

Seminário sobre Proteção da Agrobiodiversidade e Direito dos Agricultores

Propostas para enfrentar a contaminação transgênica do milho

Atas, Discussões e Encaminhamentos

Organizadores:

Gabriel Fernandes,
Gilles Ferment e
Juliana Avanci

Seminário sobre Proteção da Agrobiodiversidade e Direito dos Agricultores

Propostas para enfrentar a contaminação transgênica do milho

Atas, Discussões e Encaminhamentos

LUIZ INÁCIO LULA DA SILVA

Presidente da República

GUILHERME CASSEL

Ministro de Estado do Desenvolvimento Agrário

DANIEL MAIA

Secretário-Executivo do Ministério do Desenvolvimento Agrário

ROLF HACKBART

Presidente do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

ADONIRAM SANCHES PERACI

Secretário de Agricultura Familiar

ADHEMAR LOPES DE ALMEIDA

Secretário de Reordenamento Agrário

JOSÉ HUMBERTO OLIVEIRA

Secretário de Desenvolvimento Territorial

JOAQUIM CALHEIROS SORIANO

Coordenador-Geral do Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural

VINICIUS MACÁRIO

Coordenador-Executivo do Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural

Série NEAD Debate 19

Copyright 2009 MDA

PROJETO GRÁFICO, CAPA E DIAGRAMAÇÃO

Leandro Celes

REVISÃO E PREPARAÇÃO DE ORIGINALS

Cecilia Fujita

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO (MDA)

<www.mda.gov.br>

NÚCLEO DE ESTUDOS AGRÁRIOS E DESENVOLVIMENTO RURAL (NEAD)

SBN, Quadra 2, Edifício Sarkis – Bloco D loja 10 – sala S2 – Cep: 70040-910

Brasília/DF

Telefone: (61) 2020 0189

<www.nead.org.br>

PCT MDA/IICA – Apoio às Políticas e à Participação Social no Desenvolvimento Rural Sustentável

F359p
Ferment, Gilles

Seminário sobre proteção da agrobiodiversidade e direito dos agricultores: Propostas para enfrentar a contaminação transgênica do milho / Org. Gilles Ferment; Gabriel Fernandes; Juliana Avanci. – Brasília : MDA, 2010.

156p. ; 28 cm

ISBN 978-85-60548-59-0

Nota: Atas, discussões e encaminhamentos – discutidas e propostas no Seminário sobre Proteção da Agrobiodiversidade e Direito dos Agricultores, que ocorreu em 25 e 26 de agosto de 2009, em Curitiba-PR

1. Agricultura. 2. Biossegurança. 3. Transgênicos - milho. I. Título. II. Ferment, Gabriel. III. Fernandes, Gabriel. IV. Avanci, Juliana.

CDD 581.15

Gabriel Fernandes
Gilles Ferment
Juliana Avanci
(Organizadores)

Seminário sobre Proteção da Agrobiodiversidade e Direito dos Agricultores

Propostas para enfrentar a contaminação transgênica do milho

Atas, Discussões e Encaminhamentos

Ministério do Desenvolvimento Agrário

Brasília, 2010

Sumário

Apresentação	7
JOAQUIM CALHEIROS SORIANO Coordenador-Geral do NEAD/MDA	
Introdução	9
GABRIEL FERNANDES, GILLES FERMENT e JULIANA AVANCI Organizadores	
A crise do modelo	13
JEAN MARC VON DER WEID AS-PTA Agricultura Familiar e Agroecologia	
Transgênicos no Brasil: um resumo	17
GABRIEL BIANCONI FERNANDES AS-PTA Agricultura Familiar e Agroecologia	
Apontamentos sobre a legislação brasileira de biossegurança	25
ANDREA LAZZARINI SALAZAR e KARINA BOZOLA GROU IDEC – Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor	
Transnacionais, legislações e violações dos direitos dos agricultores	47
JULIANA AVANCI e LARISSA PACKER Assessora/Consultora Jurídica da Terra de Direitos	
Entendendo a CTNBio: piramidização, coexistência, aprovações, liberação comercial e monitoramento pós-liberação	57
JOSÉ MARIA GUSMAN FERRAZ Doutor em Ecologia e Membro da CTNBio	
Crônica de uma contaminação anunciada	69
ADRIANO RIESEMBERG e MARCELO SILVA Engenheiros Agrônomos	

Contaminação de cultivos de milho não transgênico por cruzamento com cultivos transgênicos no Uruguai	79
--	-----------

PABLO GALEANO
REDES-AT, Uruguai

Experiências agroecológicas [transcrições diretas de palestras]

Ações do MPA para uso e conservação de sementes crioulas no Estado de Santa Catarina	89
---	-----------

ANDERSON MUNARINI
MPA – Movimento dos Pequenos Agricultores

Feiras de sementes: mobilização local para evitar a contaminação por transgênicos	93
--	-----------

LUIS CLÁUDIO BONA e ANDRÉ JANTARA
AS-PTA Agricultura Familiar e Agroecologia

Impactos ecológicos das plantas transgênicas	97
---	-----------

GILLES FERMENT
Ecólogo (Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural – NEAD)

Considerações finais e encaminhamentos (Carta Política, elaborada no final do Seminário).....	143
---	------------

Lista dos Participantes	148
--------------------------------------	------------

Fontes de informação	153
-----------------------------------	------------

Sobre os Organizadores	155
-------------------------------------	------------

Apresentação

Os anos 1960 e 1970 foram marcados pela promessa de que seria possível acabar com a fome no mundo através da introdução de tecnologias modernas na agricultura. A chamada Revolução Verde espalhou-se pelos quatro cantos, implementando, em várias regiões, uma agricultura baseada na utilização de fertilizantes químicos, melhoramento de sementes, mecanização e irrigação, em vastos campos de monoculturas.

O que todo esse incremento nas técnicas agrícolas escondia era a estrutura social e econômica sobre a qual o aumento da produtividade se dava. Escondia, igualmente, as condições ambientais insustentáveis daquele modelo.

Passados mais de cinquenta anos, a promessa da Revolução Verde não se cumpriu e aprofundou-se ainda mais a desigualdade entre as populações no acesso aos alimentos. Hoje, cerca de 1 bilhão de pessoas passam fome, enquanto mais de 1,5 bilhão têm excesso de peso, em decorrência da má alimentação.

O que todo esse processo demonstrou é que a discussão sobre o modelo de produção de alimentos não pode ocorrer descolada da discussão sobre a forma como os recursos naturais são utilizados, do controle do mercado de alimentos e das formas de acesso da população a eles.

Mas o que temos visto hoje é a repetição desse mesmo processo, no qual a reprodução de técnicas agrícolas são propagandeadas como a solução de diversos problemas, sem que se discuta mais a fundo quem são os beneficiários dessas tecnologias.

Hoje, a nova onda verde baseia-se na suposta revolução que os alimentos geneticamente modificados podem causar. Novamente, os defensores dessas tecnologias esquivam-se de discutir o modelo como um todo.

Mesmo na presença de pesquisas que indicam que os transgênicos podem causar sérios distúrbios ecológicos, e apesar da falta de pesquisas mais abrangentes sobre os riscos para a saúde humana e animal, o poderoso *lobby* das empresas que detêm essas tecnologias tem conseguido a liberação da plantação e comercialização de seus produtos.

A força desse *lobby* é proporcional ao volume de recursos que as poucas empresas movimentam, pois esse é um mercado altamente concentrado. A extensão desse mercado oligopolizado pode levar, em curto período de tempo, a que as produções agrícolas de países inteiros passem a depender de poucas empresas, que fornecem a semente, o agrotóxico e ainda controlam o mercado de distribuição, cobrando altas taxas dos agricultores sobre a sua produção – os famosos *royalties*.

Mesmo com o avanço dos transgênicos, uma parcela de agricultores resiste a esse sistema, baseado na concentração tecnológica e fundiária, monocultura e exaustão dos recursos naturais. E o sucesso alcançado por essa parcela tem dado uma mostra cabal de que é possível produzir mais e melhor, com condições ambientais e sociais mais justas.

Esses agricultores têm seu direito de decidir o que e como plantar ameaçado, uma vez que não contamos com uma legislação que impeça a contaminação das lavouras por sementes geneticamente modificadas. Sabemos, no entanto, que normas rígidas que garantissem a prevenção da contaminação tornariam praticamente inviável a plantação de transgênicos.

Esperamos que esta publicação, integrante da *Série NEAD Debate*, possa ser mais uma contribuição para esse importante embate que travamos. A possibilidade de a soberania alimentar dos países ser decidida pelas suas próprias populações, e não pelo interesse de uma dezena de empresas, será consequência dessa disputa.

JOAQUIM CALHEIROS SORIANO
Coordenador-Geral do NEAD/MDA

Introdução

Nesses dois últimos anos, 16 tipos de plantas transgênicas, entre as quais 11 milhos, foram liberados comercialmente no Brasil. Uma liberação comercial implica não só o consumo por humanos e animais, mas também o plantio dessas espécies em todo o território nacional, lado a lado com as variedades já existentes e cultivadas há muitos anos. Assim, com a autorização do milho transgênico nasceu uma ameaça aos direitos dos agricultores de escolher o material genético que desejam plantar, colher e reproduzir e, por conseguinte, uma ameaça à agrobiodiversidade como um todo. Algumas dezenas de anos poderiam ser suficientes para homogeneizar, de maneira irreversível, grande parte da biodiversidade trabalhada conjuntamente pelas forças evolutivas e pelos povos e comunidades tradicionais durante gerações e gerações, e hoje conservada *in situ* por agricultores familiares e camponeses.

Dez anos de plantio de soja transgênica no país já revelaram aumentos sem precedentes na concentração do mercado sementeiro e no consumo de agrotóxicos, colocando o Brasil, agora, como o maior consumidor de venenos agrícolas do mundo, e agravando o contexto de concentração fundiária. As monoculturas intensivas avançam mais sobre o Cerrado, estendendo a fronteira agrícola por meios naturais de inestimada riqueza biológica. Em paralelo, nos mosaicos de pequenas e médias propriedades rurais que ocupam parte significativa do país, agricultores familiares e camponeses tiveram e continuam tendo suas colheitas de soja contaminadas. De um lado, isso resulta na perda da certificação orgânica para os agricultores e consumidores e, de outro, contribui para a erosão genética das variedades crioulas e convencionais de soja.

Esses dados revelam alguns dos impactos e riscos decorrentes do avanço do modelo do agronegócio, mas não permitem que se evidenciem os processos de resistência organizados pela sociedade civil. E foi justamente no contexto dessa dinâmica continuada de resistência e construção de alternativas que a AS-PTA e a Terra de Direitos organizaram o Seminário *Proteção da Agrobiodiversidade e Direitos dos Agricultores*.

“Os agricultores podem continuar a cultivar as variedades que escolherem? Como conservar sua autonomia diante das patentes das multinacionais? Como proteger suas lavouras da contaminação genética por variedades transgênicas?” Ainda não existem respostas claras para essas perguntas, o

que revela a necessidade de reflexões entre diferentes atores envolvidos na definição e aplicação de políticas agrícolas. São temáticas complexas que juntam elementos científicos a questões éticas e contextos socioeconômicos diversos.

O seminário, que ocorreu nos dias 25 e 26 de agosto de 2009, em Curitiba-PR, na Casa do Trabalhador (CEPAT), reuniu cerca de 80 representantes de organizações da sociedade civil, agricultores, professores e cientistas independentes, bem como membros do governo, para tratar da dita “coexistência” entre sistemas agrícolas de produção. A troca de experiências desses atores resultou em discussões ricas, promovendo um melhor entendimento da problemática e apontando a necessidade de um reforço nas ações em torno dos temas da agrobiodiversidade, dos direitos dos agricultores e de um modelo de desenvolvimento agrícola sustentável para todos.

Este livro, que contém as atas, discussões e encaminhamentos referentes ao “Seminário sobre Proteção da Agrobiodiversidade e Direito dos Agricultores: Propostas para enfrentar a contaminação transgênica do milho”, tem como objetivo resgatar elementos importantes dessas discussões, reunindo transcrições de experiências apresentadas e artigos complementares.

A presente publicação ressalta, já no seu início, a situação crítica na qual está inserida a nossa agricultura, destacando as incertezas em relação ao futuro que pairam sobre o modelo agrícola dominante baseado no paradigma tecnológico da Revolução Verde. Nesse sentido, é dado destaque ao esgotamento de recursos naturais necessários para sua continuidade, como, por exemplo, água e petróleo. O artigo seguinte resume a situação da agricultura transgênica no Brasil, apresentando, entre outros dados, as variedades geneticamente modificadas já liberadas no país.

Em seguida, advogados fornecem algumas noções sobre direitos dos agricultores familiares e sobre a Lei de Biossegurança, o que dará ao leitor elementos importantes para entender melhor como o Brasil transformou-se em um campo de experimentação transgênica gigante apesar de uma forte oposição da sociedade civil. Da teoria jurídica à prática, o relato apresentado por membros da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio, órgão responsável pela autorização de organismos transgênicos no país, revela a falta de ética e de rigor científico que predominam na análise de risco que deveria preceder uma liberação comercial de OGM.

Os dois artigos seguintes apontam para uma conclusão preocupante, que reforça plenamente a importância do seminário e desta publicação: a contaminação genética já passou do estatuto de risco a fato comprovado, apesar da existência de regras nacionais que supostamente assegurariam o contrário. Primeiramente, são apresentados dados preliminares, fruto do trabalho de fiscais envolvidos no monitoramento de uma (im)provável coexistência entre lavouras de milho transgênico e não transgênico no Estado do Paraná. Em segundo lugar, a comprovação de contaminação genética de milhos é exposta com base em dados de campo colhidos no Uruguai, num artigo simplificado do que fora entregue para o governo daquele país.

Diante das ameaças crescentes de contaminação, parte da sociedade civil vem buscando reforçar ações de conservação e uso da agrobiodiversidade, inclusive de variedades de milhos crioulos. Em paralelo, movimentos do campo se mobilizam para incentivar os agricultores a conhecer melhor

os riscos de contaminação e a se proteger. Tendo como base a transcrição de apresentações feitas durante o seminário, as experiências descritas nessa parte salientam os esforços e os resultados obtidos pelas organizações que atuam diretamente no campo junto com os agricultores.

Mas a problemática da coexistência não representa unicamente riscos legais e socioeconômicos para a sociedade. De fato, quando as taxas de contaminações crescem, são todos os riscos e incertezas para o meio ambiente, próprios aos cultivos de plantas transgênicas, que crescem simultaneamente. Os mais importantes e atuais desses impactos são expostos no artigo em questão, amplamente baseado em dados científicos publicados em revistas nacionais e internacionais.

Por fim, esta publicação traz a carta política aprovada por unanimidade ao final do seminário, sendo esta uma chamada aos poderes públicos e à sociedade civil para envolver-se ainda mais nesse debate nacional e internacional, a fim de que os direitos dos agricultores e dos cidadãos, bem como o meio ambiente na sua integridade, sejam respeitados legal e moralmente.

Em complemento, os leitores poderão achar no final da publicação os contatos dos participantes, assim como fontes de informação, no objetivo de facilitar futuros trabalhos em rede.

Em nome dos participantes do seminário, agradecemos ao Ministério do Meio Ambiente, ao Governo do Paraná, à Fundação Heinrich Böll e ao Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural do Ministério do Desenvolvimento Agrário, que apoiaram a realização do evento e participaram assim desse debate de grande importância.

Por fim, somos gratos, mais uma vez, ao Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural, que financiou na sua integralidade a presente publicação, tornando-a pública e possibilitando o acesso mais amplo às reflexões acerca do futuro de nossa alimentação, de nosso meio ambiente e, assim, de nossa sociedade.

Boa leitura!

OS ORGANIZADORES.

A crise do modelo¹

JEAN MARC VON DER WEID

AS-PTA Agricultura Familiar e Agroecologia

Não sei se está claro, para a maioria das pessoas, a natureza da crise que estamos vivendo. E não falo só da crise na agricultura. Há alguns elementos que se destacam no debate e que devem ser lembrados, entre eles o fato de as reservas de petróleo virem abaixando. No Brasil, esse efeito não é muito sentido pelos consumidores porque o governo não aumentou o preço da gasolina, nem do diesel. Enquanto houve aumento nos preços internacionais, o preço do combustível no Brasil ficou mais ou menos estável. O que vimos foram só pequenos aumentos. Já nos EUA, o preço quadruplicou e os consumidores sentiram no bolso. Tanto é que a maioria das análises indica que parte da atual crise financeira internacional explodiu em decorrência de uma crise de pagamentos, especialmente das prestações da casa própria, dando início, assim, a uma grande crise financeira.

Aqui no Brasil não se vive situação semelhante. Não sentimos a crise do petróleo no aumento do preço do combustível, mas a sentimos indiretamente, na agricultura, especialmente na subida dos custos dos insumos agrícolas. Os preços dos agrotóxicos e fertilizantes subiram muito no último período. No ano passado houve uma disparada dos preços, que continuam subindo este ano. Essa tendência de alta dos insumos foi contrária ao movimento do preço do petróleo, que desabou no mesmo período. Com isso, o preço dos insumos da agricultura moderna continua num patamar bastante alto, ou seja, vamos percebendo que há elementos de crise dispersos aqui e ali.

A mudança do clima já está visível. As alterações já são perceptíveis e o tema está presente nas conversas das pessoas em vários locais do Brasil. Neste final de semana choveu muito em Brasília, num período que normalmente é seco. No Rio de Janeiro, a temperatura oscilou entre 36°C e 12°C. No Sul ocorreram os invernos mais frios e os períodos mais quentes dos últimos 40-50 anos.

¹ Texto editado a partir de apresentação realizada durante o Seminário.

A perda de recursos naturais vem ocorrendo em ritmo acelerado, mas ninguém nota. São cerca de 100.000 km² de terras cultivadas perdidas por ano no mundo. Não é pouca coisa. Sobretudo se considerarmos essa cifra ao longo dos anos, vemos que a perda de terras cultivadas acontece de maneira sistemática no mundo inteiro.

Por outro lado, há ainda a questão da água, que está se tornando um bem tão escasso e tão poluído que este será o século das guerras por água. Ficou difícil acessá-la e o bem é cada vez mais escasso.

Soma-se à lista o fósforo, que tem um papel importante na agricultura tradicional e está desaparecendo. Esse fato mostra que há um problema crítico em se manter o modelo convencional de produção baseado na fertilização química com fósforo.

Esses são os elementos fortes da crise em que temos que pensar.

Voltando à escassez das reservas de petróleo, a explosão do preço no ano passado não resultou só de especulação, mas houve especulação também. A quantidade do petróleo extraído está chegando a estancar. Cada vez que ocorre um aumento de preço há também uma resposta do mercado em relação à quantidade ofertada. Neste caso, não houve aumento da oferta porque hoje em dia já não está mais tão fácil aumentar a oferta de petróleo. Os poços da Arábia Saudita, os principais do mundo, estão começando a se esgotar.

A maior descoberta dos últimos 20 anos é o petróleo do Mar do Norte, entre a Inglaterra e a Noruega. Essas reservas, no entanto, também estão em processo de esgotamento. Os poços dos EUA, como as minas de petróleo, hoje produzem uma quantidade muito pequena de petróleo, e o país é dependente do exterior. Não por acaso invadiram Afeganistão e Iraque, e nada impede que venham a invadir o Irã para garantir o seu abastecimento de petróleo a qualquer custo, ou seja, de modo geral o cenário internacional é de perdas. É preciso esclarecer, entretanto, que esses fatos não significam que o petróleo irá acabar amanhã, de um dia para o outro. Eles indicam uma contínua diminuição da oferta, enquanto a demanda continuará a crescer. O momento crítico desse desencontro se dará quando a diferença entre demanda e oferta se tornar mais aguda, fato que está previsto para 2020. É a situação financeira que se chama de *crash* (esmagamento). Afetará a todos nós de forma muito brutal. Precisamos nos lembrar de quanto o petróleo está na nossa vida. Carros, caminhões, tratores, embalagens, todas as atividades humanas de produção. Se não é o petróleo, é o gás ou o carvão. São todas energias não renováveis.

O momento que vive esse modelo atende pelo nome de crise civilizatória, isto é, um modo de produção, de consumo, de vida que tivemos nos últimos 50 anos e que não pode continuar porque não há meios de se garantir energia suficiente para sustentá-lo.

Um dos setores mais afetados por essa crise é a agricultura, a convencional, extremamente dependente do petróleo, do fósforo, das condições climáticas e dos recursos naturais que estão sendo destruídos, como solo, água, etc. A agricultura está ameaçada por vários desses fatores. Isso significa que o elemento básico para a manutenção da vida das pessoas, que é a comida, está ameaçado.

Hoje em dia há um bilhão de pessoas no mundo que passam fome, ou são subnutridas, enquanto há 1,5 bilhão de pessoas que são obesas. É preciso trabalhar alternativas no longo prazo. Não se trata simplesmente de enfrentar uma crise que um dia pode chegar. Ela já está na nossa porta. Já teve início e está se intensificando. Que alternativas são essas?

As grandes empresas capitalistas confiam que o mercado resolverá essas grandes questões. Falam que não há motivos para nos preocuparmos. Alegam que caso as secas se tornem mais frequentes, plantas resistentes a ela serão desenvolvidas, e assim por diante. São várias as promessas. Mas até agora não existe nada que permita comprovar que essas empresas serão capazes de cumprir suas promessas. Contraditoriamente, esses mesmos atores continuam a trabalhar sobre o mesmo paradigma, insustentável. Todas essas alternativas baseadas nas biotecnologias continuam a ser dependentes do petróleo e do fósforo. Ainda que elas fossem capazes de cumprir todas suas promessas da engenharia genética, a dependência em relação ao petróleo estaria mantida.

É difícil mudar de modelo, porque as pessoas que dominam a economia vão querer continuar onde estão e seguir obtendo o máximo de lucro. É preciso haver uma reflexão para saber se é ou não possível reverter a situação em direção a um outro modelo, caso este estoure.

Se deixarmos tudo acontecer até que se atinja o caos total, a situação será muito mais grave do que se tentarmos mudá-la agora, porque mais adiante os recursos serão ainda mais escassos.

Como exemplo, podemos citar fatos históricos, como a queda do muro de Berlim e o desmanche do bloco da União Soviética. O que isso representou para Cuba, que era um país extremamente dependente do petróleo soviético? Cuba exportava açúcar e alguns outros produtos, mas de uma hora para outra ficou sem petróleo. Não tinha recursos próprios nem de onde comprar petróleo. Isso significa que não tiveram como manter a agricultura que praticavam, baseada em agroquímicos. A opção encontrada foi investir em um processo de “recampenização”, ou seja, de reintrodução da agricultura familiar. Assim, foi criada uma nova classe de camponeses, na maioria composta por jovens e universitários. Foram criadas cooperativas e houve uma drástica redução dos custos despendidos com insumos. Nessas cooperativas, todos eram capacitados para produzir com base na agricultura orgânica, adotando a rotação de culturas e a diversificação das lavouras. Conseguiram, mas penosamente, porque não é uma transição fácil. Houve um racionamento muito grande durante essa transição. Depois a produção foi melhorando com o tempo. Mas tiveram um governo com consciência da crise, com respaldo social e capacidade organizativa. Não é uma transição que pode ser feita com “o mercado resolve”. Na década 1990, em Cuba, a maioria da população andava de bicicleta, só as pessoas importantes podiam andar de carro.

Não podemos pensar em resolver as coisas de maneira pontual; deve-se mudar a visão de produção e de consumo. Não é só o custo energético da agricultura que é importante. É um sistema alimentar mundial que foi formalizado de maneira sistemática nos últimos 50 anos e hoje os alimentos circulam pelo mundo de forma totalmente absurda do ponto de vista da lógica. Do ponto de vista do capital é que faz sentido. As pessoas ganham dinheiro com esse processo.

Uma pesquisa da Alemanha mostra que os componentes para a produção de um iogurte de morango viajam 10 mil quilômetros. O custo energético da distribuição é absurdo. No futuro será cada vez mais necessário aproximar a produção do consumo, encurtar a cadeia produtiva. No lugar de globalizar, devemos aproximar o sistema.

Uma propriedade agroecológica opera, nas condições ideais, na escala de uma família. A operacionalização de um sistema complexo não funciona bem numa grande fazenda. Há problemas de repartição e de organização do trabalho, problemas de visualizar o espaço. Numa grande fazenda, a produção não pode ser diversificada a ponto de dispensar os agroquímicos.

Então a solução vai nesse sentido. A agricultura agroecológica vai ajudar a resolver a crise energética, mas não vai sozinha resolver a crise energética. A transição agroecológica deverá ser integrada a uma forte agricultura familiar. Forte e numerosa.

Se quisermos que essa agricultura abasteça todo o mercado interno do Brasil, ela precisa ser adotada por 14 ou 15 milhões de famílias. Hoje há no campo só 5 milhões de famílias trabalhando na agricultura familiar. Temos que triplicar esse número. E isso é bom para o Brasil, porque melhora a repartição da população nos campos e nas cidades. Distribui as riquezas no país e diminui a saturação das cidades. Melhorando o nível de vida e as riquezas no campo, as cidades também são beneficiadas.

Transgênicos no Brasil: um resumo¹

GABRIEL BIANCONI FERNANDES

AS-PTA Agricultura Familiar e Agroecologia

Cultivos autorizados

A soja transgênica Roundup Ready (RR) foi autorizada comercialmente no Brasil em 1998 e logo em seguida suspensa por força de decisão judicial em favor de ação civil ajuizada pelo Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor – IDEC. Contudo, os primeiros indícios de plantios ilegais na região sul do país são de 1996². A soja RR só veio a ser liberada definitivamente em 2005, com a aprovação da Lei de Biossegurança³, ou seja, a autorização definitiva veio do Congresso Nacional e não de decisão baseada na biossegurança ou em sua conveniência socioeconômica. Antes disso, entre 2003 e 2004, o presidente Lula editou três medidas provisórias legalizando os plantios ilegais de soja transgênica⁴.

- 1 Versão atualizada do artigo “Transgênicos no Brasil” (in: MANZUR, Maria Isabel; CATACORA, Georgina; CÁRCAMO, María Isabel; BRAVO, Elizabeth; ALTIERI, Miguel [Org.]. *América Latina: la transgénesis de un continente: visión crítica de una expansión descontrolada*. RALLT; RAP-AL; SoCLA; Heinrich Böll Stiftung, 2009).
- 2 Sobre a relação entre liberações planejadas e plantios ilegais, ver: MARINHO, Carmem L. C.; MINAYO-GOMEZ, Carlos. *Decisões conflitivas na liberação dos transgênicos no Brasil*. São Paulo: Perspectiva, v. 18, n. 3, jul./set. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-88392004000300011&script=sci_arttext>.
- 3 *Artigos 35 e 36 da Lei n. 11.105/2005*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Lei/L11105.htm>. Ver também artigo do deputado federal Edson Duarte (Partido Verde-BA), “Como surgiu a lei Monsanto”. Disponível em: <<http://www.aspta.org.br/por-um-brasil-livre-de-transgenicos/artigos/como-surgiu-a-lei-monsanto-por-edson-duarte-pv-ba/>>.
- 4 Essa história é contada em detalhes em “O companheiro liberou: o caso dos transgênicos no governo Lula” (Rio de Janeiro: Ibase, 2005. Disponível em: <<http://www.aspta.org.br/por-um-brasil-livre-de-transgenicos/documentos/o%20companheiro%20liberou.pdf/view>>).

Introduções ilegais

A experiência revela que no Brasil prevalece a política da impunidade e do fato consumado sobre a política de biossegurança⁵. Além da soja clandestina, plantios ilegais do algodão Bollgard (Bt), da Monsanto, foram confirmados pelo Ministério da Agricultura em 2004⁶. A presença ilegal de milho Roundup Ready (GA21), também da Monsanto, em território brasileiro, foi denunciada em 2005⁷. Diante da situação, em vez de aumentar a fiscalização e punir os responsáveis, ministros de Estado usaram a informação para pressionar a favor da liberação⁸.

Modificação Genética dos Cultivos Autorizados⁹

SEMENTES TRANSGÊNICAS LIBERADAS COMERCIALMENTE NO BRASIL				
ESPÉCIE	NOME COMERCIAL	EVENTO	EMPRESA	LIBERAÇÃO
SOJA	Roundup Ready	Epsps/ herb.	Monsanto	(1996) 2005
ALGODÃO	Bollgard	Cry1Ab / Bt	Monsanto	(2004) 2005
	Liberty Link	Pat/ herb	Bayer	2008
	RR	Epsps / herb	Monsanto	2008
	Wide Strike	cry1f/cry1ac/pat	Dow	2009
	Bollgard 2	cry1Ac+cry2Ab2	Monsanto	2009
	MON 531 x MON 1445	Bt + inseticida	Monsanto	2009
MILHO	Liberty Link	Pat/ herb	Bayer	2008
	Yield Gard/ MON810	Cry1Ab / Bt	Monsanto	2008
	Bt11	Cry1Ab e PAT	Syngenta	2008
	GA21	Mepsps / herb	Syngenta	2008
	Roundup Ready	Epsps / herb	Monsanto	(2005) 2008
	Herculex	Cry1F/PAT	DOW e DuPont	2008
	MIR 162	Bt	Syngenta	2009
	Bt 11 + GA 21	inseticida / Bt	Syngenta	2009
	MON 810 + NK 603	inseticida / Bt	Monsanto	2009
	MON 89034	inseticida / Bt	Monsanto	2009
TC 1507 X NK 603	inseticida Bt + herbicida	Dow	2009	

Fonte: <www.ctnbio.gov.br>, atualizado em 3/11/2009.

- 5 Ver: Transgênicos no Governo Lula: liberdade para contaminar. *PUCviva Revista*, v. 29, p. 36-46, 2007. Disponível em: <<http://www.aspta.org.br/por-um-brasil-livre-de-transgenicos/artigos/transgenicos-no-governo-lula-liberdade-para-contaminar-artigo-de-marijane-lisboa/>>.
- 6 Algodão transgênico do MT poderá ser queimado. *Valor Econômico*, 12 ago. 2004.
- 7 Denúncia feita pelo deputado estadual Frei Sérgio Górgen (PT-RS) e confirmada pelo Ministério da Agricultura. Disponível em: <<http://www.aspta.org.br/por-um-brasil-livre-de-transgenicos/boletim/boletim-279-18-de-novembro-de-2005>>.
- 8 Ministro reconhece plantio ilegal de milho transgênico. *Folha de S. Paulo*, 29 jan. 2008.
- 9 Para detalhes sobre essas liberações e pareceres técnicos divergentes, consulte: <<http://www.aspta.org.br/monitoramento-da-ctnbio>>.

N.A. Os códigos em itálico indicam variedade transgênica piramidada, ou seja, resultante do cruzamento convencional de duas ou mais variedades transgênicas.

N.A. Um mesmo evento transgênico é inserido em diferentes cultivares comerciais, de diferentes empresas, a depender dos acordos estabelecidos entre elas. No caso do milho, por exemplo, o Registro Nacional de Cultivares do Ministério da Agricultura informa que, desde 2008, ano da liberação dos primeiros milhos transgênicos, foram registradas 481 novas variedades da espécie, das quais 273 transgênicas (57%) (números atualizados pelo autor em 4/11/2009). O evento da MON 810, da Monsanto, por exemplo, está presente no híbrido 30B39Y da Pioneer, que ainda é mantenedora dos híbridos originais 30B39 e de suas outras versões transgênicas 30B39R (Roundup Ready 2) e 30B39H (Bt TC1507). Uma pequena diferença no nome da cultivar indicar tratar-se de sementes transgênicas, como, por exemplo, as letras Y, H, R, YG, RR, TL ou Hx após o código. A empresa Dow, por exemplo, comercializa o híbrido 20A55 (convencional) e o 20A55Hx (transgênico do tipo Bt, com nome comercial de Herculex).

N.A. As datas entre parênteses indicam o ano de introdução ilegal da variedade.

Superfície dos cultivos autorizados

Não há dados oficiais sobre a área cultivada com sementes transgênicas no Brasil. Os números largamente apresentados pela imprensa e usados pelo próprio governo são da indústria de biotecnologia, divulgados por meio de uma ONG internacional criada para esse fim, o ISAAA. Como é sabido, esses números são inflados e carecem de fontes¹⁰. Apesar da carência de dados, no caso do milho transgênico, o Ministério da Agricultura (MAPA) informou que na safra 2008/2009 foram plantados no Brasil cerca de 1 milhão de hectares, de um total de 15 milhões, produzindo 4,5 milhões de toneladas de milho modificado. O MAPA ainda estima em 13 mil toneladas a produção de sementes do milho YieldGard (MON 810), da Monsanto, no mesmo período. No caso do algodão, o Ministério aponta algo entre 138 e 171 mil hectares plantados com variedades Bt, enquanto o ISAAA fala em 250 mil hectares para o mesmo período¹¹.

Pesquisa de novos produtos biotecnológicos

Cana-de-açúcar e eucalipto são as duas espécies que mais têm atraído investimentos em pesquisa para modificação genética. No primeiro caso, é evidente sua relação com o novo ciclo de expansão das monoculturas em função das políticas de governo de apoio à produção de etanol combustível. A modificação genética do eucalipto vem acompanhando o crescimento da indústria papelreira no Brasil, mas ao mesmo tempo mira a produção de agrocombustíveis chamados de “segunda geração”. Em ambas as espécies o aproveitamento do caldo e da biomassa, respectivamente, se dá por meio da utilização de bactérias ou leveduras transgênicas. A última *joint-venture* anunciada na área foi a

10 LEAHY, Stephen. Biotech “Revolution” may be losing steam. *IPSNews*, Jan. 18, 2006. Disponível em: <<http://www.ipsnews.net.asp?idnews=31815>>.

11 As informações constam de relatório da missão da União Europeia que verificou a estrutura existente no Brasil para controle dos grãos exportados ao Bloco. Disponível em: <http://ec.europa.eu/food/fvo/rep_details_en.cfm?rep_id=2271#> Acesso em 7/10/2009. Um comentário sobre a missão está disponível em: <<http://pratoslimpos.org.br/?p=402>>.

da Votorantim com a americana Amyris para a produção de diesel derivado de cana-de-açúcar¹². Em 2008, a mesma Votorantim vendera à Monsanto duas de suas empresas, a Alellyx e a Canavialis, que atuam na modificação genética de cana-de-açúcar, eucalipto e laranja. Essas empresas foram formadas com substantivos aportes financeiros de recursos públicos por meio do BNDES e Finep e vendidas “a preço bastante módico”, segundo o ministro de Ciência e Tecnologia Sérgio Rezende¹³.

Legislação

A Lei de Biossegurança de 2005¹⁴ revogou lei anterior aprovada em 1995¹⁵. A norma define os procedimentos e as instâncias responsáveis pela autorização de organismos transgênicos. Também reestrutura a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio e cria o Conselho Nacional de Biossegurança – CNBS, formado por onze ministros de Estado (ver, para detalhes sobre a aplicação da lei no Brasil, o artigo “Apontamentos sobre a legislação brasileira de biossegurança”, de Andrea Lazzarini Salazar e Karina Bozola Grou, na p. 25).

O Brasil é parte do Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança da Convenção sobre Diversidade Biológica da ONU. O tratado foi aprovado em 2003 pelo Congresso Nacional¹⁶ e promulgado pelo Presidente da República em 2006¹⁷. Em março de 2006 o Brasil foi sede da COP-MOP 3, o terceiro Encontro das Partes do Protocolo.

Em 2003 foi editado um decreto presidencial instituindo a rotulagem de produtos transgênicos¹⁸. Qualquer produto, processado ou *in natura*, contendo mais de 1% de transgênicos em sua composição deve ser rotulado com um triângulo amarelo com um T preto no centro e trazer informações sobre o OGM no rótulo. A rotulagem independe da possibilidade técnica de detecção da presença do transgene, já que é exigido que a informação “deverá constar do documento fiscal, de modo que essa informação acompanhe o produto ou ingrediente em todas as etapas da cadeia produtiva”.

12 Diesel de cana-de-açúcar será produzido no Brasil a partir de 2010. *Gazeta do Povo*, 14 out. 2008. Disponível em: <<http://tinyurl.com/5f8p8x>>.

13 *O Estado de S. Paulo*, 5 nov. 2008. Segundo Rezende, a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), aprovou R\$ 49,4 milhões em subvenção econômica (investimento a fundo perdido) para pesquisas nas empresas nos últimos três anos – dos quais R\$ 6,4 milhões já foram desembolsados. A venda para a Monsanto foi fechada por US\$ 290 milhões (R\$ 616 milhões). Disponível em: <http://www.estadao.com.br/estadaodehoje/20081105/not_imp272555,0.php>.

14 Lei n. 11.105/2005, regulamentada pelo Decreto n. 5.591/2005. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5591.htm>.

15 Lei n. 8.974/1995. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8974.htm>.

16 Decreto Legislativo n. 908, de 2003. Disponível em: <<http://www2.camara.gov.br/legislacao/legin.html/textos/visualizarTexto.html?ideNorma=491245&seqTexto=1>>.

17 Decreto n. 5.705, de 16 de fevereiro de 2006. Disponível em: <<http://www2.camara.gov.br/legislacao/legin.html/visualizarNorma.html?ideNorma=541115>>.

18 Decreto n. 4.680/2003. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/d4680.htm>.

Com efeito, apenas em 2008 algumas indústrias de alimentos passaram a cumprir a lei, pressionadas por ação judicial movida pelo Greenpeace¹⁹. Mesmo assim, apenas alguns produtos estão sendo rotulados. A norma brasileira prevê a rotulagem negativa, permitindo que uma empresa rotule seus produtos como “livre de transgênicos”. É possível encontrar óleo de soja e outros produtos com esse tipo de rótulo.

Na safra 2008/2009 foram plantadas as primeiras áreas comerciais com sementes de milho transgênico, cuja parcela destinada ao mercado interno deverá ser rotulada. Nesse contexto, foram apresentados projetos de lei na Câmara dos Deputados visando restringir a rotulagem de alimentos. As propostas miram o fim da obrigatoriedade do símbolo e a vinculação da rotulagem ao teste de detecção, acabando com rotulagem baseada na rastreabilidade da cadeia produtiva, como prevê o Protocolo de Cartagena.

Atores

Em 1999, organizações da sociedade civil organizada se uniram em torno da *Campanha por um Brasil Livre de Transgênicos*. Desde então, o leque de entidades e movimentos parceiros e apoiadores só vem aumentando. Integram a Campanha entidades ambientalistas, de agroecologia, de consumidores, de segurança alimentar, de direitos humanos, além do movimento estudantil das áreas de agronomia, engenharia florestal e nutrição e dos movimentos sociais da Via Campesina. As diferentes ações promovidas pelas organizações ligadas à Campanha vêm animando o debate, informando a população sobre o tema e fiscalizando as ações do Estado, denunciando ilegalidades e cobrando respostas. Essas ações podem ser divididas nas seguintes frentes: mobilização, formação e comunicação, político-jurídica, monitoramento das políticas para a área e intervenção junto ao governo. Recentemente, entidades da Campanha se integraram ao Fórum Nacional de Combate aos Impactos dos Agrotóxicos visando articular as ações relativas a esses dois temas que caminham juntos. A iniciativa é coordenada pelo Ministério Público do Trabalho e pelo Ministério Público Federal.

Com o intuito de instrumentalizar organizações de agricultores para monitorar a contaminação das sementes de variedades locais, iniciamos este ano, em diferentes regiões, alguns projetos piloto, que consistem na biovigilância a partir da mobilização comunitária e uso de testes para detecção rápida de transgênicos (ver, adiante, na p. **93**, a transcrição da palestra “Feiras de Sementes: mobilização local para evitar a contaminação por transgênicos”).

¹⁹ Justiça exige que Bunge e Cargill cumpram lei de rotulagem. Greenpeace, 20 set. 2007. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/brasil/transgenicos/noticias/justi-a-exige-que-bunge-e-carg>>.

Ajuda alimentar

O Brasil não recebe ajuda alimentar. A porta de entrada que os interessados tentam explorar para promover uma contaminação massiva da produção nacional e assim forçar sua autorização é a importação de grãos, sobretudo de milho transgênico da Argentina. A justificativa usada é sempre a mesma: risco de desabastecimento interno de matéria-prima para ração animal e quebra da produção nacional de frangos e porcos. Em 2000, 56.700 toneladas de milho argentino entraram no Brasil. O órgão ambiental federal comprovou desvio de finalidade, contaminação ambiental e venda ilegal do produto²⁰. As tentativas posteriores, feitas em 2005²¹ e 2007²², foram suspensas após denúncia de organizações da sociedade civil.

Impactos sociais e ecológicos

O Brasil é centro de origem do algodão e centro de diversidade genética do milho, sendo que a grande diversidade de variedades locais, agora sob iminente ameaça de contaminação, desempenha relevante papel na promoção da agroecologia e no fortalecimento da segurança alimentar das famílias agricultoras. As regras de coexistência (na verdade de isolamento de cultivos) determinadas pela CTNBio para o caso do milho são absolutamente insignificantes e vêm abrindo espaço para farta contaminação e perda da riqueza genética mantida pelos agricultores (100 metros ou 20 metros mais 10 fileiras de milho não GM²³). Em 2009 a Secretaria de Agricultura do Paraná confirmou a contaminação de milho convencional (ver, na p. 69, o artigo de Marcelo Silva e Adriano Riesemberg, “Crônica de uma contaminação anunciada”). O descontrole sobre a produção de transgênicos também é realidade já enfrentada há mais tempo pelos agricultores, e não são raros os casos de lavouras orgânicas e convencionais contaminadas. As fontes de contaminação já identificadas foram: colheitadeiras, caminhões e sementes contaminadas. Também já aconteceu de o teste de detecção de transgenia ser interpretado equivocadamente na cooperativa e os agricultores terem que pagar *royalties*.

Assim como nos demais países que permitiram o plantio de transgênicos, a principal característica dessas sementes segue sendo a tolerância a herbicidas. Entre 2000 e 2004, período de maior expansão da soja RR, o uso de glifosato cresceu 95% no país, enquanto o de todos os outros herbicidas somados cresceu 29,8%. No mesmo período, o uso de glifosato no Rio Grande do Sul,

20 IBAMA/MMA. *Relatório técnico das atividades de acompanhamento das operações de desembarque, estocagem, transporte e processamento de milho geneticamente modificado em Pernambuco*. 30 abr. 2001.

21 *Entidades pedem suspensão da importação de milho argentino*. Disponível em: <<http://www.aspta.org.br/por-um-brasil-livre-de-transgenicos/campanhas/Carta%20CNBS%20revogacao%20import%20milho06-05-05.pdf/view>>.

22 *Casa Civil é notificada sobre importação de milho transgênico*. Disponível em: <<http://www.aspta.org.br/por-um-brasil-livre-de-transgenicos/boletim/boletim-373-21-de-dezembro-de-2007>>.

23 CTNBio. Resolução Normativa 04, de 16 de agosto de 2007, que “Dispõe sobre as distâncias mínimas entre cultivos comerciais de milho geneticamente modificado e não geneticamente modificado, visando à coexistência entre os sistemas de produção”. Disponível em: <<http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/4687.html>>.

maior produtor da soja RR, cresceu 162%²⁴. Como resultado, pesquisadores da Embrapa já listaram nove espécies de plantas capazes de driblar o glifosato. Quatro delas já desenvolveram resistência ao veneno nas lavouras brasileiras de soja transgênica e apresentam “grande potencial de se tornarem um problema”, segundo os autores²⁵ (ver, para uma ampla revisão de literatura, o artigo de Gilles Ferment, “Impactos ecológicos das plantas transgênicas”, na p. **97**). Segundo a Associação Nacional de Defesa Vegetal – ANDEF, em termos de volume de herbicidas (produto comercial) vendido em 2008, a quantidade usada em soja é praticamente igual à das aplicações nas demais culturas somadas.

24 IBAMA/DILIQ/COASQ. Informação Técnica n. 84/05.

25 CERDEIRA et al. *Review of potential environmental impacts of transgenic glyphosate-resistant soybean in Brazil*. 2007. Disponível em: <<http://www.informaworld.com/smpp/content~content=a779480992>>.

Apontamentos sobre a legislação brasileira de biossegurança¹

ANDREA LAZZARINI SALAZAR²

KARINA BOZOLA GROU³

1. Da Lei n. 8.974/1995 à Lei n. 11.105/2005

A análise da legislação brasileira de biossegurança deve considerar o contexto marcado pelo reconhecimento do Brasil como detentor da maior biodiversidade do Planeta, de um lado, e como um dos maiores exportadores de produtos agrícolas, de outro. Também deve observar o marco legal internacional sobre biossegurança, notadamente a Convenção sobre Diversidade Biológica⁴ e o Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança⁵, dos quais o Brasil é signatário, sem perder de vista

- ¹ Artigo elaborado no âmbito do Programa de Intercâmbio Índia, Brasil e África do Sul – Fundação Ford/AS-PTA.
- ² Advogada, consultora jurídica do IDEC e de outras organizações não governamentais, pesquisadora do Laboratório de Economia Política da Saúde – LEPS/UFRJ, autora de artigos e publicações na área de saúde, consumidor e transgênicos.
- ³ Mestre em Direito Constitucional pela PUC/SP, advogada, consultora jurídica do IDEC e de outras organizações não governamentais, pesquisadora do Laboratório de Economia Política da Saúde – LEPS/UFRJ, autora de artigos e publicações na área de saúde, consumidor e transgênicos.
- ⁴ A Convenção sobre Diversidade Biológica foi assinada pelo governo brasileiro na Rio-92; entrou em vigor internacionalmente em 29 de dezembro de 1993; foi aprovada internamente pelo Decreto Legislativo n. 2, de 3 de fevereiro de 1994; o governo brasileiro depositou o instrumento de ratificação da Convenção em 28 de fevereiro de 1994, passando a vigorar no país em 29 de maio de 1994 (Decreto n. 2.519, de 16/3/1998).
- ⁵ O Protocolo de Biossegurança foi celebrado em 29 de janeiro de 2000 e entrou em vigor internacionalmente em 11 de setembro de 2003. No Brasil, foi aprovado pelo Congresso Nacional por meio do Decreto Legislativo n. 908, de 21 de novembro de 2003; o instrumento de adesão foi depositado pelo governo brasileiro em 24 de novembro de 2003, passando a vigorar no país em 22 de fevereiro de 2004 (Decreto n. 5.705, de 16/2/2006).

a permissão de patenteamento de sementes geneticamente modificadas⁶, introduzida em nosso ordenamento jurídico a partir de 1996, em conformidade com o Acordo TRIPS (Acordo sobre Aspectos dos Direitos de Propriedade Intelectual, na sigla em inglês).

É nesse cenário que os pequenos agricultores e os grandes, as organizações não governamentais, as empresas de biotecnologia, os cientistas, o Poder Público, entre outros atores, têm enfrentado as questões relacionadas à biossegurança e à introdução de OGM no país. A evolução da legislação, de 1995, ano de publicação da primeira Lei de Biossegurança, a Lei n. 8.974/1995⁷, aos dias atuais, com nova legislação vigente, reflete os embates das forças antagônicas atuantes no período.

Sob a vigência da Lei n. 8.974/1995 ocorreram intensos debates, especialmente gerados por ações judiciais acerca da liberação de OGM levadas ao Poder Judiciário por organizações não governamentais e pelo Ministério Público. A ação civil pública⁸ que conseguiu suspender a liberação comercial da soja *Roundup Ready*, da empresa Monsanto, prestes a acontecer em 1998, alterou o curso da história da introdução de OGM no Brasil. A suspensão judicial perdurou por quase 5 anos, em razão da falta de prévio Estudo de Impacto Ambiental, avaliação de riscos à saúde e norma dispendo sobre rotulagem de transgênicos. Aurélio Rios, subprocurador-geral da República, considerou este “certamente o processo judicial mais importante, ocorrido no país, relacionado com a aplicação *in concreto* do princípio da precaução”⁹.

A grande contribuição indireta das ações judiciais foi trazer o debate para a sociedade, tornando-a partícipe em tema que lhe afeta. Por outro lado, o embate travado no Judiciário, sustentado pela convicção inabalável de diversos julgadores quanto à procedência da ação por anos, culminou com uma forte pressão para a mudança da Lei de Biossegurança, essencialmente com o objetivo de concentrar o poder decisório nas mãos de um pequeno colegiado de cientistas e, conseqüentemente, facilitar a liberação de OGM no país¹⁰.

6 Lei n. 9.279/1996, denominada Lei de Propriedade Industrial.

7 Sob a vigência da Lei n. 8.974/1995, diversas leis e outras normas infralegais relacionadas à matéria surgiram, valendo menção a regulamentação da rotulagem de OGM, por meio do Decreto n. 3.871/2001, posteriormente revogado pelo Decreto n. 4.680/2003, da Portaria n. 2.658/2003 do Ministério da Justiça e da Instrução Normativa Interministerial n. 01/2004; a normatização de aspectos ambientais, por meio da Resolução n. 237 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, de 19 de dezembro de 1997, que inclui as atividades relacionadas aos transgênicos como sujeitas ao licenciamento ambiental, e da Resolução CONAMA n. 305/2002, que dispõe especificamente sobre o licenciamento ambiental, estudo de impacto ambiental e relatório de impacto no meio ambiente de atividades e empreendimentos com OGM e seus derivados; e, por fim, instruções normativas da CTNBio. E, ainda, diversas medidas provisórias também fazem parte do conjunto normativo a respeito de OGM, ainda que representando medidas casuísticas, elaboradas com objetivos específicos e imediatos. Assim o foram as Medidas Provisórias n. 2.137/2000, 113/2003, 131/2003 e 223/2004.

8 Ação Cautelar n. 1998.34.00.0276818 e Ação Civil Pública n. 1998.34.00.027682-0 foram movidas pelo Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor – IDEC e pela Associação Greenpeace, que ingressou na ação como assistente do autor, em face da União Federal e da Monsanto, que ingressou como assistente da ré.

9 O princípio da precaução e a sua aplicação na Justiça brasileira: estudo de casos. In: VARELLA, Marcelo Dias; BARROS-PLATIAU, Ana Flávia (Org.). *Princípio da precaução*. Belo Horizonte: Del Rey, 2004, p. 377.

10 Segundo Letícia Rodrigues da Silva e Victor Pelaez, “Na medida em que a composição dos membros da CTNBio mostrou-se, em sua maioria, historicamente favorável à rápida liberação comercial desses produtos, nada mais lógico do que reforçar os poderes dessa Comissão ao vincular os referidos órgãos às suas decisões de biossegurança de OGM e seus derivados” [O marco regulatório para a liberação comercial dos Organismos Geneticamente Modificados (OGM) no Brasil. *Revista de Direito Ambiental*, ano 12, v. 48, p. 137, out./dez. 2007].

Surgiu assim o Projeto de Lei n. 2.401/2003, encaminhado pelo governo federal à Câmara dos Deputados, que, depois de um pouco mais de um ano de tramitação no Congresso Nacional e grandes discussões, inclusive entre ministérios do governo, transformou-se na Lei n. 11.105, sancionada em 24 de março de 2005. A Lei traz significativas mudanças, sendo a principal delas a ampliação das competências atribuídas à Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio, cerne de significativa controvérsia e objeto de Ação Direta de Inconstitucionalidade¹¹.

Esse período, iniciado com a publicação da anterior Lei de Biossegurança até o momento, primeiros anos de vigência da nova Lei de Biossegurança, lamentavelmente, não pode ser entendido como intervalo de tempo em que foram realizados estudos de biossegurança ou em que foram desenvolvidos parâmetros científicos rigorosos de avaliação de riscos que pudessem avaliar a adoção da tecnologia em larga escala como aconteceu. Ao contrário, a experiência nacional revela que a nova legislação de biossegurança, somada à política adotada, tem muito mais servido aos interesses das empresas de biotecnologia do que ao interesse público. A maior demonstração disto é que de 2007 a 2009 foram autorizados 16 eventos para fins comerciais (de milho e algodão), enquanto até 2005 apenas dois transgênicos haviam sido liberados (a soja Roundup Ready e o algodão Bollgard).

2. O processo de liberação comercial de um OGM no Brasil

Toda e qualquer atividade ou projeto que envolva OGM e seus derivados, seja relacionado ao ensino com manipulação de organismos vivos, seja relativo à pesquisa científica, ao desenvolvimento tecnológico ou à produção industrial, inicia-se com um pedido perante a CTNBio e está restrito ao âmbito de entidades de direito público ou privado, tais como empresas, universidades, centros de pesquisa. Como requisitos prévios obrigatórios, tais instituições devem obter um Certificado de Qualidade em Biossegurança (CQB)¹², emitido pela CTNBio, e contar com uma Comissão Interna de Biossegurança – CIBio, indicando um técnico principal responsável por cada projeto específico.

O processo de análise mais complexo é a liberação comercial de um OGM, devido às implicações em larga escala que representa, devendo observar várias etapas disciplinadas na legislação. O pedido é dirigido à CTNBio, que tem a obrigação de publicar o extrato prévio no *Diário Oficial da União*, órgão da imprensa oficial, e divulgá-lo no SIB – Sistema de Informações em Biossegurança (até o momento não existente), para conferir transparência ao processo.

O passo seguinte é a designação de um dos membros da Comissão para relatar e elaborar parecer. Esse processo administrativo formado pelo requerimento do proponente, todos os documentos que houver anexado e mais o parecer do relator é submetido às quatro subcomissões setoriais

11 A Ação Direta de Inconstitucionalidade (ADIn) n. 3.526 recebeu diversos *amici curiae* e em setembro de 2009 recebeu o parecer da Procuradoria-Geral da República pela procedência da ação. Até o momento de publicação deste artigo a ADIn pendia de julgamento.

12 A Lei dispensou o CQB e a constituição de CIBio às pessoas físicas ou jurídicas envolvidas em qualquer das fases do processo de produção agrícola, comercialização ou transporte de produto geneticamente modificado que tenham obtido a liberação para uso comercial.

permanentes¹³, relativas às áreas de saúde, animal, vegetal e ambiental¹⁴. Nestas subcomissões, igualmente deve ser definido novo relator para elaborar parecer a ser apreciado e votado pelos membros. Se for aprovado nas subcomissões, o pleito é submetido ao plenário para deliberação, devendo, eventuais votos divergentes emitidos nas subcomissões, ser apresentados no parecer final.

Um OGM é aprovado pela CTNBio se obtiver 14 votos favoráveis no universo de 27 membros. A Lei n. 11.105/2005 originalmente previa o *quorum* diferenciado de 2/3 (dois terços) dos votos favoráveis, ou seja, 18 votos, para a aprovação comercial. Lamentavelmente, no ano seguinte à edição da Lei de Biossegurança, o presidente Lula sancionou a alteração do *quorum* para facilitar as liberações comerciais, estabelecendo maioria absoluta para autorização¹⁵.

Segundo a Lei, a decisão técnica deve conter “resumo de sua fundamentação técnica, explicitar as medidas de segurança e restrições ao uso do OGM e seus derivados e considerar as particularidades das diferentes regiões do país, com o objetivo de orientar e subsidiar os órgãos e entidades de registro e fiscalização [...]”¹⁶. Deve ser publicada no *DOU* e no SIB, explicitando-se, inclusive, neste último, os votos fundamentados de cada membro¹⁷. Paulo Affonso Leme Machado critica a determinação de que a decisão contenha apenas um *resumo* de sua fundamentação técnica, advogando a necessidade de apresentação da fundamentação em sua integralidade¹⁸.

A decisão técnica da Comissão é um ato administrativo¹⁹ que segue regime jurídico próprio, cujos traços fundamentais são, entre outros, a estrita conformidade à lei e ao direito – ou seja, o ato deve obediência a todo o ordenamento jurídico, especialmente aos ditames constitucionais – e o dever de motivação, elemento essencial do ato administrativo, que permite aferir sua conformação com a competência administrativa em questão e com a razoabilidade que dela se espera²⁰.

Ainda que favorável, a decisão técnica não corresponde à autorização final. No prazo de 30 dias, a contar de sua publicação, qualquer dos órgãos de fiscalização e registro do Ministério da Saúde, Meio Ambiente, Agricultura e/ou Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA, se divergir tecnicamente

13 Na prática, as subcomissões das áreas de saúde e animal foram agrupadas, assim como as subcomissões das áreas vegetal e ambiental.

14 As subcomissões podem solicitar pareceres *ad hoc*.

15 Conforme Medida Provisória n. 237/2006, convertida na Lei n. 11.460/2007.

16 Artigo 14, § 4º, da Lei n. 11.105/2005.

17 Artigo 24, parágrafo único, do Decreto n. 5.591/2005.

18 MACHADO, Paulo Affonso Leme. *Direito ambiental brasileiro*. 14. ed. São Paulo: Malheiros, 2006, p. 982.

19 Para Lúcia Valle Figueiredo, “Ato administrativo em sentido estrito é a *norma concreta*, emanada pelo Estado, ou por quem esteja no *exercício de função administrativa*, que *tem por finalidade criar, modificar, extinguir ou declarar* relações jurídicas entre este (o Estado) e o administrado, *suscetível de ser contrastada pelo Poder Judiciário*” (*Curso de direito administrativo*. 8. ed. São Paulo: Malheiros, 2006, p. 174-175).

20 Os outros traços fundamentais desse regime jurídico são: presunção de legitimidade; imperatividade; exigibilidade; indisponibilidade do interesse público; autoexecutoriedade, se, quando e como necessária; possibilidade de contraste pelo Poder Judiciário; possibilidade de revogação, na ocorrência de motivo superveniente; dever de invalidar, de sanear ou de manutenção por impedimentos do próprio ordenamento jurídico (cf. FIGUEIREDO, *Curso de direito administrativo*, cit., p. 189). A Lei n. 9.784/1999 regula o processo do ato administrativo no âmbito da Administração Federal.

do teor da decisão da CTNBio, deve interpor recurso técnico para apreciação e decisão final do CNBS – Conselho Nacional de Biossegurança, o Conselho de Ministros. Caso o OGM seja aprovado, restará o registro, a ser executado pelos órgãos já mencionados, no âmbito de suas competências.

As etapas para a introdução comercial de um OGM no Brasil demonstram a existência de algumas instâncias competentes, porém revelam a concentração do poder decisório nas mãos especialmente da CTNBio, em parte devido às disposições da Lei de Biossegurança, mas sobretudo em razão da conduta do governo federal. Tal centralização de poder, por vários fatores mencionados adiante, representa modelo inadequado ao tratamento da biossegurança e ofensa à legislação.

3. A distribuição das competências em biossegurança

O Conselho Nacional de Biossegurança – CNBS é, de acordo com a lei, a instância máxima. Vinculado à Presidência da República e composto por ministros de Estado, o CNBS é órgão de assessoramento superior do presidente da República para a formulação e implementação da Política Nacional de Biossegurança – PNB. Sob a presidência do ministro chefe da Casa Civil, e integrado pelos ministros de Estado da Ciência e Tecnologia; do Desenvolvimento Agrário; da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; da Pesca e Aquicultura; da Justiça; da Saúde; do Meio Ambiente; do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior; das Relações Exteriores e da Defesa, o Conselho é formado por 11 representantes do primeiro escalão do governo federal.

Suas atribuições são da mais alta relevância e podem ser classificadas em duas: a primeira delas voltada à coordenação da ação administrativa dos órgãos e entidades federais com competência na matéria, por meio da definição de princípios e diretrizes sobre a atuação dos envolvidos; e a segunda, à análise de processos relacionados ao uso comercial de OGM e derivados, em última e definitiva instância. Nesse tocante, a Lei atribui ao CNBS competência para avaliar aspectos relacionados ao interesse nacional e às questões socioeconômicas que, portanto, extrapolam o escopo de análise da CTNBio; a função de dirimir eventuais divergências técnicas entre a decisão da CTNBio e o entendimento dos órgãos de fiscalização e registro (apresentado por meio de recursos técnicos); garantindo-se, ademais, o poder de avocar qualquer processo de autorização comercial de OGM e derivados, sempre que entender necessário²¹.

21 Conforme o artigo 8º, § 1º, I a III, da Lei: “Compete ao CNBS: I – fixar princípios e diretrizes para a ação administrativa dos órgãos e entidades federais com competências sobre a matéria; II – analisar, a pedido da CTNBio, quanto aos aspectos da conveniência e oportunidade socioeconômicas e do interesse nacional, os pedidos de liberação para uso comercial de OGM e seus derivados; III – avocar e decidir, em última e definitiva instância, com base em manifestação da CTNBio e, quando julgar necessário, dos órgãos e entidades referidos no art. 16 desta Lei, no âmbito de suas competências, sobre os processos relativos a atividades que envolvam o uso comercial de OGM e seus derivados”. E artigo 16, § 7º: “Em caso de divergência quanto à decisão técnica da CTNBio sobre a liberação comercial de OGM e derivados, os órgãos e entidades de registro e fiscalização, no âmbito de suas competências, poderão apresentar recurso ao CNBS, no prazo de até 30 (trinta) dias, a contar da data de publicação da decisão técnica da CTNBio”.

A Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio é órgão da estrutura interna do Ministério da Ciência e Tecnologia, de caráter consultivo e deliberativo²², para o qual foram atribuídas as maiores e principais competências, destacando-se a prestação de apoio técnico e de assessoramento ao governo federal na formulação, atualização e implementação da Política Nacional de Biossegurança de OGM e seus derivados; a elaboração de normas relativas às pesquisas, atividades e projetos com OGM; a análise da avaliação de riscos, caso a caso, de OGM e derivados; a autorização da importação de OGM para pesquisa; a emissão de decisão técnica sobre a biossegurança de OGM e seus derivados no âmbito das atividades de pesquisa e uso comercial, inclusive a classificação quanto ao grau de risco e nível de biossegurança exigido, bem como medidas de segurança exigidas e restrições ao uso; a definição do nível de biossegurança a ser aplicado ao OGM e seus usos e derivados, e os respectivos procedimentos e medidas de segurança quanto ao seu uso; a classificação dos OGM segundo a classe de risco.

A Comissão é composta por 27 membros titulares e outros 27 suplentes, necessariamente brasileiros, “de reconhecida competência técnica, de notória atuação e saber científicos, com grau acadêmico de doutor e com destacada atividade profissional nas áreas de biossegurança, biotecnologia, biologia, saúde humana e animal ou meio ambiente”²³. Dentre os 27 membros, 12 são especialistas, em efetivo exercício profissional, distribuídos igualmente entre as áreas de saúde humana, animal, vegetal e ambiental, escolhidos em lista tríplice, elaborada pelas sociedades científicas e indicados pelo Ministro da Ciência e Tecnologia. Outros 9 membros são representantes de Ministérios de Estado e os 6 membros restantes são indicados pelos segmentos da sociedade mais diretamente relacionados aos OGM: defesa do consumidor, agricultura familiar, meio ambiente, saúde, saúde do trabalhador e biotecnologia.

O processo de definição dos especialistas indicados pela sociedade ocorre no âmbito de cada Ministério competente, a partir de indicação de lista tríplice formada pelas organizações atuantes nas áreas assinaladas e escolha do Ministro de Estado. Assim, o especialista em defesa do consumidor é escolhido a partir de um processo que se inicia com a elaboração de lista tríplice pelas organizações de consumidores e definição do Ministro da Justiça. O representante da sociedade em agricultura familiar é apontado a partir do encaminhamento de lista tríplice organizada pelas organizações e movimentos relacionados aos pequenos agricultores e definido pelo Ministro do Desenvolvimento Agrário, e assim por diante. Todos os nomes são encaminhados ao Ministro da Ciência e Tecnologia para serem formalmente designados membros da CTNBio²⁴.

²² Artigo 10, *caput*.

²³ Artigo 11, *caput*, da Lei n. 11.105/2005.

²⁴ Na prática, alguns problemas têm ocorrido nesse processo de indicação dos membros pela sociedade civil. Um deles foi o processo de indicação do atual presidente da CTNBio, Walter Colli, e sua suplente Erna Geessien Kroon. No mandato anterior, os referidos membros ingressaram na Comissão como especialistas em saúde, indicados pela sociedade civil. Sob questionamento do IDEC, ficou patente a irregularidade no processo, uma vez que não participaram do processo organizações da sociedade civil. A questão foi objeto da Ação Civil Pública n. 2007.34.00.006001-2, proposta pelo Ministério Público Federal em razão de perda de objeto. Outra questão grave é a demora que tem ocorrido em alguns casos para a efetiva escolha e nomeação dos membros, após a apresentação da lista tríplice pela sociedade civil. O Ministério da Justiça, por exemplo, levou dois anos para a nomeação de especialista em defesa do consumidor. A gravidade disso é a realização de reuniões da CTNBio sem a representatividade determinada pela Lei. E ainda, sem o amparo legal, já houve veto pelo MCT a representante indicado por um Ministério.

Aos órgãos e entidades de registro e fiscalização do Ministério da Saúde, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e do Ministério do Meio Ambiente, e da antiga Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca, hoje Ministério da Pesca e Aquicultura – que, sob a égide da Lei n. 8.974/1995, detinham papel determinante na autorização de OGM²⁵ – restaram algumas, porém relevantes, atribuições. Entre as principais competências traçadas na nova Lei estão: registrar e fiscalizar a liberação comercial de OGM e seus derivados; emitir autorização para a importação de OGM e seus derivados para uso comercial; interpor recurso técnico ao CNBS em caso de divergir da decisão da CTNBio quanto à liberação comercial de OGM; aplicar as penalidades de que trata a Lei em caso de descumprimento; subsidiar a CTNBio na definição de quesitos de avaliação de biossegurança de OGM e seus derivados; e solicitar reavaliação de decisão técnica da CTNBio, com base em fatos ou conhecimentos científicos novos relevantes²⁶.

Conflitos de competências administrativas

Várias disposições da Lei n. 11.105 refletem, além da falta de rigor técnico-legislativo, o embate sobre as competências dos órgãos da Administração que permeou toda a tramitação do Projeto de Lei n. 2.401/2003, inclusive entre os diversos Ministérios de Estado²⁷. O texto legal aprovado busca enfatizar em diversos artigos a supremacia da CTNBio como instância técnica decisória máxima, fragilizando a análise de risco ao afastar os outros órgãos técnicos dos processos de avaliação. Segundo a Lei vigente, “Quanto aos aspectos de biossegurança do OGM e seus derivados, a decisão técnica da CTNBio vincula os demais órgãos e entidades da administração”²⁸, “a CTNBio delibera, em última e definitiva instância, sobre os casos em que a atividade é potencial ou efetivamente causadora de degradação ambiental, bem como sobre a necessidade do licenciamento ambiental”²⁹; “As autorizações e registros de que trata este artigo estarão vinculados à decisão técnica da CTNBio correspondente, sendo vedadas exigências técnicas que extrapolem as condições estabelecidas naquela decisão, nos aspectos relacionados à biossegurança”³⁰, entre várias outras.

Vê-se que, além de incumbir a Comissão de definir as situações que exigem licenciamento ambiental e de identificar as atividades que possam causar riscos à saúde humana, conferindo às decisões caráter vinculante, a Lei buscou restringir ao máximo a atuação dos órgãos técnicos (as autarquias federais IBAMA e ANVISA, vinculados ao Ministério do Meio Ambiente e da Saúde, respectivamente) que, em todas as outras matérias, são os entes com competência técnica e legal para deliberar atividades no tocante às questões relacionadas ao meio ambiente e à saúde, respectivamente.

25 Com exceção da Secretaria de Especial da Aquicultura e Pesca que não integrava a CTNBio, sob a vigência da Lei n. 8.974/1995.

26 Conforme artigos 14, XXI, e 16 da Lei n. 11.105/2005.

27 A este respeito, v. DOLABELLA, Rodrigo H. C.; ARAÚJO, José C. de; FÁRIA, Carmen Rachel S. M. A Lei de Biossegurança e seu processo de construção no Congresso Nacional. *Cadernos ASLEGIS*, Brasília, n. 25, jan./abr. 2005.

28 Artigo 14, § 1º, da Lei n. 11.105/2005.

29 Artigo 16, § 3º, da Lei n. 11.105/2005.

30 Artigo 16, § 6º, da Lei n. 11.105/2005.

A partir daí, poder-se-ia entender que a ANVISA, responsável pela avaliação e decisão sobre todos os alimentos e medicamentos, entre outros insumos, e o IBAMA, instância máxima em matéria de licenciamento ambiental, dentre outras atribuições, estão absolutamente “amarrados” ao entendimento de, no máximo, 27 cientistas, designados membros da CTNBio – pouco deles com conhecimento em saúde ou em meio ambiente.

Ocorre que a própria Lei de Biossegurança atribuiu a tais órgãos a função de autorizar e registrar OGM, funções essas que não podem representar uma mera atividade burocrática, já que é inerente ao exercício dessas atribuições ou, melhor dizendo, poder-dever desses órgãos exigir o que for tecnicamente relevante para garantir o acerto da autorização e registro, sob pena de virem a responder por atos administrativos imotivados e ilegais.

A decisão técnica favorável à liberação de OGM, se demonstrado ser ato lesivo à saúde, ao meio ambiente, à agricultura orgânica ou a outros bens maiores protegidos, terá ainda repercussão direta no campo da responsabilidade dos agentes públicos, pois, se, de um lado, a Lei atribui à CTNBio o papel decisório, incumbe aos órgãos do Ministério da Saúde e do Meio Ambiente a emissão da autorização e do registro dos transgênicos.

Na prática, vale salientar que a CTNBio tem conduzido e decidido praticamente tudo em matéria de OGM. A maior demonstração da delegação irrestrita de poder à Comissão são as decisões técnicas da CTNBio favoráveis à liberação do milho *Liberty Link* (Bayer), milho *Guardian* (Monsanto) e milho *Bt 11* (Syngenta), que foram objeto de recursos técnicos da ANVISA e do IBAMA ao CNBS. Nos recursos, os órgãos ambiental e de saúde demonstraram tecnicamente as razões pelas quais não poderiam ser aprovados para consumo ou liberação no meio ambiente tais eventos. No entanto, o Conselho de Ministros decidiu referendar as decisões da Comissão^{31 e 32}, sem apreciação dos fundamentos técnicos levados por duas autarquias federais com atribuições na matéria, sustentado na competência legal da CTNBio sobre liberação comercial de OGM.

A omissão do CNBS no enfrentamento da divergência técnica entre órgãos da administração (de um lado, IBAMA e ANVISA, e de outro, uma comissão interna do Ministério da Ciência e Tecnologia) representa ofensa direta à Lei de Biossegurança, que lhe impôs o dever de decidir o mérito da questão, em caso de divergência técnica³³.

As discussões acerca das competências, da natureza do ato administrativo da CTNBio e da responsabilidade dos agentes públicos mostram-se atuais e tão ou mais complexas que sob a égide da lei revogada e certamente gerarão ainda muitas controvérsias a se encerrarem no Poder Judiciário.

Em nossa opinião, sob o enfoque administrativo, é injustificável que às instituições federais do Poder Executivo tecnicamente competentes e com caráter decisório no país em todas as outras matérias de saúde e meio ambiente, com estrutura incomparavelmente superior à CTNBio, reste apenas papel secundário.

31 Conforme Resoluções CNBS n. 2/2008, 3/2008 e 4/2008.

32 As decisões foram por maioria de votos.

33 Conforme artigo 16, § 7º, transcrito na nota 21.

E, sob o prisma jurídico, é insustentável que duas autarquias federais com competência para dar a “palavra final” pela Administração Pública, o registro, fiquem vinculadas ao entendimento de uma mera comissão interna do Ministério da Ciência e Tecnologia sobre questões relacionadas à saúde e ao meio ambiente³⁴.

4. As falhas no processo decisório da CTNBio

Ademais da inconstitucionalidade e das incongruências referentes às repartições das competências entre os órgãos envolvidos na deliberação de um OGM em escala comercial, o processo decisório interno na Comissão e seu formato resultam na inadequação absoluta para a análise de avaliação de riscos de OGM.

A Lei de Biossegurança privilegiou a multidisciplinaridade na conformação da Comissão, em clara compreensão à diversidade das áreas do conhecimento associadas à biossegurança e à necessidade de diálogo entre tais ramos da ciência na avaliação dos riscos associados aos OGM. No entanto, a dinâmica adotada na CTNBio não permite que as análises e demais procedimentos de tomada de decisão técnica se beneficiem dessa multidisciplinariedade. A escolha das relatorias e dos procedimentos de análise não privilegiam os conhecimentos específicos de cada cientista.

Paulo Affonso Leme Machado chama a atenção para outro aspecto da inconsistência do processo decisório:

“Ao analisar a composição da CTNBio vê-se que, dos 12 especialistas – de notório saber científico e técnico – que a compõem, somente 3 são da área do meio ambiente. O Ministério do Meio Ambiente terá um representante e indicará um especialista oriundo da sociedade civil. Cinco conselheiros num conselho de 27 membros. Não é preciso muito esforço mental para diagnosticar que a CTNBio não está preparada tecnicamente para decidir sobre a necessidade, ou não, do licenciamento ambiental. Por melhores que sejam os conselheiros das outras áreas do conhecimento, não se pode esconder – nem dos brasileiros, nem dos que importarem nossos produtos – o fato de que a análise público-ambiental dos produtos transgênicos passou a carecer das necessárias profundidade e amplitude científica possibilitadas por um órgão dedicado somente ao meio ambiente”³⁵.

A lógica aplica-se igualmente às áreas da saúde humana e animal.

34 Vale anotar que o modelo instituído pela nova Lei de Biossegurança difere totalmente do processo decisório estabelecido no Brasil para a aprovação de outros produtos e atividades, relacionados à saúde e ao meio ambiente, que obedecem às divisões de competências estatuídas na Administração Pública federal. Por exemplo, a introdução de um agrotóxico no país exige que os órgãos federais competentes na área de saúde (a ANVISA), de meio ambiente (o IBAMA) e de agricultura (o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) emitam autorização.

35 MACHADO, *Direito ambiental brasileiro*, cit., p. 983.

De outra parte, o mecanismo de votação tampouco é adequado para a decisão sobre a segurança do OGM a ser introduzido na alimentação dos seres humanos e animais, na agricultura e, portanto, no meio ambiente. Se o princípio da precaução determina que “Quando houver ameaça de danos sérios ou irreversíveis, a ausência de absoluta certeza científica não deve ser utilizada como razão para postergar medidas eficazes e economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental”, não parece razoável que pareceres e votos fundamentados contrários a uma liberação não sejam efetivamente considerados pela Comissão. O entendimento de um dos cientistas apontando, por exemplo, impactos potenciais a insetos não alvo deveria ser o suficiente para a suspensão do processo de liberação e aprofundamento das pesquisas – em vez de simplesmente constar como voto vencido para registro histórico e eventual isenção de responsabilidade por danos no futuro.

A votação por maioria afronta a biossegurança sustentada por uma adequada análise da avaliação de riscos, já que admite que ainda que 13 dos 27 cientistas sejam contrários, um OGM pode receber decisão técnica favorável. Suponha-se que um dos membros da CTNBio, o único especialista em alergenicidade, aponte determinado impacto lesivo do OGM e seja seguido por outros 12. Ainda assim, os 14 restantes conseguirão aprovar o evento, se não julgarem relevante o dado apresentado – até por ignorância daquela área específica da ciência.

As decisões técnicas já emitidas pela CTNBio são bastante emblemáticas e denunciam por si só as incertezas e a fragilidade do processo de análise de avaliação de risco; e assumem, ao arremesso da legislação vigente, especialmente o princípio da precaução, que “ausência de evidência de risco é o mesmo que evidência de ausência de risco”³⁶.

Outros traços preocupantes são a ausência de remuneração dos membros da Comissão, o caráter temporário e a dedicação parcial às funções e atividades que exercem na CTNBio. A gratuidade é incompatível com a dimensão do trabalho que lhes compete. Da mesma forma, a dedicação parcial dos cientistas àquelas funções designadas na Lei pode comprometer gravemente a análise dos processos, uma vez que realizam outras atividades no dia a dia, de onde retiram seu sustento, restando-lhes pouco tempo para análise dos volumosos processos. Inevitavelmente, esses fatores prejudicam a análise da avaliação de risco dos OGM.

36 Nesse sentido, os trechos de algumas decisões da CTNBio referentes às liberações comerciais:

Algodão Liberty Link

“Assim, a inclusão da proteína PAT na alimentação humana e animal não provoca dano. A ação desta proteína é bem conhecida e não existe evidência na literatura de que possua ação biocida contra organismos não alvo.

[...]

Adicionalmente, não há evidência de reações adversas ao uso do Algodão LibertyLink. Por essas razões, não existem restrições ao uso deste algodão ou de seus derivados seja para alimentação humana ou de animais” (Parecer Técnico da CTNBio n. 1.521/2008, que libera o algodão geneticamente modificado Liberty Link).

Milho GA 21

“A possibilidade de a planta transgênica se tornar uma espécie daninha, bem como o cruzamento do milho GA21 com outras plantas de milho originar uma planta daninha, é desprezível, em virtude das características biológicas da espécie e ao fato de que o milho não sobrevive bem sem a intervenção humana. Assim, espera-se que o milho GA21 tenha um comportamento ambiental semelhante ao milho comum.

[...]

Adicionalmente, não há evidências de que genes de plantas tenham sido alguma vez transferidos a bactérias nas condições naturais” (Parecer Técnico n. 1.597/2008, que libera o milho geneticamente modificado GA21).

Escorando-se nos títulos acadêmicos dos membros da Comissão, a verdade é que se tem fechado os olhos para a complexidade da biossegurança e para as incertezas a ela associadas, o que é agravado pela natureza dessa Comissão e suas limitações. O aval cego que vem sendo conferido à Comissão desconsidera a insignificância de um colegiado de 27 pessoas e respectivos suplentes que se dedicam parcialmente às atividades da CTNBio, sem remuneração.

Lia Giraldo³⁷, ex-integrante da CTNBio, em sua carta de desligamento da Comissão, apontou críticas que mereceriam a reflexão de todos os órgãos e instâncias governamentais voltados à biossegurança e da sociedade. Segundo a cientista:

“[...]

Na minha opinião, a Lei n. 11.105/2005 que criou a CTNBio fez um grande equívoco ao retirar dos órgãos reguladores e fiscalizadores os poderes de analisar e decidir sobre os pedidos de interesse comercial relativos aos transgênicos, especialmente sobre as liberações comerciais.

A CTNBio está constituída por pessoas com título de doutorado, a maioria especialistas em biotecnologia e interessados diretamente no seu desenvolvimento. Há poucos especialistas em biossegurança, capazes de avaliar riscos para a saúde e para o meio ambiente.

Os membros da CTNBio têm mandato temporário e não são vinculados diretamente ao poder público com função específica, não podendo responder a longo prazo por problemas decorrentes da aprovação ou do indeferimento de processos.

O comportamento dos membros é como aquele que rege as comissões de pares para avaliação de mérito científico dos órgãos de fomento à pesquisa ou de pós-graduação ou de conselhos editoriais de revistas acadêmicas. Há um corporativismo em nome de uma ciência unidual.

Nem mesmo o Princípio da Incerteza, que concedeu o Prêmio Nobel a Werner Heisenberg (1927), é considerado pela maioria dos denominados cientistas que compõe a CTNBio. Assim, também na prática da maioria, é desconsiderado o Princípio da Precaução, um dos pilares mais importantes do Protocolo de Biossegurança de Cartagena que deve nortear as ações políticas e administrativas dos governos signatários.

O que vemos na prática cotidiana da CTNBio são votos preconcebidos e uma série de artimanhas obscurantistas no sentido de considerar as questões de biossegurança como dificuldades ao avanço da biotecnologia.

37 Servidora pública dedicada à Saúde Coletiva por mais de 30 anos, com mestrado e doutorado investigando biomarcadores para análise de risco, pesquisadora titular da Fundação Oswaldo Cruz.

A razão colocada em jogo na CTNBio é a racionalidade do mercado e que está protegida por uma racionalidade científica da certeza cartesiana, onde a fragmentação do conhecimento dominado por diversos técnicos com título de doutor *impede* a priorização da biossegurança e a perspectiva da tecnologia em favor da qualidade da vida, da saúde e do meio ambiente.

[...] ”³⁸.

À precariedade do processo de análise e à conduta da Comissão não tem sido dada a devida atenção. Muito pelo contrário, a instância máxima em biossegurança, o CNBS, as tem aplaudido, como já mencionado.

As deficiências aludidas até aqui podem se somar eventuais interesses de cientistas, como, por exemplo, o financiamento de pesquisas e os conflitos de interesses³⁹. Esta questão delicada, mais e mais trazida à luz nos últimos anos, se não é privilégio dos doutores que compõem esse colegiado, torna-se mais preocupante pelo número reduzido de cientistas com tanto poder de decisão e pelo descaso com que tem sido tratada pela Presidência do órgão^{40 e 41}.

A este respeito, a legislação de biossegurança repete preceitos básicos, declarando que os membros da CTNBio devem pautar sua atuação pela observância estrita dos conceitos ético-profissionais. A lei, como não poderia deixar de ser, veda a participação no julgamento de questões com as quais os cientistas membros tenham algum envolvimento de ordem profissional ou pessoal,

38 Carta de 17 de maio de 2005, lida na reunião plenária da CTNBio e consignada na ata da 102ª reunião ordinária da CTNBio. Disponível em: <<http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/4555.html>>.

39 Tratando dessa questão, a doutora Glaci Zancan, ex-presidente da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência – SBPC, já destacou: “O problema do conflito de interesse precisa ser encarado pela comunidade para evitar que as decisões dos órgãos técnicos sejam contestadas em sua legitimidade. [...] Sempre foi praxe da comunidade científica não opinar sobre projetos de sua própria instituição, mas agora é preciso mais. É preciso evitar que interesses comerciais, pessoais ou institucionais se misturem aos acadêmicos. É chegada a hora de considerar, na escolha dos membros das comissões e comitês, emissores de pareceres oficiais, além da competência técnica que os currículos podem refletir, o conflito de interesse” (Análise de mérito e o conflito de interesse. *Jornal da Ciência*, 5 dez. 2005).

40 A omissão ensejou a Recomendação n. 01/2006 do Ministério Público Federal para que todos assinassem declaração de conduta. Disponível em: <http://www.ctnbio.gov.br/upd_blob/0000/154.pdf>.

41 O desembargador João Batista Moreira, em voto divergente nos autos da Apelação Cível na Ação Civil Pública n. 1998.34.00.027682-0, critica a carência de legitimidade democrática, “uma vez que composta de membros designados discricionariamente pelo ministro de Estado da Ciência e Tecnologia, sem controle do Poder Legislativo”. Critica, ainda, a falta de independência da Comissão para decidir a liberação de organismos transgênicos em caráter conclusivo e vinculante, declarando: “É evidente a vulnerabilidade dessa entidade decisória às pressões políticas e econômicas. Seus membros estão humanamente sujeitos, mais que nas agências reguladoras, a cooptação por grupos de interesses, justamente num setor econômico que envolve vultosos investimentos e lucros transnacionais. Não é preciso ir longe para constatar essa vulnerabilidade. Basta ver que no governo anterior era ostensivo o interesse da União, por meio do Poder Executivo – que designa os membros da entidade –, na liberação do cultivo da soja geneticamente modificada. Lembre-se que até houve veemente sustentação oral em favor da manutenção do ato da CTNBio, ao início do julgamento, pelo ilustre subprocurador-geral da União”. A referida ação civil pública trata da necessidade de EIA/RIMA previamente à liberação comercial de OGM e outros aspectos, proposta pelo IDEC e Greenpeace em face da União Federal, e aguarda julgamento dos embargos infringentes dos autores no TRF da 1ª Região.

sob pena de perda de mandato⁴². Exige, inclusive, que, no ato da posse, os membros da CTNBio assinem declaração de conduta, explicitando eventuais conflitos de interesse e declarem seu impedimento, sempre que necessário, na forma do regimento interno da Comissão⁴³. Entretanto, o Regimento Interno⁴⁴ não detalha os casos que caracterizam conflitos de interesse, servindo a falta de parâmetros para a lassidão no controle de eventuais conflitos de interesse no âmbito da CTNBio.

5. Transparência dos atos da CTNBio

Um dos aspectos mais delicados na introdução de OGM, de modo geral, é a falta de transparência das autoridades governamentais e a ausência de participação social sobre as decisões políticas e técnicas envolvendo assunto que afeta diretamente a todos. No Brasil, a prática não é diferente, não obstante a orientação explícita da Constituição Federal imponha a transparência dos atos públicos e a participação popular, reconhecendo que “todo o poder emana do povo, que o exerce por meio de representantes eleitos ou diretamente”, e a cidadania como um dos fundamentos do Estado Democrático de Direito⁴⁵.

É elementar, para construir as bases de um processo decisório transparente, a ampla publicidade dos atos da Administração, por meio da garantia do acesso às informações, da publicação e divulgação das etapas do processo, das decisões e respectivas fundamentações, e mesmo pela garantia do acesso do público às reuniões oficiais, afinal, as reuniões e decisões da CTNBio têm caráter público. Nesse sentido, igualmente fundamentais são os mecanismos de participação da sociedade, como as consultas públicas sobre normas e outras decisões e a realização de audiências públicas que, se seriamente realizadas, devem, por óbvio, levar em conta as contribuições recebidas da sociedade⁴⁶.

Esses requisitos fundamentais à transparência e à participação da sociedade nos processos decisórios estão espelhados na legislação brasileira, a começar pela Constituição Federal, que impõe ao Poder Público a observância do princípio da publicidade⁴⁷.

42 Artigo 11, § 6º, da Lei n. 11.105/2005.

43 Artigo 14, §§ 1º e 2º, do Decreto n. 5.591/2005.

44 Portaria do Gabinete do Ministro da Ciência e Tecnologia n. 149, de 6 de março de 2006, *DOU* de 7 mar. 2006.

45 Artigo 1º, § 1º.

46 O Estado Democrático de Direito é caracterizado pela participação direta, referindo-se à terceira fase de evolução da Administração Pública, em que o particular, individual e pessoalmente, influencia na gestão, no controle e nas decisões do Estado, como decorrência do princípio democrático. A democracia participativa, assim, é consequência da insuficiência da democracia representativa reinante no final do século XX e decorre da exigência da presença direta dos particulares na tomada de decisões coletivas, através das audiências públicas, por exemplo.

47 Artigo 37, *caput*.

A legislação de biossegurança cria o Sistema de Informações em Biossegurança – SIB, “destinado à gestão das informações decorrentes das atividades de análise, autorização, registro, monitoramento e acompanhamento das atividades que envolvam OGM e seus derivados”⁴⁸, devendo também publicar atos administrativos ou legais que, de alguma forma, se relacionem com a legislação de biossegurança. O referido Sistema obriga a divulgação de todos os atos dos órgãos com competência em matéria de biossegurança, não apenas da CTNBio. À Comissão só é admitido excluir as informações sigilosas, publicizando todos os seus demais atos, tais como sua agenda, os extratos dos pedidos que analisará, os processos em trâmite, os pareceres proferidos, as atas de suas reuniões, seus relatórios anuais; bem como o SIB deve ser alimentado com os atos do CNBS e todas as informações dos órgãos de registro e fiscalização.

A inexistência do Sistema de Informações em Biossegurança – SIB⁴⁹, que após mais de quatro anos da vigência da Lei de Biossegurança não foi implantado, traz graves prejuízos à transparência dos atos administrativos relacionados à biossegurança, já que a “publicidade” tem se restringido ao *website* da Comissão e ao *Diário Oficial da União*, com conteúdo muito aquém das exigências legais. A falta do SIB prejudica também a gestão do risco, já que o Sistema pretende proporcionar o cruzamento de informações entre os vários órgãos competentes para, além de assegurar transparência à sociedade, garantir o imprescindível monitoramento dos riscos.

Com respeito à participação da sociedade, a legislação de biossegurança estabeleceu algumas regras que sugerem um alcance limitado, se interpretadas isoladamente. O artigo 11 da Lei de Biossegurança e o artigo 26 do Decreto de Biossegurança definem como *excepcional* o caráter da participação, nas reuniões da CTNBio, de representantes da comunidade científica, do setor público e de entidades da sociedade civil⁵⁰. A realização de audiência pública, por sua vez, também não recebe o melhor tratamento da lei, dando margem à conclusão de que a realização de audiências depende da vontade da CTNBio⁵¹. Em razão da compreensão restritiva da Comissão sobre a legislação brasileira, o Poder Judiciário foi instado para, à luz da Constituição Federal, corrigir as condutas da Comissão contrárias à transparência e à participação social.

48 Artigo 19, *caput*, da Lei de Biossegurança.

49 Artigo 14, XIX: “Divulgar no *Diário Oficial da União*, previamente à análise, os extratos dos pleitos e, posteriormente, dos pareceres dos processos que lhe forem submetidos, bem como dar ampla publicidade no Sistema de Informações em Biossegurança – SIB a sua agenda, processos em trâmite, relatórios anuais, atas das reuniões e demais informações sobre suas atividades, excluídas as informações sigilosas, de interesse comercial, apontadas pelo proponente e assim consideradas pela CTNBio”.

50 Artigo 11, § 10: “Poderão ser convidados a participar das reuniões, em caráter excepcional, representantes da comunidade científica e do setor público e entidades da sociedade civil, sem direito a voto”.

51 Artigo 15: “A CTNBio poderá realizar audiências públicas, garantida participação da sociedade civil, na forma do regulamento”.

O órgão realizava suas reuniões fechadas, não admitindo que os interessados pudessem assistir a elas ainda que na qualidade de ouvintes. A atitude provocou uma situação conflituosa⁵² e culminou com uma ação judicial intentada pelo Ministério Público Federal e decisão judicial assegurando o caráter público das reuniões^{53 e 54}.

De outra parte, a implantação do mecanismo de audiência pública em matéria de biossegurança, de longa data utilizado no país para a discussão de matérias ambientais⁵⁵, não se deu por iniciativa espontânea da CTNBio. Uma decisão formal negativa à solicitação de organizações não governamentais de submeter à audiência pública o primeiro pedido de liberação de milho geneticamente modificado no Brasil, o milho *Liberty Link* da Bayer, implicou a propositura de mais uma ação judicial⁵⁶ e nova decisão favorável⁵⁷. Em que pese às irregularidades da CTNBio na definição das regras da audiência⁵⁸ – como a realização de uma única audiência para tratar de

- 52** Segundo nota da procuradora da República que acompanhou a discussão, doutora Maria Soares Camelo Cordioli, “Os fatos abaixo relatados e que podem ser confirmados com a degravação da reunião da CTNBio de 22 de março fluente, realizada no auditório do Bloco L da Agência Nacional das Águas – ANA, demonstram à exaustão o difícil exercício da transparência, publicidade, legalidade e moralidade inerentes à democracia e cidadania. O episódio de hoje pela manhã, ao nosso sentir, foi o mais deplorável e lastimável que pude registrar em mais de 16 anos de atuação como representante do Ministério Público Federal, tendo em vista o abuso de autoridade por parte da Presidência da CTNBio [...]”. Disponível em: <<http://www.prr1.mpf.gov.br/noticias/nota-a-imprensa-ctnbio>>.
- 53** Mandado de Segurança n. 2007.34.00.012278-6, 2ª Vara Federal do Distrito Federal, Impetrante: Ministério Público Federal e Impetrado: Presidente da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio.
- 54** Na sentença, o juiz federal Marcos Augusto de Sousa, valendo-se do parecer do Ministério Público, declarou que: “O fato de se habilitar ou convidar pessoas estranhas ao quadro da CTNBio, conforme disciplinado [na Lei], não exclui a participação dos ouvintes/observadores, que não necessitam de autorização ou convite para participar das reuniões, por tratar-se de ato público, aberto a todos os interessados. Em um Estado Democrático de Direito como o nosso, pautado na obediência às normas legais, tendo como norma suprema do ordenamento jurídico a Constituição Federal, que prioriza a publicidade dos atos públicos, inclusive elegendo-a como um dos princípios da Administração Pública (art. 37, *caput*), não se harmoniza com a prática de atos públicos sigilosos”.
- 55** O instrumento normativo pioneiro na previsão de audiências públicas para atuação administrativa na proteção do meio ambiente no Brasil foi a Resolução n. 01, de 23 de janeiro de 1986, editada pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA – órgão consultivo e deliberativo integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente, cuja finalidade é assessorar, estudar e propor ao Conselho de Governo as diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e recursos naturais e deliberar, no âmbito de sua competência, sobre normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida. Posteriormente, o CONAMA editou outras normas sobre o tema, a exemplo da Resolução n. 06/1986 e da Resolução n. 09, de 3 de dezembro de 1987.
- 56** Ação Civil Pública n. 2006.70.00.030708-0/PR, Vara Ambiental da Justiça Federal de Curitiba, Paraná. Autores: Terra de Direitos, AS-PTA, IDEC e ANPA. Réu: União Federal.
- 57** Segundo a decisão do juiz federal da Vara Ambiental de Curitiba, Nicolau Konkel Junior: “De fato o dispositivo legal acima transcrito prevê a ‘possibilidade’ e não a obrigatoriedade na realização de audiência pública quando da pretensão da liberação comercial de OGM. No entanto, segundo já apontado na fundamentação *supra*, este dispositivo foi o único de toda a lei que veio a proporcionar uma forma, a mínima que seja, de efetiva participação popular no processo de liberação comercial de transgênico. Ressalve-se, neste ponto, que a participação popular encontra-se garantida pela Constituição Federal de 1988, como forma de viabilização do Estado Democrático atualmente existente, o que se traduz pelo disposto no art. 1º, parágrafo único: ‘todo o poder emana do povo, que o exerce por meio de representantes eleitos ou diretamente, nos termos desta Constituição’. Sendo assim, a realização de audiência pública na hipótese em tela nada mais é do que a consagração desta participação do povo, que inegavelmente se encontra diretamente interessado em qualquer decisão que venha a ser tomada pela CTNBio na liberação do milho transgênico”.
- 58** Conforme Edital n. 1/2007 da CTNBio.

várias espécies de milhos transgênicos, o que inviabilizou qualquer aprofundamento das discussões – e também na condução do debate, a medida representou um passo importante⁵⁹. Indiretamente resultou na adoção da prática de audiências públicas previamente às liberações comerciais, a exemplo da audiência pública para tratar da liberação de eventos de algodão e outra para discutir o arroz *Liberty Link* da Bayer.

6. Responsabilidade e compensação

Em matéria de biossegurança, a legislação brasileira adotou a responsabilidade objetiva e solidária, em caso de danos ao meio ambiente e a terceiros, respondendo pela reparação integral dos danos todos aqueles que de alguma forma contribuíram para sua causação – independentemente da existência de culpa⁶⁰. A Lei de Biossegurança, neste ponto, vai ao encontro da legislação que dispõe sobre responsabilidade em matéria de meio ambiente, consumidor, bem como daquela que rege a responsabilidade do Poder Público⁶¹.

Na hipótese de configuração da responsabilidade do Estado, a Constituição Federal assegura à Administração Pública buscar o devido ressarcimento dos agentes públicos que deram causa à lesão, caso fique comprovado que estes agiram com dolo ou culpa. A título ilustrativo, significa que uma decisão favorável da CTNBio à liberação de um OGM que vier a resultar em dano à saúde humana implicará o dever reparatório do Estado perante os consumidores lesados, mas ensejará também o dever do Estado de acionar regressivamente os membros da CTNBio que tiverem votado a favor sem ter procedido a uma avaliação adequada dos riscos. Trata-se do poder-dever do Estado de punir os verdadeiros causadores de danos, por uma conduta negligente, imperita e/ou imprudente, zelando para que o erário não seja dilapidado indevidamente.

A responsabilidade pessoal do membro da CTNBio decorre de sua condição de agente público, caracterizado pelo exercício do mandato na citada Comissão, por designação do ministro de Estado da Ciência e Tecnologia, ainda que a função seja transitória e sem remuneração⁶². Além de obrigado a ressarcir danos, diante de sua conduta dolosa ou culposa que acarrete o dever de o Poder Público indenizar, como agente público, está obrigado legalmente a atender os princípios que regem a

59 De acordo com o artigo 34 do Decreto n. 5.591/2005, é obrigatória a análise de todos os documentos protocolizados na CTNBio e em audiência pública.

60 O artigo 20 da Lei n. 11.105/2005 determina que “os responsáveis pelos danos ao meio ambiente e a terceiros responderão, solidariamente, por sua indenização ou reparação integral, independentemente da existência de culpa”.

61 A regra geral do Código de Defesa do Consumidor – CDC também é a responsabilidade objetiva e solidária, envolvendo todos os fornecedores responsáveis pelo dano, nos termos dos artigos 6º, VI, 12, 18 e 25, § 1º. O mesmo se dá na legislação ambiental (art. 225, § 3º, da Constituição Federal e art. 14, § 1º, da Lei n. 6.938/1981). Ainda, a Constituição Federal estabelece a responsabilidade objetiva da Administração Pública e dos agentes públicos (art. 37, § 6º).

62 Artigo 2º da Lei n. 8.429/1992: “Reputa-se agente público, para os efeitos desta lei, todo aquele que exerce, ainda que transitoriamente ou sem remuneração, por eleição, nomeação, designação, contratação ou qualquer outra forma de investidura ou vínculo, mandato, cargo, emprego ou função nas entidades mencionadas no artigo anterior”.

Administração Pública, quais sejam, a legalidade, a impessoalidade, a moralidade, a publicidade e a eficiência⁶³. Qualquer ação ou omissão que venha a ferir os princípios que pautam a Administração Pública constitui improbidade administrativa, nos termos da Lei n. 8.429/1992⁶⁴. Apenas para citar um exemplo, impedir o acesso a documentos em poder da CTNBio implica desobediência ao dever de honestidade para com a sociedade e afronta ao princípio da publicidade, o que por si só caracteriza ato de improbidade⁶⁵.

Ademais, os membros da CTNBio respondem pessoalmente pelos crimes previstos na Lei de Crimes Ambientais, Lei n. 9.605/1998⁶⁶, em caso de dano ambiental, como, por exemplo, por afirmação falsa ou enganosa, omissão da verdade, sonegação de informações ou dados técnico-científicos em procedimentos de autorização ou de licenciamento ambiental⁶⁷.

Se, no plano teórico, não restam dúvidas de que a legislação brasileira assegura a responsabilidade objetiva e solidária, respondendo todos os envolvidos solidariamente pela reparação da lesão causada ao meio ambiente, à saúde das pessoas, aos agricultores, na prática, alguns desafios persistem.

Como se resolverá concretamente a reparação de um agricultor orgânico que teve sua produção de milho contaminada? Será responsável o Poder Público, cujo órgão responsável (CTNBio) definiu 100 metros como distância suficiente para a coexistência entre variedades transgênicas e demais?⁶⁸ Ou será a empresa detentora da tecnologia? Ambos? Ou deverá ser responsabilizado o vizinho que cultivou transgênico próximo ao agricultor orgânico?

Como se dará a reparação do meio ambiente lesado com uma maior quantidade de agrotóxico ou pela erosão genética após a introdução de determinada espécie transgênica ou por outro dano? Responderá pelo dano o Poder Público, que por meio da CTNBio e do CNBS autorizou a liberação de determinado OGM? A empresa que desenvolveu o OGM e o patenteou? Ou os agricultores que usaram a semente transgênica adquirida legalmente e respeitaram as regras determinadas?

63 Artigo 37, *caput*, da Constituição Federal.

64 Artigo 11: “Constitui ato de improbidade administrativa que atenta contra os princípios da administração pública qualquer ação ou omissão que viole os deveres de honestidade, imparcialidade, legalidade, e lealdade às instituições, e notadamente: [...]”. Vale esclarecer que as condutas descritas nos incisos do art. 11 da Lei n. 8.429/1992 são meramente exemplificativas, de forma que qualquer lesão aos princípios da Administração Pública, por mais que não esteja expressamente prevista, já se configura ato de improbidade.

65 Lei n. 8.429/1992, artigo 11: “Constitui ato de improbidade administrativa que atenta contra os princípios da administração pública qualquer ação ou omissão que viole os deveres de honestidade, imparcialidade, legalidade e lealdade às instituições, e notadamente: [...]”

IV – negar publicidade aos atos oficiais”.

66 Artigo 2º: “quem, de qualquer forma, concorre para a prática dos crimes previstos nesta Lei incide nas penas a estes cominadas, na medida da sua culpabilidade, bem como o diretor, o administrador, o membro de conselho e de órgão técnico, o auditor, o gerente, o preposto ou mandatário de pessoa jurídica, que, sabendo da conduta criminosa de outrem, deixar de impedir a sua prática, quando podia agir para evitá-la”.

67 Artigo 66: “Fazer o funcionário público afirmação falsa ou enganosa, omitir a verdade, sonegar informações ou dados técnico-científicos em procedimentos de autorização ou de licenciamento ambiental: Pena – reclusão, de um a três anos, e multa”.

68 Resolução Normativa n. 4 da CTNBio.

Como será indenizado o universo de consumidores vitimados pelos efeitos nocivos de um determinado alimento transgênico cujo plantio e comercialização foram liberados no país? Antes disso, como esses consumidores e os profissionais de saúde saberão que os problemas de saúde enfrentados têm a ver com o consumo de determinado alimento transgênico?

Paralelamente, esses mesmos questionamentos e outros estão na pauta em discussão no âmbito do Protocolo de Cartagena. O regime de responsabilidade a ser adotado em caso de danos decorrentes dos transgênicos nos movimentos transfronteiriços constituiu o tema central da reunião dos países signatários do Protocolo de Biossegurança, em 2008, em Bonn, Alemanha⁶⁹.

No Brasil, as indagações possivelmente serão postas à prova no Poder Judiciário, quando lhe chegarem ações relacionadas às contaminações de plantios orgânicos ou convencionais e/ou eventuais outros danos. Certamente, os obstáculos para a configuração dos danos e para a atribuição da responsabilidade aos agentes responsáveis existem, mas, diante do disposto na legislação brasileira, serão superados para cumprir o relevante papel de reparação e realização da justiça.

7. Rotulagem

A rotulagem de alimentos transgênicos ou contendo transgênicos no Brasil deve ser examinada sob o contexto legal de marcante proteção ao consumidor, que se iniciou com o reconhecimento da defesa do consumidor entre os direitos fundamentais em nossa Constituição Federal e ainda entre os princípios a serem observados pela livre iniciativa⁷⁰. Após a promulgação da Lei Maior, em 1988, e em cumprimento à determinação constitucional, foi editado o Código de Defesa do Consumidor, Lei n. 8.078/1990, que consagra a informação e a possibilidade de escolha como direitos básicos a serem respeitados⁷¹.

Em 2001, sob denúncias comprovadas de produtos no mercado contendo soja transgênica Roundup Ready, apesar da proibição judicial, e forte pressão da sociedade, foi publicado o primeiro decreto presidencial sobre a rotulagem de transgênicos do então presidente Fernando Henrique Cardoso, o Decreto n. 3.871/2001. Referido decreto exigia a informação quando houvesse mais de 4% de ingrediente transgênico, o que restringia sobremaneira os direitos à informação e à escolha assegurados pela Lei de Defesa do Consumidor.

No ano de 2003, sob o governo do presidente Lula, as regras dispostas sobre rotulagem de transgênicos foram alteradas. O Decreto n. 4.680 passou a obrigar a rotulagem de todos os alimentos transgênicos ou contendo ingredientes transgênicos, processados ou *in natura*, quando houver acima do limite de 1% do produto, inclusive alimentos e ingredientes produzidos a partir de animais alimentados com ração transgênica. O rótulo deve conter uma das seguintes expressões, a

⁶⁹ Apesar dos intensos debates e negociações entre as delegações dos países-membros e o reconhecimento da necessidade de um regime com aspectos vinculantes, as definições foram postergadas para a próxima reunião, em 2010, no Japão.

⁷⁰ Artigos 5º, XXXII, e 170, V.

⁷¹ Artigo 6º, II e III.

depende do caso: “(nome do produto) transgênico”, “contém (nome do ingrediente ou ingredientes) transgênico(s)” ou “produto produzido a partir de (nome do produto) transgênico” e ainda informar a espécie doadora do gene e um símbolo⁷² para facilitar o reconhecimento do consumidor quanto à natureza do produto.

Aspecto da maior relevância sobre o Decreto de Rotulagem é a determinação da rastreabilidade da cadeia produtiva para que a informação independa da possibilidade técnica de detecção da presença de organismo geneticamente modificado. A exigência da rastreabilidade da cadeia é condição para que seja respeitado o direito do consumidor⁷³.

A norma vigente no país desde 2003 permite o atendimento da determinação disposta no Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança, no tocante à identificação das cargas nos movimentos transfronteiriços⁷⁴. Segundo o Acordo Internacional, não obstante a informação precisa sobre a natureza transgênica dos carregamentos contendo OGM passe a ser obrigatória somente a partir de 2012⁷⁵, os países signatários devem adotar as medidas ao seu alcance, desde já, para fornecer a adequada informação sobre os carregamentos, sendo que, nos casos em que já houver sistema interno que garanta a informação, os carregamentos já devem ser acompanhados de “contém OGM”. Por outro lado, se não houver meios de identificação precisa (como sistema de preservação de identidade), tem que se adotar o “pode conter”⁷⁶.

Portanto, no Brasil, o exato cumprimento do Protocolo de Cartagena representa tomar as providências necessárias para identificar especificamente as cargas exportadas por meio do “contém OGM”, medida absolutamente negligenciada por parte das autoridades públicas. A omissão do governo federal brasileiro é grave, em matéria de biossegurança, pelo volume expressivo de suas exportações de *commodities*⁷⁷.

Internamente também é possível afirmar que o aspecto mais preocupante diz respeito à falta de fiscalização por parte do Poder Público e suas consequências. Como o Decreto de Rotulagem impôs acertadamente a rastreabilidade como meio de assegurar a correta informação aos cidadãos, a fiscalização de todas as etapas de produção no campo, processamento dos grãos, industrialização e venda dos alimentos, e da respectiva documentação fiscal ficou partilhada entre diversos órgãos, em conformidade com suas atribuições legais. No âmbito federal, compete ao Ministério da Agricultura,

72 Conforme Portaria n. 2.658/2003 do Ministério da Justiça.

73 Artigo 2º, § 3º: “A informação determinada no § 1º deste artigo também deverá constar do documento fiscal, de modo que essa informação acompanhe o produto ou ingrediente *em todas as etapas da cadeia produtiva*” [sem grifo no original].

74 Artigo 18, § 2º, *a*, do Protocolo de Cartagena e Decisão BS-III/10 da MOP 3.

75 Item 7 da Decisão BS-III/10.

76 Item 4, *a* e *b*, da Decisão BS-III/10.

77 Essa questão, ao lado de outros fatos, resultou em uma denúncia ao Comitê de Cumprimento do Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança, durante a MOP-4, em Bonn, Alemanha, por organizações não governamentais brasileiras (Associação de Agricultura Orgânica – AAO, Associação Nacional dos Pequenos Agricultores – ANPA, Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa – AS-PTA, Greenpeace, Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor – IDEC e Terra de Direitos). De acordo com o relatório da 5ª Reunião do Comitê de Cumprimento do PCB, de 21 de novembro de 2008, foi dado encaminhamento para denúncias entregues por não partes do PCB. Disponível em: <<http://www.cbd.int/doc/meetings/bs/bssc-05/official/bssc-05-04-en.pdf>>.

Pecuária e Abastecimento – MAPA a fiscalização da documentação fiscal no campo; à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, o acompanhamento da indústria alimentícia; e ao Ministério da Justiça coube a fiscalização da etapa de oferta dos produtos nos mercados e congêneres, sendo também competentes os órgãos estaduais e municipais, no âmbito de suas atribuições⁷⁸. Tem-se, portanto, uma cadeia de ações interligadas e dependentes, a reclamar uma atuação sincronizada entre os vários órgãos, sob pena de não funcionar.

A ausência de rotulagem enseja a imposição de sanções administrativas, civis e até penais, nos termos do artigo 66 do Código de Defesa do Consumidor. A empresa alimentícia que não informar adequadamente o consumidor responde pelo crime ora mencionado, punível com detenção de 3 meses a 1 ano e multa. Além da empresa que incorrer na penalidade, igualmente o Poder Público pode ser responsabilizado por sua omissão no dever de fiscalizar e exigir o cumprimento do Código de Defesa do Consumidor e do Decreto n. 4.680/2003.

Não obstante as punições previstas, há fortes evidências de que uma parte dos alimentos destinados ao consumo humano no Brasil contenha transgênico, sem identificação devido à falta de adequada fiscalização por parte dos órgãos competentes⁷⁹ e à postura da indústria alimentícia. Ciente da rejeição da população aos alimentos contendo OGM⁸⁰, as evidências levam a crer que algumas indústrias alimentícias estão destinando parte da soja transgênica produzida no país à produção de alimentos que tecnicamente não permitem a identificação da presença de OGM⁸¹.

8. Considerações finais

Os breves apontamentos feitos no presente artigo pretendem contribuir para demonstrar fragilidades significativas da Lei de Biossegurança em vigor. A impropriedade dos mecanismos previstos na legislação aliada à atuação da CTNBio não são capazes de garantir a segurança dos OGM liberados para o meio ambiente e consumo da população.

Por sua vez, a razão obscurecida do Conselho de Ministros que respalda os atos da CTNBio, ignorando, inclusive, os entendimentos contrários de outros órgãos técnicos da própria Administração Pública Federal, submetem a risco a população, o meio ambiente e a agricultura não transgênica, e, conseqüentemente, viola frontalmente a legislação brasileira.

78 Conforme Instrução Ministerial n. 1/2004.

79 Com exceção do Departamento de Proteção e Defesa do Consumidor, que tem realizado testes em produtos periodicamente, não se tem notícia de outras ações governamentais fiscalizatórias sistemáticas.

80 Diversas pesquisas de opinião realizadas no Brasil, a exemplo de outras realizadas em outras partes do mundo, apontam que a maioria optaria por um alimento não transgênico: 74% da população (IBOPE, 2001); 71% (IBOPE, 2002); 74% (IBOPE, 2003); e 70,6% (ISER, 2005).

81 Pelo menos dois fatos suportam essa hipótese. Teste para detecção de transgênico realizado pelo IDEC em 2008 revelou que mais de 20% dos alimentos testados continham OGM, mas não era possível quantificar, devido ao alto processamento. Antes, o Ministério Público de São Paulo movera uma ação civil pública (3ª Vara Cível de São Paulo – Processo n. 583.00.2007.218243-0) e obteve liminar determinando a rotulagem das duas maiores marcas de óleos de soja, Bunge e Cargill. A ação foi motivada por denúncia do Greenpeace, feita em outubro de 2005, sobre a utilização de soja transgênica para a produção de óleo.

Os poucos anos de vigência da nova legislação são mais que suficientes para ilustrar a precariedade do processo que permite que posicionamentos fundamentados de membros da própria Comissão tão-somente sejam ignorados ou, ainda, a temeridade de um Conselho de Ministros referendar a posição majoritária da CTNBio, a despeito de entendimento contrário da ANVISA e do IBAMA⁸². Por outro lado, esses anos alertam para a importância da ampliação da transparência e da participação social no debate sobre o assunto e nos processos de decisão, sem falar na necessidade de revisão do próprio modelo decisório.

É indispensável (e atrasado está) voltar a atenção para a definição da Política Nacional de Biossegurança, conforme delegado pelo Congresso Nacional ao Conselho Nacional de Biossegurança, com o apoio da CTNBio. Até o momento, apesar de diversas liberações comerciais, a Política de Biossegurança, que deve conduzir os agentes públicos em matéria de biossegurança, sequer consta da pauta.

É certo que alguns avanços expressivos foram alcançados a partir de decisões judiciais proferidas à luz da adequada interpretação da Constituição Federal e da legislação brasileira, prestigiando o interesse público, especialmente os direitos à saúde e ao meio ambiente equilibrado, bem como a participação da sociedade. Contudo, não basta a atuação firme e independente do Poder Judiciário. A atuação dos órgãos públicos competentes em conformidade com a legislação brasileira e a participação da sociedade são fatores decisivos para coibir as ilegalidades cometidas contra a biossegurança.

Referências

AS-PTA – Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa. Observatório da CTNBio. Disponível em: <<http://www.aspta.org.br/monitoramento-da-ctnbio>>.

BARROS-PLATIAU, Ana Flávia; VARELLA, Marcelo Dias. O princípio da precaução e a sua aplicação na Justiça Brasileira: estudo de casos. In: ———. *Princípio da precaução*. Belo Horizonte: Del Rey, 2004.

DI PIETRO, Maria Sylvania Zanella. *Direito administrativo*. 10. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

———. Participação popular na administração pública. *Revista de Direito Administrativo*, Rio de Janeiro, n. 191, jan./mar. 1993.

82 A propósito, v. *O mundo segundo a Monsanto*. Entre outras revelações, a jornalista Marie-Monique Robin relata uma entrevista com Dan Glickman, secretário da Agricultura do governo Bill Clinton, responsável pela autorização de diversas culturas transgênicas nos EUA. Na entrevista, Robin questiona se Glickman acredita que a soja da Monsanto deveria ter sido examinada mais minuciosamente antes de ser liberada no mercado. E a resposta do ex-secretário manifesta claramente a pressão a que estava sujeito o governo norte-americano à época: “Para ser franco, deveríamos ter feito mais testes, mas havia muita gente na indústria agrícola que não queria que isso ocorresse porque já havia feito grandes investimentos no desenvolvimento desses produtos. E, com certeza, quando me tornei secretário, como era o encarregado pelo departamento de regulamentação da agricultura, recebi muita pressão para, por assim dizer, não levar a questão muito adiante... Mas, diria que, quando abri a boca durante o governo Clinton, fui criticado, não apenas pela indústria, mas até mesmo por funcionários do governo. De fato, fiz um discurso uma vez em que disse que precisávamos analisar de modo mais inteligente as questões relacionadas à regulamentação dos OGMs. E algumas pessoas do governo Clinton ficaram muito chateadas comigo e me disseram: ‘Como você pôde, ocupando o cargo que ocupa na Secretaria de Agricultura, questionar o nosso sistema de regulamentação?’” (São Paulo: Radical Livros, 2008. p. 181-182).

- DOLABELLA, Rodrigo H. C.; ARAÚJO, José C. de; FARIA, Carmen Rachel S. M. A Lei de Biossegurança e seu processo de construção no Congresso Nacional, *Cadernos ASLEGIS*, Brasília, n. 25, jan./abr. 2005.
- FIGUEIREDO, Lucia Vale. *Curso de direito administrativo*. 8. ed. São Paulo: Malheiros, 2006.
- MACHADO, Paulo Affonso Leme. *Direito ambiental brasileiro*. 14. ed. São Paulo: Malheiros, 2006.
- MEIRELLES, Hely Lopes. *Direito administrativo brasileiro*. 28. ed. Malheiros: São Paulo, 2003.
- MELLO, Celso Antônio Bandeira de. *Curso de direito administrativo*. 14. ed. São Paulo: Malheiros, 2002.
- MODESTO, Paulo. Participação popular na administração pública: mecanismos de operacionalização. *Revista Eletrônica de Direito do Estado*, Bahia, n. 2, abr./maio/jun. 2005.
- ROBIN, Marie-Monique. *O mundo segundo a Monsanto*. São Paulo: Radical Livros, 2008.
- SILVA, Letícia Rodrigues da; PELAEZ, Victor. O marco regulatório para a liberação comercial dos organismos geneticamente modificados (OGM) no Brasil. *Revista de Direito Ambiental*, v. 12, n. 48, p. 118-139, out./dez. 2007.
- ZANCAN, Glaci. Análise de mérito e o conflito de interesse. *Jornal da Ciência*, 5 dez. 2005.

Transnacionais, legislações e violações dos direitos dos agricultores

JULIANA AVANCI e LARISSA PACKER

Assessora/Consultora Jurídica da Terra de Direitos

O crescente avanço das empresas transnacionais sobre a agricultura revela a continuação da industrialização do campo, processo iniciado na década de 1970, com a introdução da “Revolução Verde”, que hoje tem como finalidade o patenteamento e confinamento de bens comuns. A apropriação privada não se dá apenas sobre os recursos naturais, como terra e água, mas também sobre o patrimônio cultural de comunidades locais que detêm práticas de manejo associadas ao conhecimento tradicional, e sobre recursos genéticos, tais como sementes, raças e plantas.

Para assentar a hegemonia sobre o mercado agrícola nacional, as empresas se valem de articulações com parlamentares ligados ao agronegócio no Congresso, permitindo a materialização legal das suas investidas. Exemplo disso são os diversos projetos de lei em trâmite na Câmara dos Deputados que se propõem a regular a matéria e incidem diretamente em direitos coletivos e difusos, uma vez que têm como objeto a flexibilização de leis ambientais, a restrição ao livre uso da agrobiodiversidade, entre outras ações.

As manobras das empresas têm como objetivo o controle corporativo, e suas propostas surgem como geradoras de vantagens comparativas e lucros extraordinários. Em decorrência disso estabeleceu-se um processo vertiginoso em todos os setores a partir de 1990. Entre 1990 e 2000,

a quantidade de fusões e aquisições empreendidas pelas empresas multiplicou-se por 7. Dessa forma, leis de propriedade intelectual são vias utilizadas para mercantilizar e privatizar o abastecimento mundial de sementes¹.

Atualmente, as legislações que regulam a agricultura revelam a prevalência do interesse privado retirando agricultores da esfera tradicional, do papel de conhecedores de práticas intergeracionais de melhoramento, conservação e preservação da agrobiodiversidade, tensionando, assim, para a imposição de uma relação de consumo com a finalidade de gerar dependência econômica e tecnológica e abrir espaço para as transnacionais se apropriarem dos recursos naturais e genéticos. Falar em transgênicos significa falar em modelo de produção e reprodução do capital de forma concentrada nas mãos de pouquíssimas transnacionais que detêm a cadeia produtiva de sementes e insumos.

Os projetos de lei² que visam a alteração da lei de proteção às cultivares³ e que pretendem ampliar os recursos patenteáveis colocam os agricultores de inovadores transgeracionais como consumidores e criam o cenário da agricultura sem agricultores. A apropriação privada sobre os bens comuns tende a excluir o outro da produção, utilização ou venda dos produtos. Nega inovações coletivas acumuladas e a criatividade das sociedades dos países em desenvolvimento, tornando-se um processo de enclausuramento dos bens que possibilitam a sobrevivência e estão intimamente vinculados ao modo de vida de agricultores, comunidades locais, tradicionais, indígenas e povos das florestas.

As propostas de regulamentação de leis voltadas ao campo da agricultura criam, com o direito dos melhoristas de espécies vegetais e animais, um sistema agrícola e farmacêutico uniforme, tornando a biodiversidade e a diversidade de formas de vida – plantas, animais e micro-organismos – matéria-prima negociável e os agricultores consumidores dependentes dos sistemas econômicos monopolizados por poucas empresas que detêm direitos de propriedade intelectual sobre formas de vida e conhecimento comunitário associado.

Os direitos são fruto da luta histórica dos povos e de seu amadurecimento em selecionar dimensões da vida que são imprescindíveis para a afirmação de uma existência concretamente digna. Algumas legislações apresentam expressões dos direitos dos agricultores e apontam caminhos para a proteção da agrobiodiversidade contra o processo de erosão genética, bem como para assegurar uma agricultura sustentável que crie condições para a segurança alimentar, fator essencial para a sobrevivência de homens e mulheres na terra.

O Tratado sobre Recursos Fitogenéticos para Alimentação e Agricultura da FAO, por exemplo, reconhece o papel dos agricultores como inovadores e detentores de saberes e práticas fundamentais para a agricultura sustentável de conservação *in situ* e *on farm* por meio de conhecimentos intergeracionais, trazendo assim em seu preâmbulo:

- 1 Silvia Ribeiro. Grupo ETC. Curso sobre Novas Tecnologias, realizado dos dias 19 a 21 de outubro, no Rio de Janeiro.
- 2 Existem dois projetos de lei em trâmite na Câmara dos Deputados para regular essa matéria: um proposto pela Rose de Freitas (PMDB/ES) sob n. 2.325/2007 e outro proposto por Moacir Micheletto (PMDB/PR) sob n. 3.100/2008.
- 3 Lei n. 9.456/2008, que institui medidas protecionistas às sementes registradas pelas empresas.

“*Afirmando também* que os direitos reconhecidos no presente Tratado de conservar, usar, trocar e vender sementes e outros materiais de propagação conservados pelo agricultor, e de participar da tomada de decisões sobre a repartição justa e equitativa dos benefícios derivados da utilização dos recursos fitogenéticos para a alimentação e a agricultura, são fundamentais para a aplicação dos Direitos dos Agricultores, bem como para sua promoção tanto nacional quanto internacional ”.

A Convenção sobre a Diversidade Biológica, cuja redação final foi aprovada na Conferência de Nairobi, no Quênia, em 1992, menciona explicitamente os direitos dos agricultores, estabelecendo em seu artigo 8 (j) que os conhecimentos e práticas de comunidades locais e populações indígenas devem ser respeitadas, e a aplicação desses conhecimentos deve passar pela aprovação e participação de seus detentores, sendo incentivados mediante a repartição de benefícios com as comunidades locais e indígenas.

Em 1999, estudo do Conselho Econômico e Social sobre o direito à alimentação, submetido à Comissão de Direitos Humanos da ONU, sustentou que os direitos dos agricultores deveriam ser tratados e promovidos como parte integrante do direito humano à alimentação, já que o suprimento de comida e sua sustentabilidade dependem de que os direitos dos agricultores sejam estabelecidos com firmeza. Embora o direito dos agricultores não se esgote apenas nesta dimensão utilitária, como “guardiões da agrobiodiversidade” para exploração agrícola futura dos melhoristas.

Desse modo, o pleno exercício dos direitos coletivos dos agricultores em todo o mundo significa a afirmação da pluralidade sociocultural de modos de produzir e reproduzir a vida, como também o acesso ao direito humano à alimentação e a soberania alimentar e nutricional da humanidade, além do direito difuso de todos e de cada um ao meio ambiente ecologicamente equilibrado. Apesar desse entendimento, o TIRFAA deixou de reconhecer os direitos dos agricultores como direitos humanos a serem assegurados pelo sistema internacional, não integrando o direito à alimentação.

Segundo as legislações e políticas estabelecidas até hoje, pautadas principalmente no Acordo sobre Aspectos dos direitos de propriedade intelectual relacionados ao comércio (a assinatura do Acordo TRIPS⁴, firmado em 1995 na Rodada Uruguai, passa a ser condição para o ingresso dos países

4 TRIPS é sigla em inglês de Trade-Related Aspects of intellectual property rights agreement, que entrou em vigor em 1º de janeiro de 1995. Antes deste acordo, a propriedade intelectual era tratada no âmbito da Ompi, principalmente sob a Convenção de Paris para a Proteção da Propriedade Industrial, de 1883, e a Convenção de Berna para a proteção das obras literárias e artísticas, de 1886. Sob esse regime anterior, alguns processos e produtos industriais e tecnológicos, como medicamentos, alimentos e produtos químicos, poderiam ser excluídos da patenteabilidade segundo as estratégias nacionais, assim como o prazo de vigência poderia ser fixado pelos estados. A lei de patentes brasileira, Lei n. 5.772/1971, não permitia, por exemplo, o patenteamento de produtos alimentícios, químico-farmacêuticos e os medicamentos, bem como os respectivos processos de obtenção ou modificação. Atualmente o art. 27 do TRIPS exige a aplicação de patentes a produtos e processos de todos os setores tecnológicos, sem discriminação, desde que atendam aos requisitos de novidade, atividade inventiva e aplicação industrial, por prazo não inferior a 20 anos.

à OMC), o que se tem é o incentivo aos melhoristas⁵ e detentores da biotecnologia agrícola por meio de direitos de propriedade intelectual – na forma de patentes e direitos dos melhoristas⁶ – para o desenvolvimento de novas variedades comerciais e, por outro lado, a marginalização e negação dos direitos dos agricultores para continuarem a utilizar e conservar os recursos da agrobiodiversidade.

Além dessa desigualdade no tratamento dos sujeitos responsáveis pela disponibilização de alimentos e preservação ambiental a toda a humanidade, há uma total desconsideração do trabalho histórico e coletivo dos agricultores na seleção e melhoramento dos recursos da agrobiodiversidade. A tutela de cultivares comerciais pela lei de patentes ou por leis que regulamentam os direitos dos melhoristas só é possível porque parte do pressuposto de que se trata de inovação ou passo inventivo, em completa negação de que se trata de conhecimento acumulado, criado e recriado, ao longo das gerações, pelos agricultores em diferentes partes do mundo.

Porém, mesmo o Brasil sendo Estado-Parte em Tratados e Convenções internacionais, e nesses espaços o tom de seu posicionamento sendo em defesa da biodiversidade e da necessidade de medidas comprometidas com a preservação pelos países desenvolvidos, na prática servimos de porta de entrada para quaisquer tecnologias apresentadas pelas transnacionais sem a observância das orientações contidas nos instrumentos assinados.

A Comissão Nacional de Biossegurança, competente para gerir o processo de liberação de transgênicos no país, opera em uma lógica inversa, com base em uma interpretação própria da Lei de Biossegurança. Enquanto esse dispositivo diz claramente que as diretrizes para o trato da questão são a “proteção à vida e à saúde humana, animal e vegetal e a observância do princípio da precaução para a proteção do meio ambiente”, as liberações comerciais são autorizadas sem a realização de estudos de impactos sobre a saúde humana e meio ambiente.

- 5 A Convenção Internacional para a Proteção das Obtenções Vegetais, conhecida como Convenção UPOV, foi assinada em 1961, em vigor desde 1968, por apenas 5 países ricos e industrializados – Alemanha, França, Holanda, Bélgica e Itália –, a fim de reconhecer os direitos do obtentor à exclusividade quanto a produção com fins comerciais, venda e comercialização de determinada variedade vegetal obtida. Protege-se a variedade resultante e não os processos de obtenção – estes reservados à proteção das leis de patentes. A Convenção UPOV reconhece o privilégio do agricultor, ou seja, o direito dos agricultores de guardar parte de sua colheita para usar como semente nas safras seguintes. Foi revisada em 1972, 1978 e 1991.
- 6 Os direitos dos melhoristas ou obtentores é uma das faculdades de regulamentação para a proteção de variedades vegetais previstas no art. 27.3 do acordo TRIPS, neste caso o sistema *sui generis*, podendo fazê-lo por meio de patentes, pelo sistema *sui generis* ou pela combinação de ambos. A UPOV sustenta que seu modelo de proteção à cultivar seria o mais adequado e eficaz para se adotar um sistema *sui generis*, o que levou muitos países a seguir sua Convenção por meio da aprovação de legislações nacionais com base em uma de suas atas. No caso do Brasil, signatário da ata de 1978, a lei de cultivares, n. 9.456/1997, seria o sistema *sui generis* de proteção à obtenções vegetais.

O princípio da precaução introduzido no ordenamento interno representa um avanço e predisposição do Brasil em aplicar as orientações traçadas na Convenção sobre Diversidade Biológica, especificamente afinada com a Declaração do Rio, de 1992, que traz o princípio em seu escopo, e com o Protocolo de Cartagena, que traz artigos operativos no que tange à liberação de organismos geneticamente modificados⁷.

Os dados sobre a contaminação de lavouras convencionais pelos transgênicos, recentemente divulgados pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado do Paraná, comprovam que as medidas para garantia de coexistência entre os diversos modelos produtivos são ineficazes e não garantem segurança para a saúde e para o meio ambiente, colocando em risco o patrimônio genético nacional, quando a Constituição Federal preconiza que é dever do Poder Público estabelecer medidas e políticas voltadas para a sua conservação e preservação.

“Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

§1º Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

I – preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas;

II – preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do País e fiscalizar as entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de material genético;

III – definir, em todas as Unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção ”.

A adoção de medidas para evitar a contaminação representa custos adicionais e estes não devem ser suportados pelos agricultores orgânicos ou convencionais, tendo em vista que sua atividade econômica é menos lesiva ao meio ambiente e, nos termos da Constituição Federal, deve ser estimulada pelo Poder Público. Pelo contrário, este deve fiscalizar a adoção de todas as medidas exigidas por lei para a segregação dos sistemas de produção, impondo-se o ônus a quem opte pelo transgênico – do agricultor à indústria alimentícia –, garantindo-se a rotulagem e o direito do consumidor à informação sobre a origem do produto consumido.

Esse contexto mostra que as regulamentações atinentes aos direitos dos agricultores surgem como imposições, sem qualquer consulta ou participação das comunidades nas tomadas de decisão, impedindo qualquer forma de controle social. Ao invés, elas são lesadas pelas ações e omissões do Estado que impedem a efetivação desses direitos e impõem a necessidade de autodefesa por parte

7 NODARI, Rubens Onofre. Biossegurança, transgênicos e risco ambiental: os desafios da nova lei de biossegurança. In: LEITE, José Rubem Morato; FAGUNDEZ, Paulo Roney Ávila (Org.). *Biossegurança e novas tecnologias na sociedade de risco: aspectos jurídicos, técnicos e sociais*. Florianópolis: Conceito, 2007.

desses agricultores e comunidades para que possam continuar com o trabalho milenar de inovação e melhoramento genético de espécies, realizando a conservação *on farm* dos recursos, ou seja, não só precisam lutar para permanecer no território que o agronegócio monocultor e degradante lhes toma, como também precisam adotar medidas urgentes para evitar o desaparecimento de variedades e raças.

Se internacionalmente o Brasil se apresenta como país agregador de culturas e de políticas fundamentadas na preservação e conservação da agrobiodiversidade, internamente temos um cenário de ameaças montado. Legislar sobre os recursos genéticos, sua destinação e uso sem que os direitos dos agricultores⁸ sejam normatizados, conforme estabelece o Tratado da FAO, desencadeia violações de direitos e facilita o jogo do interesse privado. Em recente visita ao Brasil, o relator da ONU para direito à alimentação, Olivier de Schutter, recomendou a redução das leis de propriedade intelectual sobre sementes para evitar que impeçam ainda mais o aumento da produção agrícola, destacando que são uma ameaça mundial à pesquisa, à biodiversidade e à segurança produtiva dos pequenos agricultores.

A agrobiodiversidade como fruto do trabalho histórico e coletivo dos agricultores e agricultoras de todo o mundo, ao selecionar, guardar e melhorar os recursos da agrobiodiversidade *on farm*, é expressão e materialização dos saberes tradicionais. As variedades locais incorporam em si os saberes associados. Pode ser considerada, portanto, bem cultural de natureza material e tangível (recursos fitogenéticos) e imaterial ou intangível (saber agrônômico associado) a ser protegido e promovido. Assim, os direitos dos agricultores emergem de práticas, usos e costumes exercitados e regulados por normas e mecanismos internos de execução há centenas de anos, tendo apenas seu reconhecimento formal efetuado há pouco tempo, de natureza, portanto, declaratória e não constitutiva de direitos.

No entanto, os direitos dos agricultores vêm sendo tratados, majoritariamente, a partir desta perspectiva utilitária, como “guardiões” de reserva de mercado para os monopólios laboratoriais dos países do Norte, seja em torno do regime de acesso e repartição de benefícios imposto pela CDB, combinado ao sistema *sui generis* vinculado ao TRIPS (art. 27.3 b) e à Convenção UPOV, seja, ainda, como direitos coletivos de propriedade intelectual dos agricultores, que se excluem mutuamente do direito de usar, guardar e trocar sementes. Na maioria dos casos, esses sistemas buscam identificar e registrar em cadastro governamental as características das variedades locais, sua origem territorial e seus mantenedores *on farm*⁹.

8 “[...] tais direitos são muito mais amplos e abrangem ainda os direitos à terra e à reforma agrária, de acesso aos recursos naturais, à segurança alimentar, à saúde, à informação, à participação política, à liberdade de associação, às políticas públicas de apoio à agricultura sustentável” (SANTILLI, Juliana Ferraz da Rocha. *Agrobiodiversidade e direitos dos agricultores*. Curitiba, 2009).

9 No Brasil, O MAPA apresentou recentemente projeto de lei a fim de regulamentar o TIRFAA e os direitos e obrigações relativos ao acesso, remessa e repartição dos benefícios oriundos da exploração de produtos e processos obtidos a partir do acesso a recursos genéticos e conhecimento tradicional associado para fins de alimentação e agricultura. Entre os principais objetivos está a facilitação do acesso e da remessa dos recursos e conhecimentos por meio de contrato comercial estabelecido diretamente entre provedor e terceiro interessado, assim como a obrigatoriedade de cadastro das coleções dos recursos fitogenéticos e dos mantenedores de variedade ou raça tradicional, bem como do recurso conservado em sistemas agrícolas tradicionais. Ao mesmo tempo, esse Ministério também enviou ofício a diversas organizações da agricultura familiar pedindo informações sobre a localização geográfica e identificação do material fitogenético presente nos agroecossistemas dos agricultores com que trabalham. O MDA também criou, pela Portaria n. 50, um cadastro específico para as organizações responsáveis pelas sementes

Entre os principais pontos apresentados pelos países em desenvolvimento para a implementação dos direitos dos agricultores no âmbito do Tratado Internacional sobre os Recursos Fitogenéticos para Alimentação e Agricultura da FAO estão: a) desenvolvimento de um sistema *sui generis*¹⁰, em âmbito internacional e nacional, que reconheça, proteja e compense os agricultores e comunidades tradicionais por seus conhecimentos, inovações e práticas e assegure a repartição justa e equitativa dos benefícios derivados da utilização dos recursos fitogenéticos; b) garantia de obtenção do consentimento prévio e informado dos agricultores e comunidades locais antes da coleta de recursos fitogenéticos; c) apoio para os agricultores em sua conservação e melhoramento *on farm* dos recursos fitogenéticos; d) estabelecimento de fundo internacional para tanto; e) reconhecimento do direito de usar, guardar, trocar, compartilhar e vender sementes e outros materiais de propagação vegetal, incluindo o direito de reutilizar as sementes guardadas na colheita seguinte; e) participação das comunidades locais e agricultores na definição e implementação de medidas e leis relativas aos seus direitos, em nível nacional e internacional; f) avaliação e, quando apropriado, modificação dos sistemas de propriedade intelectual e das leis de sementes e agrárias, para que sejam compatíveis com os direitos dos agricultores¹¹.

O impacto que as leis de propriedade intelectual geram no setor agrícola, a cobrança de taxas, o monopólio sobre o mercado e, conseqüentemente, o aumento da dependência econômica desencadeiam uma crise de abastecimento de alimentos em razão do encarecimento da produção e do favorecimento da agricultura para exportação. Essas condições agravam a violação de direitos humanos essenciais para uma vida digna e de qualidade dos indivíduos, uma vez que a agrobiodiversidade é fundamental para a segurança alimentar e nutricional, com base no entendimento de que todos têm direito de se alimentar em quantidade suficiente com regularidade e qualidade.

locais e outro para as próprias variedades crioulas, a fim de viabilizar o acesso dessas sementes ao seguro agrícola do PRONAF e seu incentivo por políticas públicas. Há muita resistência por parte dos agricultores em ofertar tais informações, preferindo suas formas internas de cadastro e registro.

- 10** Um sistema *sui generis* pode consistir num regime jurídico com características singulares, que reconheça efetivamente as normas e instituições jurídicas locais, reconhecendo-se as especificidades dos plurais contextos e agroecossistemas agrícolas camponeses (pluralismo jurídico), ou, ainda, o significado mais comumente adotado, ou seja, adaptação dos direitos dos agricultores a um sistema próprio de propriedade intelectual – vinculado ao art. 27.3 b do TRIPS e à Convenção UPOV. Proteger os direitos dos agricultores por meio da propriedade intelectual implica exclusão de terceiros e concentração de mercados (monopólios), o que viola os próprios fundamentos de troca e circulação aberta dos recursos e saberes, que embasam os sistemas agrícolas locais camponeses.
- 11** Disponível em: <www.farmersrights.org>. A legislação indiana busca compatibilizar os direitos dos melhoristas – laboratoriais – e dos agricultores, reconhecendo ambos como melhoristas e conferindo direitos aos agricultores de requerer direitos de propriedade intelectual sobre variedades e o registro de suas variedades, se preencherem os requisitos UPOV de distinção, uniformidade e estabilidade. Apenas o requisito novidade não é exigido para o caso das variedades cultivadas pelos agricultores; nesse caso requerem proteção para variedades “existentes” (variedades dos agricultores, em domínio público e de conhecimento comum). Também a legislação baseia-se no sistema de acesso e repartição da CDB, exigindo informação do melhorista quanto à origem do material que utilizou para desenvolver a variedade que quer proteger, assim como conferindo oportunidade aos agricultores de questionar o pedido de registro de variedade e requerer a repartição de benefícios, a serem depositados num Fundo Nacional, para que sejam repassados à comunidade solicitante.

“A agrobiodiversidade está não só associada à produção sustentável de alimentos, como tem também papel fundamental na promoção da qualidade dos alimentos. Uma alimentação diversificada – equilibrada em proteínas, vitaminas, minerais e outros nutrientes – é recomendada por nutricionistas e condição fundamental para uma boa saúde. Só os sistemas agrícolas agrobiodiversos favorecem dietas mais nutritivas e equilibradas. Estão diretamente relacionados a redução da diversidade agrícola e o empobrecimento das dietas alimentares. A erosão genética no campo afeta não só os agricultores como também os consumidores”¹².

As ações para tratar as situações de fome e insegurança alimentar devem necessariamente incluir políticas de fortalecimento da agricultura familiar, além de serem adotadas medidas que assegurem a continuidade do acúmulo milenar de conservação, inovação, melhoramento e preservação dos centros de origem da agrobiodiversidade, protegendo agricultores, comunidades locais, tradicionais, indígenas e povos das florestas da apropriação privada de recursos naturais e genéticos que possuem relação direta com os modos de vida e expressões culturais.

Parece-nos que a questão não é qual regime jurídico se mostra mais adequado para declarar e tutelar os direitos dos agricultores: se o livre uso, público e aberto dos recursos e saberes associados ou um modelo *sui generis* de apropriação intelectual por parte das comunidades locais, seja em forma de percepção de *royalties*, seja por repartição de benefícios. Mas, principalmente, o reconhecimento de uma pluralidade de formas de se relacionar com o território e com os recursos naturais, que podem englobar percepções sagradas e a necessidade de sigilo acerca dos conhecimentos associados aos recursos fitogenéticos, como também as necessárias trocas e intercâmbios sistemáticos desses conhecimentos e recursos. Desse modo, o respeito ao pluralismo jurídico e às distintas normas e as maneiras de se regularem as formas de uso e circulação dos recursos e conhecimentos parecem ser o meio mais adequado de o sistema legal estatal declarar e promover tais direitos.

12 SANTILLI, *Agrobiodiversidade e direitos dos agricultores*, cit.

Referências

- MACHADO, Paulo Affonso Leme. *Direito ambiental brasileiro*. São Paulo: Malheiros, 1996.
- MATTOS, Adherbal Meira. *Direito internacional público*. 2. ed. Rio de Janeiro: Renovar, 2002.
- _____. *Desafios dos direitos humanos no Brasil e a experiência das Relatorias Nacionais em Dhesca*. Informe 2007/2009. Curitiba, 2009.
- SANTILLI, Juliana. *Agrobiodiversidade e direitos dos agricultores*. São Paulo: Peirópolis, 2009.
- _____. *Socioambientalismo e novos direitos*. São Paulo: Peirópolis, 2005.
- SILVA, José Afonso da. *Curso de direito constitucional positivo*. 20. ed. São Paulo: Malheiros, 2002.
- SMITH, Jeffrey M. *Roleta genética: riscos documentados dos alimentos transgênicos sobre a saúde*. Tradução de Leonardo Telles Meimes; revisão técnica de Maria José Guazzelli e Flavio Borghetti. São Paulo: João de Barro, 2009.
- VILHENA, Oscar Vieira (Org.). *Direitos humanos: normativa internacional*. São Paulo: Max Limonad, 2001.

Entendendo a CTNBio: piramidização, coexistência, aprovações, liberação comercial e monitoramento pós-liberação

JOSÉ MARIA GUSMAN FERRAZ

Doutor em Ecologia e Membro da CTNBio

A CTNBio, segundo a própria definição encontrada no *site* da Comissão, é uma instância colegiada multidisciplinar, criada pela Lei n. 11.105, de 24 de março de 2005, cuja finalidade é prestar apoio técnico-consultivo e assessoramento ao governo federal na formulação, atualização e implementação da Política Nacional de Biossegurança relativa a OGM, bem como no estabelecimento de normas técnicas de segurança e pareceres técnicos referentes à proteção da saúde humana, dos organismos vivos e do meio ambiente, para atividades que envolvam a construção, a experimentação, o cultivo, a manipulação, o transporte, a comercialização, o consumo, o armazenamento, a liberação e o descarte de OGM e derivados. Ela é composta por 27 pesquisadores doutores, além do presidente da comissão.

Ao longo da história recente, porém bastante controversa, da Comissão, várias mudanças foram implementadas para “agilizar” os trabalhos ou, leia-se, facilitar as aprovações. Uma grande mudança, que alterou muito o ritmo das liberações, foi a modificação do *quorum* para aprovação, que antes era de no mínimo 2/3, para maioria simples, ou seja, 50% mais um voto.

Dessa forma, as discussões técnicas fundamentadas em pesquisas já realizadas, que eram apresentadas pelos membros, foram simplificadas e reduzidas em muito, pois a intenção é votar rapidamente. Como a maioria dos membros não vê problemas tanto na genética da construção como nos impactos socioambientais (aliás, estes completamente desconsiderados) decorrentes da liberação da tecnologia, as aprovações tomaram outro ritmo.

São aprovados, para liberação comercial, eventos que têm como documentos pesquisa realizada pela própria empresa solicitante, e com coeficientes de variação que vão além de 400%, fato que levaria qualquer revista científica, por pior que fosse, a não aceitar para publicação artigos com esses precários e não confiáveis dados.

Conflitos de interesse

Existem denúncias de conflito de interesses de pesquisadores que fazem parte da CTNBio, por terem algum tipo de ligação com empresas de biotecnologia que submetem seus materiais para aprovação à Comissão ou com entidades financiadas pelas multinacionais, como o Conselho de Informação sobre Biotecnologia – CIB e a Associação Nacional de Biossegurança – ANBIO (GLASS, 2009).

Delegação de parecer consolidado

Os pareceres consolidados nunca são designados para membros da CTNBio que apresentam uma visão mais crítica e abrangente do processo de liberação, ou seja, aqueles que veem que a liberação deve considerar fatos além da estabilidade genética do gene inserido, considerando os impactos socioambientais decorrentes da liberação da nova tecnologia. A alegação apresentada é de que o parecerista deve ser aquele que representa o grupo majoritário.

Estabelecimentos da RN (resoluções normativas)

Princípios básicos foram atropelados na elaboração das Resoluções Normativas, como o princípio da precaução, que torna obrigatória a análise de risco de qualquer OGM, obrigando o empreendedor a realizar o Estudo Prévio de Impacto Ambiental – EIA/RIMA previsto no art. 225, inciso IV, da Constituição Federal. A aplicação desse princípio baseia-se na necessidade de se lidar com as possíveis consequências dos danos ambientais causados pelos mais diversos fatores, que são apontados como riscos nos OGMs.

Nesta linha tivemos o veto do governo alemão ao plantio e à comercialização de variedade de milho OGM (observando o princípio da precaução e a Convenção da Diversidade Biológica). Grécia, Luxemburgo, Áustria e Hungria, entre outros, acompanharam a decisão do governo alemão, mas a CTNBio não leva em conta esses fatos.

Contaminação e coexistência: possíveis efeitos do fluxo gênico

Efeitos biológicos

- Efeitos dos transgenes no valor adaptativo das espécies afins.
- Efeitos na dinâmica de populações.
- Efeitos indiretos na comunidade (ecossistema).
- Efeitos na diversidade genética de espécies semelhantes.
- Efeitos na coexistência.

Efeitos socioeconômicos

- Efeitos (negativos) no preço de produtos não OGMs.
- Efeitos na segregação.
- Efeitos nos procedimentos e custos da identificação/rotulagem.
- Efeitos na fiscalização e no monitoramento.
- Efeitos na coesão social (disputas pessoais, coletivas, políticas, judiciais).
- Efeitos no gerenciamento/governança da coexistência de diferentes sistemas agrícolas.
- Reputação comercial.
- Contaminação e direito de propriedade intelectual.

A contaminação é um dos riscos que deveriam ser considerados quando da liberação de um OGM e que deveriam ser precedidos de estudos, que em um EIA/RIMA estaria contemplado.

A coexistência significa a possibilidade efetiva, para os agricultores, de escolherem entre o modo de produção com sementes convencionais ou a produção de culturas GM, independentemente da opção do seu vizinho, e encontra-se preconizada na Diretiva 556/03/ECC.

Segundo a CTNBio, a possibilidade de culturas coexistirem no mesmo espaço sem interferir uma na outra é perfeitamente possível.

Para evitar a contaminação de cultivos não transgênicos por plantas transgênicas, a CTNBio estabeleceu distâncias mínimas entre os cultivos, como se isso fosse o bastante para prevenir o risco. No entanto, sabe-se que a contaminação não se dá apenas pelo fluxo gênico. Um exemplo disso é o que tem ocorrido com a soja, que não apresenta fecundação aberta como o milho.

No caso do milho, que é uma planta alógama de fecundação aberta, cuja propagação do pólen pode contaminar lavouras vizinhas independentemente de serem variedades convencionais, crioulas ou tradicionais, a ocorrência de contaminação por fluxo gênico é muito mais provável de acontecer. E com um sério agravante, pois, embora o Brasil não seja o centro de origem da cultura, ele é um centro de dispersão da espécie, ou seja, esta cultura já está no território há muito tempo, sendo cultivada pelos indígenas, antes da chegada dos europeus ao continente, fazendo parte também de culturas tradicionais locais, desenvolvendo inúmeras variedades e cultivares locais.

Distância de plantio

A distância estabelecida pela CTNBio para a cultura do milho está disciplinada na Resolução Normativa n. 4 (RN4), que “Dispõe sobre as *distâncias mínimas* entre cultivos comerciais de milho geneticamente modificado e não geneticamente modificado, *visando à coexistência* entre os sistemas de produção”.

A RN4 foi editada para “evitar” a contaminação genética, pelas plantas transgênicas, dos cultivos crioulos, mantidos por comunidades tradicionais, indígenas e quilombolas.

Em seu artigo 2º ela estabelece: “Para permitir a coexistência, a distância entre uma lavoura comercial de milho geneticamente modificado e outra de milho não geneticamente modificado, localizada em área vizinha, *deve ser igual ou superior a 100 (cem) metros ou, alternativamente, 20 (vinte) metros, desde que acrescida de bordadura com, no mínimo, 10 (dez) fileiras de plantas de milho convencional de porte e ciclo vegetativo similar ao milho geneticamente modificado*”.

Na época da elaboração da Resolução, a discussão se alongou, pois havia indicativos apresentados por vários membros da Comissão de que essas distâncias não seriam suficientes para evitar o fluxo gênico (cruzamento entre as culturas próximas) e a consequente contaminação.

As contaminações, já documentadas no exterior, começaram a ser comprovadas também aqui no país.

Até 2006 já haviam sido relatados 121 casos de contaminação em 40 países (cf. <<http://www.gmcontaminationregister.org>>).

No caso do milho temos contaminação de plantações de milho não GM por plantas transgênicas:

- Em 2000, o milho transgênico Star Link, aprovado nos Estados Unidos para alimentação animal, foi encontrado em produtos alimentares humanos.
- Em 2001, o milho transgênico foi encontrado em variedades nativas no México, onde o milho geneticamente modificado é proibido de ser cultivado.
- Em 2002, o milho experimental modificado para produzir fármacos foi encontrado em cargas de soja.
- Em 2009, dados da Secretaria de Agricultura do Paraná indicam contaminação gênica de milho convencional por milho GM.
- Em 2009, houve o relato de contaminação de milho por plantas GM no Uruguai, onde a distância entre um cultivo de milho GM e outro de não GM é de 250m, portanto superior aos 100m estabelecidos no Brasil pela CTNBio. Foram, até mesmo, obtidos dados de contaminação gênica a distâncias maiores que 330 m do cultivo transgênico. Em um dos casos em que se constatou a contaminação, a distância era de 100m, e mesmo com uma barreira de eucalipto de 30 m de comprimento ela ocorreu (GALEANO, 2009).

Apesar desses dados preocupantes, foram ouvidas frases, expressas por membros da CTNBio, menosprezando essas ocorrências reais de contaminação que comprometem a agricultura convencional da cultura.

As seguintes falas foram ouvidas durante a discussão da apresentação de documento denunciando a ocorrência de contaminação em lavouras de milho no Paraná:

- “Está ocorrendo uma *pirataria* do milho melhorado por parte dos agricultores familiares” [*numa verdadeira inversão dos fatos*].
- “Qual o problema da contaminação dos transgênicos para a lavoura convencional?”
- “Todo agricultor familiar quer ter um milho transgênico; alguns cientistas querem barrar este direito, não sei em nome de que ideologia.”
- “O milho plantado por eles é apenas para fazer polenta e alimentar os porcos” [*quando na reunião ocorrida em Curitiba ficou documentado que apenas uma das cooperativas de agricultores tinha produzido 50 toneladas de sementes de milho crioulo*].

Impactos e necessidade de monitoramento

Outra resolução importantíssima é a RN3, que regulamenta as normas de monitoramento de milho geneticamente modificado para uso comercial. Embora sua aplicação seja preconizada, isso não vem ocorrendo. Ao contrário, atualmente discute-se na CTNBio um abrandamento da RN em relação à forma como foi proposta.

Um argumento fortíssimo para sua efetiva aplicação é a identificação de novos riscos ou impactos adversos, que têm sido sistematicamente detectados após a liberação comercial.

Portanto, o monitoramento e a sua reanálise pós-monitoramento só contribuem para a avaliação dos biorriscos e dos interesses maiores da sociedade.

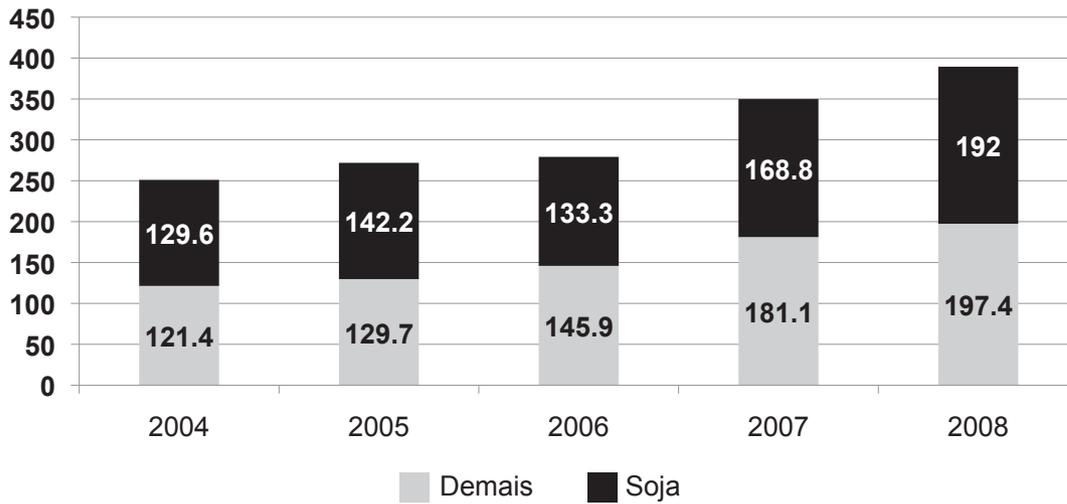
O relato de riscos, devido aos efeitos detectados após a liberação comercial de eventos GM, em vários países, decorrentes da aplicação da nova tecnologia, tem sido cada vez mais frequente.

A impossibilidade de se realizarem estudos independentes antes da liberação comercial é um dos fatores que têm atrasado as pesquisas, pois não se pode ter acesso ao OGM, a não ser com o consentimento da empresa que está solicitando a liberação ou, então, que a instituição de pesquisa tenha um convênio ou contrato para realizar esses estudos. Quando isto ocorre, esse contrato garante à empresa detentora do OGM a determinação do que poderá ser divulgado como resultado da pesquisa, ou seja, divulga-se o que for interessante para a empresa.

Incremento do uso de agrotóxicos e liberação de plantas transgênicas

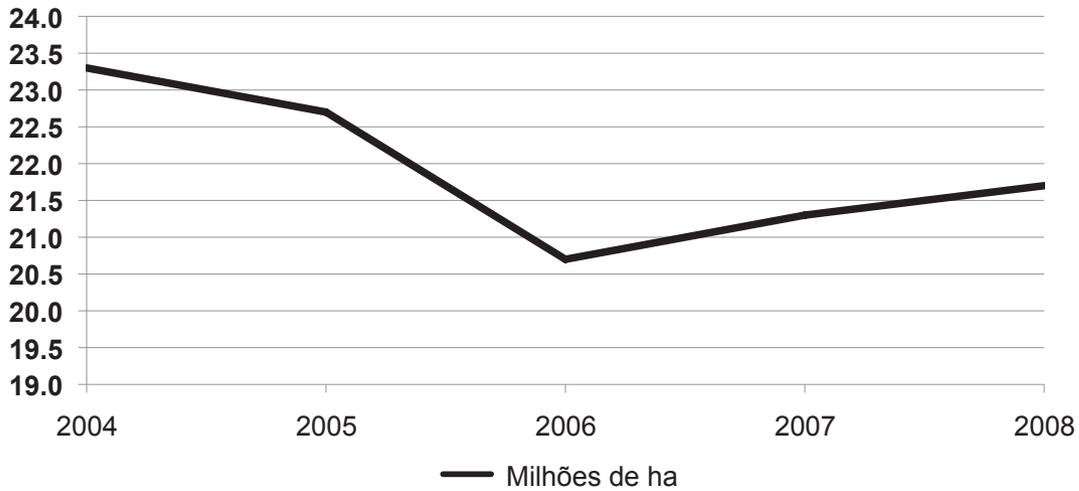
O Brasil é hoje o maior consumidor de agrotóxicos do mundo, e não somos os maiores produtores. O aumento na venda de herbicidas acompanhou o crescimento da cultura da soja.

Venda de herbicidas (produto comercial)
Mil toneladas



Fonte: ANDEF.

Soja
Evolução da área plantada - Brasil



Fonte: CONAB.

No caso do Brasil, em especial no Estado Rio Grande do Sul, onde se estima que a soja GM resistente a herbicida represente mais de 80% da área cultivada de soja, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente¹ identificou um aumento de 162% no uso do glifosato, entre 2000 e 2004, enquanto a área total agrícola aumentou apenas 17% e a de soja, que consome cerca de 50% do volume total de herbicidas, teve um aumento de 38%² (PELAEZ, 2006).

Um dado alarmante é o aumento do resíduo de glifosato encontrado na soja transgênica, fato já esperado, quando foi autorizado o aumento do resíduo permitido de 0,2 ppm para 10 ppm na soja, mesmo antes da liberação da planta transgênica resistente ao herbicida. Na última safra, segundo dados da Secretaria de Agricultura do Paraná, foram encontrados resíduos da ordem de 57 ppm de glifosato na soja transgênica, em contraponto ao que era permitido antes da mudança, 0,2 ppm.

Com o aumento da resistência das plantas espontâneas, ou invasoras, existe a necessidade, na lógica das empresas, de buscar novas plantas resistentes a novos e antigos herbicidas. É o que tem ocorrido. Existe uma gama enorme de novas plantas transgênicas, com resistência a herbicidas, como o 2,4D (componente do famoso agente laranja usado na guerra química no Vietnã), que pertence à classe toxicológica I, ou seja, considerado extremamente tóxico, e que terá seu uso incrementado com a nova tecnologia.

Vem daí a discussão acerca de se avaliarem os impactos da tecnologia, ao contrário da visão simplista de avaliação da inserção do gene na planta transgênica e sua estabilidade, bem como da necessidade do monitoramento pós-liberação comercial.

Impactos na saúde

São muitos os exemplos de riscos e possíveis efeitos adversos já detectados por cientistas independentes e não pelas agências regulatórias.

A seguir, dois exemplos que ocorreram com outra cultura, mas que ilustram esta preocupação.

Soja RR – Estudos realizados em ratos alimentados durante oito meses com soja GM e com a utilização do glifosato mostraram anomalias da transcrição nuclear nos hepatócitos (MALATESTA et al., 2002), no pâncreas (MALATESTA et al., 2003) e nos testículos (VECCHIO et al., 2004). Portanto, reforça-se a necessidade de realização de estudos a longo prazo, de forma sistemática, para se avaliarem a natureza e a importância das possíveis patologias que os dados atuais não permitem concluir sobre a ausência desses impactos.

1 IBAMA. *Relatório Agrotóxicos*. Brasília, 2005. Não publicado.

2 Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). *Evolução da área plantada de soja*, 2006.

Primeiros estudos em PGM *stacked events*³ alertam para riscos – De 24 pares de ratos alocados no grupo controle (alimentados com isolinha de milho não transgênico) e aqueles alocados no grupo GM *stacked events* NK603 x MON810, todas as fêmeas do primeiro grupo (100%) procriaram 4 vezes. No grupo alimentado com o GM *stacked events*, o número de filhos declinou com o tempo. Na quarta cria, somente 20 fêmeas procriaram. O número médio de filhos nascidos foi sempre menor no grupo de fêmeas alimentadas com o GM *stacked events*, mas não estatisticamente significativo antes da terceira procriação (VELIMIROV; BINTER, 2008). Além disso, os autores constataram que as fêmeas tratadas com milho GM sempre procriaram filhos de menor tamanho comparativamente àqueles nascidos de fêmeas alimentadas com milho de isolinhas não transgênicas.

Formulações diluídas em 1.000.000 de vezes da formulação recomendada de glifosato (formulação Roundup), que corresponde a baixos níveis de resíduos em alimentos, aplicadas em células de cordão umbilical de 293 recém-nascidos causaram mortalidade nas células em 24 horas por inibição de atividade da “respiração celular” (inibição da atividade de succinato desidrogenase mitocondrial) e necrose por dano na membrana. Outro dano constatado foi na fragmentação nuclear (BENACHOUR; SERALINI, 2009).

Esse estudo mostrou também que os adjuvantes da formulação do Roundup não são inertes e, mantidos como segredo pelas empresas, podem potencializar esses danos.

Para o glifosato foram encontradas referências que relacionam diretamente este ingrediente ativo à ocorrência de Linfoma não Hodgkin (HARDELL, 2002; COX, 2004; DE ROOS et al., 2003) e Mieloma Múltiplo (DE ROSS et al., 2005).

Efeitos sobre organismos não alvo

- Espécies de lepidópteros vêm desenvolvendo resistência à toxina do gene Bt, inoculado no milho Bt (HECKEL, 2007).
- Resíduos de plantas transgênicas incorporadas ao solo por até 4 meses, na Itália, acusam que a respiração do solo, as comunidades de bactérias e o estabelecimento de micorrizas foram afetados (*APPL Environ Microbiol*, 71).
- No Brasil, camundongos submetidos a dieta com 10 a 30% de milho Bt registraram lesões hepáticas (VENZKE, 2006).
- Publicação de 2002 por pesquisadores da EMBRAPA alerta em artigo que : “[...] pouco é sabido sobre as espécies não alvo da tecnologia que podem ser afetadas pela tecnologia Bt” (FONTES et al., 2002).

3 Planta geneticamente modificada piramidada, ou seja, resultante do cruzamento entre duas ou mais variedades transgênicas da mesma espécie.

Rotulagem

O Decreto n. 4.680, de 24 de abril de 2003, estabelece a obrigatoriedade da rotulagem, garantindo ao consumidor o direito de optar por qual alimento ele deseja consumir:

“§ 2º O consumidor deverá ser informado sobre a espécie doadora do gene, no local reservado para a identificação dos ingredientes.

§ 3º A informação determinada no § 1º deste artigo também deverá constar do documento fiscal, de modo que essa informação acompanhe o produto ou ingrediente em todas as etapas da cadeia produtiva.

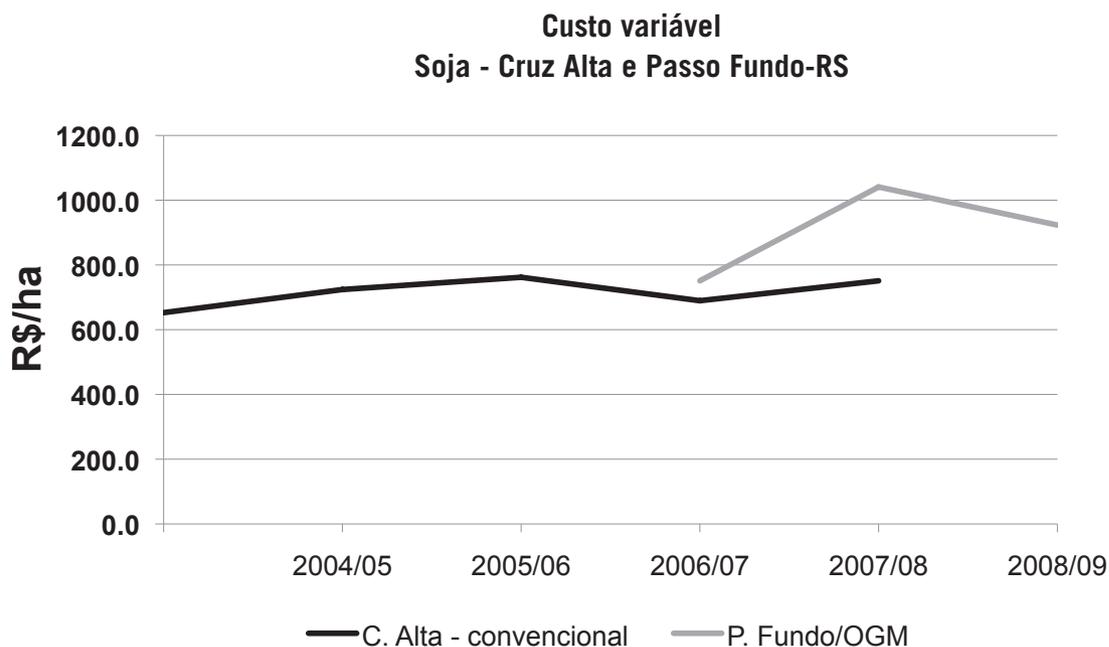
Isto não ocorre de fato até hoje com os produtos que têm seu processamento a partir de plantas transgênicas, não dando direito de escolha ao comprador”.

Custo de produção

No início, uma das promessas era o menor custo de produção da cultura GM, fato que vem sendo desmistificado como mais uma das falsas promessas dos OGMs.

Segundo dados recentes, o custo da planta transgênica tem sido maior do que o da soja convencional, sem refletir na melhoria da produtividade.

Segundo a OCEPAR (Organização das Cooperativas do Paraná), “a soja transgênica está perdendo seu grande atrativo, que era o menor custo de produção”.



Fonte: CONAB.

*Deixou de ser calculado a partir de 2009/2010

Referências

- BENACHOUR, Nora; SERALINI, Gilles-Eric. Les perturbateurs endocriniens et la grossesse. *Réflexions en Gynecologie-Obstétrique*, v. 1, 2008.
- . *Chem. Res. Toxicol.*, v. 22, n. 1, p. 97-105, 2009. [DOI: 10.1021/tx800218n. Publication Date (Web): 23 Dec. 2008.]
- COX, C. Glyphosate. *Journal of Pesticide Reform*, v. 24, n. 4, p. 10-15, 2004.
- DE ROOS, A. J. et al. Integrative assessment of multiple pesticides as risk factors for non-Hodgkin's lymphoma among men. *Occup Environ Med*, v. 60, n. 9, E11, Sept. 2003.
- DE ROOS, A. J.; BLAIR, A.; RUSIECKI, J. A. et al. Cancer incidence among glyphosate-exposed pesticide applicators in the Agricultural Health Study. *Environmental Health Perspectives*, v. 113, n. 1, 49-54, 2005.
- FONTES, Eliana M. G.; PIRES, Carmen S. S.; SUJII, Edison R.; PANIZZI, Antônio R. The environmental effects of genetically modified crops resistant to insects. *Netropical Entomology*, v. 31, n. 4, 2002.
- GALEANO, P. Detección de contaminación de cultivos de maíz no-transgénico com transgénicos em Uruguay. *Boletim Técnico REDES-AT*, Uruguay, ago. 2009.
- GLASS, VERENA. A ciência segundo a CTNBio. *Terra de Direitos*. Disponível em: <<http://terradedireitos.org.br/biblioteca/a-ciencia-segundo-a-ctnbio>>. Acesso em: 20 dez. 2009.
- HARDELL, L. et al. Exposure to pesticides as risk factor for non-Hodgkin's lymphoma and hairy cell leukemia: pooled analysis of two Swedish case-control studies. *Leuk Lymph*, v. 43, n. 5, p. 1043-1049, 2002.
- HECKEL, David G. et al. The diversity of Bt resistance genes in species of Lepidoptera. *Journal of Invertebrate Pathology*, v. 95, n. 3, p. 192-197, 2007.
- LÖVEI, G. L.; ANDOW, D. A. Transgenic insecticidal crops and natural enemies: a detailed review of laboratory studies. *Environmental Entomology*, v. 38, n. 2, p. 293-306, 2009.
- MALATESTA, M. et al. Ultrastructural morphometrical and immunocytochemical analyses of hepatocyte nuclei from mice fed on genetically modified soybean. *Cell Struct Funct.*, v. 27, p. 173-180, 2002.
- MALATESTA, M. et al. Fine structural analyses of pancreatic acinar cell nuclei from mice fed on genetically modified soybean. *Eur. J. Histochem.*, v. 47, n. 4, p. 385-388, 2003.
- MARC, J.; MULNER-LORILLON, O.; DURAND, G.; BELLE, R. 2002. Pesticide Roundup provokes cell division dysfunction at the level of CDK1/cyclin B activation. *Chem Res Toxicol*, v. 15, p. 326-331.
- PELAEZ, V. Custos, benefícios, limites e oportunidades: uma análise da trajetória tecnológica dos grãos geneticamente modificados. REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA E DA ASOCIACIÓN ARGENTINA PARA EL PROGRESO DE LAS CIENCIAS. CIENCIA, TECNOLOGIA Y SOCIEDAD, 2., 5-8 jun. 2006, Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia". *Anais...* Buenos Aires, 2006.
- SANVIDO, O.; WIDMER, F.; WINZELER, M.; STREIT, B.; SZERENCITS, E.; BIGLER, F. Definition and feasibility of isolation distances for transgenic maize cultivation. *Transgenic Res*, v. 17, p. 317-335, 2008.
- VECCHIO, L. et al. Ultrastructural analysis of testes from mices fed on genetically modified soybean. *Eur. J. Histochem.*, v. 48, n. 4, p. 449-454, 2004.
- VELIMIROV, A.; BINTER, C. Biological effects of transgenic maize NK603xMON810 fed in long term reproduction studies in mice. *Forschungsberichte der Sektion IV*, Band 3, 2008.
- VENZKE, Janaina Guimarães. *Segurança alimentar de milho geneticamente modificado contendo o gene cry Ab de "Bacillus thuringiensis"*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pelotas. 2006.

WEEKES, R.; ALLNUTT, T. BOFFEY, C; MORGAN, S.; BILTON, M,; DANIELS, R.; HENRY, C. A study of crop-to-crop gene flow using farm scale sites of fodder maize (*Zea mays* L.) in the UK. *Transgenic Res*, v. 16, p. 203–211, 2007.

Crônica de uma contaminação anunciada

ADRIANO RIESEMBERG

Engenheiro Agrônomo
CREA 18.318-D

MARCELO SILVA

Engenheiro Agrônomo
CREA 77.212-D

Fundamentos técnicos à posição do governo do Estado do Paraná

Se analisarmos os impactos sobre a saúde humana e sobre o meio ambiente, verificaremos que existem ainda importantes controvérsias no mundo científico quanto aos critérios de análise de risco adotados para avaliar a biossegurança dos cultivos transgênicos, pelo fato de não se dispor, ainda, de infraestrutura, em nível mundial, capaz de monitorar os efeitos dos organismos geneticamente modificados no longo prazo.

Do ponto de vista agrônomo, as cultivares convencionais superam as variedades geneticamente modificadas atualmente disponíveis, em termos de estabilidade ambiental, produção e produtividade, além de proporcionar vantagens comerciais advindas da não necessidade de certificação, o que garante a agregação de valor aos produtos agrícolas paranaenses, convergindo na exclusividade das exportações pelo Silo Público do Porto de Paranaguá, que pauta pelo embarque de produtos naturais.

É de fundamental importância destacar ainda o poder de monopólio das empresas de biotecnologia sobre o controle da reprodução das sementes, na medida em que a transgenia traz em seu bojo um sistema de rastreabilidade que permite um controle contínuo e eficaz sobre o pagamento dos direitos de propriedade intelectual, mesmo daquelas lavouras contaminadas involuntariamente. Logo, as empresas de sementes tenderão a abandonar o melhoramento genético convencional,

deixando os agricultores totalmente dependentes das variedades geneticamente modificadas. Neste caso, os agricultores ficariam sem nenhum parâmetro de comparação agrônômica e, portanto, sem possibilidade de escolha.

Não existem ainda no Brasil instituições reguladoras capazes de dar uma resposta imediata a essas questões, para poder estabelecer parâmetros de análise e de gestão do risco minimamente confiáveis. Tais parâmetros devem levar em consideração não apenas os aspectos técnicos, como os ambientais, sociais e econômicos. É a análise da combinação desses aspectos que poderá garantir uma gestão eficaz e responsável de nossos recursos naturais. E é justamente porque o Brasil, e em especial o Paraná, mantém a sua competitividade no mercado internacional de *commodities*, produzindo em sua maioria grãos não geneticamente modificados, que o governo do Paraná adota o Princípio da Precaução, uma política que combina a valorização da saúde humana e ambiental com a viabilidade comercial.

Os desafios lançados à Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná

É função do Estado assegurar a fitossanidade das lavouras, fiscalizar o padrão das sementes e o devido uso de agrotóxicos. O Departamento de Fiscalização e Defesa Agropecuária – DEFIS, da Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná – SEAB, tem executado inúmeras ações fiscais que comprovam que a coexistência entre lavouras transgênicas e convencionais, mantida as atuais características fundiária e estrutural da agricultura brasileira, em especial a paranaense, é impossível. A indefinição de critérios claros de biossegurança e a ausência de monitoramento do cultivo comercial da soja, e mais recentemente do milho geneticamente modificado, reforçam essa afirmação.

Os pontos mais relevantes detectados pelo Departamento dizem respeito à mistura varietal de sementes transgênicas em lotes de sementes de soja convencional certificada, ao aumento do consumo de agrotóxicos e da média global de resíduo de Glifosato+AMPA em grãos de soja transgênica e aos seguidos casos de contaminação. Tem crescido, a cada safra, o número de produtores que perdem o certificado de produção orgânica e de agricultores que não conseguem mais produzir soja natural. No caso do milho, planta de polinização aberta e de cultivo presente na grande maioria das propriedades rurais paranaenses, a contaminação poderá ocorrer de maneira muito rápida.

O legado da soja RR: da mistura varietal em lotes de semente à contaminação do alimento por resíduos de agrotóxico

Para se ter uma ideia da gravidade da situação, na última safra a Secretaria da Agricultura comprovou que a contaminação em sementes de soja convencional já atingiu alarmantes 10% dos lotes de sementes analisados. Destacamos que essa contaminação foi verificada em campos de produção de sementes, que adotam rigoroso controle de pureza varietal.

Informações recentes, oriundas de produtores de sementes das diferentes regiões do Estado, dão conta de que a procura por sementes de soja convencional para a próxima safra extrapola as previsões, fato esse motivado pelo desempenho superior dessas sementes sobre as cultivares transgênicas na última safra, e pelo prêmio médio de R\$ 2,00 por saca obtida com o grão natural.

Não bastasse isso, no ano de 2008 os agricultores paranaenses consumiram quase oitenta milhões de litros ou quilos de agrotóxicos. O mito da redução do uso de agrotóxicos associado aos cultivos transgênicos não reflete a realidade do campo. As boas práticas agrônômicas parecem ter sido abandonadas. Práticas de rotação de culturas, manejo e controle biológico de pragas, pousio, diversificação da produção, alternância de grupos químicos, controle de qualidade das sementes, entre outras, foram substituídas subitamente pela prática da soja Roundup Ready®, que com a proposta reducionista da “flexibilidade de manejo” arrasta produtores rurais e a classe agrônômica à lamentável rendição.

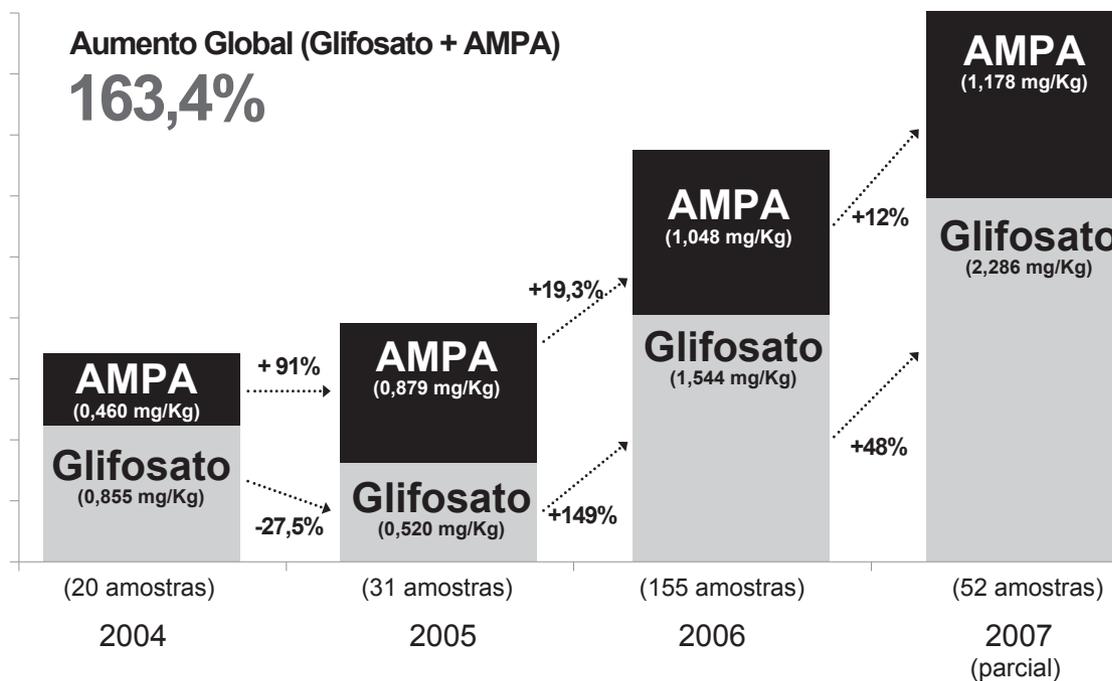
Um dos legados da soja RR pode ser extraído pela interpretação da tabela abaixo. Tomemos como exemplo a região de Cascavel, no Paraná. A tabela é esclarecedora. Há um aumento substancial da utilização dos herbicidas. No ano de 2008 o paraquat (agrotóxico em via de reavaliação e provável proibição no país) foi largamente utilizado em pulverização sequencial para o controle da erva denominada Buva (*Conyza canadiensis*). Ocorreram situações em que o paraquat foi a terceira pulverização após duas feitas com glifosato + 2,4-D. Comportamentos semelhantes são observados em todas as regiões paranaenses produtoras de soja.

Consumo de agrotóxicos na Região de Cascavel no período 2005-2008*

Agrotóxicos	2005 (litros ou kg)	2008 (litros ou kg)	Variação
Total de agrotóxicos	5.888.380	10.795.000	83,33%
Glifosato	2.343.572	3.411.722	45,56%
2,4-D	239.505	508.612	112,36%
Paraquat	65.344	337.237	416,09%

* Elaborado pelo DEFIS a partir dos relatórios de comercialização.

Outro legado expressivo da soja RR é o acúmulo de resíduos de glifosato e AMPA (resíduo tóxico), apontado pela figura a seguir.



No ano de 2008 foram realizadas 276 análises. A média das amostras ficou em 1,46 mg/kg, mais de sete vezes superior ao antigo LMR (Limite Máximo de Resíduo). No mesmo ano, 4,60% das amostras ultrapassaram o limite atual tolerado, com valores variando entre 10,42 e 33,24 mg/kg. Caso o LMR não fosse elevado em cinquenta vezes, 58% da soja transgênica analisada estaria imprópria ao consumo humano. O mesmo caminho vem sendo trilhado pelo milho GM. Em recente consulta pública a Anvisa propôs o aumento dez vezes do LMR de glifosato para a cultura de milho RR, passando de 0,1 mg/kg para 1,0 mg/kg.

Dieta à base de milho transgênico

Brasil, novembro de 2009. É anunciado para a próxima safra que 53% das sementes certificadas de milho serão transgênicas. Caso a expectativa de semeadura se confirme, o agricultor brasileiro colherá a maior safra de grãos transgênicos de nossa recente história. O milho transgênico da Monsanto, da Dupont, da Syngenta e da Bayer abastecerá, indistintamente, a mesa do consumidor brasileiro. Diferentemente da soja, *commodity* do agronegócio, o milho é o cereal mais utilizado na dieta humana. Além do consumo *in natura*, o milho alimenta as engrenagens de uma pujante planta industrial que transforma o grão em centenas de produtos diferenciados em proteínas, amidos, óleos, maltose, tortas, polióis, féculas, fibras, dextrose, glúten, sorbitol, entre outros. A cada ano a indústria nacional processa cinco milhões de toneladas de milho que alimentam diretamente seres humanos. Se mantida a ordem e o progresso nacional, os consumidores de alimentos industrializados serão informados nos rótulos dos diversos produtos sobre a natureza transgênica do alimento. Espera-se

que o princípio da igualdade entre os cidadãos brasileiros prevaleça em medida equivalente àquela que assegura aos abastados fazendeiros do agronegócio brasileiro o direito da escolha do que semear. Semente natural ou semente transgênica?

Coexistência: breve estudo do caso milho MON 810

Coexistir. Existir simultaneamente: coexistiam naquele homem a sabedoria e a modéstia. Conviver: Aqui as raças coexistem sem atritos.

No ano de 2007 a CTNBio normatizou a contaminação genética ao determinar pífio isolamento espacial de 30 metros entre lavouras transgênicas e naturais. Atribuiu à Resolução Normativa n. 04 o *status* de norma de coexistência.

No início deste ano engenheiros agrônomos fiscais da SEAB/DEFIS lançaram-se em atividade pioneira no país a fim de avaliar a eficácia da norma editada pela corrompida comissão técnica. No campo, paira no ar uma grande nuvem de pólen transgênico. O milho transgênico germina no fértil solo da desinformação e da indiferença. As grandes cooperativas tranquilizam os agricultores afirmando que não segregarão as produções transgênicas das naturais. Nos diversos entrepostos, técnicos desinformados e com indiscutíveis habilidades marqueteiras multiplicam as vendas da semente MON 810 – Yeldgard. Em uma cooperativa média do oeste do Estado, a Monsanto vendeu 26.400 sacas de semente MON 810 (20kg). O custo da taxa tecnológica é R\$ 112,00 por saca, o que gera uma receita de R\$ 2.956.800, suficiente para comprar 164.267 sacas de milho (60kg). Se considerarmos o Parecer CTNBio n. 1.100/2007, que aprova o cultivo do MON 810, a vantagem alegada para adoção da variedade modificada é clara, já que *são necessárias dezenas de pulverizações com inseticidas em um único ciclo da cultura* [convencional] (p. 04).



Foto 01 – O milho MON 810

Paraná, março de 2009



Foto 2 – O milho MON 810

Paraná, março de 2009



Foto 03 – Lavoura de milho MON 810

Paraná, janeiro de 2009



Foto 04 – Coexistência: do lado esquerdo, lavoura de milho MON 810; do lado direito, lavoura de milho natural

Paraná, março de 2009



Foto 05 – Detalhes das lavouras acima
Paraná, março de 2009

As fotos 04 e 05 ilustram a polêmica semeada no campo paranaense. A lavoura do lado esquerdo possui 43,56 hectares e foi semeada com a variedade Pioneer 30K73-YG (transgênica). Esta lavoura não possui o isolamento determinado pela RN 04/2007. Quando informamos ao proprietário que ele deveria ter instalado um isolamento de 30 metros nas margens de sua lavoura, ele nos perguntou: “Por quê?” Respondemos que o isolamento serviria de barreira para evitar a contaminação da lavoura vizinha. Ele gargalhou e perguntou se estávamos falando sério. Respondemos que sim. Ele insistiu, afirmando que o que falávamos não fazia o menor sentido.

A lavoura do lado direito possui 31,46 hectares e foi semeada com a variedade DKB 615 (não transgênica). Ambas as lavouras foram semeadas na mesma semana e suas floradas coincidiram.

Vários arranjos como esses foram identificados com o propósito do monitoramento. Os resultados apurados apontam para contaminação além das distâncias preconizadas pela lei.

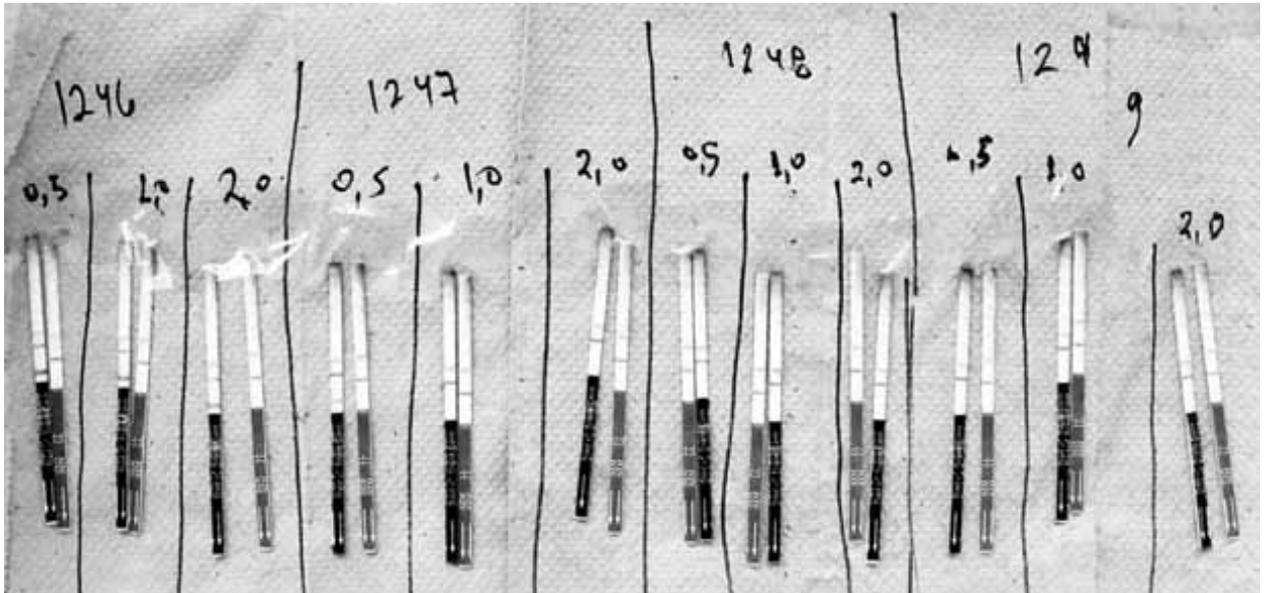


Foto 06 – Alguns resultados pelo método do imunoensaio (qualitativo)

Paraná, julho de 2009

Ao custo de R\$ 45.000,00 a Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná firmou convênio com o Instituto Tecnológico do Paraná para a realização de análise denominada PCR-rt. O teste baseia-se na detecção e quantificação do nível genético e trará à tona informações robustas acerca da contaminação. Os primeiros resultados já foram produzidos e assim que finalizados sustentarão publicação específica.

Contaminação de cultivos de milho não transgênico por cruzamento com cultivos transgênicos no Uruguai

PABLO GALEANO
REDES-AT, Uruguai.
Tradução: Pangea Idioma

Introdução

O milho é uma planta monoica (apresenta flores macho e fêmea em estruturas separadas na mesma planta), cujo pólen é espalhado fundamentalmente pelo vento. Isto leva a um elevado grau de polinização cruzada entre plantas. Vários estudos têm demonstrado que existe um fluxo de pólen e que há cruzamentos entre diferentes plantações de milho. Esse é um ponto especialmente crítico, a partir do momento em que foi autorizado o plantio de milhos transgênicos, considerando que viabiliza o fluxo de transgenes dos milhos transgênicos (GM) para os milhos não transgênicos (não GM), como resultado da polinização alógama entre os dois tipos de plantas.

O cultivo de milho transgênico Bt, eventos MON810 e Bt11, está autorizado no Uruguai desde 2003 e 2004, respectivamente. Esses milhos transgênicos carregam um transgene de uma bactéria (*Bacillus thuringiensis*) que codifica para uma proteína (Cry1Ab) a qual, por sua vez, é tóxica e atua contra as larvas de lepidópteros, que são pragas do milho. As resoluções do Ministério do Meio Ambiente, de número 276/2003 e 292/2004, estabeleceram como condições para que essas variedades fossem plantadas, que 10% da área ocupada devesse contar com uma plantação não transgênica como forma de refúgio para a biodiversidade, ademais de respeitar uma distância de isolamento de pelo menos 250 metros em relação a outros cultivos não transgênicos, para evitar o fluxo de transgenes.

O grau de polinização alógama entre cultivos de milho no Uruguai é desconhecido. Portanto, o grau de contaminação transgênica também é uma incógnita.

Neste artigo apresentamos um trabalho realizado pelos pesquisadores oriundos de três Faculdades (Agronomia, Ciências e Química) da Universidad de la República (Uruguai), que demonstra que no Uruguai existe contaminação de cultivos de milho não transgênicos com transgênicos. A pesquisa foi realizada sob o auspício da organização REDES-AT e teve o patrocínio da Fundação Heinrich Böll. (O Relatório Técnico completo desse estudo está disponível no *site* <<http://www.redes.org.uy/wp-content/uploads/2009/10/Estudio-final.pdf>>.)

Fluxo de transgenes no milho

Depois que foi autorizado o cultivo de milho transgênico, o tema da dispersão do pólen e do cruzamento entre distintos genótipos de milho adquiriu maior relevância. Neste sentido foram realizados vários trabalhos que procuravam medir o fluxo de genes por polinização cruzada. Esses trabalhos tiveram como objetivo gerar informações que ajudassem a definir as distâncias de isolamento necessárias para que a presença de transgenes nos cultivos não GM seja mantida dentro dos níveis determinados, segundo as exigências de alguns mercados, em particular o da União Europeia (UE). As múltiplas clivagens da pesquisa, os métodos analíticos e os desenhos experimentais que foram empregados dificultam o exercício de comparação dos resultados, o que afeta o estabelecimento de medidas apropriadas que tenham o objetivo de limitar a polinização cruzada no campo (DEVOS et al., 2005). Isso fica patente quando observamos que vários países da UE têm exigido distâncias diferentes de isolamento entre cultivos com milho GM e não GM nos seus códigos e regulamentações nacionais, apesar do fato de estarem sob diretrizes comuns no que tange à rotulagem dos alimentos GM [Regulamento (CE) n. 1.829/2003] e compartilharem a mesma política de coexistência. A título de exemplo, na Hungria são exigidos 800 metros, enquanto na Holanda se exigem 25 metros de isolamento (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 2006).

Além dos fatores ambientais, como o vento e a umidade, e dos fatores biológicos, tais como a sincronização do período de florescimento, o fluxo de genes entre cultivos de milho GM e não GM também é afetado pela dimensão e orientação dos cultivos entre os quais a polinização cruzada ocorre. A maior parte das experiências realizadas para medir o fluxo gênico no milho utilizou uma única fonte de pólen, cuja escala, na maior parte das situações, era menor ou equivalente ao tamanho do cultivo receptor (SANVIDO et al., 2008). Não obstante, à medida que o cultivo de milho GM vai sendo ampliado, um cultivo não GM pode receber pólen de várias fontes ou mesmo de fontes notoriamente maiores em termos de superfície. Outro aspecto que deve ser considerado é o fato de que muitos dos trabalhos medem a variação do fluxo gênico em distâncias variadas a partir da fonte de pólen, em relação a um cultivo contínuo, ou seja, entre a fonte de pólen e o milho receptor existe uma plantação de milho. Isso acarreta taxas de polinização cruzada menores que nos casos em que entre o milho doador e o receptor não há cultivo algum (WEEKES et al., 2007). Pelo descrito, faz-se necessário mensurar, *in situ*, no campo, o que está acontecendo realmente com o fluxo de transgenes, sobretudo se levarmos em consideração que atualmente, no Uruguai, a área cultivada com milho GM é muito superior à semeada com milho não GM.

Detecção de contaminação transgênica em cultivos de milho

O estudo que apresentamos a seguir foi desenvolvido tomando por base amostras coletadas na safra 2007-2008. Nessa safra no Uruguai foram plantados 80.500 hectares de milho; dela participaram 2.821 produtores (MGAP-DIEA, 2008). Dentre esses produtores, 86% plantaram menos de 20 hectares, o que representou 7% da área total semeada com milho. Este dado mostra que a maioria dos produtores que cultivam milho é composta por agricultores familiares. As escassas variedades crioulas que atualmente são cultivadas no país ainda existem porque esse grupo de produtores as mantém em suas propriedades. No tocante à concentração da produção, 14% dos produtores de milho controlam mais de 90% da área de plantio. Esses produtores capitalizados utilizam sementes híbridas para produzir milho e são os que incorporaram, em sua grande maioria, a semente transgênica ao seu pacote tecnológico. Ainda que não tenhamos dados conclusivos sobre a área total semeada com milho transgênico, 66% do montante das sementes importadas em 2007 e 82% em 2008 corresponderam a esse tipo de semente (INASE, 2009). Esses dados indicam que, na última safra (2008-2009), cerca de 80% da área plantada (aproximadamente 100.000 hectares) utilizou o milho Bt.

Amostragens

O método da pesquisa consistiu em coletar amostras em plantações comerciais de milho GM e de não GM que estivessem próximas e apresentassem risco potencial de cruzamento. Analisou-se, na progênie destes últimos, a presença de transgenes utilizando técnicas baseadas na detecção da proteína transgênica (Cry1Ab) e na presença do transgene.

As amostras foram conseguidas mediante contato com Associações de Desenvolvimento e com Cooperativas nas regiões do vale leiteiro uruguaio. Depois que visitamos mais de 40 estabelecimentos, foram identificadas cinco situações que apresentavam risco potencial de cruzamento entre cultivos GM e não GM, devido à distância e à coincidência de datas de semeadura. Na Tabela 1 são apresentados dados referentes aos cinco casos com risco potencial de contaminação.

Tabela 1 - Dados das plantações que apresentavam risco potencial de contaminação onde se coletou a amostra.

Caso	Plantação não GM			Distância(m)/sentido	Plantação GM		Dif. dias Plantação	DAS-ELISA
	Tipo de Plantio	Área (hectare)	Local		Evento	Área (hectare)		Nº positivos/total
1	IPB 871 CL	9.0	1.1	40 S	MON810 + Bt11	60.0	0	1/6 (*30)
			1.2	190 S				0/4 (*30)
2	IPB 871 CL	9.5	2.1	380 NE	MON810	40.0	-2	0/4 (*30)
			2.2	180 L				0/4 (*30)
			2.3	100 L				1/4 (*30)
3	IPB 871 CL	0.8	3.1	20 N	MON810	20.0	-3	
4	Linha básica	4.5	4.1	330 N	Bt11	30.0	+1	1/25 (*30)
5	Não GM	3.5	5.1	30 SW	GM	0.6	+14	0/3 (*60)

No caso 1 foram amostradas duas áreas dentro da mesma propriedade de milho não GM em distâncias distintas da plantação GM vizinha. No caso 2 foram levantadas amostras em três áreas dentro da mesma propriedade.

No caso 5 não se obteve a informação sobre o tipo de cultivar utilizado nas propriedades.

Além da distância, indica-se também a orientação geográfica da plantação GM em relação à plantação não GM.

A última coluna traz a diferença em dias de semeadura entre a plantação GM e a plantação não GM.

O procedimento para cada área estudada foi o seguinte: durante a primeira visita à propriedade, foram colhidas amostras de folhas das plantas-mãe, com a finalidade de confirmar que elas eram não GM, em um caso, e GM, na lavoura vizinha. No caso das propriedades com plantações não GM, voltamos a colher amostras quando o campo alcançou um nível de desenvolvimento tal que já havia grãos maduros nas espigas. Foram retiradas espigas de grupos de 15 plantas escolhidas aleatoriamente nas áreas predefinidas em função de sua distância com relação à lavoura transgênica. No caso de uma das propriedades não GM com risco potencial de contaminação, foi realizada uma amostragem aleatória do grão já colhido.

Foram plantados quatro grãos de cada uma das espigas amostradas para a produção de plântulas. Estas plântulas foram usadas para analisar a presença de transgenes. Para a análise das plantas-mãe foram colhidas amostras de folhas de 645 plantas. Para a análise da progênie foram colhidas amostras de um total de 384 espigas provenientes de um número semelhante de plantas. Partindo dessas espigas e dos grãos já colhidos, 2.300 plântulas foram obtidas.

Detecção do transgene

A detecção de transgenes baseou-se em dois métodos:

- *DAS-ELISA*. Este é um método imunológico que detecta a presença da proteína transgênica Cry1Ab em extratos proteicos obtidos a partir do material vegetal.

- *Reação em cadeia da Polimerase (PCR)*. Por este método o ADN das amostras é analisado identificando a presença de sequências transgênicas. Além de confirmar se a amostra possui ou não transgenes, permite identificar se eles correspondem ao evento MON810 ou Bt11.

Sobre as amostras de folhas provenientes de plantas-mãe ou de plântulas, realizou-se a extração de proteínas solúveis ou de ADN de acordo com o método de detecção utilizado, fosse ele DAS-ELISA ou PCR. Todas as amostras foram analisadas pelo DAS-ELISA; já o PCR foi aplicado nas amostras que resultaram positivas na análise com o primeiro método, com a finalidade de confirmar a transgenia e identificar o evento.

Resultados

A análise das plantas-mãe realizada por DAS-ELISA e por PCR confirmou, em todos os casos, a informação fornecida pelos produtores e técnicos, na esfera da propriedade, sobre ser ou não a plantação de milho GM. Isso possibilita inferir que, nos casos em que foram detectados transgenes na progênie de plantações não GM, eles foram adquiridos mediante polinização cruzada com uma plantação de milho GM.

Das cinco situações que apresentavam risco real de polinização cruzada entre plantações de milho não GM e GM, em três (casos 1, 2 e 4) foi detectada a presença de transgenes na progênie da plantação de milho não GM. Em todos os casos, o transgene detectado correspondeu ao do evento que estava presente na plantação GM vizinha (Tabela 2).

Tabela 2 - Análise da progênie das cinco propriedades não GM com risco de polinização cruzada.

Caso	Local	DAS-ELISA		PCR***			Cultivo GM vizinho	
		Nº+s/total*	p**	35S	MON810	Bt11	Distância (m)	Evento
1	1.1	1/180	1/60	+	-	+	40	MON810 + Bt11
	1.2	0/120	< 1/40	-			190	
2	2.1	0/120	< 1/40	-			380	MON810
	2.2	0/120	< 1/40	-			180	
	2.3	1/120	1/60	+	+	-	100	
3	3.1	0/180	< 1/60	-			20	MON810
4	4.1	1/764	1/255	+	-	+	330	Bt11
5	5.1	0/180	< 1/60	-			30	GM

* Frequência expressa como o número de indivíduos que manifestam o transgene sobre o total de indivíduos analisados para cada local.

** Frequência expressa como p com Pd de 95%.

*** Presença do transgene detectada por PCR. 35S, indicador de transgenia; MON810 e Bt11, marcadores específicos de eventos. + indica presença da sequência marcadora.

No **caso 1** foi detectada a presença da proteína transgênica na progênie da plantação não GM no local 1.1. Este local correspondeu ao limite de uma propriedade onde se cultivava milho não GM, de 9 hectares, distante 40 metros de uma propriedade onde se cultivava milho GM, com mais de 60 hectares semeados na mesma data. Nesse local foram coletados 45 pés de milho com igual número de espigas, a partir dos quais foram produzidas 180 plântulas. Determinou-se, mediante utilização de DAS-ELISA que uma dessas plântulas era transgênica (Tabela 2). A característica transgênica da amostra, positiva por DAS-ELISA, foi confirmada por PCR. Determinou-se que o transgene correspondeu ao evento Bt11. A lavoura vizinha, semeada com milho GM, tinha em sua bordadura, próxima ao limite da propriedade onde se cultivava milho não GM, um campo com híbridos distintos de milho GM, alguns dos quais carregavam o evento Bt11, e outros, o evento MON810. No local 1.2, da mesma propriedade, ainda que distante 190 metros da propriedade com milho GM, não foi detectada presença alguma de transgenes. Este resultado é consistente com os obtidos por outros autores, dado que as taxas de polinização cruzada são usualmente mais altas nos limites da propriedade receptora e decaem rapidamente devido a um aumento na competição provocada pelo pólen produzido por esta plantação (Devos et al., 2005).

O **caso 2** correspondeu a uma propriedade onde se cultivava milho não GM, com 9,5 hectares. No sentido nordeste dessa propriedade, havia uma plantação com aproximadamente 40 hectares de milho GM portadores do evento MON810 semeado dois dias antes. Entre as duas plantações havia uma área com cerca 30 metros de largura, formada por eucaliptos. Ao sul, a menos de 20 metros, havia outra propriedade onde se cultivava milho GM, não obstante semeada mais tardiamente. Foram retiradas amostras de três locais da propriedade não GM, detectando-se a presença de transgenes no local (2.3) mais próximo (100 m) à propriedade com milho MON810. Na amostra da progênie na qual foi detectada a proteína Cry1Ab, determinou-se, por PCR, que o transgene que portava

correspondia ao evento MON810. Da mesma forma que no caso 1, nos locais mais distantes da propriedade com milho GM não foi detectada a presença de transgenes. É interessante observar que, apesar da presença de uma barreira de eucaliptos, houve polinização cruzada.

No **caso 4** foi detectada a ocorrência de polinização cruzada entre uma propriedade, com cerca de 4,5 hectares, dedicada à produção de semente básica de uma linha de milho não GM e uma plantação de milho GM portando o evento Bt11, com cerca de 30 hectares. As duas plantações estavam separadas por uma distância superior a 330 metros e a semeadura foi realizada com um dia de diferença. Neste caso, em vez de retirar amostras de diferentes partes dentro da propriedade com milho não GM, optou-se por retirar amostras a partir da semente colhida da plantação. A dimensão da amostra foi maior, em função do fato de ela equivaler à coleta de amostras aleatórias ao longo de toda a propriedade. Das 764 plântulas analisadas produzidas a partir da semente coletada para amostra, encontrou-se um resultado positivo por DAS-ELISA. Por PCR se determinou que o transgene que esta amostra apresentava correspondia ao evento Bt11.

Nos **casos 3 e 5** não se detectou fluxo gênico. No primeiro destes casos, ainda que houvesse coincidência na data da semeadura, o desenvolvimento do híbrido transgênico era notoriamente mais avançado que o do milho não GM, de onde se deduz que, provavelmente, as suas datas de florescimento não tenham coincidido. No **caso 5**, a superfície semeada com milho GM era seis vezes menor que a da plantação de milho não GM vizinha, além de apresentar duas semanas de diferença na data de semeadura. A não detecção de polinização cruzada pode estar relacionada ao fato de que, efetivamente, não se deu a polinização cruzada pela dessincronia no período de florescimento.

Conclusões

- No Uruguai existe fluxo de transgenes das plantações comerciais de milho GM para as plantações de milho não GM. Dos cinco casos que apresentaram risco potencial de polinização cruzada, três tiveram a presença do transgene na progênie da plantação não GM detectada. Nos três casos o evento encontrado coincide com o da plantação de milho GM vizinha, possível origem da contaminação.
- Em um dos casos analisados, a existência de uma distância superior à regulamentar, que prescreve 250 metros, não evitou que a polinização cruzada acontecesse. Neste caso, a plantação de milho não GM estava a uma distância que superava os 330 metros da plantação de milho GM.
- Em quatro dos cinco casos que apresentaram risco potencial de contaminação, a distância entre os cultivos de milho não GM e GM foi menor do que os 250 metros preconizados pela regulamentação. Isto mostra que a regulamentação, em muitas situações, não é respeitada.
- Este estudo consiste em uma aproximação inicial do conhecimento da situação real *in situ*, no campo, no Uruguai, sobre o fluxo de transgenes em culturas de milho. A amostragem e o número de análises realizadas foram circunscritos pela disponibilidade de recursos financeiros que tínhamos para conduzir o projeto. A despeito disso, em três dos cinco casos identificados em que havia risco potencial de polinização cruzada constatou-se a sua incidência. Este fato dá claros indícios de que esse tipo de contaminação não é casual,

mas sim comum, em razão das condições de coincidência das datas de florescimento e da proximidade das plantações de milho GM e não GM, mesmo quando estas estão separadas por distâncias superiores ao prescrito na regulamentação. Considerando que nas últimas safras a área cultivada com milho GM tem crescido, é necessário monitorar o fluxo de transgenes em direção às plantações de milho não GM, de maneira que seja possível avaliar a aplicabilidade da política em vigor chamada de “coexistência regulada”.

Aprovação de novos milhos transgênicos

O processo pelo qual os milhos MON810 e Bt11 receberam a aprovação para o plantio foi alvo críticas de várias organizações sociais uruguaias. Manifestações e posições da academia, contrárias a estas liberações, não tiveram eco e a opinião de organizações de produtores e ambientalistas não foi levada em consideração. Três anos após a primeira aprovação, em julho de 2006, a Direção Nacional de Meio Ambiente elaborou um relatório, no âmbito do “Projeto Desenvolvimento do Marco Nacional de Biossegurança”, denominado *Milho Bt no Uruguai: Elementos para uma Avaliação de Riscos Ambientais*. No que se refere ao processo pelo qual os milhos MON810 e Bt11 foram aprovados e obtiveram a liberação para cultivo, o relatório aponta: “A Análise de Riscos não foi realizada de forma adequada... Serviram-se de uma mesa de especialistas (CERV), porém seus relatórios se limitaram a oferecer uma interpretação dos materiais bibliográficos fornecidos pelos solicitantes. No concernente à Avaliação de Riscos Ambientais, foi realizado um esboço da formulação do problema e a fase de análise esteve restrita a uma pesquisa bibliográfica incompleta, desprovida de comprovação *in vitro* ou *in situ* dos dados auferidos. Os riscos não foram caracterizados e o plano de manejo também não foi apresentado”.

Devido à pressão exercida por algumas organizações sociais, o governo decretou uma moratória referente à autorização de novos eventos transgênicos, em janeiro de 2007, com o objetivo de promover um amplo debate sobre o tema. Em julho de 2008, o Decreto Presidencial n. 353/2008, suspendeu a moratória e consagrou a promoção de uma política de “coexistência regulada”. Durante os 18 meses de duração da moratória, as regulamentações que ordenam o plantio de milho transgênico não foram modificadas, nem houve sequer a promoção do debate para o qual ela tinha sido decretada.

Os resultados do estudo que apresentamos neste artigo foram enviados às autoridades competentes. Apesar da comprovação de que o atual marco regulatório e de controle não garante a coexistência, foram recentemente aprovados novos eventos transgênicos em milho. O processo de aprovação desses novos eventos repete erros cometidos na estrutura institucional precedente. Os especialistas consultados tiveram de uma a duas semanas para pronunciar-se em relação às solicitações que lhes foram apresentadas; esse prazo não possibilita, de forma alguma, a realização de uma análise correta, caso a caso, dos riscos vinculados a tais aprovações. A pressa nesse procedimento atende à necessidade de contar com as aprovações em tempo de se poder semear esses eventos já na safra 2009-2010. Segundo parece, prevaleceu o critério de liberar esses eventos para que fossem cultivados, tão logo fosse possível, em vez de realizar um trabalho sério que fornecesse garantias a todos em relação à questão da biossegurança.

Referências

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 2006. Annex to the *Communication from the Commission to the Council and the European Parliament*. Report on the implementation of national measures on the coexistence of genetically modified crops with conventional and organic farming. {COM(2006) 104}. Brussels, 9.3.2006. SEC(2006) 313.

DEVOS, Y.; REHEUL, D.; DE SCHRIJVER, A. The co-existence between transgenic and non-transgenic maize in the European Union: a focus on pollen flow and cross-fertilization. *Environ. Biosafety Res.*, n. 4, p. 71–87, 2005.

INASE. Disponível em: <<http://www.inase.org.uy>>.

MGAP-DIEA. *Encuesta Agrícola “Invierno 2008”*. 2008.

SANOU, J.; GOUESNARD, B.; CHARRIER, A. Isozymes variability in West African maize cultivars (*Zea mays* L.). *Maydica*, n. 42, p. 1–11, 1997.

SANVIDO, O.; WIDMER, F.; WINZELER, M.; STREIT, B.; SZERENCSEITS, E.; BIGLER, F. Definition and feasibility of isolation distances for transgenic maize cultivation. *Transgenic Res*, n. 17, p. 317–335, 2008.

WEEKES, R.; ALLNUTT, T.; BOFFEY, C.; MORGAN, S.; BILTON, M.; DANIELS, R.; HENRY, C. A study of crop-to-crop gene flow using farm scale sites of fodder maize (*Zea mays* L.) in the UK. *Transgenic Res*, n. 16, p. 203–211, 2007.

Ações do MPA para uso e conservação de sementes crioulas no Estado de Santa Catarina

ANDERSON MUNARINI

MPA – Movimento dos Pequenos Agricultores

Vou falar da experiência de agricultores com produção de sementes crioulas. Sou filho de agricultor, formei-me agrônomo e agora contribuo com o Movimento dos Pequenos Agricultores – MPA, assessorando tecnicamente a produção.

A experiência com produção de semente crioula que temos em Santa Catarina e que o MPA tem estimulado confunde-se com a história do próprio Movimento no estado. Iniciou-se em 1996, no município de Anchieta, a partir de uma necessidade que os agricultores sentiram de baixar o custo da produção, pois o preço que estavam ganhando pelo milho que vendiam já não cobria os custos da lavoura. Então o pessoal do SINTRAF de Anchieta – agricultores e técnicos – teve essa ideia de iniciar um trabalho de resgate de semente de milho crioulo no município. Inicialmente foram resgatadas seis variedades de milho no município, e a partir da troca de experiências com outras regiões foram-se trazendo outras variedades para a região, mas principalmente para o município de Anchieta. Exemplos de variedades que eles trouxeram: Taquara 18 carreiras, Amarelão 8 carreiras, Amarelão 6 carreiras, no caso, do Assentamento de Tupaceritã-RS. Outra variedade levada na época para o município e que é muito plantada e apreciada pelos agricultores é o milho Pixurum 05, sendo esta a que os agricultores acham que mais se adapta à região.

Esse trabalho de resgate e troca de sementes, inserir e adaptar novas variedades na região, iniciada em 1996, continua até hoje. E, junto com o trabalho de adaptação com variedades de fora, também se iniciou o trabalho de criar novas variedades. Os agricultores e técnicos locais criaram, de forma empírica, um composto, nomeando a nova variedade de milho de MPA 01 em homenagem ao movimento. Esse composto também é bastante plantado lá e é uma variedade muito boa, sendo agora alvo de pesquisa da UFSC, que realiza um trabalho de melhoramento participativo na região.

Chegamos ao número de 36 variedades de milho, de várias cores, ciclos, alturas e finalidades. É possível ver a capacidade dos agricultores de selecionar e manter a pureza das variedades pelas cores das sementes de milho. Há o milho branco e roxo que não possuem visualmente sinais de cruzamento com variedades de cor amarela.

Localmente os agricultores estão recebendo incentivo do sindicato e da prefeitura, entre outras entidades, com o MPA sempre apoiando, numa articulação mais regional e nacional. Iniciou-se o processo de divulgação desse trabalho através das festas de sementes crioulas. Em 2000, a primeira; em 2002, a segunda; em 2004 foi realizada a terceira festa nacional das sementes crioulas lá em Anchieta, e neste ano o município ganhou um presente do estado, o título de “Capital do Milho Crioulo de SC”. E em 2007, então, realizou-se a 4ª Festa Nacional das Sementes Crioulas, envolvendo vários estados. O evento teve a participação de mais de 200 bancas de sementes, nas quais ocorreu o intercâmbio de sementes crioulas, além de formação técnica, política, em agroecologia e todo um debate em torno das sementes e da agroecologia.

A partir daí, o MPA, em nível estadual e nacional, começou a debater a necessidade de massificar a produção de sementes, porque as experiências estão muito localizadas. Num município com um grupo de agricultores, em outro, com mais 5, 6 agricultores que produzem semente, não tendo sementes crioulas disponíveis para uma quantidade maior de agricultores. Há a necessidade de massificar também o debate sobre os transgênicos. Então, o MPA começou, a partir de 2004, o trabalho de massificação, pondo em prática uma estratégia de uso e conservação de sementes crioulas.

Esse trabalho se iniciou nos municípios com formação dos agricultores em encontros que os técnicos realizam na casa deles, nos grupos chamados de Núcleo de Base do movimento. Nesse encontro são realizadas a formação técnica, a divulgação das sementes e a troca de experiências. Muitas vezes um agricultor com experiência em produção de sementes crioulas participa com seu depoimento. A partir desse encontro ocorre a distribuição das sementes para os interessados em multiplicá-las. Essa distribuição se dá em forma de troca ou comercialização entre os agricultores.

A massificação das sementes crioulas ocorre com a implantação dos campos de multiplicação de semente. Esses campos são protegidos por, no mínimo, 400 metros de distância de uma lavoura de milho convencional, ou com período diferente de polinização (entre 30 e 35 dias). Os agricultores plantam só milho ou fazem policultivo, e o acompanhamento técnico ocorre em todo o período da lavoura, desde o plantio até a colheita. Não se recomenda o uso de fertilizante solúvel, nem ureia. Quando necessário, ainda é tolerado o uso de agrotóxico, mas o trabalho caminha sempre na transição para um sistema mais agroecológico de produção.

A organização desse trabalho está sendo realizada pela cooperativa OESTEBO, instrumento criado pelo MPA para realizar, entre outras tarefas, os convênios necessários, a contratação de equipe de trabalho, o beneficiamento e a distribuição de sementes para as famílias. O objetivo principal da cooperativa é tornar o agricultor independente na produção de sementes, propiciar outros usos da semente crioula e apoiar a comercialização dos produtos gerados.

Atualmente está em fase de construção uma Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) no município de São Miguel do Oeste – SC. Essa unidade apoiará o trabalho de massificação das sementes crioulas, pois, numa escala maior, realizará a recepção dos grãos para semente, a secagem e classificação nas peneiras e o armazenamento e distribuição das sementes.

E a ideia de massificação da semente é fazer também o embate político, que é o debate para não produzir transgênico e, ao mesmo tempo em que ocorre a sensibilização de uma comunidade sobre uma nova alternativa, apresenta-se esta alternativa para que os agricultores realizem suas experiências com a produção das suas sementes.

Na safra 2008/2009 o MPA acompanhou tecnicamente o plantio de campos de multiplicação de sementes em 23 municípios no estado. E foram massificadas cinco variedades de milho crioulo e seis variedades de feijão.

Outro trabalho que o MPA está realizando é a orientação aos agricultores mantenedores de sementes, também chamados de guardiões das sementes. São famílias que plantam e protegem as sementes como se fossem mais um integrante da família; as sementes fazem parte da culinária, da cultura e da economia familiar. No estado, para cada variedade, estão sendo mapeados três mantenedores. Esses guardiões são agricultores que têm a informação técnica de como guardar a semente na sua casa, na sua propriedade. É uma forma de resistência. Caso um dos campos seja contaminado, podemos buscar essa semente com os mantenedores.

A preocupação do movimento, hoje, é com as sementes transgênicas. Temos várias dúvidas que os agricultores levantam. Nossas sementes serão contaminadas com transgênicos? Os transgênicos vão acabar com nossas experiências? Se isso acontecer quem será responsabilizado? Como?

Este ano o milho transgênico está sendo plantado de forma maciça no Estado de Santa Catarina; há município com 50% da produção transgênica. E o pior de tudo é que os agricultores não são informados de como usar essa tecnologia, nem das técnicas de plantio nem das legislações existentes. Um total descaso do governo, das empresas e dos vendedores.

Enquanto essas dúvidas persistem, estamos realizando formação com agricultores sobre os problemas que os transgênicos podem trazer para as famílias camponesas. Achamos que na região, formada por pequenos produtores, é impossível a coexistência entre transgênicos e crioulos. Se não houver uma providência legal, será impossível evitar a contaminação. A gente precisa se mobilizar contra os transgênicos, pois, da forma como está sendo implementada essa tecnologia no Brasil, não será bom nem para a natureza, nem para o povo brasileiro.

Feiras de sementes: mobilização local para evitar a contaminação por transgênicos

LUIS CLÁUDIO BONA e ANDRÉ JANTARA
AS-PTA Agricultura Familiar e Agroecologia

Vamos relatar nossa experiência a respeito do problema da contaminação na região que denominamos do Contestado e que pega o centro-sul do Paraná e o planalto catarinense. A AS-PTA trabalha com programa local desde 1993, junto dos agricultores familiares e suas organizações, numa perspectiva de desenvolvimento territorial fundamentado na agroecologia, tendo como processos de formação o dia a dia de acompanhamento junto desses grupos de agricultores e agricultoras. Como o Anderson falou, o foco está direcionado para o caso do milho, mas isso envolve o que é a diversidade típica da agricultura familiar.

Na verdade, existe, no caso do milho, um trabalho que já vem sendo feito desde 1993, um cadastro regional que já identificou 148 variedades crioulas de milho lá na região (e que hoje são mantidas pelos agricultores), 135 de feijão, 27 de trigo, além de arroz, batata, batata-doce, amendoim, mandioca, hortaliças e animais, todos fazendo parte desse contexto de manutenção de processos autônomos e de reprodução da vida, bastante presentes na agricultura familiar.

Isso tudo alimentava a região, o que era bem típico até pouco tempo atrás. O que mudou foi que o abastecimento pelos Ceasas, vindo por esses trabalhos mais centralizados, dessas centrais de distribuição, trouxe um impacto muito grande em escala nesse tipo de uso da biodiversidade para conservação de processos econômicos locais e regionais; mas eles, à revelia disso tudo, estão presentes em maior ou menor grau.

É importante dizer que é uma região bastante forte de fumiicultura. No Paraná esses 16 municípios, nos quais 49 comunidades têm trabalho direto, pegam desde Palmeira, São João do Triunfo, São Mateus, fechando o quadrado ali para Irati, Rebouças, Rio Azul. Ali, é tudo

fumicultura. Onde a área é mais quebrada, os trabalhadores estão trabalhando com a fumicultura. E ela é conhecida como uma pressionadora muito forte dessa diversidade, da riqueza utilizada para autoconsumo e sustento das famílias. Na região espalham-se grupos de agricultores – e quando dizemos grupo, isso envolve velhos, jovens, homens, associações e cooperativas que estão ali presentes. E, em maior ou menor grau, nessas comunidades há esses plantios. Como é uma região com muitos remanescentes florestais, existe ainda um belo mosaico na paisagem que permite, em muitos casos, até à semelhança do que mostrou o Anderson, encontrar algumas áreas que podem vir a se tornar áreas livres de transgênicos.

Então, a questão é saber se é de fato viável isolar essas áreas se pensarmos em eventos climáticos com ventos mais fortes e que levantam uma grande massa de pólen. Achamos que, estrategicamente, seria bom aproveitarmos os momentos das feiras de sementes, que foram definidas em um seminário regional realizado no 1º semestre pelos grupos de mulheres, para fortalecer a troca, o intercâmbio e a diversidade. Mas, então, vamos levar sementes para esses locais. Sabemos que o milho estava liberado desde abril do ano passado. O que será feito? Vamos levar milho transgênico para as feiras? Vamos fazer algo sem saber ao certo o que estamos fazendo? Diante disso surgiu a necessidade de fazer uso do teste com as fitinhas. Então há o básico: reagente e liquidificador, que estamos levando para as feiras para moer o grão. Esse *kit* está sendo usado e foi usado nas seguintes feiras: São João do Triunfo, Irineópolis – que envolveu os 16 municípios mais alguns de fora –, Cruz Machado, Palmeira, União da Vitória; e as próximas serão São Mateus do Sul e Rio Azul.

Nas feiras é montada uma barraca com amostras de sementes; instala-se o equipamento; faz-se o debate com os participantes, incorporando a mística da feira, como a chegada, o café da partilha, onde todos levam seus bolos, cafés e acontece a recepção, aquela acolhida que é bastante impregnada desse caráter que é a vida. Procura-se enfatizar o que, como seres humanos, estamos fazendo neste planeta, neste lugar, pensando no caráter da alimentação, e isso realmente mexe muito com as pessoas.

Na feira regional de sementes crioulas em Irineópolis o pessoal fez uma mística impressionante. Entraram com duas crianças representando estarem mortas, seguidas de um pulverizador. O padre fez uma fala forte sobre sementes e agroecologia e os agricultores firmaram suas declarações, nas quais asseguraram não plantar transgênicos, não terem interesse nesse plantio. Então pegamos uma amostra – nesse caso o milho catingueiro do senhor Alfredo Bauer – e fizemos o teste, que detectou não haver transgênico. Depois disso ele recebeu uma plaquinha para sua banca, simbolizando que está livre de transgênico. O senhor Alfredo tem um banco de sementes impressionante. Ele está na feira representando sua estratégia técnica, toda sua bagagem, todo seu conhecimento de anos. Então existe um conhecimento agregado à sua prática e que ele expõe e garante. Como isso está sendo considerado pelos critérios científicos?

O aspecto de mobilização, da massificação, como dizia o Anderson, é muito importante, desde que seja parte de uma estratégia que esteja mobilizando toda a família.

Os agricultores que participam das feiras assinam uma declaração em que atestam que não plantam nem têm intenção de plantar transgênico e que qualquer contaminação será dano cultural e econômico, além de ameaça à diversidade biológica do país.

Modelo de declaração assinada pelos agricultores:

DECLARAÇÃO

Eu, _____,
RG nº _____ e CPF nº _____, agricultor(a)
familiar e/ou integrante de povo ou comunidade tradicional da comunidade de _____
_____, situada no município de _____
_____- _____ (Estado), nos termos da Lei nº 11.326/2006, que estabelece a Política
Nacional da Agricultura Familiar, e do Decreto nº 6.040/2007, que institui a Política
Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais, realizo
o melhoramento e conservação das sementes crioulas de milho da(s) variedade(s) _____

_____, há mais de _____ anos, e DECLARO que não planto
e não tenho a intenção de plantar nem de utilizar qualquer variedade transgênica em
minha propriedade e que qualquer contaminação genética destas sementes tradicionais
representa sério dano econômico, cultural e social, além de representar grande risco à
agrobiodiversidade regional e do país.

Local: _____ Data _____

Assinatura

Impactos ecológicos das plantas transgênicas¹

GILLES FERMENT

Ecólogo

(Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural – NEAD)

1. Cultivos Bt

Especificidade biológica das proteínas Bt

A primeira consideração que deve ser feita sobre os impactos ecológicos dos cultivos Bt diz respeito à noção de “especificidade”, a que o *lobby* dos transgênicos costuma se referir. Na realidade, o *Bacillus thuringiensis* é uma bactéria ubiqüitária* que absorve nutrientes para seu crescimento e reprodução (por esporulação), parasitando e matando organismos por meio das delta-endotoxinas que produz e secreta. A particularidade dessas delta-endotoxinas, ou proteínas cristais (conhecidas por Cry), é que seu efeito tende a ser específico sobre alguns grupos taxonômicos*, como ordens de insetos ou grupos filogenéticos*, como nematoides e platelmintos.

A maior parte desses grupos foi determinada de forma empírica, o que resultou numa classificação simplificada. Assim, as proteínas Cry1Ab teriam como alvo insetos da ordem Lepidóptera, que atacam o milho; as Cry1Ac, Lepidópteros “pragas” do algodão; e as Cry3A e Cry3Bb, insetos da ordem Coleóptera.

1 Texto baseado no artigo original “GE crops ecological impacts” e elaborado no âmbito do Programa de Intercâmbio Índia, Brasil e África do Sul – Fundação Ford/AS-PTA.

O crescente uso agrícola do Bt, seja nas formulações de *spray* para a agricultura orgânica, seja na adoção massiva dos cultivos transgênicos, estimulou novas pesquisas visando entender melhor o modo de ação dessas proteínas. Os resultados (especialmente os obtidos com o uso de ferramentas da biologia molecular) revelam a existência de uma série de lacunas científicas em relação à comumente aceita “teoria da especificidade das proteínas Cry”².

Por um lado, a literatura especializada informa que o modo de ação da proteína Cry permanece pouco compreendido. Muitos tipos de receptores associados a sinais biológicos desconhecidos estão envolvidos no processo que resulta na fixação da proteína no epitélio digestivo do inseto (CRICKMORE, 2005; JIMENEZ-JUÁREZ et al., 2007). Em outras palavras, não há consenso científico a respeito das razões pelas quais as proteínas Cry parecem não serem ativas em células de mamíferos ou de outros seres vertebrados.

Por outro lado, foram poucos os comentários vistos acerca dos crescentes casos em que a pré-suposta “especificidade” da proteína Cry sofre exceções no seio de diferentes ordens de insetos. Como exemplos podem-se citar estudos nos quais espécies de Lepidópteros foram afetados negativamente por proteínas Cry3Aa/Bb (HUSSEIN et al., 2005 e 2006; DEML et al., 1999), enquanto deveriam agir especificamente sobre Coleópteros. Da mesma forma, proteínas Cry1Ab/Ac mostraram-se capazes de afetar negativamente alguns tipos de Coleópteros (DUTTON et al., 2002; SCHMIDT et al., 2009), ao passo que deveriam ter ação restrita sobre Lepidópteros. O famoso caso da *Chrysoperla carnea*, estudado por HILBECK et al. (1998b), revela resposta biológica às proteínas Cry1Ab/Ac, sendo que RODRIGO-SIMON et al. (2006) não encontraram nenhum receptor específico nessa espécie de joaninha, e a questão ainda não foi esclarecida. Pelo contrário, algumas espécies de Coleópteros não são afetadas por proteínas Cry3A e Cry3Bb1 (DEML et al., 1999; e LUNDGREN; WIEDENMANN, 2002, respectivamente).

Especificidades ecológicas das proteínas Cry e organismos não alvo (ONAs)

Essas considerações biológicas a respeito do modo de ação das proteínas Cry nos remetem à noção de “especificidade” e, conseqüentemente, ao conceito de “organismos não alvo”, comumente referidos pela sigla ONAs.

No contexto de um cultivo de plantas Bt, um ONA quer dizer uma espécie que não é considerada praga da cultura e que pode sofrer impactos quantitativos (como flutuação de população) e qualitativos (como modificação do *fitness**) resultantes do consumo direto e/ou indireto das proteínas Cry produzidas pelas plantas Bt.

2 Desde as primeiras discussões sobre transgênicos Bt, um modelo simplificado de mecanismo de ação dessas proteínas está amplamente aceito pelos órgãos de análise do risco. Envolve a dissolução de toxinas cristais dentro do intestino do inseto, seguida de uma atividade proteolítica (após ligação das toxinas sobre receptores* específicos), perfurando as células epiteliais do intestino. A formação de tais poros permite a entrada do conteúdo do aparelho digestivo no hemocelo*, provocando a morte do organismo.

Como visto anteriormente, a especificidade biológica das proteínas Cry permanece mal compreendida e pode variar entre espécies de um grupo taxonômico e em função do tipo de proteína ingerida pelo inseto. Nesse sentido, uma revisão crítica da literatura científica, adaptada do estudo de HILBECK & SCHMIDT (2006), aponta para um amplo número de ONAs afetados negativamente pelo consumo direto de proteínas Cry (Tabela 1).

Com efeito, a segurança ambiental da proteína Cry parece ser muito mais complexa – e preocupante – quando se considera a definição ecológica de especificidade. Em um ecossistema, incluindo-se os agroecossistemas, as espécies interagem entre si por diferentes formas, tais como cooperação, predação, parasitismo etc. Interação também com o meio abiótico, por exemplo, decompondo minerais em compostos orgânicos. Assim, a definição ecológica de especificidade inclui espécies que podem entrar em contato com as proteínas Cry por meio das relações tróficas (predação/ parasitismo ou como presa/hospedeiro de outras espécies), mas também espécies cuja sobrevivência depende de outras relações ecológicas, tais como para proteção, provisão de alimentos etc. Considerando aspectos de etologia, a digestão direta pode ser observada em espécies não herbívoras. De fato, os predadores geralmente mudam seus hábitos e alimentam-se de plantas quando o número de presas se reduz (GODFRAY, 1994; WEISER; STAMP, 1998). Tal fenômeno ocorre com frequência nas monoculturas intensivas. Mesmo comportamentos diferentes da alimentação podem resultar na ingestão de proteínas Cry, como é o caso de aranhas reciclando suas teias contendo pólen de plantas Bt (VOLKMAR; FREIER, 2003).

Considerando esse ponto de vista ecológico, somado à flexibilidade da especificidade molecular das toxinas Cry, a literatura especializada traz informações que apontam para casos de impactos negativos sobre diversas espécies por contato indireto com as proteínas Cry (Tabela 2).

Deve-se destacar que a presença espacial e temporal de proteínas Cry é fator-chave na determinação dos riscos aos quais os ONAs estão expostos. Sendo assim, é preciso enfatizar que o escasso conhecimento e a experiência atual com as formulações de *sprays* de Bt devem ser completamente revisados e adaptados, levando-se em consideração os impactos ecológicos dos cultivos Bt (ICOZ; STOTZKY, 2008).

Inicialmente, ao passo que as toxinas Bt na forma de *spray* sobrevivem apenas por curtos períodos na superfície das folhas (em função de sua alta sensibilidade à radiação UV), as plantas transgênicas Bt expressam a toxina Bt ao longo de todo o seu ciclo de vida. As proteínas Cry são secretadas na forma de exsudatos* radiculares das plantas Bt (BAUMGARTE; TEBBE, 2005; SAXENA et al., 1999) e permanecem ativas no solo por vários meses (SAXENA et al., 2002; PALM et al., 1996; SIMS; REAM, 1997) – especialmente em solos ricos em argila e matéria orgânica, dado que estas são substâncias que apresentam elevada capacidade de adsorção e de rápida ligação (CRECCHIO; STOTZKY, 1998). Dessa forma, as espécies da pedofauna que ficam submetidas a contato prolongado com as proteínas Cry, ou seja, minhocas (VERCESI et al., 2006), moscas-dos-fungos (BÜCHS et al., 2004; BÜCHS, 2005), nematoides (LANG; ARNDT, 2005; MANACHINI; LOZZIA, 2002 e 2003), larvas subterrâneas e bactérias e fungos (ESCHER et al., 2000; CASTALDINI et al., 2005; BIRÓ et al., 2002 e 2005) são potencialmente ameaçados pelos cultivos Bt e devem ser incluídas na análise dos riscos ecológicos. Essa análise é de suma importância, uma vez que a biodiversidade nos solos está intrinsecamente associada à sua fertilidade e estabilidade.

A produção permanente de proteínas Bt nesses cultivos favorece sua ampla disseminação no meio ambiente (água, solo e sedimentos). As proteínas Cry podem ser facilmente disseminadas pelo pólen (LOSEY, 1999; DARVAS et al., 2004; ROSI-MARSHALL et al., 2007), sementes e grãos transportados pela água ou por animais (JORDANO et al., 2007; NATHAN et al., 2006), fezes (EINSPANIER et al., 2004) ou restos culturais em decomposição (ZWAHLEN et al., 2003a e 2003b; BAUMGARTE; TEBBE, 2005).

Por outro lado, deve-se acrescentar o fato de que as proteínas Bt produzidas pelas plantas transgênicas são significativamente diferentes daquelas usadas nas formulações em *spray* que usam as proteínas produzidas pelos *Bacillus thuringiensis* nativos (detalhes no Anexo 1).

Esses dados mostram que há um amplo leque de organismos que acabam tornando-se alvos das proteínas Bt produzidas pelas plantas transgênicas. Além dos riscos para a biodiversidade que vive nos solos e para as espécies agrícolas comuns, deve-se enfatizar que os polinizadores, cujas funções ecológicas são determinantes para a estabilidade dos ecossistemas, e espécies de interesse econômico, como as abelhas, poderiam ser afetados pelos cultivos Bt. Apesar da revisão de DUAN et al. (2008) que não apontou nenhuma toxicidade aguda das proteínas Cry sobre abelhas, há outros estudos ecológicos que levantam hipóteses relativas a mudanças de comportamentos em função da ingestão de pólen Bt (RAMIREZ-ROMIRO et al., 2008) com impactos potenciais sobre a sobrevivência das colmeias, da mesma forma como acontece com o inseticida imidacloprid (DECOURTYE et al., 2004). Ademais, KAATZ (2005) observou que abelhas alimentadas com pólen Bt poderiam ser mais suscetíveis a infecções parasitárias e assim contribuir para o declínio global das populações de abelhas.

Por último, é preciso destacar que as espécies citadas acima, e especialmente nas Tabelas 1 e 2, representam apenas a ponta do *iceberg*, sugerindo que uma parte desconhecida das espécies (incluindo as benéficas) podem ser negativamente afetadas quando em contato com as proteínas Bt.

Insetos resistentes às proteínas Bt

Como resultado de elevada pressão de seleção* pelas proteínas Cry, populações de insetos resistentes³ podem ameaçar a eficácia dos cultivos Bt. De fato, a resistência ao Bt de insetos “pragas” alvos das proteínas Cry tem sido observada sobretudo em laboratório (nos bioensaios). Como exemplo, pode-se citar a seleção de populações de *Ostrinia nubilalis* resistentes após apenas sete ou nove gerações (BOLIN et al., 1999; CHAUFaux et al., 2001), e de *Helicoverpa armigera*/*Helicoverpa zea* (AKHURST et al., 2000; BURD et al., 2003). CLARK et al. (2006) e NOWATZKI et al. (2006) detectaram em seus estudos laboratoriais a possibilidade de seleção de populações resistentes de *Diabrotica virgifera* – que em seu estágio larval tem vida subterrânea – à ação da proteína Cry3Bb1.

3 No conceito de biodiversidade, parte dessa diversidade diz respeito à diversidade genética intraespecífica. Assim, alguns insetos são naturalmente resistentes às toxinas Bt graças a seu genótipo, adquirido por combinação de forças evolutivas, como são as mutações. BURD et al. (2003) estimaram a presença de genótipos resistentes às proteínas Cry1Ac e Cry2Aa nas populações de *Helicoverpa zea* em frequências respectivas de 1/2332 e 1/2548.

Dado que o modo de ação das proteínas Cry ainda é pouco compreendido, os aspectos genéticos que podem desencadear os mecanismos de desenvolvimento de resistência em alguns indivíduos não são conclusivos. Tal constatação inibe uma explicação confiável acerca do impacto da resistência a campo. TANG et al. (1999) e AKHURST et al. (2000) observaram diferenças no receptor de Bt de alguns indivíduos das espécies *Plutella xylostella* e *Helicoverpa zea*, que poderiam impedir o ligamento da toxina Bt. No mesmo sentido, AKHURST et al. (2000) formularam hipótese baseada na alteração das atividades proteolíticas no sistema intestinal, na inibição do complexo receptor da toxina e, talvez, ainda um mecanismo de compensação iônica que poderia inibir a lise celular.

No intuito de reduzir o desenvolvimento de populações de insetos resistentes nas lavouras Bt, a indústria biotecnológica propõe a adoção de uma estratégia dupla baseada em doses elevadas da toxina Bt na planta modificada e na introdução de zonas de refúgio (EPA, 1998).

O primeiro componente dessa estratégia consiste na tentativa de se minimizar a sobrevivência dos insetos naturalmente pouco suscetíveis que se alimentaram de plantas Bt, visando prevenir que essas linhagens se reproduzam e transmitam sua capacidade genética de resistência às gerações subsequentes. Mas a própria produção das proteínas Cry, por variarem significativamente entre as partes das plantas, acaba por diminuir a eficiência dessa estratégia (NGUYEN; JEHL, 2007). A quantidade de proteínas Cry sintetizada varia também em decorrência de fatores ambientais, de forma que a dose ingerida de toxinas pelos insetos permanece incerta.

A estratégia das áreas de refúgio consiste em favorecer o cruzamento entre linhagens suscetíveis ao Bt com linhagens não suscetíveis, com o objetivo de se diluir o fator de resistência. Destaca-se que essa estratégia só terá chances de apresentar os resultados desejados quando a resistência for um fator genético de herança recessiva*. BURD et al. (2003), entretanto, observaram característica hereditária dominante* ou parcialmente dominante em alguns insetos “pragas” da cultura do algodão. Além disso, diversos estudos alertam para o fato de que a reprodução assíncrona entre linhagens suscetíveis e não suscetíveis diminuiria sensivelmente a eficácia da estratégia das áreas de refúgio. Por último, acrescenta-se o fato de que é incerta a adoção das áreas de refúgio pelos produtores, especialmente se for esta baseada em adoção voluntária. CLARK (2003) estimou que 1/5 dos produtores não adota a estratégia em estados norte-americanos, apesar das recomendações do EPA desde 1998.

Nesse contexto, é importante enfatizar que uma diminuição de suscetibilidade ao Bt já foi observada a campo para algumas espécies de insetos “praga”, como, por exemplo, o caso da *Helicoverpa zea*, em Arkansas e Mississippi, em relação à proteína Cry1Ac, apesar de implantadas as áreas de refúgio (LUTTRELL et al., 1999; ALI et al., 2006). A presença de espécies resistentes ao Bt parece ser motivo de maiores preocupações no caso do algodão, sobretudo nos Estados Unidos (ALI et al., 2006), Índia, China (XUE, 2002, e referências citadas) e Austrália (MOORES et al., 2005).

À luz dessas considerações, é pertinente considerar que a diminuição da suscetibilidade ao Bt nas espécies pragas poderia levar a um aumento relativo no emprego de inseticidas químicos, como já observado para a espécie *Helicoverpa zea*, cujo controle nas lavouras de algodão Bt nos Estados Unidos necessita pulverizações adicionais de inseticidas (JACKSON et al., 2004).

Complexidade ecológica e pragas secundárias

Além do desenvolvimento de resistência em algumas populações de organismos-alvo, devem-se destacar os prejuízos agronômicos causados pelas “pragas secundárias”. As assim chamadas pragas secundárias são na verdade organismos que podem causar danos agronômicos aos cultivos, mas em escala menor que os efeitos causados pelas pragas principais, alvos da tecnologia Bt.

Assim, no contexto de uma lavoura Bt, existe o risco de que a toxina Bt produzida não apresente atividade biológica contra pragas secundárias, sobretudo se consideradas outras ordens de insetos que não a alvo. Pode ainda acontecer de a proteína não resultar em efeitos letais nas doses produzidas para essas pragas secundárias, em razão da ausência de suscetibilidade dessas espécies. Além disso, o aumento da população de pragas secundárias pode ser induzido pela perda de pragas primárias, alvo da tecnologia Bt, ou pelo desaparecimento de seus inimigos naturais em decorrência dos efeitos colaterais das plantas Bt sobre os organismos não alvo.

Como resultado desse desequilíbrio ecológico, as populações de pragas secundárias poderiam aumentar nos cultivos Bt, crescendo na mesma proporção o dano por elas causado. No caso do algodão Bt na China, pragas secundárias (tais como *Spodoptera exajua*, *Adelphocoris saturalis*, *Lygus lucorum*...) aumentaram significativamente nas lavouras Bt (CUI; XIA, 1998; WU et al., 2002), resultando em queda na produção e/ou aumento do uso de inseticidas (XUE, 2002; WANG et al., 2006).

2. Cultivos tolerantes a herbicidas

A maior parte dos organismos geneticamente modificados tolerantes a herbicidas (HT) foi desenvolvida para apresentar resistência à aplicação de herbicidas de amplo espectro, especialmente aqueles tendo glifosato ou glufosinato de amônio como ingredientes ativos. Além destes, existem pesquisas sendo realizadas visando o desenvolvimento de plantas tolerantes a sulfonilureas e atrazina, bem como ao 2,4D (fenoxiacéticos).

Impacto ecológico dos cultivos tolerantes a herbicidas

Ao contrário dos cultivos Bt, para os quais pode-se argumentar que sua especificidade permitiria restringir os efeitos adversos da tecnologia, o objetivo dos cultivos transgênicos tolerantes a herbicidas é eliminar da lavoura qualquer planta espontânea – considerada daninha nos sistemas de agricultura convencional.

A aniquilação das plantas espontâneas é por si só uma ameaça à biodiversidade, uma vez que estas são parte da biodiversidade agrícola e incluem espécies de interesse econômico e ecológico. Estima-se que cerca de 10% dessas espécies sejam comestíveis e podem representar importante fonte para a alimentação humana (RAPOPORT; DRAUSAL, 2001).

Considerando-se a integridade do ecossistema, que é caracterizada por comunidades florísticas e faunísticas diversas que interagem entre si de diferentes formas (predação, comensalismo, mutualismo, parasitismo...), pode-se dizer que os cultivos tolerantes a herbicidas atingem e afetam para além das plantas “daninhas”.

A capacidade das plantas de tolerar a aplicação de herbicidas promove um uso substancialmente diferente dos herbicidas nas lavouras: a seletividade é alterada, assim como a frequência, doses e momentos das aplicações, ou seja, os cultivos tolerantes a herbicidas representam uma questão nova em termos de manejo, com impactos específicos e novos quando comparados à aplicação de agrotóxicos nas lavouras convencionais.

Efeitos diretos dos cultivos tolerantes a herbicidas

Parte dos impactos ecológicos dos cultivos tolerantes a herbicidas está relacionada aos efeitos diretos causados por esses produtos sobre a fauna e a flora.

Por se tratar de herbicidas de amplo espectro, tanto glifosato quanto glufosinato de amônio ocasionarão efeitos letais sobre quaisquer plantas que eles atinjam, seja pela pulverização, seja por sua lixiviação, que acabam atingindo cursos e fonte de água. O glifosato afeta todas as angiospermas, apresentando maior toxicidade sobre as monocotiledôneas (HEARD et al., 2003b). Briófitas e líquens são especialmente sensíveis aos herbicidas à base de glifosato. NEWMASTER et al. (1999) observaram, a partir de estudo plurianual, que as aplicações de glifosato levaram à diminuição da abundância e riqueza de espécies de briófitas e líquens em proporções consideráveis; somente quatro anos após o término do tratamento a diversidade de briófitas passou a recompor-se.

Mas os herbicidas podem também apresentar efeitos toxicológicos diretos sobre outros organismos vivos que não só as plantas:

Glifosato e Roundup

Herbicidas à base de glifosato, em particular o Roundup, são bastante conhecidos na literatura científica por apresentarem efeitos negativos importantes sobre a fauna aquática e semiaquática (SOPINSKA et al., 2000; JOOST et al., 2000; VAN DER WERF; ZIMMER, 1997; SOSO et al., 2007; SPARLING et al., 2006; PAOLETTE; PIMENTEL, 1996; BONNET et al., 2007; FOLMAR et al., 1979; JIRAUNGKOORSKUL et al., 2003; PETTERSSON; EKELUND, 2006).

Estudos recentes relataram efeitos letais do Roundup sobre seis espécies de anfíbios americanos. Suas larvas foram mortas em proporções significativas usando-se concentrações do herbicida comumente observadas em ambientes naturais (RELYEA, 2005a e 2005b; RELYEA et al., 2005). Anuros jovens também foram afetados quando a aplicação do Roundup simulou uma pulverização terrestre direta sobre uma lavoura (RELYEA, 2005b). Além disso, RELYEA (2005c) demonstrou que a presença

do herbicida no ambiente aquático resultou na extinção de muitas espécies de girinos, o que gera repercussões negativas sobre outras inúmeras cadeias alimentares terrestres e aquáticas nas quais tantos os girinos como os indivíduos adultos estão envolvidos.

Nesse contexto, deve-se realçar que muitos estudos mostram efeitos negativos do popular herbicida Roundup, mais do que seu ingrediente ativo, o glifosato, testado separadamente (GASNIER et al., 2009; BENACHOUR; SÉRALINI, 2008; BENACHOUR et al., 2007; RICHARD et al., 2005; MARC et al., 2002). Em outras palavras, os demais componentes do herbicida Roundup não são inertes! Os dados mostram que o Roundup pode ser até 30 vezes mais tóxico para peixes do que o glifosato isoladamente.

Os herbicidas à base de glifosato apresentam toxidez variável sobre outros animais, tais como artrópodes, organismos do solo e pequenos mamíferos terrestres (GIESY et al., 2000; SANTILLO et al., 1989; SPRINGER; GRAY, 1992; HASSAN et al., 1988; BRUST, 1990; U.S. EPA, 1986).

Por último, os dados disponíveis sobre a toxicidade do glifosato⁴ e do Roundup⁵ referentes à avaliação de risco para a saúde humana (GASNIER et al., 2009; COLBORN, 2006; KAMEL; HOPPIN, 2004; US. DHHS, 1992; US. EPA, 1993; DE ROOS et al., 2005; KALE et al., 1995; PELUSO et al., 1998; BOLOGNESI et al., 1997; CLEMENTS et al., 1997; LIOI et al., 1998; WALSH et al., 2000; YOUSEF et al., 1995 e 1996; DARUICH et al., 2001; DALLEGRAVE et al., 2003; BENACHOUR; SERALINI, 2008; ADAM et al., 1997; WESTER et al., 1996) podem muito provavelmente ser extrapolados para diversos outros mamíferos, evidenciando que os herbicidas à base de glifosato ameaçam a fauna silvestre.

Glufosinato e Finale

Dado que o glufosinato é um inibidor da enzima glutamina sintetase (responsável por eliminar dos organismos o acúmulo de amônio em níveis tóxicos), as espécies que não apresentam outras vias metabólicas para a produção desse aminoácido morrem em função do acúmulo de amônio em suas células.

Apesar de as informações a respeito dos efeitos de doses subletais de glufosinato em animais serem esparsas, uma revisão crítica da literatura científica mostra que o glufosinato é tóxico para uma série de animais aquáticos, incluindo as larvas de ostras e conchas, dáfnias e algumas espécies de peixes de água doce (Cox, 1996, e referências mencionadas por ela). Assim como ocorre com o glifosato, as formulações comerciais de glufosinato são mais tóxicas do que o ingrediente ativo glufosinato. Soma-se a isso o fato de a Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (EFSA, na sigla em inglês) ter concluído em sua avaliação de risco sobre o produto que seus riscos ecotoxicológicos para mamíferos podem ser considerados “altos” (EFSA, 2005).

- 4 Como impacto da toxidez do glifosato sobre a saúde de humanos/mamíferos, podem-se citar a desregulação do sistema neurológico, alteração do peso de diversos órgãos, aumento dos índices de fósforo e fator multirrisco de câncer, como mieloma.
- 5 Como impacto da toxidez do Roundup sobre a saúde de humanos/mamíferos, podem-se mencionar alterações genéticas com efeito sobre o desenvolvimento dos órgãos sexuais (impactando, portanto, a reprodução) e diversos efeitos teratogênicos.

Os dados de laboratório referentes aos riscos do glufosinato para humanos e/ou mamíferos já são suficientes para apontar parte da toxicidade dos herbicidas à base de glufosinato⁶ para a vida silvestre (MATSUMURA et al., 2001; TAKAHASHI et al., 2000; KOYAMA; GOTO, 1997; FUJII, 1997; WATANABE, 1997; YOSHIMAYA et al., 1995).

Micro-organismos do solo, tais como bactérias, fungos e outros podem da mesma forma ser afetados por herbicidas de amplo espectro. Ademais, boa parte desses micro-organismos do solo permanecem desconhecidos, embora desempenhem funções fundamentais na dinâmica ecológica do solo (ex.: ciclagem de nutrientes, decomposição de matéria orgânica e fixação de nitrogênio) e sobre suas propriedades físico-químicas, ou seja, os micro-organismos desempenham papel-chave na manutenção da fertilidade do solo e na produtividade das culturas agrícolas.

Assim como o glifosato, os herbicidas à base de glufosinato apresentam atividade antimicrobiana, mostrando efeitos negativos sobre *Bradyrhizobium japonicum* e *Rhizobium meliloti*, duas bactérias simbiotes fixadoras de nitrogênio em soja e alfafa, respectivamente (SCHÜTTE, 1998; LABES et al., 1999). Como a fixação de nitrogênio é de grande importância para a maior parte das plantas cultivadas, KING et al. (2001) apontam esse efeito negativo dos herbicidas sobre as bactérias simbiotes como responsável pela menor produtividade da soja Roundup Ready.

Por outro lado, o glufosinato contém fosfotricina, que é uma toxina natural antimicrobiana. Muitos estudos mostraram que o glufosinato reduz significativamente as populações bacterianas e fúngicas do solo, sendo que algumas espécies são mais suscetíveis do que outras (AHMED; MALLOCH, 1995; QUINN et al., 1993).

Efeitos indiretos dos cultivos tolerantes a herbicidas

A redução da disponibilidade de recursos na base da cadeia trófica, como são as plantas daninhas nos agroecossistemas, apresentará consequências em níveis mais elevados das relações tróficas. Nesse sentido, há estudos que mostram que a aplicação de herbicidas de amplo espectro sobre cultivos tolerantes a herbicidas influencia amplamente a estabilidade dos agroecossistemas, dado que as comunidades de artrópodes no solo serão diferentes em função da presença ou não de plantas espontâneas (BENBROOK, 2005).

Ainda no contexto das teias alimentares, os demais organismos que dependem dos artrópodes também serão afetados pela erradicação das plantas espontâneas. Diversos estudos mostram que os cultivos tolerantes a herbicidas representam uma real ameaça aos pássaros, dado que as aplicações repetidas desses herbicidas não seletivos podem ser responsáveis pelo desaparecimento de cerca de 90% das plantas espontâneas de uma determinada área – incluindo as chamadas daninhas – levando-os à fome (WATKINSON et al., 2000; DETR, 1999 e 2000; ORMEROD; WATKINSON, 2000; CHAMBERLAIN et al., 2002).

6 Como impacto da toxidez de herbicidas à base de glufosinato, podem-se citar efeitos neurotóxicos, toxidez reprodutiva, efeitos teratogênicos e problemas cardiovasculares.

Alguns anos atrás, o governo inglês encomendou estudos independentes sobre o impacto dos cultivos tolerantes a herbicidas. Por um período de três anos (*Farm Scale Evaluations*), foi avaliada a hipótese de que não haveria diferença nos manejos da beterraba açucareira, da canola de primavera e inverno e do milho transgênicos – em comparação a suas contrapartes convencionais – no que diz respeito aos efeitos sobre a abundância e diversidade de plantas espontâneas e de invertebrados. A maior diferença entre os sistemas testados (convencional e transgênico tolerante a herbicida) foi a aplicação tardia de herbicidas nos cultivos geneticamente modificados (CHAMPION et al., 2003), resultando numa ampla gama de diferenças nos impactos medidos.

Em relação à canola tolerante à glufosinato e à beterraba tolerante ao glifosato, o banco de sementes de espécies espontâneas foi 20% menor do que o do solo das áreas cultivadas no sistema convencional, após a aplicação de herbicidas. Observaram-se, também, diminuições da diversidade de espécies de plantas espontâneas, de sua densidade e de sua biomassa (STRANDBERG et al., 2005).

No caso do milho, os resultados foram quase que diametralmente opostos, apresentando diferenças, como maior diversidade e biomassa de plantas espontâneas nos cultivos modificados tolerantes a herbicidas (HEARD et al., 2003a). No entanto, a interpretação desses resultados vem sendo bastante criticada devido ao emprego do herbicida atrazina nos cultivos convencionais usados como controle. A atrazina é um herbicida residual que foi banido da União Europeia em 2003 em razão de suas altas toxicidade e persistência no meio ambiente.

Os dados relativos à fauna, sobretudo à entomofauna, também foram coletados pelo FSE. Nos cultivos de canola e beterraba tolerantes a herbicidas, as espécies onívoras e os predadores generalistas de grande mobilidade foram os menos afetados. Observou-se também um aumento nas populações de colêmbolas detritívoros (BROOKS et al., 2003; BOHAN et al., 2005), muito provavelmente em razão da quantidade adicional de restos vegetais obtidos com a dessecação das plantas espontâneas nos primeiros anos de manejo dos cultivos transgênicos tolerantes a herbicidas.

Por outro lado, insetos polinizadores e inimigos naturais de espécies pragas foram fortemente afetados nas áreas de canola tolerante a herbicida, sendo que as populações de abelhas e borboletas foram 25% menor quando comparadas aos cultivos convencionais (BOHAN et al., 2005; HAUGHTON et al., 2003).

De fato, é sabido que o número de indivíduos em uma dada população varia conforme a oferta de recursos ambientais. Como a aplicação tardia de herbicida no cultivo transgênico desloca esses recursos das espécies que dependem de plantas vivas (herbívoros e seus predadores) para o nível trófico inferior dos organismos detritívoros, pode-se presumir que as populações de herbívoros, polinizadores, predadores especializados e inimigos naturais de espécies pragas sofrerão reduções, enquanto as populações de decompositores crescerão. Conforme discutido por BROOKS et al. (2003), o uso sucessivo de cultivos tolerantes a herbicidas poderia levar a um declínio na abundância da vegetação de plantas espontâneas no longo prazo e, assim, reduzir a quantidade de restos vegetais, gerando efeitos desconhecidos sobre as populações de colêmbolas.

O impacto dos sistemas com cultivos tolerantes a herbicidas nas áreas que os circundam é motivo de preocupação, pois elas podem abrigar elevada diversidade de espécies na paisagem agrícola e ainda prover hábitat e fonte de alimentos para inúmeros invertebrados, pássaros e mamíferos

(MARSHALL; MOONEN, 2002). As plantas dessas áreas podem ser a única fonte de néctar e pólen no ambiente agrícola durante a maior parte do ciclo da cultura. Porque é sabido que a pulverização de pesticidas pode alcançar as margens das lavouras, sobretudo em caso de pulverização aérea, parte da FSE foi direcionada à análise dos impactos ambientais nessas zonas de bordaduras.

Assim, ROY et al. (2003) observaram 35% de redução no florescimento e produção de sementes das plantas presentes nas margens das parcelas semeadas com beterraba tolerante a herbicida, somados a uma diminuição de 20% nas populações de borboletas, comparando-se ao cultivo convencional de beterraba (tratado com herbicida). Em outro estudo comparativo (HAUGHTON et al., 2001), populações de aranhas observadas nas margens das parcelas com cultivos tolerantes a glifosato também mostraram redução significativa no número de indivíduos.

A biodiversidade aquática pode, da mesma forma, ser atingida pela deriva de herbicidas não seletivos, cujo material lixiviado chega a cursos d'água e rios (COX, 1998) por meio de enchentes naturais e chuvas fortes.

Além do mais, deve-se enfatizar que diversos outros estudos mostraram menor produtividade dos cultivos tolerantes a herbicidas, resultando de potenciais efeitos pleiotrópicos decorrentes da transgenia, que pode acarretar em menor produção global de alimentos e num aumento do emprego de fertilizantes (derivados do petróleo). Este dreno da produtividade está documentado principalmente para o caso da soja Roundup Ready, sugerindo redução de produtividade que gira entre 5% e 10% em comparação às suas isolinhas não GM (BENBROOK, 2001 e 2005; ELMORE et al., 2001; GORDON, 2007; GURIAN-SHERMAN, 2009).

Persistência ambiental dos herbicidas

O impacto direto e indireto dos sistemas tolerantes a glifosato e glufosinato e sua amplitude sobre a fauna e a flora dependerá consideravelmente de sua persistência e biodegradabilidade no ambiente. De modo geral, esse intervalo de tempo pode apresentar grande variação, dependendo das características do solo (KISHORE et al., 1992) e da temperatura.

Assim, meia-vida elevada de glifosato já foi registrada para diferentes tipos de solo: 55 dias em áreas florestais de Oregon Coast Range, Estados Unidos (NEWTON et al., 1984); 249 dias em solo agrícola na Finlândia (MULLER et al., 1981); entre 259 e 296 dias em oito diferentes áreas florestais da Finlândia (TORSTENSSON; STARK, 1979); 335 dias em florestas de Ontário, Canadá (FANG; THOMPSON, 1990); 360 dias em três locais de florestas de British Columbia (ROY et al., 1989); entre um e três anos em onze locais de florestas na Suécia (TORSTENSSON et al., 1989). Além disso, destaca-se que o glifosato pode ser extremamente móvel em alguns tipos de solo (FANG; THOMPSON, 1990) e, assim, permanecer lixiviando-se por um longo período.

A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) classifica o glufosinato de amônio como “persistente” e “móvel”. Sua meia-vida foi determinada por inúmeros estudos laboratoriais e varia de 3 a 42 dias em alguns estudos até 70 dias em outros (COX, 1996). Em solos arenosos, que cobrem muitos aquíferos, identificou-se que o glufosinato pode ser altamente persistente devido à falta de biodecomposição. Nesse sentido, a Autoridade Europeia da Segurança dos Alimentos

argumenta que um dos metabólitos do glufosinato, o MPP, demanda atenção especial em relação aos riscos de contaminação de águas subterrâneas (EFSA, 2005). A presença de fertilizantes nitrogenados pode também afetar a persistência do glufosinato. Há indícios de que algumas bactérias podem usar o glufosinato como fonte de nitrogênio, e a disponibilidade do nutriente inorgânico no fertilizante forneceria uma fonte alternativa para essas bactérias, prolongando assim o tempo de degradação do glufosinato (ALLENKING et al., 1995).

Interações complexas ocorrem nos ecossistemas do solo, mostrando a necessidade de se integrar o contexto local na avaliação de impactos dos sistemas de cultivo de plantas tolerantes a herbicidas. A título de exemplo, cita-se ACCINELLI et al. (2004), que observaram que as toxinas Bt poderiam aumentar a persistência no solo de herbicidas à base de glifosato e glufosinato.

À luz dessas considerações, pode-se antever que os efeitos toxicológicos dos herbicidas não seletivos sobre organismos não alvo e a diminuição da abundância e diversidade de plantas espontâneas irão provavelmente levar a um processo global de erosão da biodiversidade faunística e florística (RUCKENBAUER, 1998; SCHÜTTE, 1998; KLÖPFFER et al., 1999; SCHÜTTE; SCHMITZ, 2001).

Plantas espontâneas resistentes

Como visto acima para o caso das plantas Bt, as populações naturais dos organismos podem apresentar características genotípicas (diversidade intraespecífica) que conferem resistência a algumas toxinas. O mesmo cenário pode se repetir com espécies vegetais que apresentam populações naturalmente resistentes a herbicidas. O uso massivo e prolongado de um herbicida numa mesma área aumentará a pressão de seleção, resultando na sobrevivência – e portanto na reprodução – de estirpes resistentes.

A despeito de inúmeros especialistas terem externado suas preocupações com relação ao desenvolvimento de resistência a herbicidas pelas plantas espontâneas (ROBERT; BAUMANN, 1998; OWEN; ZELAYA, 2002; HAGER, 2003; HEAP, 1997 e 2003; SLOTENBERG; JESCHKE, 2003, *in* Bonny, 2004; INRA; CEMAGREF, 2005), os cultivos tolerantes a herbicidas estão sendo amplamente semeados no mundo. Como resultado, 78 populações de plantas resistentes à glicina (a família de herbicidas ao qual pertence o glifosato), abrangendo 15 espécies, já foram registradas pelo mundo (WEEDSCIENCE, 2009). Uma observação interessante a ser feita é que 66 entre 78 desses casos foram documentados entre 2002 e 2008, período no qual 50% de toda área global cultivada com soja foi Roundup Ready. Além disso, a maior parte desses registros ocorreu em países que adotaram em larga escala esse sistema (Estados Unidos, Brasil, Austrália, África do Sul, Argentina, Paraguai e Espanha).

No caso dos herbicidas à base de glufosinato, o desenvolvimento de populações resistentes é menos comum, notadamente por causa do seu mecanismo de ação. No entanto, populações tolerantes de algumas espécies já foram observadas (tais como *Lamium purpureum*, *Fumaria officinalis* e *Viola arvensis*), caracterizadas por apresentarem menor sensibilidade a esses herbicidas (CHAMPION et al., 2003; HEARD et al., 2003b; JANSEN et al., 2000; HOMMEL; PALLUT, 2000; NAP; METZ, 1996).

Como resultado, a resistência das plantas espontâneas a campo pode criar dificuldades agronômicas para seu controle e aumentar as doses de herbicida e/ou sua frequência de aplicação, tanto nos cultivos tolerantes a glifosato como para o caso do glufosinato (GIANESSI et al., 2002; NURSE et al., 2006, e YOUNG et al., 2006, respectivamente). Em um desses estudos, BENBROOK (2004) mostra que a adoção dos cultivos tolerantes a herbicidas nos Estados Unidos resultou em aumento de 138 milhões de litros desses produtos entre 1996 e 2004. Além disso, há estudos que mostram que os produtores estadunidenses tiveram que usar outros herbicidas complementares, como 2,4-D, Atrazina e Paraquat – produtos altamente tóxicos – para controlarem as plantas espontâneas (LOUX; STACHLER, 2002; ROBERSON, 2006; HENDERSON; WENZEL, 2007; O’SULLIVAN; SIKKEMA, 2005; HAMILL et al., 2000; BRADLEY et al., 2000).

3. Fluxo gênico

O fluxo gênico – transferência de genes de uma população para outra – pode ocorrer entre espécies por hibridação ou por transferência horizontal de genes (HGT).

a) Hibridação e polinização cruzada

De maneira geral, o fluxo gênico por hibridação diz respeito à transferência de material genético entre organismos da mesma espécie, considerando que o próprio conceito de espécie é baseado na capacidade genética de se reproduzir e dar progênie férteis. Entretanto, nas plantas – e ainda mais nas bactérias e outros procariontes* – o conceito de espécie pode sofrer exceções e não é raro observar fluxo gênico por polinização cruzada entre espécies geneticamente próximas, mas distintas. De fato, o fluxo gênico intra e interespecífico pode ser considerado como uma força evolucionária coesiva (RIESEBERG; BURKE, 2001), que embasou a agrobiodiversidade.

Em decorrência de uma transferência de gene sucedida, a progênie irá desenvolver, ou exprimir, as características fenotípicas* conferidas por seu genótipo*. Entretanto, todos os alelos* não serão transmitidos de geração em geração, e só uma parte da progênie será dotada desses alelos de gene transferidos, sendo capaz de expressá-los⁷. Mais adiante, esse alelo de gene será submetido às pressões evolutivas, como a seleção natural ou a deriva genética*, e a sua permanência no genoma do organismo dependerá principalmente do seu valor adaptativo conferido por ele num ambiente determinado. Mesmo que os híbridos costumem ter um *fitness* reprodutivo relativamente baixo, a introgressão* desse gene não pode ser excluída, considerando que o *fitness* reprodutivo pode ser recuperado por retrocruzamentos* sucessivos (BROWN et al., 2000; SNYDER et al., 2000; WANG et al., 2001).

7 No caso de um alelo de gene recessivo, sua expressão não será efetiva se só um dos “pais” possui esse alelo. Porém, o raciocínio é diferente quando consideramos a expressão de um transgene: porque o genitor não transgênico não terá alelo desse gene (não existe no genótipo da espécie), o transgene herdado do genitor transgênico será automaticamente expresso na progênie. Os indivíduos da progênie serão então considerados como hemizigotos para esse alelo de gene.

No que diz respeito à dimensão espacial do fluxo gênico, cabe destacar um estudo divulgado pela FAO (HEINEMANN, 2007) que mostra que o fluxo gênico pode ser superior em lavouras de grande tamanho, porque grandes quantidades de pólen vêm a formar nuvens, facilitando assim sua dispersão pelo vento.

Essas observações revelam a necessidade de tratar a problemática do fluxo gênico caso a caso, considerando principalmente (EASTHAM; SWEET, 2002; CHÉVRE et al., 1999; e referências citadas por eles):

- o período e o tempo de florescimento da planta e das espécies aparentadas;
- a distância entre o doador e o receptor de pólen;
- o tamanho das populações dos doadores e receptores;
- a localização e a disposição das fontes de pólen;
- as condições climáticas, tais como a temperatura, as chuvas, a umidade, a direção e a força dos ventos;
- a presença de insetos polinizadores;
- o tamanho, o peso e a viabilidade do pólen;
- os genótipos e a compatibilidade do sistema reprodutor das plantas cultivadas e das espécies aparentadas;
- o modo de reprodução da planta cultivada (autógama ou alógama);
- as taxas de sobrevivência e o *fitness* reprodutivo dos híbridos e das progênes obtidas por retrocruzamento;
- as recombinações cromossomiais após fecundação.

O fluxo gênico entre plantas cultivadas e as espécies aparentadas (selvagens ou adventícias) foi sujeito de poucas preocupações pelos cientistas e pela sociedade durante muito tempo, exceto pelos selecionadores, produtores de sementes e pesquisadores evolucionistas.

Mas o desenvolvimento em grande escala dos OGMs animou recentemente o debate sobre fluxo gênico, em particular por causa dos novos riscos a serem criados pela disseminação voluntária de transgênicos no meio ambiente. De fato, diferentes cenários – o que significa diversos tipos de riscos ambientais – devem ser considerados quando se analisa a polinização cruzada entre plantas transgênicas e plantas convencionais:

Fluxo (trans)gênico entre plantas cultivadas e parentes silvestres

Como pode ser observado na tabela 3, extraída da publicação de ELLSTRAND (2003), existem hoje evidências genéticas de que pelo menos 48 plantas cultivadas cruzam-se com uma ou mais espécies aparentadas em algum lugar do mundo.

Nenhum estudo científico publicado pesquisou se a introgressão do transgene, associada ou não a impactos ecológicos, já ocorreu em populações naturais. Entretanto, experiências passadas com plantas cultivadas sugerem que efeitos negativos são possíveis. Para sete espécies (trigo, arroz, soja,

sorgo, milheto, feijão e girassol) das treze mais usadas no mundo, a hibridação delas com espécies selvagens aparentadas contribui para a evolução de espécies adventícias (ELLSTRAND et al., 1999). Em alguns casos, altos níveis de introgressão em espécies aparentadas às cultivadas ou introduzidas resultaram na eliminação da diversidade ou unicidade genética de espécies nativas, contribuindo para suas extinções (CHURCHER; LAWTON, 1987; ECHELLE; CONNOR, 1989; ELLSTRAND et al., 1999; WOLF et al., 2001). Por exemplo, podemos mencionar o caso do táxon endêmico taiwanês *Oryza rufipogon* ssp. *formosona* que foi quase extinto por causa da sua hibridação natural com o arroz cultivado (KIANG et al., 1979).

A proteção de populações das espécies selvagens aparentadas às plantas cultivadas integra-se em projetos de conservação da Convenção da Diversidade Biológica e do Tratado Internacional sobre os Recursos Fitogenéticos para a Alimentação e a Agricultura. Existem vários exemplos que revelam a dependência da humanidade à agrobiodiversidade para prevenir crises alimentares e resolver dificuldades agrônômicas. Um dos mais famosos diz respeito ao uso do genótipo de populações de *Oryza nivara*, uma espécie de arroz selvagem nativa do Uttar Pradesh (Índia), para prevenir uma crise alimentar mundial nos anos 1970, quando a produtividade das lavouras de arroz da Ásia decrescia drasticamente por causa do *barley yellow dwarf virus*. De fato, essas populações de *Oryza nivara* eram naturalmente resistentes ao patógeno viral.

O fluxo de transgene com espécies selvagens aparentadas às plantas cultivadas pode contribuir para suas extinções – pelo menos localmente –, notadamente pelo caráter deletério do transgene no que diz respeito ao *fitness* dos organismos. A alteração do *fitness* pode ser o resultado de um efeito pleiotrópico*, do custo fisiológico do novo caráter a ser expresso ou do efeito não esperado da inserção do transgene num *locus* inadequado do genoma da planta. Além disso, a alteração do *fitness* pode exprimir-se de maneira variada em função da espécie considerada (selvagem ou cultivada) por causa de um *background* genético diferente (DETR, 2000). Por exemplo, a transferência (e introgressão) de um transgene que confere uma baixa síntese de lignina nos tecidos de eucaliptos GM (como planejado pela indústria celulósica) em populações selvagens de eucaliptos pode afetá-las negativamente. Podemos supor também que a transferência da capacidade de tolerar herbicidas resultará no enfraquecimento do *fitness* em organismos que se desenvolvem fora dos agrossistemas.

Por outro lado, quando o *fitness* não parece ser alterado, a introgressão e a permanência do transgene em populações de plantas selvagens são possíveis, mesmo na ausência de pressão de seleção por herbicidas, pragas, patógenos ou estresse. Isto ocorreu no caso da canola HT após cruzamento com a mostarda, espécie aparentada, e seguido de três retrocruzamentos (SNOW; JORGENSEN, 1999).

No caso da introgressão de um transgene que aumenta o *fitness* de um organismo, sua hibridação natural pode resultar no desenvolvimento de características de espécies “daninhas” ou invasivas. Cabe destacar que as espécies invasivas já estão classificadas como o terceiro fator de erosão da biodiversidade, perturbando os equilíbrios ecológicos. A perda da diversidade genética pode ser preocupante também quando um transgene que fornece um aumento significativo ao *fitness* de um organismo dissemina-se rapidamente numa população selvagem, eliminando assim os alelos relacionados “concorrentes” (ELLSTRAND, 2003).

Híbridos resultantes do cruzamento entre uma planta cultivada e uma espécie aparentada podem servir de ponte genética para disseminar o transgene em espécies geneticamente mais distantes, aumentando assim a disseminação do transgene, bem como seus efeitos ecológicos potenciais.

Enfim, cabe destacar que a introgressão de transgenes que codificam por novas substâncias e toxinas direcionadas contra “pragas” – tais como as proteínas Cry – pode afetar organismos não alvo, com impactos negativos sobre comunidades animais normalmente estrangeiras às lavouras. Por outro lado, se a espécie “praga” consumir ambas, a planta cultivada e a espécie aparentada, isto poderia facilitar o desenvolvimento de populações resistentes ao Bt e contribuir para a ineficácia da tecnologia Bt.

Fluxo transgênico de planta transgênica para planta adventícia

O fluxo transgênico entre as plantas transgênicas cultivadas e as espécies adventícias aparentadas é geralmente facilitado por suas proximidades genéticas. Nesse contexto, em particular no que diz respeito à característica de tolerância a herbicidas, o híbrido “daninho” que expressa o transgene será dotado de propriedades agronômicas competitivas, o que dificultará o manejo de plantas adventícias nas lavouras (STEWART et al., 2003).

Por causa dos problemas já existentes com o arroz vermelho (considerado como planta “daninha” na agricultura convencional), a perspectiva do arroz vermelho tolerante aos herbicidas como resultado da introgressão do transgene que confere essa característica é temida pela comunidade dos arrozeiros (DANLEY-GREINER, 2001). Em outras palavras, se o arroz vermelho vira tolerante aos herbicidas associados ao arroz transgênico HT, o manejo dele será significativamente dificultado e, conseqüentemente, a tecnologia perderá seu interesse comercial (GEALY et al., 2003; CHEN et al., 2004).

Além disso, populações de plantas “daninhas” – ou, em escala menor, de plantas selvagens – podem servir de reservatórios genéticos, que retêm transgenes das lavouras cultivadas previamente, e devolvê-los para as plantas das lavouras a seguir. Cabe destacar que esse aspecto temporal da piramidação de transgenes foi raramente considerado.

Fluxo transgênico de planta transgênica para planta cultivada convencional

No caso de fluxo transgênico por polinização cruzada entre planta transgênica e não transgênica, falamos de contaminação (da lavoura convencional). Como já vimos, grande parte dos impactos ambientais da contaminação variará em função da característica transgênica transferida.

Entretanto, e além dos aspectos socioeconômicos e éticos, uma atenção especial deverá ser dada à contaminação das variedades crioulas, notadamente por causa da suas importâncias agronômicas e biológicas, como partes da agrobiodiversidade. Em comparação aos híbridos, que são amplamente adaptados ao tipo de agrossistema desenvolvido pela revolução verde (monocultura, uso intensivo de pesticidas e de adubos químicos...), as variedades crioulas foram selecionadas durante centenas e

até milhares de anos sob condições ecossistêmicas naturais. Podem ser assim consideradas como centrais num sistema natural de produção de alimentos capaz de contribuir significativamente para a segurança alimentar (CARVALHO, 2003). É muito relevante ainda lembrar que foram as variedades desenvolvidas e mantidas por povos e comunidades tradicionais que proporcionaram a diversidade genética para o melhoramento e originaram as linhagens para a construção dos híbridos hoje plantados em grande escala. É recomendável, do ponto de vista genético, utilizar genótipos crioulos adaptados ao local de cultivo como um dos genitores na geração de populações segregantes visando à seleção de tipos superiores. A erosão genética a ser causada pela contaminação coloca em risco este princípio básico do melhoramento genético.

Convém destacar que uma determinada raça pode ter centenas ou mais de diferentes variedades e cada uma representa um sistema de adaptação distinto e arranjos gênicos completamente diferentes. Por esta razão é que se torna impossível recuperar uma determinada variedade crioula simplesmente recorrendo aos bancos de germoplasma. A contaminação dessas variedades por fluxo transgênico representa, assim, uma ameaça significativa aos projetos de conservação *on farm*, dificultando dessa forma o alcance de objetivos importantes da Convenção da Diversidade Biológica (CBD, 1992).

Outra diferença significativa entre a contaminação de variedades crioulas e das convencionais é na escala temporal da disseminação do transgene. Enquanto a maioria dos agricultores que plantam híbridos tem que comprar novas sementes a cada ano, os grãos das variedades crioulas são usados como sementes durante várias safras. Se o agricultor não está sabendo da contaminação transgênica (no caso de uma característica conferida não visível), a lavoura de plantas crioulas representará uma fonte de contaminação durante muito tempo.

De maneira geral, a contaminação de uma produção de sementes resultará numa disseminação do transgene maior do que uma contaminação de lavoura convencional, considerando que as sementes serão distribuídas para os agricultores em largas áreas descontínuas. Esse aspecto é uma grande preocupação para o setor de produção de sementes, bem como para as formas de agriculturas orgânicas, que recusam o uso de transgênicos e exigem uma ausência total de contaminação (BOUCHIE, 2002). HASLBERG (2001) recomenda produzir sementes unicamente nas áreas onde é seguro que nenhuma planta transgênica, pelo menos da mesma espécie ou espécies aparentadas, foi cultivada. Entretanto, não custa lembrar que a contaminação transgênica de sementes já é largamente expandida no mundo⁸.

Por outro lado, o fluxo transgênico de lavoura para lavoura pode resultar em dificuldades agronômicas, como no manejo de plantas “daninhas”. De fato, as plantas que integraram um transgene de maneira não intencional serão consideradas como “daninhas” numa lavoura transgênica.

As dificuldades de manejo das plantas “daninhas” ocorrerão notadamente no caso da expressão da característica de tolerância aos herbicidas. Como relatado por ELLSTRAND (2003), um caso de hibridação múltipla espontânea foi observado no Alberta entre três variedades diferentes de canola que foram plantadas lado a lado em 1997 e 1998. Cada uma dessas variedades era resistente a

8 Consultar o *site* <www.gmcontaminationregister.org> para maiores detalhes.

um herbicida diferente (glufosinato, imidazolina e glifosato). Com as hibridações, todas as rebrotas apresentavam resistências múltiplas no final do ano 1998. Os alelos que conferem a resistência se disseminaram rapidamente. Os cientistas que estudavam as plantas voluntárias reportaram que “um único triplo-resistente estava localizado a mais de 550 metros da fonte de pólen candidata 17 meses após a semeadura” (HALL et al., 2000).

À luz dessas considerações, destaca-se que o fluxo de transgene é muito difícil de ser previsto, notadamente porque o fluxo gênico intraespecífico (e, em menor escala, interespecífico) ocorre sobre distâncias surpreendentemente grandes e com taxas surpreendentemente altas. De fato, a fauna, como as abelhas (GOULD et al., 1988) ou os animais silvestres (JORDANO et al., 2007; NATHAN et al., 2006), são agentes de dispersão não previsíveis. As culturas perenes, e em particular as árvores, representam preocupações especiais, por causa das suas capacidades de disseminação de pólen até doze quilômetros (SLAVOV et al., 2004).

Além disso, a introgressão de transgenes nas variedades crioulas de milho mexicano, anos depois do início da moratória no país, lembra que os erros humanos podem conduzir a contaminações não esperadas (PINEYRO-NELSON et al., 2009; QUIST; CHAPELA, 2001).

Em paralelo, cabe ressaltar que as contaminações das lavouras convencionais ocorrem num contexto de riscos e incertezas, sendo que a comunidade científica não consegue chegar a um consenso sobre as ameaças para a saúde humana e animal das plantas transgênicas. Por outro lado, já podemos mostrar preocupações maiores em relação às contaminações de cultivos alimentares por plantas transgênicas destinadas ao uso industrial ou farmacêutico. Tal cenário poderia resultar em ameaças severas à saúde humana, como já foi criticado pela própria Academia Americana de Ciências (NAP, 2004).

As consequências socioeconômicas (incluindo o pagamento de *royalties*) e as considerações éticas em relação aos direitos dos agricultores e dos consumidores são centrais na temática da contaminação transgênica, em particular quando os alimentos estão destinados às cadeias alimentares livres de transgênicos e orgânicas.

b) Transferência de Gene Horizontal (HGT)

Ao contrário da maioria dos processos de reprodução via hibridação que ocorrem comumente na natureza, o HGT permite ultrapassar as barreiras das espécies por meio de processos biológicos que envolvem a capacidade de algumas bactérias e vírus de “absorver” e “integrar” no seus genomas pedaços de DNA estranhos.

O HGT pode ocorrer mediante os processos biológicos chamados de Conjugação*, Transdução* e Transformação*. Vamos nos focalizar sobre este último caso, considerando que ele é o mais entendido e documentado, e, no limite do conhecimento atual, representa o único processo capaz de transferir uma sequência genômica de uma planta numa bactéria receptora (ERMA, 2006).

Avaliação quantitativa e qualitativa do HGT

As descrições de genomas de organismos diversos revelam claramente que o HGT influi profundamente nas suas estruturas (SMITH et al., 1992; SPRINGAEL; TOP, 2004; JAIN et al., 1999; LAWRENCE; ROTH, 1996; OCHMAN et al., 2000; RUJAN; MARTIN, 2001; SYVANEN; KADO, 2002; WOESE, 2002). Entretanto, várias tentativas de avaliação quantitativa do risco de HGT em lavouras GM faliram (NIELSEN; TOWNSEND, 2004).

De fato, a transgressão da barreira específica ao fluxo gênico entre plantas e bactérias já foi observada muitas vezes em condições naturais, no sentido bactéria-plantas, no caso de *Agrobacterium* (usado nas construções genéticas de plantas transgênicas), de *Acinetobacter* e, mais recentemente, de *Pseudomonas stutzeri* (GEBHARD; SMALLA, 1998; TEPFER et al., 2003; MEIER; WACKERNAGEL, 2003). Além disso, vários elementos possibilitam supor que a transferência em sentido inverso, de plantas para bactérias, é possível. Baseado em comparações de sequências genômicas, supõe-se que um gene de leghemoglobina* de plantas foi transferido para a bactéria *Vitreoscilla sp.* e, ainda, que o gene da glicose-6-fosfato isomerase de *Clarkia ongulata* (Família das Onagraceas) integrou o genoma da bactéria *Escherichia coli* (SMITH et al., 1992; NIELSEN, 1998).

De outro lado, é evidente a transformação de bactérias competidoras pelo DNA livre. Essa consideração é importante já que bactérias podem entrar em contato com DNA livre durante a decomposição dos restos culturais (lise celular) ou a quebra mecânica da parede da célula vegetal por insetos ou uso da colheitadeira (NIELSEN, 2003). Além disso, o DNA livre é capaz de persistir em solos durante meses até anos, especialmente em sedimentos (COPPER et al., 2003)⁹. DNA livre pertencente a células de plantas transgênicas já foi observado em campos onde nunca haviam sido plantados transgênicos, provavelmente devido à dispersão de pólen de uma planta GM vizinha (MEIER; WACKERNAGEL, 2003).

No que diz respeito à probabilidade de ocorrência de HGT, ela dependerá de vários fatores ambientais, como o tipo de solo, bem como da composição e densidade das comunidades bacterianas (SORENSEN et al., 2005). Cabe destacar que a rizosfera de plantas (NIELSEN; VAN ELSAS, 2001) e o sistema digestivo dos protozoários, nematódes, larvas de insetos e minhocas representam *hotspots* para a ocorrência de HGT.

Além desses fatores ambientais naturais, cabe ressaltar que alguns elementos genéticos usados nas construções genéticas de plantas transgênicas podem influir fortemente nas frequências de ocorrência de HGT e do seu sucesso na introgressão no hospedeiro bacteriano. Nesses elementos genéticos considerados como fatores de risco, podemos mencionar o tipo de promotor* usado (em particular o promotor CaMV35S – KOHLI et al., 1999), a inserção da origem de replicação* do plasmídeo (BUCHANAN-WOLLASTON et al., 1987), o local de inserção, a presença de elementos genéticos móveis no genoma da planta transformada (retrotransposons*)... De fato, o uso de sequências genômicas procarióticas enfraquece amplamente a barreira genética existente entre plantas (GM) e bactérias, o que será o obstáculo principal ao sucesso do HGT. Nesse contexto, cabe destacar

⁹ A integridade física e funcional do DNA livre absorvido deve ser estudado caso a caso antes de formular conclusões sobre o seu impacto potencial.

que alguns pesquisadores já propuseram artefatos a serem adotados nas construções genéticas de plantas transgênicas, a fim de minimizar a frequência de ocorrência de HGT com bactérias (SCHLÜTER; POTRYKUS, 1996; TEPFER et al., 2003), e de não gerar construções genéticas vegetais cuja sequência genômica seja bacteriana ou ativa em bactérias.

Ainda que a probabilidade de HGT apareça como extremamente baixa, ela aumenta consideravelmente analisando-se a situação com apenas alguns hectares de lavoura transgênica, e, portanto, com dezenas de milhares de plantas. No caso do milho Bt, HEINEMANN & TRAAVIK (2004) estimaram que poderiam ocorrer 10 eventos de HGT sobre 250 m² de cultura, usando uma frequência de ocorrência de HGT de 10E-17. Cabe ressaltar que essa taxa é 10.7 até 10.19 vezes maior que aquela estimada para transferência de genes conferindo resistência à penicilina em populações bacterianas, fato hoje reconhecido como problema de saúde pública (LEVY, 2005; MAIDEN, 1998; SHELDON, 2005; SMETS; BARKAY, 2005). Como no cenário das resistências à penicilina que ocorreu nas populações bacterianas, o processo de seleção natural tem um papel muito importante na introgressão do transgene. Assim, essa disseminação do caractere resistente ocorre – e ainda está estimulada – por causa do uso intensivo de antibióticos na população (diretamente ou indiretamente, por meio da indústria alimentícia, por exemplo) (HEINEMANN, 1999; HEINEMANN et al., 2000).

A frequência de ocorrência de HGT está extremamente relacionada à proporção de homologia existente entre os genomas dos organismos receptores e doadores¹⁰. Ora, deve ser destacado que o estudo de PRUDHOMME et al. (2002) mostrou que a transferência de elementos genéticos homólogos por processo de transformação permite a transferência simultânea de sequências genômicas heterólogas entre os dois organismos. Desse modo, a frequência de transferência de sequências genômicas não bacterianas – ou qualquer parte do transgene – poderia ser muito maior do que a esperada.

Riscos do HGT em agroecossistemas

A maior preocupação ambiental em relação aos eventos de HGT diz respeito à transferência e à introgressão sucedida de sequências genômicas que podem conferir uma vantagem seletiva* ao organismo receptor.

Por exemplo, a introgressão de um gene inseticida em outras espécies bacterianas de *Bacillus* sp. poderia conferir-lhes uma vantagem seletiva dentro do ecossistema do solo (especialmente se atuam como parasitas), aumentando as suas taxas de sobrevivência e capacidade de reprodução. No mesmo sentido, a introgressão de sequências genômicas de plantas transgênicas que codificam para substâncias fungicidas ou bactericidas específicas poderia conferir uma vantagem seletiva para as espécies transformadas ante a microbiota do solo. As consequências de tais cenários são difíceis de serem avaliadas, mas sabe-se que mudanças radicais no *fitness* de uma espécie resultam frequentemente em perturbações ecológicas das relações interespecíficas antes estabelecidas (como ocorre quando uma espécie exótica é introduzida num ambiente favorável, e um caractere invasivo

¹⁰ *Crossing-over* e eventos de transformação estão favorecidos pelas homologias genéticas.

pode desenvolver-se), e coincidem com um alto índice de erosão da biodiversidade. Como os micro-organismos do solo têm um papel-chave em diversos processos biológicos de interesses agrônômicos (fertilidade do solo, por exemplo), impactos negativos nessas comunidades poderiam também afetar a produtividade das plantações.

No caso de um evento duplo de HGT (da planta transgênica para um hospedeiro bacteriano, e de volta para outra planta), novas combinações de transgenes (codificando por substâncias farmacológicas, pesticidas ou químicas para uso industrial) poderiam disseminar-se em genomas de plantas e resultar em efeitos inesperados (DAVISON, 2005) do ponto de vista ambiental ou de saúde pública. Esse cenário tem maior probabilidade de ocorrer no caso de duas lavouras sucessivas cultivadas com plantas transgênicas que apresentam elementos das construções genéticas homólogas (promotor CaMV, por exemplo) e com as bactérias do solo atuando como reservatório de transgenes. Nesse sentido, transgenes farmacológicos (e potencialmente os seus produtos de expressão) poderiam encontrar-se em plantas destinadas à alimentação.

De outro lado, cabe lembrar que as preocupações em relação ao HGT estão principalmente focadas nos riscos, e nas suas consequências, da disseminação de genes de resistência aos antibióticos com enfoque na saúde pública. De fato, apesar de recomendações internacionais de não se usarem genes marcadores* de resistência aos antibióticos nas construções genéticas, a maior parte das plantas transgênicas liberadas comercialmente contém esse tipo de (trans)gene. A transferência e a introgressão de sequências genômicas conferindo resistência aos antibióticos dentro de bactérias patogênicas aos seres humanos podem piorar a situação das doenças nosocomiais*, comprometendo severamente a quimioterapia antimicrobiana e resultando em danos econômicos significativos para o sistema de saúde pública (ALANIS, 2005; FRENCH, 2005; KAPIL, 2005; MORRIS, 2007).

Anexo 1

Diferenças entre as proteínas Cry produzidas pelas plantas Bt, presentes nas formulações de tipo *spray* e sintetizadas nas bactérias *Bacillus thuringiensis*

O lobby dos transgênicos sempre argumentou que as plantas Bt não apresentam novos riscos ambientais, em particular porque as proteínas Cry já existem naturalmente em bactérias do solo (*Bacillus thuringiensis*) ou porque já são usadas desde muitos anos na agricultura orgânica (formulações de tipo *spray* com toxinas Bt). Mas não é bem assim...

Primeiramente, cabe destacar que as proteínas sintetizadas em células, que resultam então da tradução de uma sequência genômica numa sequência de aminoácidos, serão sujeitas a algumas modificações conformacionais nas suas estruturas espaciais (3D). Essa conformação espacial é basicamente direcionada por variáveis do ambiente celular, como a acidez, a concentração em sais, etc. Porém, o ambiente celular não é o mesmo em células de plantas e de bactérias, o que significa que existe um risco de a proteína adquirir uma conformação espacial inadequada quando produzida num outro tipo de célula. No caso das plantas transgênicas, uma proteína bacteriana está sendo produzida por células vegetais. Nesse contexto, não custa lembrar que as doenças à prion (doença de Creutzfeldt-Jakob, doença da vaca louca, paraplexia enzoótica dos ovinos...) são causadas por uma simples alteração na modificação conformacional numa proteína, enquanto as sequências de aminoácidos estão normais.

Além disso, a maioria das proteínas produzidas numa célula está sujeita a outras modificações pós-translacionais, como a fosforilação (adição de moléculas de fósforo), glicosilação (adição de moléculas de glucose), etc. Essas modificações vão dar à proteína suas propriedades finais. Ora, plantas e bactérias não têm as mesmas ferramentas biológicas, o que possibilita existir o risco de a proteína Cry sintetizada em célula vegetal não ter a mesma funcionalidade que a proteína produzida em bactéria.

Por outro lado, a sequência genômica que codifica pela proteína Cry em *Bacillus thuringiensis* é diferente daquela inserida (o transgene) na planta transgênica. De fato, a planta não dispõe das ferramentas biológicas para “ler” e traduzir esse gene bacteriano. Nesse sentido, é necessário adicionar outras sequências genômicas (denominadas de promotor e terminador*) antes e depois do transgene *cry* para permitir à célula vegetal sintetizar a proteína Cry. Assim, o transgene inserido na planta GM é, na verdade, uma construção genética artificial (CGA), bem diferente do gene original da bactéria Bt.

Além disso, a sequência genômica da proteína Cry bacteriana é voluntariamente modificada antes da sua transferência para a planta: ela está truncada e sofreu mutação (ver Figura 1 para mais detalhes). Isto resulta numa proteína que não tem a mesma sequência de aminoácidos (GAO et al., 2004), com alguns faltando ou modificados, e portanto com propriedades físico-químicas diferentes (GILL et al., 1992).

Enfim, cabe destacar que a maioria das plantas transgênicas hoje autorizadas possui uma CGA diferente daquela esperada, notadamente por causa da fluidez do genoma, que pode exprimir-se na forma de rearranjos genéticos pós-inserções (COLLONIER et al., 2005; HOLCK et al., 2002; HERNANDEZ et al., 2003).

As formulações comerciais de tipo *spray* são constituídas de esporos Bt da bactéria *Bacillus thuringiensis*. Dessa forma, a proteína Bt é aquela do organismo nativo e é então bem diferente daquela sintetizada pelas plantas transgênicas.

Figuras e quadros

Figura 1 – Diferenças entre as proteínas Cry naturalmente sintetizadas pelas bactérias *Bacillus thuringiensis* e aquelas produzidas nas células das plantas inseticidas Bt.

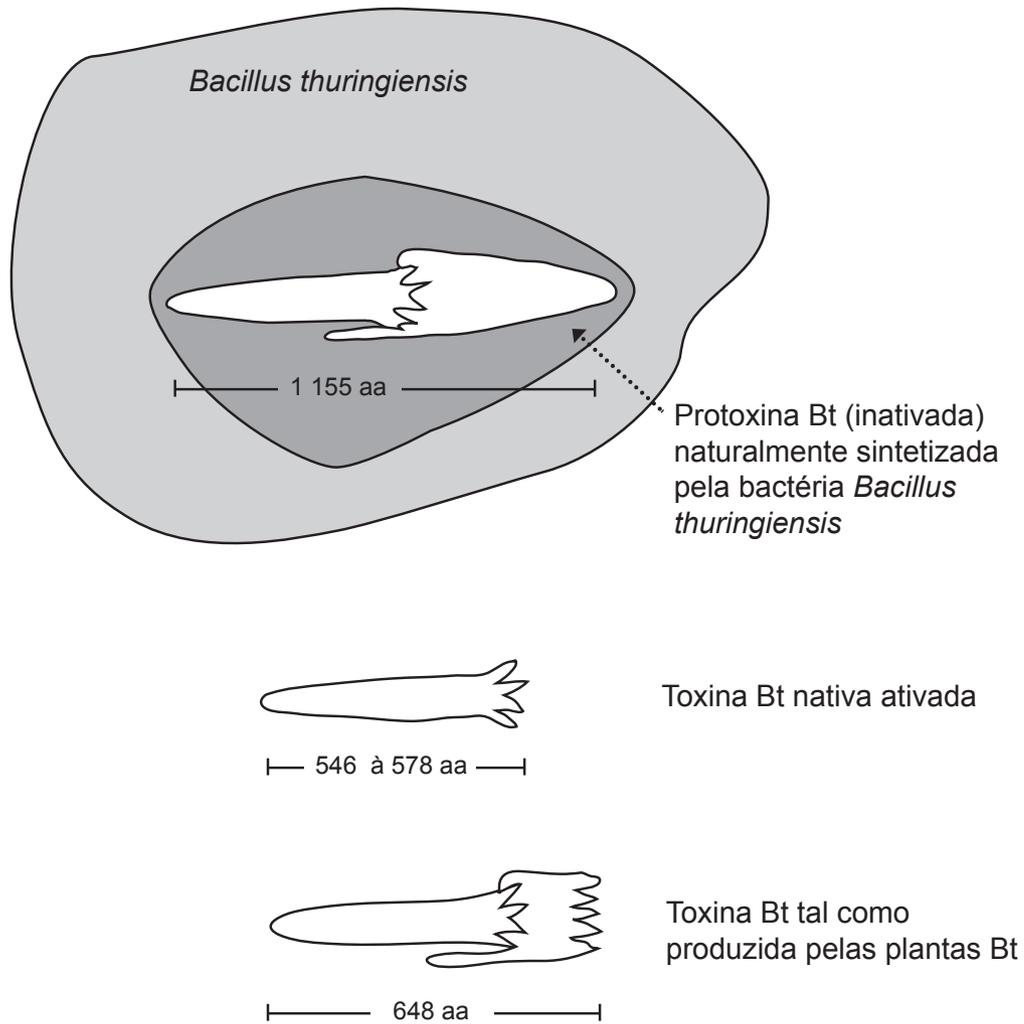


Tabela 1 – Revisão dos estudos científicos que apontam para efeitos negativos do consumo direto de proteínas Bt por Organismos Não Alvo (ONAs)

Espécies diretamente afetadas negativamente pelas proteínas inseticidas Bt	Material usado nos testes	Referências
<i>Danaus plexippus</i>	Cry1Ab (pólen)	Losey et al., 1999; Jesse & Obrycki, 2000; Stanley-Horn et al., 2001; Zangerl et al., 2001; Felke et al., 2002; Felke & Langenbruch, 2003; Dively et al., 2004
<i>Danaus plexippus</i>	Cry1Ab, Cry1Ac, Cry9C, Cry1F (pólen)	Hellmich et al., 2001
<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Cry3A (planta)	Ashouri et al., 2001
<i>Pieris brassicae</i>	Cry1Ab (pólen)	Felke et al., 2002
<i>Pieris rapae</i>	Cry1Ab (pólen)	Felke et al., 2002
<i>Galleria mellonella</i>	Cry1F (pólen)	Hanley et al., 2003
<i>Pseudoplusia includens</i>	Cry1Ac (folha)	Baur & Boethel, 2003
<i>Danaus plexippus</i>	Cry1Ab (antera/pólen)	Anderson et al., 2004 e 2005
<i>Spodoptera littoralis</i>	Cry3Aa (planta)	Hussein et al., 2005
<i>Spodoptera littoralis</i>	Cry3Aa (planta)	Hussein et al., 2006
<i>Daphnia magna</i>	Cry1Ab (grão)	Bohn et al., 2008
<i>Inachis io</i>	Cry1Ab (pólen)	Felke & Langenbruch, 2003, 2004, 2005
<i>Pseudozizeeria maha</i>	Cry1Ab (pólen)	Shirai & Takahashi, 2005
<i>Papilio machanon</i>	Cry1Ab (pólen)	Lang & Voijtech, 2006
<i>Plodia interpunctella</i>	Cry1Ab (pólen)	Darvas et al., 2003

Nota: *Spodoptera littoralis*, mesmo que possa ser considerada como “praga” em alguns cultivos (como o milho, por exemplo), está aqui considerada como um ONA porque foi negativamente afetada por proteínas Cry3A, teoricamente “específicas” aos coleópteros.

Tabela 2 – Revisão dos estudos científicos que apontam para efeitos negativos do consumo indireto de proteínas Bt por Organismos Não Alvo (ONAs) e/ou para perturbações ecológicas das suas populações.

Espécies indiretamente afetadas negativamente pelas plantas Bt	Material de teste	Referências
<i>Chrysoperla carnea</i> (predador)	Cry1Ab	Hilbeck et al., 1998b; Meier & Hilbeck, 2001; Dutton et al., 2002
<i>Aphidius nigripes</i> (parasitoide)	Cry3A	Ashouri et al., 2001
<i>Porcellio scaber</i> (detritívoro)	Cry1Ab	Wandeler et al., 2002; Escher et al., 200; Pont & Nentwig, 2005
<i>Orius tristicolor</i> (predador)	Cry1Ac	Ponsard et al., 2002
<i>Geocoris punctipes</i> (predador)	Cry1Ac	Ponsard et al., 2002
<i>Cotesia marginiventri</i> (parasitoide)	Cry1Ac	Baur & Boethel, 2003; Vojtech et al., 2005
<i>Copidosoma floridanum</i> (parasitoide)	Cry1Ac	Baur & Boethel, 2003
<i>Phytoseiulus persimilis</i> (predador)	Cry3Bb	Zemková Rovenská et al., 2005
<i>Propylea japonica</i> (predador)	Cry1Ab	Bai et al., 2005
<i>Poecilus cupreus</i> (predador)	Cry1Ab	Meissle et al., 2005
<i>Neoseiulus cucumeris</i> (predador)	Cry1Ab	Obrist et al., 2006b
<i>Lumbricus terrestris</i> (detritívoro)	Cry1Ab	Zwahlen et al., 2003
<i>Cotesia flavipes</i> (parasitoide)	Cry1Ab	Prütz & Dettner, 2004
<i>Tetrastichus howardi</i> (parasitoide)	Cry1Ab	Prütz et al., 2004
<i>Adalia bipunctata</i> (predador)	Cry1Ab, Cry3Bb (natives)	Schmidt et al., 2009
<i>Cotesia plutellae</i> (parasitoide)	Cry1Ac	Schuler et al., 2004
<i>Campoletis sonorensis</i> (parasitoide)	Cry1Ab	Meissle et al., 2003
<i>Tetrastichus howardi</i> (hiperparasitoide)	Cry1Ab	Brinks et al., 2004
<i>Macrocentrus cingulum</i> (parasitoide)	Cry1Ab	Pilcher et al., 2005
<i>Coccinellidae</i> (predador)	Cry1Ab	Schmidt et al., 2004
<i>Popilia japonica</i> (predador)	Cry1Ab/Ac	Zhang et al., 2006

Tabela 3 – Plantas cultivadas para as quais existem evidências genéticas de hibridização espontânea com parentes silvestres.

Planta	Nome científico
alfafa	<i>Medicago sativa</i>
maçã	<i>Malus domestica</i>
abacate	<i>Persea americana</i>
banana	<i>Musa acuminata</i>
feijão	<i>Phaseolus vulgaris</i>
beterraba	<i>Beta vulgaris</i>
<i>bentgrass</i>	<i>Agrostis stolonifera</i>
cacau	<i>Theobroma cacao</i>
cana-de-açúcar	<i>Saccharum officinarum</i>
mandioca	<i>Manihot esculenta</i>
cubiu	<i>Solanum sessiliflorum</i>
café arábica	<i>Coffea arabica</i>
algodão	<i>Gossypium barbadense</i>
algodão	<i>Gossypium hirsutum</i>
ulmeiro siberiano	<i>Ulmus pumila</i>
capim do prado	<i>Festuca pratensis</i>
abobrinha italiana	<i>Cucurbita pepo</i>
uva	<i>Vitis vinifera</i>
tuia-kaizuca	<i>Juniperus chinensis</i>
alface	<i>Lactuca sativa</i>
milho	<i>Zea mays ssp. mays</i>
painço	<i>Setaria italica</i>
milheto	<i>Pennisetum glaucum</i>
cogumelo de Paris	<i>Agaricus bisporus</i>
aveia	<i>Avena sativa</i>
álamo	<i>Populus trichocarpa x P. deltoides</i>
batata	<i>Solanum stenotomum</i>
batata	<i>Solanum tuberosum</i>
quinoa	<i>Chenopodium quinoa</i>
rabanete	<i>Raphanus sativus</i>
canola	<i>Brassica napus</i>
mostarda	<i>Brassica campestris</i>
amora-preta	<i>Rubus idaeus</i>
miniiazaleia	<i>Rhododendron catawbiense</i>
arroz africano	<i>Oryza glaberrima</i>
arroz	<i>Oryza sativa</i>
centeio	<i>Secale cereale</i>
azevém	<i>Lolium perenne</i>
cercefi	<i>Tragopogon porrifolius</i>
sorgo	<i>Sorghum bicolor bicolor</i>
soja	<i>Glycine max</i>
abobrinha italiana	<i>Cucurbita pepo</i>
morango	<i>Fragaria x ananassa</i>
girassol	<i>Helianthus annuus</i>
nogueira	<i>Juglans regia</i>
melancia	<i>Citrullus lanatus</i>
trigo	<i>Triticum aestivum</i>
trigo duro	<i>Triticum turgidum durum</i>

Glossário

Alelo (de um gene): Um alelo é um membro de uma parte (ou série) das diferentes formas de um gene. O genótipo de um indivíduo para esse gene é o conjunto de alelos que possui. Como exemplo podemos mencionar o caso do gene que codifica a cor das flores de muitas espécies. Um único gene controla a cor das pétalas, mas podem existir várias formas (alelos) diferentes desse gene. Uma forma pode dar a cor vermelha às pétalas, enquanto outra dará a cor branca. Assim, a cor da flor vai depender de qual desses dois alelos o organismo possui para esse gene e de como eles interagem.

Conjugação: Transferência de material genético entre bactérias por contato direto entre células.

Deriva genética (ou deriva alélica): A deriva genética é um mecanismo que, atuando em consonância com a seleção natural, modifica as características das espécies ao longo do tempo. É um processo estocástico, que atua sobre as populações, modificando a frequência dos alelos e a predominância de certas características na população. A deriva genética pode conduzir ao desaparecimento de alguns alelos, especialmente em pequenas populações.

Dominante (caractere): Em genética, um caractere dominante, se transmitido à progênie, será automaticamente expresso pela progênie (a progênie sintetizará a proteína Cry, por exemplo).

Exsudato: Nesse caso, o exsudato refere-se a um líquido fisiológico que se infiltra no solo pelas raízes.

Fenótipo (ou característica fenotípica): O fenótipo de um organismo concretiza-se por qualquer característica observável visualmente, como sua morfologia ou suas propriedades fisiológicas. O fenótipo resulta da expressão dos genes de um organismo (genótipo), bem como da influência de fatores ambientais e das possíveis interações entre si.

Fitness: Os animais que deixam maior número de progênies em relação aos outros indivíduos da mesma espécie são considerados como tendo um maior *fitness*. A combinação do genótipo e do meio ambiente definem assim o *fitness*. Se vierem a ocorrer algumas modificações no genótipo do organismo, então o *fitness* será afetado, e a frequência desse genótipo variará nas gerações seguintes; com predominância do genótipo que apresenta o maior *fitness*.

Gene marcador de resistência aos antibióticos: As técnicas usadas para transferir um novo gene dentro do genoma de uma planta são bastante ineficientes. Poucas células realmente integram o gene de interesse (transgene Bt ou HT, por exemplo). Com o objetivo de determinar quais células integraram o transgene, alguns tipos de marcadores são necessários. Em alguns casos, genes marcadores de resistência aos antibióticos são utilizados, porque são fáceis de usar. Todas as células que realmente integraram o gene marcador no seu genoma integraram ao mesmo tempo o gene de interesse. Além disto, essas células serão resistentes ao antibiótico. Sobra só colocar as células transformadas em contato com o antibiótico e selecionar aquelas que sobreviverem. Mesmo que esses genes marcadores não tenham outras funções após esse processo de seleção, eles ficam como parte das plantas transgênicas e representam fatores de riscos importantes.

Genótipo: O genótipo de um organismo é a sua informação genética. Todos os organismos que têm o mesmo genótipo podem não parecer ou agir da mesma forma, notadamente por que a aparência e o comportamento são também relacionados às condições ambientais e de desenvolvimento. Por outro lado, todos os organismos que apresentam uma aparência idêntica (mesmo fenótipo) não têm necessariamente o mesmo genótipo.

Grupo filogenético: Em biologia, a filogenia é o estudo das relações evolutivas entre vários grupos de organismos (por exemplo, as espécies ou as populações), que são descobertas por sequenciamento molecular e matrizes de dados morfológicos. A taxonomia foi fortemente influenciada pela filogenia.

Grupo taxonômico: Classificação de organismos conforme similaridades biológicas e morfológicas.

Hemocelo: Hemocelo é o nome dado a uma série de espaços (seios) entre os órgãos de insetos (e alguns outros organismos). Uma mistura de sangue, linfa e líquido intersticial, chamado de hemolinfa, circula pelo hemocelo.

Introgressão: Movimento de um gene de uma espécie dentro do *pool* genético de outra espécie.

Invasibilidade: Uma espécie invasiva refere-se a uma espécie não nativa que afeta negativamente o hábitat onde se desenvolve em relação aos aspectos econômicos, ambientais ou ecológicos.

Leghemoglobina: Proteína presente nos nódulos fixadores de nitrogênio das raízes de plantas leguminosas. É produzida pelas plantas em resposta à infecção das raízes por bactérias fixadoras de nitrogênio como parte de uma interação simbiótica entre plantas e bactérias. As raízes não infectadas por *Rhizobium* não sintetizam leghemoglobina.

Nosocomial: Efeito adverso causado por um tratamento médico. Uma doença nosocomial é contraída no meio hospitalar.

Ordem: Na taxonomia dos insetos, Espécies estão agrupadas em Gêneros, sendo estes agrupados em Famílias. A Ordem agrupa então Famílias. Ex.: Lepidópteros (borboletas), Coleópteros (besouros), Hemípteros (barbeiro)...

Origem de replicação: Uma origem de replicação é uma sequência de DNA localizada num cromossomo (ou do plasmídio), onde inicia a replicação (a fita de DNA passa de x a x).

Plasmídio: Molécula de DNA extracromossomial, distinta do DNA cromossomial, que é capaz de se replicar independentemente deste. Na maioria dos casos, é circular e xx. Os plasmídios são frequentemente observados em bactérias, mas podem existir também em organismos eucariotos, como os fungos.

Pleiotropia: A pleiotropia é a influência de um único gene sobre várias características fenotípicas. Consequentemente, uma mutação no gene irá afetar todas essas características simultaneamente.

Pressão de seleção: A pressão de seleção pode concretizar-se pela intensidade com que um fator ambiental tende a eliminar um organismo ou conferir-lhe vantagens adaptativas.

Procarionto: Grupo de organismos que não possuem um núcleo celular (= *karyon*), nem qualquer organito ligado à membrana. Eles diferenciam-se dos eucariotos, que possuem um núcleo celular. A maioria dos procariontes são unicelulares.

Promotor: Em biologia, o promotor é uma região de DNA que facilita a transcrição de um gene em particular. Os promotores são frequentemente localizados perto dos genes que eles regulam, mas essa regra sofre numerosas exceções.

Proteólise: Degradação direta (digestão) de proteínas por enzimas celulares chamadas de proteases.

Receptor: Em bioquímica, um receptor é uma molécula proteica com a qual uma outra molécula pode ligar-se (peptídeo, hormônio, toxina, etc.). Quando a ligação ocorre (sinal), isto geralmente conduz a uma resposta celular.

Recessivo (caractere): Em genética, um caractere recessivo poderá ser expresso só no caso de reprodução com um indivíduo que possui também o mesmo alelo de gene. Caso contrário, o alelo de gene poderá ser transmitido na progênie, mas não será expresso.

Retrocruzamento: Um retrocruzamento é o cruzamento de um híbrido com um dos seus genitores (ou um indivíduo geneticamente similar ao genitor), com o objetivo de obter uma progênie com uma identidade genética mais próxima dos seus genitores.

Retrotransposons: Elementos genéticos que podem multiplicar-se num genoma e que são ubíquitários no DNA de vários organismos eucariotes, como as plantas.

Terminador: Parte de uma sequência genética que indica o fim de um gene durante a transcrição de DNA cromossômico.

Transdução: Transferência de genes bacterianos entre bactérias, por meio de vírus bacterianos ou bacteriófagos.

Transformação: Absorção de DNA livre do meio ambiente, sua integração no genoma hospedeiro da bactéria competente e expressão subsequente da nova informação genética adquirida.

Ubíquitários: Que são presentes (ou parecem presentes) em todos os lugares no mesmo tempo; onipresentes.

Vantagem seletiva: Uma vantagem seletiva pode concretizar-se por uma vantagem genética de um organismo sobre seus competidores, o que aumentará sua capacidade de sobrevivência e de reprodução ao longo do tempo num ambiente determinado.

Referências

ACCINELLI, C.; SCREPANTI, C.; VICARI, A.; CATIZONE, P. Influence of insecticidal toxins from *Bacillus thuringiensis* subsp. *Kurstaki* on the degradation of glyphosate and glufosinate-ammonium in soil samples. *Agricult. Ecosyst. Environment*, n. 103, p. 497-507, 2004.

ADAM, A. et al. The oral and intratracheal toxicities of Roundup and its components to rats. *Vet. Hum. Toxicol.*, n. 39, p. 147-151, 1997.

AHMED, I.; MALLOCH, D. Interaction of soil microflora with the bioherbicide phosphinothricin. *Agric. Ecosystems and Environ.*, v. 54, n. 3, p. 165-174, 1995.

AKHURST, R.; JAMES, B.; BIRD, L. Resistance to INGARD cotton by the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera*. In: ACGRA COTTON CONFERENCE 2000, p. 195-199.

ALANIS, A. J. Resistance to antibiotics: are we in the post-antibiotic era? *Arch. Med. Res.*, n. 36, p. 697-705, 2005.

ALI, M. I.; LUTTRELL, R. G.; YOUNG, S. Y. Susceptibilities of *Helicoverpa zea* and *Heliiothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) populations to Cry1Ac insecticidal protein. *J. Econ. Entomol.*, n. 99, p. 164-175, 2006.

ALLENKING, R. M.; BUTLER, B. J.; REICHERT, B. Fate of the herbicide glufosinate-ammonium in the sandy, low organic-carbon aquifer at CFB Borden, Ontario, Canada. *J. of Contaminant Hydrology*, v. 18, n. 2, p. 161-179, 1995.

ANDERSON, P. L.; HELLMICH, R. L.; SEARS, M. K.; SUMERFORD, D. V.; LEWIS, L. C. Effects of Cry1Ab-expressing corn anthers on monarch butterfly larvae. *Environ. Entomol.*, n. 33, p. 1109-1115, 2004.

ANDERSON, P. L.; HELLMICH, R. L.; PRASIFKA, J. R.; LEWIS, L. C. Effects on fitness and behavior of monarch butterfly larvae exposed to a combination of Cry1Ab expressing corn anthers and pollen. *Environ. Entomol.*, n. 34, p. 944-952, 2005.

ASHOURI, A.; MICHAUD, D.; CLOUTIER, C. Unexpected effects of different potato resistance factors to the Colorado Potato Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) on the Potato Aphid (Homoptera: Aphididae). *Env. Entomol.*, n. 30, p. 524-532, 2001.

BAI, Y. Y.; JIANG, M. X.; CHENG, J. A. Effects of transgenic cry1Ab rice pollen on fitness of *Propylaea japonica* (Thunberg). *J. Pest Sci.*, n. 78, p. 123-128, 2005.

BAUMGARTE, S.; TEBBE, C. C. Field studies on the environmental fate of the Cry1Ab Bt-toxin produced by transgenic maize (MON810) and its effect on bacterial communities in the maize rhizosphere. *Molecular Ecology*, v. 14, n. 8, p. 2539-2551, 2005.

BAUR, M. E.; BOETHEL, D. J. Effect of Bt-cotton expressing Cry1A(c) on the survival and fecundity of two hymenopteran parasitoids (Braconidae, Encyrtidae) in the laboratory. *Biol. Contr.*, n. 26, p. 352-332, 2003.

BENACHOUR et al. Time- and dose-dependent effects of Roundup on human embryonic and placental cells. *Arch. of Env. Contam. and Tox.*, May 2007.

BENACHOUR, N.; SERALINI, G.-E. Glyphosate formulations induce apoptosis and necrosis in human umbilical, embryonic, and placental cells. *Chemical Research Toxicology*, DOI: 10.1021/tx800218n, Article ASAP, 2008.

BENBROOK, C. Troubled times amid commercial success for Roundup Ready soybeans: glyphosate efficacy is slipping and unstable transgene expression erodes plant defenses and yields. *AgBioTech InfoNet Technical Paper* n. 4, p. 3, May 2001. Disponível em: <<http://www.biotech-info.net/troubletimes.htm>>.

———. Genetically engineered crops and pesticide use in the United States: The first nine years. *Technical paper* n. 7, 2004. Disponível em: <www.biotech-info.net>.

———. *Rust, Resistance, Run Down Soils, and Rising Costs-Problems Facing Soybean Producers in Argentina*, January 2005, 53 p.

BIRÓ, B.; VILLANYI, I.; NAAR, Z.; BAKONYI, G.; MAGYAR, E.; TOMBACZ, E. Soil and rhizobiological tools for the risk assessment of Bt corn. In: INTERNAT. SYMP. ON IMPACT OF GMOs: «Soil microbiology and nutrient dynamics», Vienna, BOKU, *Abs. ISIG*, p. 17, 2002.

BIRÓ, B.; VILLANYI, I.; FÜZY, A.; NAAR, Z. Baktériumok és gombák kolonizációja génmódosított (Bt-) és izogénes és kontroll kukorica rhizosférájában. [Colonisation of bacteria and fungi in the rhizosphere of gene-modified (Bt) corn]. *Agokémia, Talajtan*, n. 54, p. 189-203, 2005.

BOHAN, D. A.; BOFFEY, C. W. H.; BROOKS, D. R.; CLARK, S. J.; DEWAR, A. M.; FIRBANK, L. G. et al. Effects on weed and invertebrate abundance and diversity of herbicide management in genetically modified herbicide-tolerant winter-sown oilseed rape. *Proc. R. Soc. B.*, n. 272, p. 463-474, 2005.

BØHN, T.; PRIMICERIO, R.; HESSEN, D. O.; TRAAVIK, T. Reduced fitness of *Daphnia magna* Fed a Bt-Transgenic Maize Variety. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, n. 55, p. 584-92, 2008.

BOLIN, P. C.; HUTCHISON, W. D.; ANDOW, D. A. Long-term selection for resistance to *Bacillus thuringiensis* Cry1Ac endotoxin in a Minnesota population of European corn borer (Lepidoptera: Crambidae). *J. Econ. Entomol.*, n. 92, p. 1021-1030, 1999.

BOLOGNESI, C. et al. Genotoxic activity of glyphosate and its technical formulation Roundup. *J. Agric. Food Chem.*, v. 45, n. 5, p. 1957-1962, Dec. 1997.

BONNET, J. L.; BONNEMOY, F.; DUSSEY, M.; BOHATIER, J. Assessment of the potential toxicity of herbicides and their degradation products to nontarget cells using two microorganisms, the Bacteria *Vibrio fischeri* and the Ciliate *Tetrahymena pyriformis*. *Environmental Toxicology*, n. 22, p. 78-91, 2007.

BONNY, S. Success factors, issues and prospects for the first GM crops: the case of Roundup Ready soybean in the USA. 7th ICABR – INTERNATIONAL CONFERENCE ON PUBLIC GOODS AND PUBLIC POLICY FOR AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY, Ravello, 2003/06/29, 2004.

BOUCHIE, A. Organic farmers sue GMO producers. *Nature Biotechnology*, n. 20, p. 210, 2002.

BRADLEY, P. R.; JOHNSON, W. G.; HART, S. E.; BUESINGER, M. L.; MASSEY, R. E. Economics of weed management in glufosinate-resistant corn (*Zea mays* L.). *Weed Technol.*, n. 14, p. 495-501, 2000.

BRINKS, A.; PRÜTZ, G.; DETTNER, K. Bioassays on the effects of insect-resistant *Bacillus thuringiensis*-maize on the pupal hyperparasitoid *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae). *Mitt. Deutsch Ges. Allgem. Angew. Entomol.*, n. 14, p. 411-414, 2004.

BROOKS, D. R.; BOHAN, D. A.; CHAMPION, G. T.; HAUGHTON, A. J. et al. Invertebrate responses to the management of genetically modified herbicide-tolerant and conventional spring crops. I. Soil-surface-active invertebrates. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, n. 358, p. 1847-1862, 2003.

BROWN, J.; THILL, D. C.; BROWN, A. P.; MALLORY-SMITH, C.; BRAMMER, T. A.; NAIR, H. S. *Gene transfert between canola (Brassica napus L.) and related weed species*, 2000. Disponível em: <<http://www.isb.vt.edu/brarg/brasym95/brown95.htm>>.

BRUST, G. E. Direct and indirect effects of four herbicides on the activity of carabid beetles (Coleoptera: Carabidae). *Pestle. Sci.*, n. 30, p. 309-320, 1990.

BUCHANAN-WOLLASTON, V. et al. The mob and oriT mobilization functions of a bacterial plasmid promote its transfer to plants. *Nature*, v. 328, n. 9, p. 172-175, 1987.

BÜCHS, W.; PRESCHER, S.; MÜLLER, A.; LARINK, O. Effects of Bt-maize on decomposition capacity, reproduction success and survival of saprophagous Diptera larvae and their predators. Präsentationsposter, Statusseminar 16.6.2004, Berlin. Sicherheitsforschung und Monitoring zum Anbau von Bt-Mais 2001-2004, *BioSicherheit*. Disponível em: <<http://www.biosicherheit.de/pdf/statusseminar2004/poster14.pdf>>.

BÜCHS, W. Auswirkungen von Bt-Mais auf Trauermückenlarven als Zersetzer. Sicherheitsforschung und Monitoring zum Anbau von Bt-Mais 2001-2004. *BioSicherheit*, 2 Aug. 2005. Disponível em: <<http://www.biosicherheit.de/de/sicherheitsforschung/14.doku.html>>.

BURD, A. D.; GOULD, F.; BRADLEY, J. R.; VAN DUYN, J. W.; MOAR, W. J. Estimated frequency on nonrecessive Bt resistance genes in bollworm, *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) in Eastern North Carolina. *J. Econ. Entomol.*, v. 96, n. 1, p. 137-142, Feb. 2003.

CARVALHO, H. M. (Ed.). *Sementes: patrimônio dos povos a serviço da humanidade*. São Paulo: Expressão Popular, 2003.

CASTALDINI, M.; TURRINI, A.; SBRANA, C.; BENEDETTI, A.; MARCHIONNI, M.; MOCALI, S.; FABIANI, A.; LANDI, S.; SANTOMASSIMO, F.; PIETRANGELI, B. et al. Impact of Bt corn on rhizospheric and soil eubacterial communities and on beneficial mycorrhizal symbiosis in experimental microcosms. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 71, n. 11, p. 6719-6729, Nov. 2005.

CHAMBERLAIN, D. E.; FREEMAN, S. N.; SIRIWARDENA, G. M.; VICKERY, J. A.; BRADBURY, R. B. The potential value of the field scale evaluation in assessing the impact of GMHT crops on birds and mammals. *BTO Research Report*, n. 293, 2002.

CHAMPION, G. T.; MAY, M. J.; BENNETT, S.; BROOKS, D. R.; CLARK, S. J.; DANIELS, R. E.; FIRBANK, L. G.; HAUGHTON, A. J.; HAWES, C.; HEARD, M. S.; PERRY, J. N.; RANDLE, Z.; ROSSALL, M. J.; ROTHERY, P.; SKELLERN, M. P.; SCOTT, R. J.; SQUIRE, G. R.; THOMAS, M. R. Crop management and agronomic context of the Farm Scale Evaluations of genetically modified herbicide-tolerant crops. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, v. 358, p. 1801-1818, 2003.

CHAUFAUX, J.; SEGUIN, M.; SWANSON, J. J.; BOURGUET, D.; SIEGFRIED, B.D. Chronic exposure of the European corn borer (Lepidoptera: Crambidae) to Cry1Ab *Bacillus thuringiensis* toxin. *J. Econ. Entomol.*, v. 94, p. 1564-1570, 2001.

CHEN, L. J.; LEE, D. S.; SONG, Z. P.; SUH, H. S.; LU, B.-R. Gene flow from cultivated rice (*Oryza sativa*) to its weedy and wild relatives. *Annals of Botany*, v. 93, p. 67-73, 2004.

CHÈVRE, A. M.; EBER, F.; RENARD, M. Gene flow from oilseed rape to weeds. In: *Gene flow and agriculture: relevance for transgenic crops*. British Crop Protection Council. Symposium Proceedings, n. 72, p. 125-130, 1999.

CHURCHER, P. B.; LAWTON, J. H. Predation by domestic cats in English village. *J. Zool.*, v. 212, p. 439, 1987.

CLARK, T. Pest resistance feared as farmers flout rules. *Nature*, v. 424, p. 116, 2003.

CLARK, P. L.; VAUGHN, T. T.; MEINKE, L. J.; MOLINA-OCHOA, J.; FOSTER, J. E. *Diabrotica virgifera virgifera* larval feeding behavior on transgenic maize (MON 863) and its isolate. *Journal of Economic Entomology*, v. 99, n. 3, p. 722-727, 2006.

CLEMENTS, C. et al. Genotoxicity of select herbicides in *Rana catesbeiana* tadpoles using the alkaline single-cell gel DNA electrophoresis (Comet) assay. *Environ. Mol. Mutagenesis*, v. 29, p. 277-288, 1997.

CLEMENTS, M. J.; CAMPBELL, K. W.; MARAGOS, C. M.; PILCHER, C.; HEADRICK, J. M.; PATAKY, J. K.; WHITE, D. G. Influence of Cry1Ab protein and hybrid genotype on fumonisins contamination and Fusarium ear rot of corn. *Crop Sci.*, v. 43, p. 1283-1293, 2003.

COLBORN, T. A case for revisiting the safety of pesticides: a closer look at neurodevelopment. *Env. Health Persp.*, v. 114, p. 10-17, 2006.

COLLONNIER, C.; SCHATTNER, A.; BERTHIER, G.; BOYER, F.; COUE-PHILIPPE, G.; DIOLEZ, A.; DUPLAN, M. N.; FERNANDEZ, S.; KEBDANI, N.; KOBILINSKY, A.; ROMANTIUK, M.; DE BEUCKELEER, M.; DE LOOSE, M.; WINDELS, P.; BERTHEAU, Y. Characterization and event specific-detection by quantitative real-time PCR of T25 maize insert. *Journal AOAC International*, v. 88, n. 2, p. 536-546, 2005.

COOPER, A. et al. Diverse plant and animal genetic records from Holocene and Pleistocene sediments. *Science*, v. 300, p. 791-795, 2003.

- Cox, C. Herbicide fact sheet: glufosinate. *J. of Pesticide Reform, North West Coalition for Alternatives to Pesticides (NCAP)*, Oregon, USA, 1996.
- . Glyphosate (Roundup). *Journal of Pesticide Reform*, v. 18, p. 3-17, 1998.
- CRECCHIO, C.; STOTZKY, G. Insecticidal activity and biodegradation of the toxin from *Bacillus thuringiensis* subspecies *kurstaki* bound to humic acids from soil. *Soil Biol. Biochem.*, v. 30, p. 463-470, 1998.
- CRICKMORE, N. Using worms to better understand how *Bacillus thuringiensis* kills insects. *Trends in Microbiol.*, v. 13, p. 347-350, 2005.
- CUI, J.; XIA, J. Effects of *Bt* transgenic cotton (with early maturity) on population dynamics of main pests and their natural enemies. *Acta Gossypii Sinica*, v. 10, n. 5, p. 255-262, 1998.
- DALLEGRAVE, E.; DI GIORGIO MANTESE, F.; SOARES COELHO, R.; PEREIRA, J. D.; DALSENTER, P. R.; LANGELOH, P. The teratogenic potential of the herbicide glyphosate-Roundup in Wistar rats. *Toxicology Letters*, v. 142, n. 1-2, p. 45-52, 2003.
- DANLEY-GREINER, K. Researchers study potential risk of herbicide-tolerant red rice. 6 Apr. 2001. Disponível em: <www.agweb.com>. Acesso em: 5 Aug. 2004.
- DARUICH, J. et al. Effect of the herbicide glyphosate on enzymatic activity in pregnant rats and their fetuses. *Environ. Res.*, v. 85, p. 226-231, 2001.
- DARVAS, B.; GHARIB, A.; CSOTI, A.; SZEKACS, A.; VAJDICS, G.; PEREGOVITS, L.; RONKAY, L.; POLGAR, L. A. On the pollen of Yieldgard genetically modified maize. *Plant Protection Days*, 2003.
- DARVAS, B.; CSOTI, A.; GHARIB, A.; PEREGOVITS, L.; RONKAY, L.; LAUBER, É.; POLGAR, A. L. Adatok a Bt-kukoricapollen és védett lepkéfajok larváinak magyarországi rizikóanalíziséhez. [Some data to the risk analys of Bt-corn pollen and protected Lepidoptera species in Hungary.] *Növényvédelem*, v. 40, p. 441-449, 2004.
- DAVISON, J. Risk mitigation of genetically modified bacteria and plants designed for bioremediation. *J. of Industrial Microbiol. and Biotech.*, v. 32, p. 639-650, 2005.
- DECOURTYE, A.; ARMENGAUD, C.; RENOUC, M.; DEVILLERS, J.; CLUZEAU, S.; GAUTHIER, M.; PHAM-DELÈGUE, M.-H. Imidacloprid impairs memory and brain metabolism in the honeybee (*Apis mellifera* L.). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, v. 78, p. 83-92, 2004.
- DEML, R.; MEISE, T.; DETTNER, K. Effects of *Bacillus thuringiensis* delta-endotoxins on food utilization, growth and survival of selected phytophagous insects. *J. Appl. Entomol.*, v. 123, p. 55-64, 1999.
- DE ROOS, A. J.; BLAIR, A.; RUSIECKI, J. A.; HOPPIN, J. A.; SVEC, M.; DOSEMECI, M.; SANDLER, D. P.; ALAVANJA, M. C. Cancer incidence among glyphosate-exposed pesticide applicators in the agricultural health study. *Environ Health Perspect*, v. 113, p. 49-54, 2005, doi:10.1289.
- DETR. The commercial use of genetically modified crops in the United Kingdom: the potential wider impact on farmland wildlife. 1999. Disponível em: <http://www.environment.detr.gov.uk/acre/wildlife/01.htm>.
- . Environmental risks of herbicide-tolerant oilseed rape. A review of the PGS oilseed rape. 2000. Disponível em: <http://www.environment.detr.gov.uk/acre/pgs/05.htm>.
- DIVELY, G. P.; ROSE, R.; SEARS, M. K.; HELLMICH, R. L.; STANLEY-HORN, D. E.; CALVIN, D. D.; RUSSO, J. M.; ANDERSON, P. L. Effects on monarch butterfly larvae (Lepidoptera: Danaidae) after continuous exposure to Cry1Ab-expressing corn during anthesis. *Environmental Entomology*, v. 33, n. 4, p. 1116- 1125, 2004.
- DROGE-LASER, W. et al. The metabolites of the herbicide L-phosphinothricin (Glufosinate) (Identification, stability, and mobility in transgenic, herbicide-resistant, and untransformed plants). *Plant Physiol.*, v. 105, p. 159-166, 1994.
- DUAN, J. J.; MARVIER, M.; HUESING, J.; DIVELY, G.; HUANG, Z. Y. A metaanalysis of effects of Bt crops on honey bees (Hymenoptera: Apidae). *PLoS ONE*, v. 3, n. 1, p. 1-6, 2008.

- DUTTON, A.; KLEIN, H.; ROMEIS, J. Uptake of Bt toxin by herbivores feeding on transgenic maize and consequences for the predator *Chrysoperla carnea*. *Environmental Entomology*, v. 27, p. 441-447, 2002.
- EASTHAM, K.; SWEET, J. Genetically modified organisms (GMOs): the significance of gene flow through pollen transfer. European Environmental Agency (EEA). *Environmental issue report*, n. 28, 2002.
- EHELLE, A. A.; CONNOR, P. J. Rapid, geographically extensive genetic introgression after secondary contact between two pupfish species (*Cyprinodon*, *Cyprinodontidae*). *Evolution*, v. 43, n. 4, p. 717-727, Jul. 1989.
- EFSA – European Food Safety Authority. Conclusion on the peer review of glufosinate. *EFSA Scientific Report*, v. 27, p. 1-81, 2005.
- EINSPANIER, R.; LUTZ, B.; RIEF, S.; BEREZINA, O.; ZVERLOV, V.; SCHWARZ, W.; MAYER, J. Tracing residual recombinant feed molecules during digestion and rumen bacterial diversity in cattle fed transgene maize. *European Food Research and Technology*, v. 218, n. 3, p. 269-273, 2004.
- ELLSTRAND, N. C.; PRENTICE, H. C.; HANCOCK, J. F. Gene flow and introgression from domesticated plants into their wild relatives. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, v. 30, p. 539-563, 1999.
- . Gene flow and introgression from domesticated plants into their wild relatives. In: SYVANEN, M.; KADO, C. I. (Ed.). *Horizontal gene transfer*. 2. ed. San Diego, CA: Academic, 2002. p. 217-236.
- ELLSTRAND, N. C. Current knowledge of gene flow in plants: implications for transgene flow. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, v. 358, p. 1163-1170, 2003.
- ELMORE, R. W. et al. Glyphosate-resistant soybean cultivar yields compared with sister lines. *Agron. J.*, v. 93, p. 408-412, 2001.
- EPA. U.S. Environmental Protection Agency, *The Environmental Protection Agency's White Paper on Bt Plant-Pesticide Resistance Management* (EPA Publication 739-S-98-001) (Environmental Protection Agency, Washington, DC, USA, 1998). Disponível em: <www.epa.gov/EPAPEST/1998/January/Day-14/paper.pdf>.
- ERMA. Risk assessment of horizontal gene transfer from GM plants to bacteria and human cells. *Generic issues report.*, v. ER-GI-05-1 07/06. Environmental Risk Management Authority, New Zealand, 2006.
- ESCHER, N.; KÄCH, B.; NENTWIG, W. Decomposition of transgenic *Bacillus thuringiensis* maize by microorganisms and woodlice *Porcellio scaber* (Crustacea, Isopoda). *Basic and Applied Ecology*, v. 1, p. 161-169, 2000.
- FANG, J. C.; THOMPSON, D. G. Fate of glyphosate in a Canadian forest watershed. 2. Persistence in foliage and soils. *J. Agric. Food. Chem.*, v. 38, p. 1118-1125, 1990.
- FELKE, M.; LORENZ, N.; LANGENBRUCH, G.-A. Laboratory studies on the effects of pollen from Bt-maize on larvae of some butterflies species. *J. Appl. Entomol.*, v. 126, p. 320-325, 2002.
- FELKE, M.; LANGENBRUCH, G.-A. Wirkung von Bt- Mais-Pollen auf Raupen des Tagpfauenauges im Laborversuch. *Gesunde Pflanze*, v. 55, n.1, p. 1-4, 2003.
- . Untersuchungen zu subletalen Effekten geringer Pollenmenge der transgenen Maislinie Bt176 auf Raupen des Tagpfauenauges (*Inachis io*) und der Kohlmotte (*Plutella xylostella*). *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft*, v. 396, 2004.
- . Auswirkungen des Pollens von transgenem Bt-Mais auf ausgewählte Schmetterlingslarven. *BfN-Skripten*, v. 157, Bundesamt für Naturschutz, 2005.
- FIRBANK, L. G.; HEARD, M. S.; WOIWOD, I. P.; HAWES, C.; HAUGHTON, A. J.; CHAMPION, G. T.; SCOTT, R. J.; HILL, M. O.; DEWAR, A. M.; SQUIRE, G. R.; MAY, M. J.; BROOKS, D. R.; BOHAN, D. A.; DANIELS, R. E.; OSBORNE, J. L.; ROY, D. B.; BLACK, H. I. J.; ROTHERY, P.; PERRY, J. N. An introduction to the Farm Scale Evaluations of genetically modified herbicide-tolerant crops. *J. Appl. Ecology*, v. 40, p. 2-16, 2003.
- FOLMAR, L. C.; SANDERS, H. O.; JOHN, A. M. Toxicity of the herbicide glyphosate and several of its formulations to fish and aquatic invertebrates. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, v. 8, p. 269-278, 1979.

FRENCH, G. L. Clinical impact and relevance of antibiotic resistance. *Adv. Drug Deliv. Rev.*, v. 57, p. 1514-1527, 2005.

FUJII, T. Transgenerational effects of maternal exposure to chemical on the functional development of the brain in the offspring. *Cancer causes and control*, n. 8, p. 524-528, 1997.

GAO, Y.; SCHAFER, B. W.; COLLINS, R. A.; HERMAN, R. A.; XU, X.; GILBERT, J. R.; LANGER, V. L.; TAGLIANI, L. A. Characterization of Cry34Ab1 and Cry35Ab1 insecticidal crystal proteins expressed in transgenic corn plants and *Pseudomonas fluorescens*. *J. Agric. Food Chem.*, v. 52, p. 8057-8065, 2004.

GASNIER, C.; DUMONT, C.; BENACHOUR, N.; CLAIR, E.; CHAGNON, M. C.; SÉRALINI, G. E. Glyphosate-based herbicides are toxic and endocrine disruptors in human cell lines. *Toxicology*, v. 262, p. 184-191, 2009.

GATHMANN, A. Effekte des Anbaus von Bt-mais auf die epigäische und Krautschichtfauna verschiedener trophischer Bezüge. BMBF-Verbundprojekt: Sicherheitsforschung und Monitoring zum Anbau von Bt-Mais 2001-2004. *BioSicherheit*, 2005. Disponível em: <<http://www.biosicherheit.de/de/sicherheitsforschung/32.doku.html>>.

GEALY, D. R.; MITTEN, D. H.; RUTGER, J. N. Gene flow between red rice (*Oryza sativa*) and herbicide-resistant rice (*O. sativa*): implications for weed management. *Weed Technology*, v. 17, p. 627-645, 2003.

GEBHARD, F.; SMALLA, K. Transformation of *Acinetobacter sp.* Strain BD413 by transgenic sugar beet DNA. *Appl. Environ. Microbiol.*, v. 64, p. 1550-1554, 1998.

GIANESSI, L. P.; SILVERS, C. S.; SANKULA, S.; CARPENTER, J. E. *Plant biotechnology: current and potential impact for improving pest management in US agriculture. An analysis of 40 case studies, June 2002. Herbicide tolerant field corn*. Washington, DC: National Center of Food and Agricultural Policy, 2002. 23 p.

GIESY, J. P.; DOBSON, S.; SOLOMON, K. R. Ecotoxicological risk assessment for Roundup herbicide. *Rev. Contam. Toxicol.*, v. 167, p. 35-120, 2000.

GILL, S. S.; COWLES, E. A.; PIETRANTONIO, P. V. The mode of action of *Bacillus thuringiensis* endotoxins. *Annu. Rev. Entomol.*, v. 37, p. 615-636, 1992.

GODFRAY, H. C. J. *Parasitoids, behavioral and evolutionary ecology*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1994.

GORDON, B. Manganese nutrition of glyphosate-resistant and conventional soybeans. *Better Crops*, v. 91, n. 4, p. 12-13, 2007.

GOULD, J. L.; TOWNE, W. F. Honey bee learning. *Advances in Insect Physiology*, v. 20, p. 55-86, 1988.

GURIAN-SHERMAN, D. *Failure to yield. Evaluating the Performance of Genetically Engineered Crops*. Union of Concerned Scientists (UCS), Apr. 2009.

HAGER, A. G. *The future of weed control in soybean: how many options will there be?* University of Illinois Corn & Soybean Classic (UIUC), 2003.

HALL, L.; TOPINKA, K.; HUFFMAN, J.; DAVIS, L.; GOOD, A. Pollen flow between herbicide-resistant *Brassica napus* is the cause of multiple-resistant *B. napus* volunteer. *Weed Science*, v. 48, p. 688-694, 2000.

HASLBERGER, A. GMO contamination of seeds. *Nature Biotechnology*, v. 19, p. 613, 2001.

HAMILL, A. S.; KNEZEVIC, S. Z.; CHANDLER, K.; SIKKEMA, P. H.; TARDIF, F. J.; SHRESTHA, A.; SWANTON, C. J. Weed control in glufosinate-resistant corn (*Zea mays*). *Weed Tech.*, v. 14, p. 578-585, 2000.

HANLEY, A. V.; HUANG, Z. Y.; PETT, W. L. Effects of dietary transgenic Bt corn pollen on larvae of *Apis mellifera* and *Galleria mellonella*. *J. Apicult. Res.*, v. 42, p. 77-81, 2003.

HASSAN, S. A. et al. Results of the fourth joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS-Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". *J. Appl. Ent.*, v. 105, p. 321-329, 1988.

HAUGHTON, A. J.; BELL, J. R.; BOATMAN, N. D.; WILCOX, A. The effect of the herbicide glyphosate on non-target spiders: Part II. Indirect effects on *Lepthyphantes tenuis* in field margins. *Pest Management Science*, v. 57, p. 1037-1042, 2001.

HAUGHTON, A. J.; CHAMPION, G. T.; HAWES, C.; HEARD, M. S.; BROOKS, D. R.; BOHAN, A. D.; CLARK, S. J.; DEWAR, A. M. et al. Invertebrate responses to the management of genetically modified herbicide-tolerant and conventional spring crops. II. Within-field epigeal and aerial arthropods. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, v. 358, p. 1863-1877, 2003.

HEAP, I. M. The occurrence of herbicide-resistant weeds worldwide. *Pesticide Science*, v. 51, p. 235-243, 1997.

———. *International survey of herbicide resistant weeds*. Herbicide resistance action committee, North American Herbicide Resistance Action Committee and Weed Science, Society of America. 2003. Disponível em: <www.weedscience.com>.

HEARD, M. S.; HAWES, C.; CHAMPION, G. T.; CLARK, S. J.; FIRBANK, L. G.; HAUGHTON, A. J.; PARISH, A. M.; PERRY, J. N.; ROTHERY, P.; SCOTT, R. J.; SKELLERN, M. P.; SQUIRE, G. R.; HILL, M. O. Weeds in field with contrasting conventional and genetically modified herbicide-tolerant crops. II. Effects on abundance and diversity. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, v. 358, p. 1819-1832, 2003a.

HEARD, M. S.; HAWES, C.; CHAMPION, G. T.; CLARK, S. J.; FIRBANK, L. G.; HAUGHTON, A. J.; PARISH, A. M.; PERRY, J. N.; ROTHERY, P.; ROY, D. B.; SCOTT, R. J.; SKELLERN, M. P.; SQUIRE, G. R.; HILL, M. O. Weeds in field with contrasting conventional and genetically modified herbicide-tolerant crops. II. Effects on individual species. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, v. 358, p. 1833-1846, 2003b.

HEINEMANN, J. A. How antibiotics cause resistance. *Drug Discov. Today*, v. 4, p. 72-79, 1999.

HEINEMANN, J. A.; ANKENBAUER, R. G.; AMABILE-CUEVAS, C. F. Do antibiotics maintain antibiotic resistance? *Drug Discov. Today*, v. 5, p. 195-204, 2000.

HEINEMANN, J. A.; TRAAVIK, T. Problems in monitoring horizontal gene transfer in field trials of transgenic plants. *Nature Biotechnology*, v. 22, p. 1105-1109, 2004.

HEINEMANN, J. A. A typology of the effects of (trans)gene flow on the conservation and sustainable use of genetic resources. *FAO*, Jun. 2007.

HELLMICH, R. L.; SIGFRIED, B. D.; SEARS, M. K.; STANLEY-HORN, D. E.; MATTILA, H. R.; SPENCER, T.; BIDINE, K. D.; DANIELS, M. J.; LEWIS, L. C. Monarch larvae sensitivity to *Bacillus thuringiensis*-purified proteins and pollen. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, v. 98, p. 11925-11930, 2001.

HENDERSON, P.; WENZEL, W. War of the weeds. *Farm Journal*. Agweb.com, 16 février 2007. Disponível em: <http://www.agweb.com/Get_Article.aspx?sigcat=farmjournal&pageid=134469>.

HERNANDEZ, M. et al. A specific real-time quantitative PCR detection system for event MON810 in maize YieldGard® based on the 3'-transgene integration sequence. *Transgenic Research*, v. 12, n. 2. p. 179-189, Apr. 2003.

HILBECK, A.; MOAR, W. J.; PUSZTAI-CAREY, M.; FILIPPINI, A.; BIGLER, F. Toxicity of *Bacillus thuringiensis* Cry1Ab toxin to the predator *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Environm. Entomol.*, v. 27, p. 1255-1263, 1998.

HILBECK, A.; SCHMIDT, J. E. U. Another view on Bt proteins – How specific are they and What Else Might They Do? *Biopestic. Int.*, v. 2, n. 1, p. 1-50, 2006.

HOLCK, A. et al. 5'-Nuclease PCR for quantitative event-specific detection of the genetically modified MON810 MaisGard maize. *Eur Food Res Technol*, v. 214, n. 5, p. 449-454, May 2002.

HOMMEL, B.; PALLUTT, B. Bewertung der Herbizidresistenz für den integrierten Pflanzenschutz im System einer 4-feldrigen Fruchtfolge mit Glufosinat-resistentem Raps und Mais. *Z. PflKrankh. PflSchutz, Sonderheft XVII*, 411-420, 2000.

HUSSEIN, H. M.; HABUŠTOVÁ, O.; SEHNAL, F. Beetle-specific *Bacillus thuringiensis* Cry3Aa toxin reduces larval growth and curbs reproduction in *Spodoptera littoralis* (Boisd.). *Pest Manag. Sci.*, v. 61, p. 1186–1192, 2005.

HUSSEIN, H. M.; HABUSTOVA O. TURANLI, F.; SEHNAL, F. Potato expressing beetle-specific *Bacillus thuringiensis* Cry3Aa toxin reduces performance of a moth. *J. Chem. Ecol.*, v. 32, p. 1–13, 2006.

ICOZ, I.; STOTZKY, G. Fate and effects of insect-resistant Bt crops in soil ecosystems. *Soil Biology & Biochemistry*, v. 40, p. 559–586, 2008.

INRA; CEMAGREF. *Pesticides, agriculture et environnement, Réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux [Pesticides, agriculture and environment, Decrease pesticide uses and its environmental impacts]*, Institut National de la Recherche Agronomique and Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement, Dec. 2005. 68 p.

JACKSON, R. E.; BRADLEY, J. R., JR.; VAN DUYN, J. W.; GOULD, F. Comparative production of *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) from transgenic cotton expressing either one or two *Bacillus thuringiensis* proteins with or without insecticide oversprays. *J. Econ. Entomol.*, v. 97, p. 1719–1725, 2004.

JAIN, R.; RIVERA, M. C.; LAKE, J. A. Horizontal gene transfer among genomes: the complexity hypothesis. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, v. 96, p. 3801–3806, 1999.

JANSEN, C.; SCHUPHAN, I.; SCHMIDT, B. Glufosinate metabolism in excised shoots and leaves of twenty plant species. *Weed Science*, v. 48, p. 319–326, 2000.

JESSE, L. C. H.; OBRYCKI, J. J. Field deposition of Bt transgenic corn pollen: lethal effects on the monarch butterfly. *Oecologia*, v. 125, p. 241–248, 2000.

JIMENEZ-JUÁREZ, N.; MUNOZ-GARAY, C.; GOMEZ, I.; SAAB-RINCON, G.; DAMINA-ALMAZO, J. Y.; GILL, S. S.; SOBERON, M.; BRAVO, A. *Bacillus thuringiensis* Cry1Ab mutants affecting oligomer formation are non-toxic to *Manduca sexta* larvae. *J. Biol. Chem.*, v. 282, p. 21222–21229, 2007.

JIRAUNGKOORSKUL, W. et al. Biochemical and histopathological effects of glyphosate herbicide on Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Environmental Toxicology*, v. 18, p. 260–267, 2003.

JOOST, A. W. et al. The environmental yardstick for pesticides: a practical indicator used in the Netherlands. *Leendertse in Crop Protection*, v. 19, 2000.

JORDANO, P.; GARCIA, C.; GODOY, G. A.; GARCÍA-CASTAÑO, J. L. Differential contributions of frugivores to complex seed dispersal patterns. *PNAS*, v. 104, p. 3278–3282, 2007.

KAATZ, H.-H. Auswirkungen von Bt-Maispollen auf die Honigbiene. *BMBF-Verbundprojekt: Sicherheitsforschung und Monitoring zum Anbau von Bt-Mais*. 2005.

KAMEL, F.; HOPPIN, J. A. Association of Pesticide Exposure with Neurologic Dysfunction and Disease. *Env. Health Persp.*, v. 112, n. 9, Juin 2004.

KAPIL, A. The challenge of antibiotic resistance: need to contemplate. *Indian J. Med. Res.*, v. 121, p. 83–91, 2005.

KALE, Purushottam G. et al. Mutagenicity testing of nine herbicides and pesticides currently used in agriculture. *Environ. Mol. Mutagen*, n. 25, n. 2, p. 148–153, 1995.

KIANG, Y. T.; ANTONOVICS, J.; WU, L. The extinction of wild rice (*Oryza perennis formosana*) in Taiwan. *J. Asian Ecol.*, v. 1, p. 1–9, 1979.

KING, A. C.; PURCELL, L. C.; VORIES, E. D. Plant growth and nitrogenase activity of glyphosate-tolerant soybean in response to foliar glyphosate applications. *Agronomy Journal*, v. 93, p. 179–186, 2001.

KISHORE, G. M. et al. History of herbicide-tolerant crops, methods of development and current state of the art-emphasis on glyphosate tolerance. *Weed Technol.*, v. 6, p. 626–634, 1992.

KLÖPFER, W.; RENNER, I.; TAPPESER, B.; ECKELKAMP, C.; DIETRICH, R. Life Cycle Assessment gentechnisch veränderter Produkte als Basis für eine umfassende Beurteilung möglicher Umweltauswirkungen. *Umweltbundesamt Wien, Monographien Band 111*, 1999.

KOHLI, A.; GRIFFITHS, S.; PALACIOS, N.; TWYMAN, R. M.; VAIN, P.; LAURIE, D. A.; CHRISTOU, P. Molecular characterization of transforming plasmid rearrangements in transgenic rice reveals a recombination hotspot in the CaMV 35S promoter and confirms the predominance of microhomologie mediated recombination. *The Plant Journal*, v. 17, n. 6, p. 591-601, 1999.

KOYAMA, K.; GOTO, K. Cardiovascular effects of a herbicide containing glufosinate and a surfactant: in vitro and in vivo analyses en rats. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, v. 145, p. 409-414, 1997.

LABES, G.; DANNEBERG, G.; SIMON, R. Abschätzung der Einwirkungen gentechnisch veränderter Kulturpflanzen auf den Boden, vor allem auf die organische Bodensubstanz als Träger der Lebensraumfunktion. *Umweltbundesamt Berlin, Texte 34/99*, 1999.

LANG, A.; ARNDT, N. Monitoring der Umweltwirkungen des Bt-Gens. *Schriftenreihe*, n. 2005/7. Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, München, 2005.

LANG, A. Effekte von Mais auf flugfähige Blütenbesucher und Prädatoren höherer Straten (Schlussbericht). Sicherheitsforschung und Monitoring-Methoden zum Anbau von Bt-Mais 2001-2004. 2005. Disponível em: <<http://www.biosicherheit.de/de/sicherheitsforschung/68.doku.html>>.

LANG, A.; VOJTECH, E. The effects of pollen consumption of transgenic Bt maize on the common swallowtail, *Papilio machanon* L. (Lepidoptera, Papilionidae). *Basic and Applied Ecology*, v. 7, n. 4, p. 296-306, 2006.

LAWRENCE, J. G.; ROTH, J. R. Selfish operons: horizontal transfer may drive the evolution of gene clusters. *Genetics*, v. 143, p. 1843-1860, 1996.

LEVY, S. B. Antibiotic resistance: the problem intensifies. *Adv. Drug Deliv. Rev.*, v. 57, p. 1446-1450, 2005.

LIOI, M. B. et al. Genotoxicity and oxidative stress induced by pesticide exposure in bovine lymphocyte cultures in vitro. *Mutat. Res.*, v. 403, p. 13-20, 1998.

LOSEY, J. E.; RAYOR, L. S.; CARTER, M. E. Transgenic pollen harms monarch larvae. *Nature*, v. 399, p. 214-214, 1999.

LOUX, M.; STACHLER, J. Is there a mare's tail problem in your future? O.S.U. Extension Specialist. *Weed Science*, 2002.

LUNDGREN, J. G.; WIEDENMANN, R. N. Coleopteran-specific Cry3Bb toxin from transgenic corn pollen does not affect the fitness of a nontarget species, *Coleomegilla maculata* DeGeer (Coleoptera: Coccinellidae). *Environ. Entomol.*, v. 31, p. 1213-1218, 2002.

LUTTRELL, R. G.; WAN, L.; KNIGHTEN, K. Variation in susceptibility of Noctuid (Lepidoptera) larvae attacking cotton and soybean to purified endotoxin proteins and commercial formulations of *Bacillus thuringiensis*. *J. Econ. Entomol.*, v. 92, p. 21-32, 1999.

MAIDEN, M. J. C. Horizontal genetic exchange, evolution and spread of antibiotic resistance in bacteria. *Clin. Inf. Dis.*, v. 27, p. 12-20, 1998.

MANACHINI, B.; LOZZIA, G. C. First investigations into the effects of Bt corn crop on Nematofauna. *Bollettino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura*, v. 34, n. 1, p. 85-96, 2002.

———. Biodiversity and structure of nematofauna in Bt corn (*Präsentation*). *Biodiversity Implications of Genetically Modified Plants*, 7-13 Sept. 2003, Ascona, Switzerland.

MARC, J. et al. Pesticide Roundup provokes cell division dysfunction at the level of CDK1/Cyclin B activation. *Chem. Res. Toxicol.*, v. 15, n. 3, p. 326-331, Mar. 2002.

MARSHALL, E. J. P.; MOONEN, A. C. Field margin in northern Europe: their functions and interactions with agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 89, p. 5-21, 2002.

MATSUMURA, N. et al. Glufosinate ammonium induces convulsion through N-methyl-D-aspartate receptors in mice. *Neurosci. Lett.*, v. 304, p. 123-125, 2001.

MATSUO, K.; KAWASHIMA, S.; DU, M.; SAITO, O.; MATSUI, M.; OHTSU, K.; OHKURO, T.; MATSUMURA, T.; MITAMURA, T. 2002. Risk assessment for the dispersal of Bt-corn pollen to non-target lepidopterous insects. *Bull. Natl. Inst. Agro-Environ. Sci.*, v. 21, p. 41-73, 2001 [em japonês com resumo em inglês].

MEIER, M.S.; HILBECK, A. Influence of transgenic *Bacillus thuringiensis* corn-fed prey on prey preference of immature *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Basic Appl. Ecol.*, v. 2, p. 35-44, 2001.

MEIER, P.; WACKERNAGEL, W. Monitoring the spread of recombinant DNA from field plots with transgenic sugar beet plants by PCR and natural transformation of *Pseudomonas stutzeri*. *Transgenic Research*, v. 12, p. 293-304, 2003.

MEISSELE, M., VOJTECH, E.; POPPY, G.M. Implications for the parasitoid *Campoletis sonorensis* (Hymenoptera: Ichneumonidae) when developing in *Bt* maize-fed *Spodoptera littoralis* larvae (Lepidoptera: Noctuidae). *GMOs in Integrated Production*, IOBC/WPRS Working Group, v. 27, n. 3, p. 117-123, 2003.

———. Effect of Bt maize-fed prey on the generalist predator *Poecilus cupreus* L. (Coleoptera: Carabidae). *Transgenic Res.*, v. 14, p. 123-132, 2005.

MOORES, G. D. et al. New resistance mechanism in *Helicoverpa armigera* threatens transgenic crops expressing *Bacillus thuringiensis* Cry1Ac Toxin. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 71, n. 5, p. 2558-2563, 2005.

MORRIS, K. Battle against antibiotic resistance is being lost. *The Lancet Infectious Diseases*, v. 7, 2007.

MULLER, M. et al. Fate of glyphosate and its influence on nitrogen-cycling in two Finnish agricultural soils. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, v. 27, p. 724-730, 1981.

MULLER, B. P. et al. Metabolism of the herbicide glufosinate-ammonium in plant cell cultures of transgenic (rhizomania-resistant) and non-transgenic sugarbeet (*Beta vulgaris*), carrot (*Daucus carota*), Purple foxglove (*Digitalis purpurea*) and thorn apple (*Datura stramonium*). *Pest. Manag. Sci.*, v. 57, p. 46-56, 2001.

NAP. The National Academies Press, Washington, DC. *Biological confinement of genetically engineered organisms*, 2004. Disponível em: <http://books.nap.edu/catalog.php?record_id=10880>.

NAP, J. P.; METZ, P. L. J. A transgene-centered evaluation of genetically modified plants. Part 2. *Biosafety of genetically modified phosphinothricin-tolerant plants*. Ministry of Agriculture, The Netherlands, 1996.

NATHAN, R. et al. Long-distance dispersal of plants. *Science*, v. 313, p. 786, 2006.

NEWMASER, S. G.; BELL, F. W.; VITT, D. H. The effects of glyphosate and triclopyr on common bryophytes and lichens in northwestern Ontario. *Can. Jour. Forest Research*, v. 29, p. 1101-1111, 1999.

NEWTON, M. et al. Fate of glyphosate in an Oregon forest ecosystem. *J. Ague. Food. Chem.*, v. 32, p. 1144-1151, 1984.

NGUYEN, H. T.; JEHLE, J. A. Quantitative analysis of the seasonal and tissue-specific expression of Cry1Ab in transgenic maize MON810. *Journal of Plant Diseases and Protection*, v. 114, n. 2, p. 82-87, 2007.

NIELSEN, K. M. Barriers to horizontal gene transfer by natural transformation in soil bacteria. *APMIS*, Suppl. n. 84, p. 77-84, 1998.

NIELSEN, K. M.; VAN ELSAS, J. D. Stimulatory effects of compounds present in the rhizosphere on natural transformation of *Actinobacter* sp. BD413 in soil. *Soil Biology and Biochemistry*, v. 33, p. 345-357, 2001.

NIELSEN, K. M. An assessment of factors affecting the likelihood of horizontal transfer of a recombinant plant DNA to bacterial recipients in the soil and phytosphere. *Collection of Biosafety Reviews* (ICGEB, Italy), v. 1, p. 96-149, 2003.

NIELSEN, K. M.; TOWNSEND, J. P. Monitoring and modeling horizontal gene transfer. *Nature Biotechnology*, v. 22, p. 1110-1114, 2004.

NOWATZKI, T. M.; ZHOU, X.; MEINKE, L. J.; VAUGHN, T.; SIEGFRIED, B. D. Effect of *Bacillus thuringiensis* Cry3Bb1 protein on the feeding behavior and longevity of adult western Corn Rootworms. *Journal of Economic Entomology*, v. 99, n. 3, p. 927-930, 2006.

NURSE, R. E.; SWANTON, C. J.; TARDIF, F.; SIKKEMA, P. H. Weed control and yield are improved when glyphosate is preceded by a residual herbicide in glyphosate tolerant maize (*Zea mays*). *Crop Prot.*, v. 25, n. 11, p. 1174-1179, 2006.

OBRIST, L. B.; KLEIN, H.; DUTTON, A.; BIGLER, F. Assessing the effects of Bt maize on the predatory mite *Neoseiulus cucumeris*. *Exp. Appl. Acarol.*, v. 38, p. 125-139, 2006.

O'CALLAGHAN, M.; GLARE, T. R.; BURGESS, E. P.; MALONE, L. A. Effects of plants genetically modified for insect resistance on nontarget organisms. *Annu. Rev. Entomol.*, v. 50, p. 271-292, 2005.

OCHMAN, H.; LAWRENCE, J. G.; GROISMAN, E. A. Lateral gene transfer and the nature of bacterial innovation. *Nature*, v. 405, p. 299-304, 2000.

ORMEROD, S. J.; WATKINSON, A. R. Editor's introduction: birds and agriculture. *Journal of Applied Ecology*, v. 37, p. 699-705, 2000.

O'SULLIVAN, J.; SIKKEMA, P. H. Response of glufosinate-resistant Bt sweet corn (*Zea mays*) cultivars to glufosinate and residual herbicides. *Can. J. Plant Sci.*, v. 85, p. 285-289, 2005.

OWEN, M. D.; ZELAYA, I. A. Impact of herbicide resistant crops in North America: a northern perspective. *13th Australian Weeds Conference*, Perth, Australia, 8-13 Sept. 2002.

PALM, C. J.; SEIDLER, R. J.; SCHALLER, D. L.; DONEGAN, K. K. Persistence in soil of transgenic plant produced *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* δ -endotoxin. *Can. J. Microbiol.*, v. 42, p. 1258-1262, 1996.

PANOFF, J.-M. et al. Les transferts génétiques horizontaux. [Horizontal genetic transfers]. *Biofutur*, n. 269, 2006.

PAOLETTE, M. G.; PIMENTEL, D. Genetic engineering in agriculture and the environment: assessing risks and benefits. *Bioscience*, v. 46, p. 665-671, 1996.

PELUSO, M. et al. 32P-postlabeling detection of DNA adducts in mice treated with the herbicide Roundup. *Environ. Mol. Mutagen*, n. 31, p. 55-59, 1998.

PETTERSSON, M.; EKELUND, N. G. Effects of the herbicides Roundup and Avans on *Euglena gracilis*. *Arch. Env. Contam. Tox.*, v. 50, p. 175-181, 2006.

PILCHER, C. D.; RICE, M. E.; OBRZYCKI, J. J. Impact of transgenic *Bacillus thuringiensis* corn and crop phenology on five nontarget arthropods. *Env. Entomol.*, v. 34, n. 5, p. 1302-1316, 2005.

PINEYRO-NELSON, A.; VAN HEERWAARDEN, J.; PERALES, H. et al. Transgenes in Mexican maize: molecular evidence and methodological considerations for GMO detection in landrace populations. *Molecular Ecology*, v. 18, p. 750-761, 2009.

PONSARD, S.; GUTIERREZ, A. P.; MILLS, N. J. Effect of Bt-toxin (Cry1Ac) in transgenic cotton on the adult longevity of four heteropteran predators. *Env. Entomol.*, v. 31, p. 1197-1205, 2002.

PONT, B.; NENTWIG, W. Quantification of *Bt*-protein digestion and excretion by the primary decomposer *Porcellio scaber*, fed with two *Bt*-corn varieties. *Biocontrol Sci. Technol.*, v. 15, p. 341-352, 2005.

PRUDHOMME, M.; LIBRANTE, V.; CLAVERYS, J. P. Homologous recombination at the border: insertion-deletions and the trapping of foreign DNA in *Streptococcus pneumoniae*. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, USA, v. 99, p. 2011-2105, 2002.

PRÜTZ, G.; DETTNER, K. Effect of Bt-corn leaf suspension on food consumption by *Chilo partellus* and life history parameters of its parasitoid *Cotesia flavipes* under laboratory conditions. *Entomol. Exp. Appl.*, v. 111, p. 179-187, 2004.

- PRÜTZ, G.; BRINK, A.; DETTNER, K. Transgenic insect-resistant corn affects the fourth trophic level: effects of *Bacillus thuringiensis*-corn on the facultative hyperparasitoid *Tetrastichus howardi*. *Naturwissenschaften*, v. 91, p. 451-454, 2004.
- QUINN, J. P.; HERON, J. K.; McMULLAN, G. Glufosinate tolerance and utilisation by soil and aquatic Bacteria. *Biol. and Environ. Proceedings of the Royal Irish Academy*, v. 93B, n. 3, p. 181-186, 1993.
- QUIST, D.; CHAPELA, I. Transgenic DNA introgressed into traditional maize landraces in Oaxaca, Mexico. *Nature*, v. 414, p. 541-543, 2001.
- RAMIREZ-ROMERO, R.; DESNEUX, N.; DECOURTYE, A.; CHAFFIOL, A.; PHAM-DELÈGUE, M. H. Does Cry1Ab protein affect learning performances of the honey bee *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae)? *Ecotoxicol Environ Saf.*, v. 70, p. 327-333, 2008.
- RAPOPORT, E. H.; DRAUSAL, B. S. Edible plants. In: LEVIN, S. (Ed.). *Encyclopedia of Biodiversity*. New York : Academic Press, 2001. p. 375-382.
- RELYEA, R. The lethal impact of Roundup and predatory stress in six of North American tadpoles. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, v. 48, p. 351-357, 2005a.
- . The lethal impacts of Roundup on aquatic and terrestrial amphibians. *Ecological Appl.*, v. 15, p. 1118-1124, 2005b.
- . The impacts of insecticide and herbicides on the biodiversity and productivity of aquatic communities. *Ecological Appl.*, v. 15, p. 618-627, 2005c.
- RELYEA, R.; SCHOEPPNER, N. M.; HOVERMAN, J. T. Pesticides and amphibians: the importance of community context. *Ecological Appl.*, v. 15, p. 1125-1134, 2005.
- RICHARD, S. et al. Differential effects of glyphosate and Roundup on human placental cells and aromatase. *Environ Health Perspect.*, v. 113, p. 716-720, 2005.
- RIESEBERG, L. H.; BURKE, J. M. The biological reality of species: gene flow, selection, and collective evolution. *Taxon*, v. 50, p. 235-267, 2001.
- ROBERT, S.; BAUMANN, U. Resistance to the herbicide glyphosate. *Nature*, v. 395, p. 25-26, 1998.
- ROBERSON, R. Pigweed not only threat to glyphosate resistance. *Southeast Farm Press*, 19 oct. 2006.
- RODRIGO-SIMON, A.; DE MAAGD, R. A.; AVILLA, C.; BAKKER, P. L.; MOLTHOFF, J.; GONZALEZ-ZAMORA, J. E.; FERRE, J. Lack of detrimental effects of *Bacillus thuringiensis* Cry toxins on the insect predator *Chrysoperla carnea*: a toxicological, histopathological, and biochemical analysis. *Appl. Environ. Microbiol.*, v. 72, p. 1595-1603, 2006.
- ROSI-MARSHALL, E. J.; TANK, J. L.; ROYER, T. V.; WHILES, M. R.; EVANS-WHITE, M.; CHAMBERS, C.; GRIFFITHS, N. A.; POKELSEK, J.; STEPHEN, M. L. Toxins in transgenic crop by products may affect headwater stream ecosystems. *PNAS*, v. 104, n. 41, p. 16204-16208, 2007.
- ROY, D. N. et al. Persistence, movement, and degradation of glyphosate in selected Canadian boreal forest soils. *J. Agric. Food. Chem.*, v. 37, p. 437-440, 1989.
- ROY, D. B.; BOHAN, D. A.; HAUGHTON, A. J.; HILL, M. O.; OSBORNE, J. L.; CLARK, S. J.; PERRY, J. N.; ROTHERY, P.; SCOTT, R. J.; BROOKS, D. R.; CHAMPION, G. T.; HAWES, C.; HEARD, M. S.; FIRBANK, L. G. Invertebrates and vegetation of field margins adjacent to crop subject to contrasting herbicide regimes in the Farm Scale Evaluations of genetically modified herbicide-tolerant crops. *Phil. Trans. R. Sc. Lond.*, v. 358, p. 1879-1898, 2003.
- RUCKENBAUER, P. Fragen der Herbizidresistenz bei genetisch veränderten Pflanzen unter besonderer Berücksichtigung österreichischer Gegebenheiten und den Vorschriften der EU Richtlinie 90/220. Bundeskanzleramt Wien. 1998.
- RUJAN, R.; MARTIN, W. How many genes in *Arabidopsis* come from cyanobacteria? An estimate from 386 protein phylogenies. *Trends Genet.*, v. 17, p. 113-120, 2001.

SANTILLO, D. J.; LESLIE, D. M.; BROWN, P. W. Responses of small mammals and habitat to glyphosate application on clearcuts. *J. Wildl. Manage.*, v. 53, n. 1, p. 164-172, 1989.

SAXENA, D.; FLORES, S.; STOTZKY, G. Transgenic plants: insectidal toxin in roots exudates in Bt corn. *Nature*, v. 402, p. 480, 1999.

———. Bt toxin is released in root exudates from 12 transgenic corn hybrids representing three transformation events. *Soil Biology & Biochemistry*, v. 34, p. 133-137, 2002.

SCHLÜTER, K.; POTRYKUS, I. Horizontaler Gentransfer von transgenen Pflanzen zu Mikroorganismen. In: Gentechnisch veränderte Krankheits- und schädlingsresistente Nutzpflanzen – Eine Option für die Landwirtschaft? *BATS*, Bern, p. 159-191, 1996.

SCHMIDT, J. E. U.; BRAUN, C. U.; L'ABATE, C.; WHITEHOUSE, L. P.; HILBECK, A. Studies on effects of *Bacillus thuringiensis*-toxins from transgenic insect-resistant plants on predaceous lady beetles (Coleoptera: Coccinellidae). [Untersuchungen zu Effekten von *Bacillus thuringiensis*-Toxinen aus transgenen insektenresistenten Pflanzen auf räuberische Marienkafer (Coleoptera: Coccinellidae)]. *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie*, v. 14, p. 419-422, 2004.

SCHMIDT, J. E. U.; BRAUN, C. U.; WHITEHOUSE, L. P.; HILBECK, A. Effects of activated Bt transgene products (Cry1Ab, Cry3Bb) on immature stages of the ladybird *Adalia bipunctata* in laboratory ecotoxicity testing. *Arch Environ Contam Toxicol.*, v. 56, p. 221-228, 2009.

SCHULER, T. H.; DENHOLM, I.; CLARK, S. J.; STEWART, C. N.; POPPY, G. M. Effects of Bt plants on the development and survival of the parasitoid *Cotesia plutellae* (Hymenoptera: Braconidae) in susceptible and Bt-resistant larvae of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *J. Insect Physiol.*, v. 50, p. 435-443, 2004.

SCHÜTTE, G. Risiken des Anbaus herbizidresistenter Pflanzen. In: *Nutzung der Gentechnik im Agrarsektor der USA*, Band 2, p. 381-445, 1998. Umweltbundesamt Berlin, Texte 47/98.

SCHÜTTE, G.; SCHMITZ, G. Herbizidresistenz. In: *Transgene Nutzpflanzen*, Hrsg. G., Stirn, S. & Beusmann, V., 2001. 102-122. Birkhäuser, Basel.

SHELDON, A. T. Jr. Antibiotic resistance: a survival strategy. *Clin. Lab. Sci.*, v. 18, p. 170-180, 2005.

SHIRAI, Y.; TAKAHASHI, M. Effects of transgenic *Bt* corn pollen on a non-target lycaenid butterfly, *Pseudozizeeria maha*. *Appl. Entomol. Zool.*, v. 40, p. 151-159, 2005.

SIMS, S. R.; REAM, J. E. Soil inactivation of the *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* CryIIA insecticidal protein within transgenic cotton tissue: Laboratory microcosm and field studies. *J. Agricult. Food Chem.*, v. 45, p. 1502-1505, 1997.

SLAVOV, G. T.; DIFAZIO, S.; STRAUSS, S. H. Gene flow in forest trees: Gene migration patterns and landscape modelling of transgene dispersal in hybrid poplar. In: NIJS, H. C. M.; BARTSCH, D.; SWEET, J. (Ed.). *Introgression from genetically modified plants into wild relatives*. Wallingford, UK, 2004. p. 89-106.

SMETS, B. F.; BARKAY, T. Horizontal gene transfer: perspectives at a crossroads of scientific disciplines. *Nat. Rev. Microbio.*, v. 3, p. 675-678, 2005.

SMITH, M. W. et al. Evolution by acquisition: the case for horizontal gene transfers. *Trends Biochem. Sci.*, v. 17, p. 489-493, 1992.

SNOW, A. A.; JORGENSEN, R. B. Fitness costs associated with transgenic glufosinate tolerance introgressed from *Brassica napus ssp. oleifera* (oilseed rape) into weedy *Brassica rapa*. In: Gene flow and agriculture. Relevance for transgenic crops. British Crop Protection Council, *Symposium Proceedings* n. 72, p. 137-142, 1999.

SNYDER, J. R.; MALLORY-SMITH, C. A.; BALTER, S.; HANSEN, J. L.; ZEMETRA, R. S. Seed production on *Triticum aestivum* by *Aegilops cylindrica* hybrids in the field. *Weed Science*, v. 48, p. 588-593, 2000.

SOPINSKA, A. et al. Influence of water pollution with Roundup herbicide on fish health. *Medycyna Weterynaryjna*, v. 56, n. 9, p. 593-597, 2000.

SORENSEN, S. J.; BAILEY, M.; HANSEN, L. H.; KROER, N.; WUERTZ, S. Studying plasmid horizontal transfer in situ: a critical review. *Nat. Rev. Microbiol.*, v. 3, p. 700-710, 2005.

SOSO, A. B. et al. Chronic exposure to sub-lethal concentration of a glyphosate-based herbicide alters hormone profiles and affects reproduction of female Jundiá (*Rhamdia quelen*). *Environmental Toxicology and Pharmacology*, n. 23, p. 308-313, 2007.

SPARLING, D. W. et al. Toxicity of glyphosate as Glypro and L1700 to red-eared slider (*Trachemys scripta elegans*) embryos and early hatchlings. *Env. Tox. and Chem.*, v. 25, n. 10, p. 2768-2774, 2006.

SPRINGAEL, D.; TOP, E. M. Horizontal gene transfer and microbial adaptation to xenobiotics: new types of mobile genetic elements and lessons from ecological studies. *Trends Microbiol.*, v. 12, p. 53-58, 2004.

SPRINGER, J. A.; GRAY, R. A. J. Effect of repeated low doses of biocides on the earthworm *Aporrectodea caliginosa* in laboratory culture. *Soil Biol. Biochem.*, v. 24, n. 12, p. 1739-1744, 1992.

SQUIRE, G. R.; MAY, J.; FIRBANK, L. G.; HEARD, M. S.; WOIWOD, I. P.; HAWES, C.; HAUGHTON, A. J.; CHAMPION, G. T.; HILL, M. O.; BROOKS, D. R.; BOHAN, D. A.; DANIELS, R. E.; OSBORNE, J. L.; ROY, D. B.; PERRY, J. N. On the rational and interpretation of the Farm Scale Evaluations of genetically modified herbicide-tolerant crops. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, v. 348, p. 1779-1799, 2003.

STANLEY-HORN, D. E.; DIVELY, G. P.; HELLMICH, R. L.; MATTILA, H. R.; SEARS, M. K.; ROSE, R.; JESSE, L. C.; LOSEY, J. E.; OBRYCKI, J. J.; LEWIS, L. Assessing the impact of Cry1Ab-expressing corn pollen on monarch butterfly larvae in field studies. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, v. 98, p. 11931-11936, 2001.

STEWART, C. N.; HALFHILL, M. D.; WARWICK, S. I. Transgene introgression from genetically modified crops to their wild relatives. *Nature Rev. Genetics*, v. 4, p. 806-817, 2003.

STOTZKY, G., Persistence and biological activity in soil of the insecticidal proteins from *Bacillus thuringiensis*, especially from transgenic plant. *Plant and Soil*, v. 266, p. 77-89, 2004.

STRANDBERG, B.; BRUUS PEDERSEN, M.; ELMEGAARD, N. Weed and arthropod populations in conventional and genetically modified herbicide tolerant fodder beet fields. *Agri., Ecosystems & Environm.*, v. 105, p. 243-253, 2005.

SYVANEN, M.; KADO, C. I. (Ed.). *Horizontal gene transfer*. 2. ed. San Diego: Academic Press, 2002.

TAKAHASHI H. et al. A case of transient diabetes insipidus associated with poisoning by a herbicide containing glufosinate. *J. Toxicol. Clin. Toxicol.*, v. 38, p. 153-156, 2000.

TANG, J. D.; COLLINS, H. L.; ROUSH, R. T.; METZ, T. D.; EARLE, E.; SHELTON, A. M. Survival, weight gain, and oviposition of resistant and susceptible *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) on broccoli expressing Cry1Ac toxin of *Bacillus thuringiensis*. *J. Econ. Entomol.*, v. 92, p. 47-55, 1999.

TEPPER, D.; GARCIA-GONZALES, R.; MANSOURI, H.; SERUGA, M.; MESSAGE, B.; LEACH, F.; PERICA, M. C. Homology dependent DNA transfer from plants to a soil bacterium under laboratory conditions: implications in evolution and horizontal gene transfer. *Transgenic Research*, v. 12, p. 425-437, 2003.

TORSTENSSON, L.; STARK, J. Persistence of glyphosate in forest soils. In: *Weeds and weed control*. 20th Swedish Weed Conference. Uppsala. 31 Jan.-2 Febr. 1979. Uppsala, Sweden: Swedish Univ. of Agricultural Sciences. 1979.

TORSTENSSON, N. T. L.; LUNDGREN, L. N.; STENSTRÖM, J. Influence of climate and edaphic factors on persistence of glyphosate and 2,4-D in forest soils. *Ecotoxicol. Environ. Safety*, v. 18, p. 230-239, 1989.

US. DHHS. US. Dept. Of Health and Human Service. NTP technical report on toxicity studies of glyphosate (CAS No. 1071-83-6) administered in dosed feed to F344/N rats and B6C3F1 mice. *Toxicity Report Series*, n. 16, 1992. Research Triangle Park, NC: National Toxicity Program.

U.S. EPA. Office of Pesticides and Toxic Substances. *Guidance for the reregistration of pesticide products containing glyphosate as the active ingredient*. Washington, D.C., June 1986.

US. EPA. Office of Pesticide Programs. *Special Review and Reregistration Division*. Reregistration eligibility Decision (RED): Glyphosate. Washington, D.C., Sept. 1993.

VAN DER WERF, H. M. G.; ZIMMER, C. Un indicateur d'impact environnemental de pesticides base sur un système expert à logique floue. *Le Courrier de l'Environnement*, v. 34, 1997. Disponível em: <<http://www.inra.fr/dpenv/vandec34.htm>>.

VERCESI, M. L.; KROGH, P. H.; HOLMSTRUP, M. Can *Bacillus thuringiensis* (Bt) corn residues and Bt-corn plants affect life history traits in the earthworm *Aporrectodea caliginosa*? *Applied Soil Ecology*, v. 32, p. 180-187, 2006.

VOJTECH, E.; MEISSE, M.; POPPY, G. M. Effects of Bt maize on the herbivore *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae) and the parasitoid *Cotesia marginiventris* (Hymenoptera: Braconidae). *Transgenic Res.*, v. 14, p. 133-144, 2005.

VOLKMAR, C.; FREIER, B. Spider communities in Bt maize and not genetically modified maize fields. *Journal of Plant Diseases and Protection – Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, v. 110, n. 6, p. 572-582, 2003.

DE VRIES, J.; WACKERNAGEL, W. Microbial horizontal gene transfer and the DNA release from transgenic crop plants. *Plant and Soil*, v. 266, p. 91-104, 2004.

WALSH, L. P. et al. Roundup inhibits steroidogenesis by disrupting steroidogenic acute regulatory (StAR) protein expression. *Environ. Health Perspect.*, v. 108, p. 769-776, 2000.

WANDELER, H.; BAHYLOVA, J.; NENTWIG, W. Consumption of two Bt and six non-Bt corn varieties by the woodlouse *Porcellio scaber*. *Basic Appl. Ecol.*, v. 3, p. 357-365, 2002.

WANG, Z.; ZEMETRA, R. S.; HANSEN, J.; MALLORY-SMITH, C. A. The fertility of wheat x joined goatgrass hybrid and its backcross progenies. *Weed Science*, v. 49, p. 340-345, 2001.

WANG, S.; JUST, D. R.; PINSTRUP-ANDERSEN, P. *Tarnishing silver bullets: Bt technology adoption, bounded rationality and the outbreak of secondary pest infestations in China*. Paper presented in the American Agricultural Economics Association Annual Meeting Long Beach, CA (USA), 22-26 Jul. 2006.

WATANABE, T. Apoptosis induced by glufosinate ammonium in the neuroepithelium of developing mouse embryos in culture. *Neurosc. Letters*, n. 222, p. 17-20, 1997.

WATKINSON, A. R. et al. Predictions of biodiversity response to genetically modified herbicide-tolerant crops. *Science*, v. 289, n. 1554, 2000.

WEEDSCIENCE. [Site Internet of the International Survey of Herbicide Resistant Weeds.] 2009. Disponível em: <<http://www.weedscience.org/Summary/UniqueCountry.asp?IstCountryID=5&FmCountry=Go>>.

WEISER, L. A.; STAMP, N. E. Combined effects of allelochemicals, prey availability, and supplemental plant material on growth of a generalist insect predator. *Entomol. Exp. Appl.*, v. 87, n. 2, p. 181-189, May 1998.

WESTER, R. C. et al. *In vitro* percutaneous absorption of model compounds glyphosate and malathion from cotton fabric into and through human skin. *Food and Chem. Toxicol.*, v. 34, p. 731-735, 1996.

WOESE, C. R. On the evolution of cells. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, v. 99, p. 8742-8747, 2002.

WOLF, D. E.; TAKEBAYASHI, N.; RIESEBERG, L. H. Predicting the risk of extinction through hybridization. *Conserv. Biol.*, v. 15, p. 1039-1053, 2001.

WU, K.; LI, W.; FENG, H.; GUO, Y. Seasonal abundance of the mirids, *Lygus lucorum* and *Adelphocoris sp.* (Hemiptera: Miridae) on Bt cotton in northern China. *Crop Prot.*, v. 21, p. 997-1002, 2002.

XUE, D. *A summary of research on the environmental impact of Bt cotton in China*. Published by Greenpeace, Jun. 2002. 26 p.

YOSHIMAYA, Y. et al. Chronotoxicity of glufosinate ammonium in mice. *Vet. Hum. Toxicol.*, v. 37, p. 22-23, 1995.

YOUNG, B. G. Changes in herbicide use patterns and production practices resulting from glyphosate-resistant crops. *Weed Tech.*, v. 20, n. 2, p. 301-307, 2006.

- YOUSEF, M. I. et al. Toxic effects of carbofuran and glyphosate on semen characteristics in rabbits. *J. Environ. Sci. Health*, v. 30, n. 4, p. 513-534, 1995.
- YOUSEF, M. I. et al. A sensitive sperm-motility test for the assessment of cytotoxic effect of pesticides. *J. Environ. Sci. Health*, v. 31, n. 1, p. 99-115, 1996.
- ZHANG, G. F.; WAN, F. H.; LÖVEI, G. L.; LIU, W. X.; GUO, J. Y. Transmission of Bt toxin to the predator *Propylaea japonica* (Coleoptera: Coccinellidae) through its aphid prey feedings on transgenic *Bt* cotton. *Environmental Entomology*, v. 35, n. 1, p. 143-150, 2006.
- ZANGERL, A. R.; MCKENNA, D.; WRAIGHT, C. L.; CARROLL, M.; FICARELLO, P.; WARNER, R.; BERENBAUM, M. R. Effects of exposure to event 176 *Bacillus thuringiensis* corn pollen on monarch and black swallowtail caterpillars under field conditions. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, v. 98, p. 11908-11912, 2001.
- ZEMKOVÁ ROVENSKÁ, G.; ZEMEK, R.; SCHMIDT, J. E. U.; HILBECK, A. Altered host plant preference of *Tetranychus urticae* and prey preference of its predator *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) on transgenic Cry3Bb eggplants. *Biol. Contr.*, v. 33, p. 293-300, 2005.
- ZWAHLEN, C.; HILBECK, A.; GUGERLI, P.; NENTWIG, W. Degradation of the Cry1Ab protein within transgenic *Bacillus thuringiensis* corn tissue in the field. *Molecular Ecology*, v. 12, n. 3, p. 765-775, 2003a.
- ZWAHLEN, C.; HILBECK, A.; HOWALD, R.; NENTWIG, W. Effects of transgenic Bt corn litter on the earthworm *Lumbricus terrestris*. *Mol. Ecol.*, v. 12, p. 10077-1086, 2003b.

Considerações finais e encaminhamentos

Seminário sobre Proteção da Agrobiodiversidade e Direitos dos Agricultores

CARTA POLÍTICA

Nos dias 25 e 26 de agosto de 2009, representantes de 80 organizações de agricultores, movimentos sociais, ONGs e entidades de defesa dos consumidores de todo o país reuniram-se na cidade de Curitiba para debater a atual situação dos transgênicos e seus impactos sobre a biodiversidade, a saúde pública e os direitos de agricultores e consumidores.

Após dois dias de palestras, debates, trabalhos em grupo e trocas de experiências, chegamos aos seguintes entendimentos:

1 – As respostas às crises dos alimentos, do clima, da energia e financeira não serão dadas pela via do mercado, mas sim pela construção de um novo paradigma, no qual o uso racional dos recursos naturais passa a ter centralidade no futuro da civilização. Nesse sentido, compreendemos que é a agricultura familiar camponesa de base ecológica aquela que tem condições de dar respostas consistentes e sustentáveis aos dilemas civilizatórios. O modelo da agricultura industrial que faz uso de sementes transgênicas e insumos químicos somente aprofundará essas crises.

2 – Denunciamos o modelo falido da agricultura transgênica, dependente de energia fóssil, emissora de gases de efeito estufa e que não produz mais, aumenta o uso de venenos, aumenta os custos de produção e torna a agricultura nacional e os agricultores totalmente dependentes de poucas

empresas transnacionais, como Monsanto, Syngenta, Bayer, Dow e DuPont. Não aceitamos que os agricultores que não queiram plantar transgênicos devam arcar com o ônus de proteger suas lavouras da contaminação genética.

3 – Denunciamos o escândalo que é a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio, um dos principais órgãos encarregados de cuidar da biossegurança da população, cujos resultados têm sido a aprovação irresponsável e açodada de invenções das transnacionais de biotecnologia. Por razões inexplicáveis, vários ministérios vêm retardando a indicação de seus representantes e a adoção dos procedimentos legais necessários para que a sociedade civil indique os seus representantes para a CTNBio. Na ausência dessas pessoas, decisões importantes vêm sendo tomadas pela Comissão sem que as diferentes dimensões dos riscos associados aos organismos transgênicos sejam criteriosamente analisadas. Além disso, destacamos o caráter anticientífico da CTNBio, já que suas decisões são tomadas por maioria simples e com base no voto, em uma clara desconsideração ao princípio da precaução que deve fundamentar as análises de riscos ambientais e à saúde pública.

4 – Denunciamos o atual governo federal pelo fato de o Conselho Nacional de Biossegurança – CNBS estar se eximindo de sua responsabilidade legal e moral de dar respostas à sociedade acerca do problema da contaminação genética e seus impactos sociais e econômicos.

Denunciamos em particular o Ministério da Agricultura por não fiscalizar as lavouras transgênicas e por não adotar as medidas necessárias para a segregação da cadeia produtiva de grãos no país.

Rechaçamos os programas e órgãos públicos que vêm usando a estrutura do Estado para promover o uso do milho transgênico.

Em face desse contexto, reivindicamos:

1 – A suspensão imediata do cultivo e da comercialização do milho transgênico e que a CTNBio se abstenha de aprovar qualquer outra variedade de milho geneticamente modificado.

2 – Que o Ministério do Meio Ambiente crie áreas livres de transgênicos e reservas da agrobiodiversidade.

3 – Que o Ministério do Meio Ambiente fiscalize o plantio de transgênicos no entorno das Unidades de Conservação e apoie a formulação de planos de manejo que proíbam o plantio de milhos transgênicos em suas zonas de amortecimento.

4 – A adoção de medidas pelos órgãos competentes federais (MAPA, ANVISA e Ministério da Justiça), estaduais e municipais que garantam a plena rotulagem com base no Código de Defesa do Consumidor e na rastreabilidade de toda a cadeia produtiva.

5 – Que todas as vagas da CTNBio sejam imediatamente preenchidas por procedimentos legítimos por parte dos Ministérios do Meio Ambiente, do Desenvolvimento Agrário, da Justiça e do Trabalho.

6 – Que o Ministério da Saúde e o Ministério do Meio Ambiente financiem estudos independentes de médio e longo prazo sobre os efeitos dos organismos transgênicos à saúde humana e ao meio ambiente, inclusive considerando o uso associado de agrotóxicos.

7 – Que seja efetivado e ampliado o Programa Nacional de Agrobiodiversidade do Ministério do Meio Ambiente, iniciativa integrante do Plano Plurianual e que prevê ações articuladas de diferentes ministérios em parceria com a sociedade civil.

8 – Que os convênios do Ministério do Desenvolvimento Agrário com a EMBRAPA sejam destinados exclusivamente para a pesquisa voltada para a agricultura familiar agroecológica.

9 – Que o Ministério do Desenvolvimento Agrário retome o grupo de trabalho sobre agrobiodiversidade.

10 – Que a ANVISA passe a monitorar os resíduos do ácido AMPA (principal metabólito do herbicida Roundup) associados aos de glifosato nos grãos de soja transgênica.

11 – Que o Estado do Paraná dê prosseguimento ao programa de monitoramento da contaminação do milho e ao mesmo tempo promova ações de apoio às organizações de agricultores na conservação e uso da agrobiodiversidade.

12 – O financiamento público para a promoção da transição agroecológica da agricultura brasileira; e

13 – Que a EMBRAPA e demais instituições públicas de pesquisa agropecuária garantam a oferta de sementes convencionais e promovam o uso de sementes crioulas e de variedades de polinização aberta.

Por fim, a plenária final do Seminário adotou o dia 21 de outubro como dia de celebração da luta pela vida e contra os transgênicos, em memória do companheiro Keno, assassinado por seguranças de empresa contratada pela Syngenta Seeds em 2007, em Santa Tereza do Oeste (PR).

POR UM BRASIL ECOLÓGICO LIVRE DE TRANSGÊNICOS E DE AGROTÓXICOS!

Curitiba, 26 de agosto de 2009.

AACC-RN – Associação de Apoio às Comunidades do Campo

AAFEMED – Associação dos Agricultores Familiares e Ecológicos de Medianeira

AAO – Associação de Agricultura Orgânica

ABCCON – Associação Brasileira da Cidadania e do Consumidor do Mato Grosso do Sul

ABD – Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica

ABEEF – Associação Brasileira de Estudantes de Engenharia Florestal

ADITAL – Notícias da América Latina e Caribe

ADOCON – Associação de Donas de Casa e Consumidores de Tubarão-SC

ANA – Articulação Nacional da Agroecologia

ANPA – Associação Nacional dos Pequenos Agricultores

AOPA – Associação para o Desenvolvimento da Agroecologia

ARCAPA – Associação Catarinense de Pequenos Agricultores

AS-PTA Agricultura Familiar e Agroecologia

ASA – Articulação do Semiárido Brasileiro

ASSESOAR

BIOLABORE

CAA – NM – Centro de Agricultura Alternativa do Norte de Minas

Cáritas-CE

Centro Nordestino de Plantas Medicinais

Centro Vianei de Educação Popular

CONSEA – PE Conselho Nacional de Segurança Alimentar

CONTAG – Confederação dos Trabalhadores na Agricultura Familiar

COPPABASC – Cooperativa de Pequenos Produtores Agricultores dos Bancos Comunitários de Sementes

CPT – PB – Comissão Pastoral da Terra

CRESOL VERÊ – Cooperativa de Crédito Solidário

CTA – MT – Centro de Tecnologias Alternativas

Diaconia-PE

ESPLAR – Centro de Pesquisa e Assessoria

FEAB – Federação dos Estudantes de Agronomia do Brasil

FETRAF-SUL/CUT – Federação dos Trabalhadores na Agricultura Familiar da Região Sul

FNEDC – Fórum Nacional das Entidades Cíveis de Defesa do Consumidor

Fundação Heinrich Böll

GIAS – Grupo de Intercâmbio de Agricultura Sustentável do Mato Grosso

Greenpeace Brasil

ÍCONES – Instituto para o Consumo Educativo Sustentável – Pará

IDEC – Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor

INGÁ Estudos Ambientais-RS

Instituto Giramundo Mutuando – Botucatu-SP

MMC – Movimento de Mulheres Camponesas

MPA – Movimento dos Pequenos Agricultores

MST – Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra

Pulsar Brasil – Agência Informativa de Rádios Comunitárias

Rede de Sementes do Semiárido

Rede Ecovida de Agroecologia

REDES – Amigos de la Tierra – Uruguai

Sindicato da Agricultura Familiar de Anchieta-SC

Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Palmeira-PR

Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Porteirinha-MG

Sindicato dos Trabalhadores Rurais de São Mateus do Sul-PR

Terra de Direitos

UNAIC – União das Associações Comunitárias do Interior de Canguçu-RS

Via Campesina Brasil

Lista dos Participantes

Nome	Entidade	Local	E-mail
Adriana Almeida	Movimento das Mulheres Camponesas (MMC) / Via Campesina	Ibiçá-RS	bruxa_nega@hotmail.com
Adriano Rieseberg	Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (Seab) / Departamento de Fiscalização e Defesa Agropecuária (Defis)	Curitiba-PR	ariesemberg@seab.pr.gov.br
Alessandro Nunes	Cáritas Brasileira – Articulação do Semiárido Brasileiro (ASA)	Fortaleza-CE	caritasceara.pcsa@caritas.org.br alessandroaln@gmail.com
Aline Cardoso	Associação Brasileira de Estudantes de Engenharia Florestal (Abeef)	Belém-PA	alinecardoso@yahoo.com.br
Alvir-Cetap	Rede Ecovida	Passo Fundo-RS	contato@cetap.org.br
Alzira Aparecida Catenacci	Associação para o Desenvolvimento da Agroecologia (Aopa)	Curitiba-PR	aopa2@terra.com.br
Ana Rogeria	Agência de Notícias Adital	Fortaleza-CE	rogeria@adital.com.br
Anderson Munarini	Movimento dos Pequenos Agricultores (MPA-SC)	São Miguel do Oeste-SC	andermpa@gmail.com
André Ferreira dos Santos	União das Associações Comunitárias do Interior de Canguçu (Unaic)	Canguçu-RS	andreunaic@hotmail.com
Andre Emilio Jantara	Agricultura Familiar e Agroecologia (AS-PTA)	União da Vitória-PR	andre@aspta.org.br
Andréa Salazar	Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (Idec) / Fórum Nacional das Entidades Cíveis de Defesa do Consumidor (FNEDC)	São Paulo-SP	alsalazar@terra.com.br
Andreas Attila	Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFCLH) / Universidade de São Paulo (USP)	São Paulo-SP	awmiklos@terra.com.br
Aristeu Elias Ribeiro	Confederação Nacional dos Trabalhadores na Agricultura (Contag)	Curitiba-PR	assessor-regiao10@fetaep.org.br
Benedito Padilha Pedro	Sindicato dos Trabalhadores Rurais	São Mateus do Sul-PR	strsms@brturbo.com.br

Nome	Entidade	Local	E-mail
Cicera Gomes de Andrade	Comissão Pastoral da Terra (CPT)	Cajazeiras-PB	cecilly_ga@yahoo.com.br
Darci Frigo	Terra de Direitos	Curitiba-PR	frigo@terradedireitos.org.br
Denis Monteiro	Articulação Nacional de Agroecologia (ANA)	Rio de Janeiro-RJ	secretaria.ana@agroecologia.org.br
Edel Schneider	Movimento das Mulheres Camponesas (MMC) / Via Campesina	Palmito-SC	secretaria@mmcbrasil.com.br
Fabia Tonini	Associação de Estudos, Orientação e Assistência Rural (Assesoar)	Francisco Beltrão-PR	fabia@assesoar.org.br
Fabiana Barros	Centro Técnico Avançado (CTA) / Articulação Nacional de Agroecologia (ANA)	Pontes Lacerda-MT	fabiana.cta@hotmail.com
Fabiano Baldo	Movimento dos Pequenos Agricultores (MPA-SC)	SC	fabi_mpa@hotmail.com
Fabio Jr. Pereira da Silva	Agricultura Familiar e Agroecologia (AS-PTA)	União da Vitória-PR	fabio@aspta.org.br
Fernanda Ribeiro da Silva	Articulação Nacional de Agroecologia (ANA)	Botucatu-SP	Fernanda@mutuando.org.br
Frei Sérgio Gorgen	Via Campesina	Porto Alegre-RS	institutopadrefosimo@hotmail.com
Gabriel B. Fernandes	Agricultura Familiar e Agroecologia (AS-PTA)	Rio de Janeiro-RJ	gabriel@aspta.org.br
Gilles Ferment	Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural (Nead) / Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA)	Brasília-DF	gilles.ferment@consultor.mda.gov.br
Henry de Novion	Departamento de Conservação da Biodiversidade (DCBio) / Ministério do Meio Ambiente (MMA)	Brasília-DF	henry.novion@mma.gov.br
Ismael Pedro Bortoluzi	Associação das Donas de Casa, dos Consumidores e da Cidadania (Adocon)	Tubarão-SC	adocontb@matrix.com.br
Jairo Correia de Almeida	Confederação Nacional dos Trabalhadores na Agricultura (Contag)	Curitiba-PR	assessor-regiao10@fetaep.org.br
Jean Marc von der Weid	Agricultura Familiar e Agroecologia (AS-PTA)	Rio de Janeiro-RJ	jean@aspta.org.br
Joaquim Pinheiro de Araújo	Rede Parda (Programa de Assessoria Rural para o Desenvolvimento e a Autonomia do Local)	Natal-RN	joaquim_rn@uol.com.br

Nome	Entidade	Local	E-mail
João Canuto	Embrapa Meio Ambiente	Campinas-SP	canuto@cnpma.embrapa.br
José Marcos	Sindicato dos Trabalhadores Rurais	Porteirinha-MG	marcosstrporteirinha@gmail.com
José Maria Ferraz	Embrapa Meio Ambiente	Campinas-SP	ferraz@cnpma.embrapa.br
Joseilton Evangelista	Conselho de Segurança Alimentar e Nutricional de Pernambuco	Recife-PE	joseilton@diaconia.org.br
Julian Perez	Centro de Extensão, Treinamento e Aperfeiçoamento Profissional (Cetap)	Curitiba-PR	jperez@agroecologia.org.br
Juliana Lemes Avanci	Terra de Direitos	Curitiba-PR	juliana@terradedireitos.org.br
Larissa Packer	Terra de Direitos	Curitiba-PR	larissa@terradedireitos.org.br
Laura Schuhli	Terra de Direitos	Curitiba-PR	comunicacao@terradedireitos.org.br
Leonardo Melgarejo	Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA)	Porto Alegre-RS	lemalima@gmail.com
Lídio Coradin	Secretaria da Biodiversidade e Florestas (SBF) / Ministério do Meio Ambiente (MMA)	Brasília-DF	lidio.coradin@mma.gov.br
Lionel Pereira dos Santos	Cooperativa de Crédito, Cresol	Verê-PR	vere@cresol.com.br
Lívia Duarte	Agência Pulsar Brasil	Rio de Janeiro-RJ	liviadmduarte@gmail.com
Lucas Miguel Simon	Centro de Apoio ao Pequeno Agricultor (Capa)	Verê-PR	fusca_20@hotmail.com
Luis Cláudio Bona	Agricultura Familiar e Agroecologia (AS-PTA)	União da Vitória-PR	bona@aspta.org.br
Luiz Armando Erthal	Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) / Ministério da Saúde (MS)	Brasília-DF	luiz.erthal@anvisa.gov.br
Luiza Chomenko	Museu de Ciências Naturais (MCN) / Fundação Zoobotânica do RS (FZB)	Porto Alegre-RS	chomenko@fzb.rs.gov.br
Maciano Toledo	Movimento dos Pequenos Agricultores (MPA) / Via Campesina	Porto Alegre-RS	marcianotol@gmail.com
Marcelo Silva	Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (Seab) / Departamento de Fiscalização e Defesa Agropecuária (Defis)	Curitiba-PR	marcelosilva@seab.pr.gov.br
Marcos Cesar Pandolfo	Associação de Pequenos Agricultores Agroecológicos de Tenente Portela (Apagro)	Tenente Portela-RS	mcpandolfo@hotmail.com

Nome	Entidade	Local	E-mail
Mardonio Alves	Cooperativa de Pequenos Produtores Agric. dos Bancos Comunitários de Sementes (Coppabacs)	Delmiro Gouveia-AL	mardoniograc@hotmail.com
Maria da Conceição de Santana	Centro Nordestino de Medicina Popular	Olinda-PE	solopaiva@yahoo.com.br
Maria Rita Barcelos Girdelli	Associação Brasileira da Cidadania e do Consumidor de Mato Grosso do Sul (ABCCON/MS)	Campo Grande-MS	mariaritabarcelos@bol.com.br
Mariana Sena	Instituto para o Consumo Educativo Sustentável (Icones)	Belém-PA	marianasena@gmail.com
Marijane Lisboa	Associação de Agricultura Orgânica (AAO)	São Paulo-SP	marijane.lisboa@terra.com.br
Mauricio Santos da Luz	Unioeste	Cascavel-PR	mauriciosantosdaluz@yahoo.com.br
Nilton César de Oliveira	Sindicato dos Trabalhadores Rurais	Porteirinha-MG	strporteirinha@gmail.com
Nilton Fábio Lopes	Centro de Agricultura Alternativa do Norte de Minas (CAA-NM) / Articulação Nacional de Agroecologia (ANA)	Montes Claros-MG	fabio@caa.org.br
Olmir Sgarbossa	Via Campesina	Ibiraíaras-RS	sementesmpa@yahoo.com.br
Pablo Galeano	Redes – Amigos de la Tierra - Uruguai	Montevideu-Uruguai	pablogaleano71@hotmail.com
Paulo Brack	Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) / Instituto Gaúcho de Estudos Ambientais (InGá)	Porto Alegre-RS	pbrack@adufrgs.ufrgs.br
Paulo Coan Bussolo	Biolabore / Associação dos Agricultores Familiares e Ecológicos de Medianeira (Aafemed)	Medianeira-PR	paulobussolo@yahoo.com.br
Paulo de Macedo	Confederação Nacional dos Trabalhadores na Agricultura (Contag) / Federação dos Trabalhadores da Agricultura no Estado do Paraná (Fetaep)	Curitiba-PR	assessor-regiao10@fetaep.org.br
Paulo Kageyama	Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq) / Universidade de São Paulo (USP)	Piracicaba-SP	kageyama@esalq.usp.br
Paulo Segundo e Silva	Associação de Apoio às Comunidades do Campo do RN (AACC)	Natal-RN	paulo@aaccrn.org.br

Nome	Entidade	Local	E-mail
Pedro Ivan Christoffoli	Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem-Terra (MST)	Laranjeiras do Sul-PR	pedroivanc@gmail.com
Rafael Cruz	Greenpeace	São Paulo-SP	rafael.cruz@greenpeace.org
Rodrigo Machado Moreira	Instituto Giramundo	Botucatu-SP	rodrigo@mutuando.org.br
Rosangela Carvalho	Associação de Agricultura Biodinâmica (ABD)	Botucatu-SP	rosangela@biodinamica.org.br
Sabrina Petry	Fundação Heinrich Böll	Rio de Janeiro-RJ	sabrinapetry@boell.org.br
Sara Regine Gerasol	Terra de Direitos	Curitiba-PR	sara@terradedireitos.org.br
Selênio Sartori	Centro Vianeí Educação Popular	Lages-SC	vianeí10@brturbo.com.br
Sérgio Maciel Pinheiro	Esplar – Centro de Pesquisa e Assessoria	Fortaleza-CE	sergiopinheiro@esplar.org.br
Sidinei Ledio Apolinario	Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem-Terra (MST)	Maringá-PR	josiney83@hotmail.com
Silvana Rubano	Instituto Nacional do Câncer (Inca) / Ministério da Saúde (MS)	Rio de Janeiro-RJ	srubano@inca.gov.br
Tairí Zambenedetti	Movimento dos Pequenos Agricultores (MPA)	Anchieta-SC	tairifelipe@hotmail.com
Thomas Fatheuer	Fundação Heinrich Böll	Rio de Janeiro-RJ	thomas.fatheuer@boell.org.br
Valdecir Cella	Movimento dos Pequenos Agricultores (MPA)		tchicella@hotmail.com
Vilmar Sergiti	Sindicato dos Trabalhadores Rurais / Federação dos Trabalhadores na Agricultura Familiar na Região Sul (Fetraf Sul)	Palmeira-PR	sergiki.vilmar@gmail.com
Zenilda Megiatlo	Associação de Reflexão e Ação Social (Aras)	Maringá-PR	arasmaringa@gmail.com

Fontes de informação

Anvisa

<www.anvisa.gov.br>

AS-PTA

<www.aspta.org.br>

Para receber semanalmente o boletim eletrônico

Brasil Ecológico Livre de Transgênicos e

Agrotóxicos, envie um *e-mail* para:

<boletim@aspta.org.br>

CTNBio

<www.ctnbio.gov.br>

Greenpeace Brasil

<<http://www.greenpeace.org/brasil/>>

IdEC

<www.idec.org.br>

MAPA

<www.agricultura.gov.br>

MMA

<www.mma.gov.br>

NEAD

<www.nead.gov.br>

<<http://comunidades.mda.gov.br>>, acessar a
Comunidade “Rede Biossegurança”

Terra de Direitos

<www.terradedireitos.org.br>

Sobre os Organizadores

GABRIEL BIANCONI FERNANDES é engenheiro agrônomo formado pela ESALQ/USP e, desde 2000, assessor técnico da AS-PTA Agricultura Familiar e Agroecologia, organização não governamental voltada para a promoção do desenvolvimento sustentável da agricultura brasileira. Tem especialização em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável pelo Centro Agronômico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE e em fundamentos holísticos para avaliação e regulamentação de organismos geneticamente modificados pelo Instituto Norueguês para Ecologia do Gene – GENOK/ Universidade de Tromsø.

JULIANA LEMES AVANCI é formada em Direito pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP-Franca, 2007). Atua como Assessora Jurídica da Terra de Direitos, organização de direitos humanos.

GILLES FERMENT é mestre em Ecologia e Gestão Ambiental, com graduação e pós-graduação em Biologia dos organismos animais e vegetais. Formado na Universidade Denis-Diderot (Paris VII), atua há cerca de três anos como pesquisador em biossegurança sobre os riscos das plantas transgênicas para o meio ambiente e para a saúde humana e animal, no Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural (NEAD/MDA).

No Brasil, entre 2008 e 2009, 16 tipos de sementes transgênicas foram liberados, o consumo de agrotóxicos passou a ser o mais elevado do mundo e a concentração fundiária aumentou. Esses dados revelam alguns dos impactos decorrentes do avanço do modelo do agronegócio, mas não permitem que se evidenciem os processos de resistência organizados pela sociedade civil. E foi justamente no contexto dessa dinâmica continuada de resistência e construção de alternativas que AS-PTA e Terra de Direitos organizaram o Seminário sobre Proteção da Agrobiodiversidade e Direito dos Agricultores, cujo conteúdo e propostas estão apresentados neste livro.

A realização do evento contou com o apoio do Ministério do Meio Ambiente, do Governo do Paraná, da Fundação Heinrich Böll e do Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural do Ministério do Desenvolvimento Agrário.



Ministério do
Desenvolvimento Agrário

