. Crédito agrícola de custeio na cultura do soja no estado de São Paulo no período de 1975 a 1985. Dissertação de mestrado. São Paulo, PUC, 1996.

O Estado de São Paulo, diversos números.

Wald, Salomon. Biotecnologia estimula abertura de mercados. *Panorama da Tecnologia*, MIC, 1989.

Guerra de informação

Argumentos falaciosos e erros grosseiros ainda pontificam no debate que envolve a liberação dos produtos transgênicos

PAULOARRUDA

A utilização de plantas transgênicas na agricultura tem suscitado uma polêmica monumental entre ambientalistas, indústria de biotecnologia e órgãos governamentais e não governamentais, que não conseguem se entender sobre os riscos ecológicos e para a saúde oferecidos por essas plantas.

Os argumentos nem sempre são claros e os dados em que se baseiam nem sempre se originam de pesquisas conduzidas com o necessário rigor científico. Isso não beneficia ninguém e muitas vezes amedronta as pessoas, despertando prevenção contra a tecnologia em si e contra a ciência de maneira geral.

É fundamental que a discussão seja acompanhada de informações mais amplas, baseadas em fatos comprovados e sobretudo numa linguagem mais acessível ao cidadão comum.

Melhoramento genético

As espécies animais e vegetais utilizadas hoje em dia são o produto de centenas de anos de me-



Paulo Arruda *é livre-docente MS-Y do Departamento de Genética e Evolução do Instituto de Biologia, Centro de Biologia Molecular e Engenharia Genética da Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.*

lhoramento genético visando à seleção de tipos mais resistentes a doenças e com melhor qualidade e produtividade.

A partir do início deste século, o desenvolvimento de métodos experimentais, que aliavam cruzamentos genéticos direcionados e métodos estatísticos eficientes de análise, trouxe expressivos ganhos de produtividade à maioria das espécies utilizadas pelo homem.

Essas metodologias implicam identificação de variantes genéticos originados por mutações e/ou recombinações, alterações que ocorrem naturalmente ou são induzidas com tratamentos químicos ou físicos. Identificados os variantes genéticos, os genes que determinam as características desejadas são transferidos ou incorporados em variedades mais produtivas ou então são utilizados para a produção de novas variedades. Isso tudo é feito através de cruzamento e seleção, processo que pode demorar até uma dezena de anos.

Com o desenvolvimento da biologia molecular no final da década de 70, vislumbrou-se a possibilidade de introduzir genes responsáveis por características agronômicas desejáveis diretamente nas variedades mais produtivas, encurtando o tempo para seu desenvolvimento.

Essas tecnologias deram origem aos chamados organismos geneticamente modificados (OGMs), em que genes isolados no laboratório, oriundos da mesma espécie ou de espécies diferentes, são inseridos numa determinada espécie para conseguir novas características. Por exemplo, um gene de uma bactéria comum de solo, que produz uma proteína tóxica para os insetos, pode ser introduzido em plantas de milho, algodão e soja para torná-las resistentes.

ARGUMENTOS OBSCUROS E dados que nem sempre se originam de pesquisas conduzidas com o necessário rigor científico não beneficiam ninguém e muitas vezes amedrontam as pessoas, despertando prevenção contra a tecnologia em si e contra a ciência de maneira geral.

Essa modificação genética permite que a proteína inseticida seja produzida nas folhas das plantas, matando os insetos quando se alimentam.

Novo horizonte

A tecnologia dos transgênicos abriu infinitas possibilidades, pois permite que as plantas possam ser modificadas em laboratório não só para melhor resistir a pragas ou herbicidas, mas para produzir proteínas de melhor qualidade nutritiva, óleos menos nocivos à saúde, substâncias raras de uso médico ou agroindustrial etc. Tudo isso poderá ser produzido pelos métodos convencionais de melhoramento. A modificação genética em laboratório apenas acelera o processo.

A preocupação com os riscos potenciais dos transgênicos para a saúde humana, para os ecossistemas ou para a biodiversidade em geral aumentou consideravelmente após a espetacular expansão da área cultivada com essas plantas. Em 1998 cerca de 28 milhões de hectares foram plantados com OGMs nos Estados Unidos, Argentina, Canadá, Austrália, México, Espanha, França e África do Sul.

Transgênicos Bt

Os dois tipos de transgênicos cujo plantio em larga escala tem produzido as maiores controvérsias são as plantas tolerantes a insetos ou tolerantes a herbicidas.

Os transgênicos tolerantes a insetos foram produzidos pela inserção nas plantas do gene de uma proteína tóxica para insetos, denominada Bt, presente na bactéria comum de solo *Bacillus thuringiensis*. Já os transgênicos tolerantes a herbicidas foram produzidos pela inserção de genes de bactérias ou pela modificação de genes da própria planta.

No caso dos transgênicos tolerantes a insetos, os ambientalistas argumentam que tais plantas podem matar, além dos insetos considerados pragas, insetos benéficos, pássaros e eventualmente animais. Um outro risco potencial é que o plantio em larga escala dessas plantas poderia resultar na seleção de insetos resistentes ou imunes à toxina, levando ao aparecimento de superpragas.

Suspensões da bactéria Bt têm sido porém amplamente pulverizadas sobre plantações de diversas espécies para o controle biológico de insetos. Essa prática é utilizada inclusive pelos adeptos da chamada agricultura orgânica.

Quais os resultados concretos que amparam tais argumentos? Na verdade são muito poucos e nem sempre obtidos com a finalidade de testar os benefícios ou malefícios de um transgênico já aprovado para comercialização.

Resultados experimentais, obtidos em laboratório, mostraram que uma toxina inseticida produzida em plantas transgênicas de batata reduziu a fertilidade e diminuiu o tempo de vida de pássaros que ingeriram insetos que se alimentaram de tais plantas. Entretanto, nesse caso, a toxina era uma proteína encontrada naturalmente na soja e em outras leguminosas, da qual já se sabia previamente ser tóxica para os animais e para o homem. Nesse caso, é pouco provável que transgênicos produzidos com essa proteína sejam liberados para comercialização.

Outro exemplo publicado recentemente mostrou que grãos de pólen de milho transgênico Bt colocados sobre folhas de outras plantas foram ingeridos por larvas de borboleta que tiveram seu desenvolvimento reduzido e vieram a morrer. Como os grãos de pólen em plantações de milho se dispersam por cerca de 60 metros ao redor da plantação, os autores sugerem que o milho transgênico Bt poderia causar um desequilíbrio ecológico, matando insetos benéficos ao ecossistema.

Outro experimento mostrou que larvas de insetos benéficos morreram, depois de ingerir larvas de insetos considerados praga alimentados com plantas transgênicas Bt.

Condições diferenciadas

Experimentos conduzidos em laboratório não podem ser extrapolados diretamente para a situação de campo, onde inúmeros outros fatores agem sobre o sistema.

É possível que a utilização de transgênicos bt venha a diminuir o uso indiscriminado de inseticidas químicos, resultando em benefícios ao meio ambiente, com menos poluição e menor efeito nos insetos benéficos, uma vez que comprovadamente a pulverização em larga escala de pesticidas tem causado ao longo dos anos enormes desequilíbrios ecológicos, além de afetar diretamente o

agricultor descuidado com seu manuseio.

Resultados obtidos por William Hutchison, da Universidade de Minnesota, EUA (http://www.ent.iastate.edu/entsoc/ncb99/prog/abs/d51.html), mostraram não haver diferença no número de insetos benéficos entre campos de milho transgênico Bt e campos de milho não transgênicos. Além disso, dados do National Center for Food and Agricultural Policy, Washington, EUA (http://www.ncfap.org/biotech/sld014.htm), mostram que está havendo um declínio no uso de pesticidas, coincidente com o início do uso dos transgênicos Bt.

EXPERIMENTOS EM LABORATÓRIO mostraram que uma toxina inseticida produzida em plantas transgênicas de batata prejudicou pássaros que ingeriram insetos alimentados dessas plantas. Mas essa toxina é encontrada em várias leguminosas e já se sabia ser tóxica para homens e animais.

Tolerantes a herbicidas

Argumenta-se que os genes responsáveis pela tolerância a herbicidas podem se dispersar através dos grãos de pólen, que cruzariam com plantas da mesma família, consideradas pragas. Daí surgiriam superervas daninhas tolerantes a herbicidas. Como conseqüência disso, os agricultores passariam a utilizar herbicidas em doses cada vez maiores para controlar essas superpragas, levando a desastres ecológicos.

De fato, resultados obtidos em laboratório mostraram que plantas transgênicas de canola tolerantes a herbicida cruzadas com uma espécie de rabanete selvagem considerado praga produziram descendentes tolerantes ao herbicida. Entretanto, nada indica que isso se repita em condições de campo, em função da diluição do gene responsável pela tolerância na ausência de pressão de seleção.

Há muito tempo se obtêm plantas tolerantes a herbicidas por melhoramento genético convencional. De uma forma geral a maioria das plantas é tolerante a algum tipo de herbicida, fato que tem levado as indústrias químicas a desenvolverem herbicidas seletivos para as mais diversas espécies de pragas. O uso de herbicidas seletivos, com efeito residual prolongado, é uma prática comum na agricultura moderna. Os agricultores utilizam diferentes herbicidas para diferentes culturas às vezes em uma única área, em uma única safra.

A realidade entretanto mostra que apesar da utilização massiva de diferentes herbicidas durante décadas, nas mesmas culturas que hoje são modificadas geneticamente, não se produziram ervas daninhas super-resistentes e/ou superinvasoras.

No caso dos transgênicos, a utilização de um único herbicida de amplo espectro, com efeitos residuais mínimos, possibilitaria uma agricultura menos agressiva ao meio ambiente e melhor conservação do solo, pois a pulverização dos campos mataria as ervas daninhas sem a necessidade de práticas intensivas de aragem para controlá-las. O uso de herbicidas de amplo espectro permitiria ainda o controle de diferentes ervas daninhas ao mesmo tempo, diminuindo o número e a quantidade de diferentes herbicidas utilizados.

Transparência nas pesquisas

Algumas empresas de biotecnologia, que já investiram bilhões em pesquisa e desenvolvimento de transgênicos, e os órgãos governamentais responsáveis pela regulamentação do seu uso já fizeram pesquisas em quantidade e qualidade suficientes para identificar os riscos ecológicos e para a saúde humana advindos dessa tecnologia.

Entretanto é fundamental que pesquisas feitas com rigor científico sejam divulgadas nas revistas científicas especializadas e que toda a sociedade seja informada a seu respeito.

O progresso alcançado com o desenvolvimento científico e tecnológico proporcionado pela biologia molecular não pode ser prejudicado por argumentações infundadas. Pesquisadores de pouco crédito e organizações não governamentais têm produzido entrevistas na mídia e/ou elaborado publicações panfletárias com informações absurdas e erros grosseiros. Não transmitir as informações corretamente ao público é sem dúvida uma falha grave dos responsáveis pela indústria da biotecnologia em nosso país. Mas transmitir informações erradas à população é infinitamente mais danoso.

Benefícios a perder de vista

A biotecnologia aplicada à agroindústria terá um impacto dramático no início do próximo milênio em nosso país. Será possível aumentar significativamente a produção agrícola em imensas áreas de solo pobre, utilizando transgênicos mais eficientes na absorção de nutrientes e capazes de se desenvolver em solos ácidos. Regiões mais frias poderão se beneficiar de plantas transgênicas capazes de produzir calor. Proteínas, enzimas e carboidratos utilizados na agroindústria poderão ser produzidos em plantas transgênicas, diminuindo enormemente o custo de produção, beneficiando diretamente o consumidor e aumentando a competitividade de nossa indústria. Medicamentos e sobretudo vacinas poderão ser produzidos em plantas transgênicas a custos irrisórios.

No laboratório na Unicamp, desenvolvemos plantas transgênicas capazes de produzir o hormônio do crescimento humano. Esse hormônio custa hoje R$50,00 a dose e tem que ser tomado diariamente pelos portadores de nanismo entre outros. A demanda é de milhares de pessoas afetadas, a maioria das quais não tem condições para arcar com esse custo. A produção em plantas transgênicas pode reduzir 10 vezes o custo da dose.

A biologia molecular se desenvolve a uma velocidade sem precedentes na história da ciência. Dentro em breve teremos a nossa disposição as informações genéticas completas de centenas de organismos, o que possibilitará infinitas aplicações na saúde humana, animal e na preservação do meio ambiente. Só a desmistificação da ciência e a informação correta do público poderão nos livrar de atitudes medievais contra o seu progresso.

Textos consultados:

Assessing the threat to biodiversity on the farm. *Nature*, 1999, v.398, n. 654.

Environmental Entomology, 1998, v.27, n.480.

Losey, J. E.; Rayor, L.S. & Carter, M. E. *Nature*, 1999, v.399, n.214.

Moffat, A. S. Toting up early harvest of transgenic plants. *Science*, 1998, v.282, n.2.176.