

Gilles Ferment
Magda Zanoni

Plantas geneticamente modificadas

Riscos e Incertezas

Gilles Ferment
Magda Zanoni

**Plantas
geneticamente
modificadas**

Riscos e Incertezas

LUIZ INÁCIO LULA DA SILVA

Presidente da República

NEAD ESTUDOS 14

Copyright 2007 by MDA

GUILHERME CASSEL

Ministro de Estado do Desenvolvimento
Agrário

PROJETO GRÁFICO, CAPA E
DIAGRAMAÇÃO

Leandro Celes

MARCELO CARDONA ROCHA

Secretário-Executivo do Ministério do
Desenvolvimento Agrário

REVISÃO E PREPARAÇÃO DE
ORIGINAIS

Denyse Oliveira e Andréa Aymar

ROLF HACKBART

Presidente do Instituto Nacional de
Colonização e Reforma Agrária

MINISTÉRIO DO

DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO
(MDA)

www.mda.gov.br

ADONIRAM SANCHES PERACI

Secretário de Agricultura Familiar

NÚCLEO DE ESTUDOS AGRÁRIOS
E DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO
RURAL (NEAD)

ADHEMAR LOPES DE ALMEIDA

Secretário de Reordenamento Agrário

SCN, Quadra 1, Bloco C, Ed. Trade

Center, 5º andar, sala 501 – Cep: 70.711-

902 Brasília/DF

Telefone: (61) 3328-8661

www.nead.org.br

CARLOS MÁRIO GUEDES DE

GUEDES

Coordenador-Geral do Núcleo de
Estudos Agrários e Desenvolvimento
Rural

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

ADRIANA L. LOPES

Coordenadora-Executiva do Núcleo de
Estudos Agrários e Desenvolvimento
Rural

F359p

Ferment, Gilles.

Plantas geneticamente modificadas: riscos e incertezas / Gilles
Ferment, Magda Zanoni. -- Brasília : MDA, 2007.
68 p. ; 15 x 30 cm. -- (NEAD Estudos ; 14).

1. Biosegurança 2. Melhoramento genético vegetal I. Zanoni, Magda.
II. Título. III. Série.

CDD 581.15

A PRESENTAÇÃO

Nos últimos anos, o Ministério do Desenvolvimento Agrário - MDA tem orientado sua atuação para a construção e implementação de um conjunto de políticas públicas capaz de impulsionar um novo padrão de desenvolvimento do meio rural. O desafio maior é incorporar, de fato, na sua concepção e na sua implementação um conjunto de dimensões que aos poucos, com idas e vindas, vão se inscrevendo na agenda contemporânea.

Uma escolha de futuro mais democrática e mais justa demanda implicar, portanto, pensar o desenvolvimento no início deste século com a incorporação das dimensões da sustentabilidade ambiental, da promoção da igualdade de gênero, da valorização das comunidades tradicionais, da abordagem territorial, da democratização da terra, do poder e da renda.

A biossegurança é um dos temas que compõem a nova pauta de recriação das políticas públicas e das estratégias de desenvolvimento. Em 2005 estabeleceu-se um novo marco regulatório e institucional orientado por um novo conjunto de diretrizes que buscam compatibilizar o estímulo ao avanço científico na área de biossegurança e biotecnologia, com a proteção à vida e a saúde humana, animal e vegetal e a observância do princípio da precaução para a proteção do meio ambiente.

Inaugurou-se um novo período em que estamos desafiados a integrar diversas áreas de conhecimento na consolidação destas novas normas de biossegurança. A publicação “Plantas Geneticamente Modificadas – riscos e incertezas”, que o MDA, por meio do Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural - NEAD, ora apresenta como parte da Série NEAD Estudos, propõe-se a contribuir com este esforço de pensar as inovações tecnológicas nas suas relações com os sistemas agrícolas, valorizando os aspectos agrônômicos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, situando-as em um enfoque de desenvolvimento sustentável.

Trata-se de uma contribuição de caráter bibliográfico sobre trabalhos internacionais que podem auxiliar pesquisadores, professores, estudantes, movimentos sociais e organizações não-governamentais a desvendar as interrogações que hoje persistem, sobre as incertezas e riscos potenciais e reais oriundos da difusão de organismos geneticamente modificados.

Esperamos que a apropriação crítica deste rico conjunto de referências internacionais possa estimular a participação social no debate sobre um tema tão importante.

Boa leitura!

Adriana L. Lopes
Coordenadora-Executiva do Nead

Magda Zanoni
Pesquisadora do Nead

Sumário

Introdução	6
Plantas Geneticamente Modificadas (PGM) e a falta de controle: ameaça potencial para a agrobiodiversidade, a biodiversidade, a saúde, a liberdade de escolha do consumidor	11
1. Domínio insuficiente dos processos metabólicos e biomoleculares.....	12
1.1. Instabilidade do transgene inserido e do genoma da Planta Geneticamente Modificada (PGM).....	12
1.2. Diversas incertezas relacionadas à complexidade da matéria viva e polêmicas no seio da comunidade científica.....	16
2. Uma disseminação não controlável: o resultado de medidas regulamentares pouco eficientes.....	17
2.1. Contaminação genética.....	17
2.2. Mistura de sementes geneticamente modificadas e convencionais e ausência de separação das cadeias OGM e não-OGM.....	18
2.3. Instituições negligentes.....	21
3. Falência das técnicas.....	22
Plantas Geneticamente Modificadas (PGM) e os riscos à saúde	23
1. Uma avaliação dos riscos insuficiente e mal-adaptada.....	24
2. Riscos gerais.....	29
3. Plantas pesticidas e toxicidade alimentar.....	31
3.1. O caso dos herbicidas: o glifosato e o gufosinato de amônia.....	31
3.2. O caso dos inseticidas: as proteínas <i>Bt</i>	35
4. Riscos alergênicos.....	36
5. O devir do transgene.....	36

Plantas Geneticamente Modificadas (PGM) e os riscos ambientais	39
1. Riscos Ambientais	40
2.1. Uniformização das sementes disponíveis	40
2.2. Contaminação genética (transferência de gene horizontal e vertical)	41
3. Ameaças à biodiversidade	43
3.1. Intensificação das culturas e generalização das Plantas Geneticamente Modificadas (PGM) resistentes a um herbicida de largo espectro	43
3.2. Especificidade dos riscos devidos ao glifosato e ao glufosinato de amônia	44
3.3. Perturbações dos ecossistemas (rupturas de equilíbrios e transferência de genes)	46
3.4. Toxicidade direta ou indireta (cadeia alimentar das proteínas inseticidas)	48
4. Alteração da qualidade do solo	52
Plantas Geneticamente Modificadas (PGM): Resultados contestados	55
1. Surgimento de resistências	56
1.1. O caso dos insetos	56
1.2. O caso das plantas adventícias	60
2. Rendimentos medíocres e excessivo consumo de pesticidas	61

Introdução

Plantas Geneticamente Modificadas: Riscos e Incertezas

As Plantas Geneticamente Modificadas (PGM) são apresentadas à sociedade pelas vantagens ecológicas, agronômicas e econômicas para a produção agrícola: aumento de produtividade, controle de ervas adventícias (também chamadas invasoras) e, conseqüentemente, redução de custos de produção de pesticidas, por meio da introdução, no genoma da planta, de genes que lhe atribuem a função de destruição de insetos-pragas e de resistência aos herbicidas sistêmicos. Porém, distintas opiniões, percepções e receptividades ao processo denominado de transgenia sustentam um debate científico e social que já se prolonga há aproximadamente uma década. Os embates ocorrem em diferentes níveis. Entre setores da sociedade representados por grandes agricultores adeptos da transgenia por suas virtudes econômicas e agronômicas e pequenos agricultores familiares, críticos aos transgênicos por temer as contaminações, a perda de autonomia na produção das sementes e o conseqüente aumento dos custos de produção; consumidores que argumentam sobre o perigo do desaparecimento da liberdade na escolha dos alimentos; setores da população que temem os riscos à saúde e ao meio ambiente que os OGM podem acarretar. Ainda há a considerar as apreciações divergentes entre pesquisadores. De um lado, aqueles que defendem uma visão global e sistêmica, crítica à representação positivista da ciência (a ciência conduzindo necessariamente ao progresso e ao desenvolvimento da sociedade). Inclui-se também aqui cientistas das áreas da biologia molecular, da genética, da bioquímica, que recusam a visão mecanicista e reducionista do mundo dos seres vivos, situando-se no campo da ciência integrativa. De outro lado, estão aqueles que, além de se situarem no campo do positivismo, adotam uma visão reducionista da ciência que atribui a uma causa um só efeito (um gene, uma proteína, uma função), abstraindo a complexidade das interações que se processam na matéria viva, quer sejam em escala molecular ou ecossistêmica.

Esta edição é o resultado de um trabalho de pesquisa bibliográfica elaborada a partir de revistas científicas referentes ao estudo e à avaliação de Plantas Geneticamente Modificadas (PGM). Diante da tolerância excessiva de certas políticas decisórias sobre a disseminação voluntária das PGM no meio ambiente e, com o intuito de complementar o enfoque científico demasiadamente especializado em nível molecular, esta bibliografia seleciona uma amostragem de riscos e de incertezas científicas características do desenvolvimento de PGM.

Transferências de genes a plantas selvagens, riscos à saúde ocasionados por consumo de alimentos transgênicos, impactos dos cultivos de Plantas Geneticamente Modificadas sobre a biodiversidade, contaminações

genéticas de lotes de sementes convencionais e crioulas, e muitos outros riscos associados às plantas transgênicas são expostos em publicações científicas referenciadas, cuja maioria está disponibilizada no CD anexo. Assim, ao lado do nome do autor e do título, a sigla **CD**, se presente, indicará a inclusão do estudo completo no *compact disc* anexo ao livro.

As incertezas e os riscos são aqui classificados segundo as temáticas seguintes, retomadas igualmente no CD:

Plantas Geneticamente Modificadas (PGM) e ausência de controle

Longe de ser exaustiva, esta lista de referências permite evidenciar a dificuldade da comunidade científica em apreender as reações complexas dos seres vivos quando se intervém em sua estrutura e organização, isto é, em sua própria natureza: o DNA. Poderemos perceber que o dogma sobre o qual foram desenvolvidos os Organismos Geneticamente Modificados (OGM), isto é, um gene codifica uma proteína a qual realiza uma só função é, já há alguns anos, totalmente questionável.

Pode-se amplamente identificar os principais riscos dos cultivos de Plantas Geneticamente Modificadas sobre a saúde e o meio ambiente, diretamente ligados à instabilidade dos genomas dos seres vivos e à imensa complexidade das vias metabólicas dos vegetais.

Plantas Geneticamente Modificadas (PGM) e riscos à saúde

Acrescenta-se a essas incertezas científicas, não desprezíveis, uma fraca avaliação toxicológica alergênica das proteínas secretadas pelas Plantas Geneticamente Modificadas. Sendo os estudos de impacto das PGM realizados pelas sociedades de sementes transgênicas, numerosos laboratórios independentes preferiram completar estes estudos trazendo novos resultados por vezes preocupantes. Sabendo-se que 99% das PGM destinadas ao mercado produzem ou acumulam pesticidas, pergunta-se então por que essas plantas não são catalogadas como pesticidas.

Plantas Geneticamente Modificadas (PGM) e riscos ambientais

Além dos riscos acima enunciados, os riscos diretos referentes ao desenvolvimento das PGM, as práticas agrícolas intrínsecas às culturas PGM apresentam numerosos impactos potenciais e reais sobre a fauna e sobre a flora dos ecossistemas. Numerosos estudos advertem contra a generalização de herbicidas a largo espectro, obrigatoriamente associados às culturas resistentes aos herbicidas. As possibilidades de contaminação de nossa agrobiodiversidade pelas PGM estão igualmente referenciadas.

Complementarmente a todos esses riscos, numerosos estudos colocam dúvidas sobre certos argumentos em favor do cultivo de certas Plantas Geneticamente Modificadas.

Plantas Geneticamente Modificadas (PGM): a contestação dos resultados

Este último capítulo apresenta estudos sobre a quantidade de pesticidas utilizados nas culturas de PGM assim como sobre sua rentabilidade econômica em termos de produtividade. Perceberemos claramente que o problema do aparecimento de resistências não é negligenciável e insignificante, e que um manejo particular das culturas transgênicas, apesar de sua implantação já efetuada, ainda não foi definido.

Assim, este trabalho foi concebido para dar apoio técnico à Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) e demais pesquisadores da área. Sua elaboração teve como objetivo identificar, da melhor forma possível, os principais riscos a serem levados em consideração nas decisões sobre as liberações planejadas e as liberações comerciais das principais culturas presentes na pauta da Comissão (soja, milho, algodão e arroz, principalmente).

Em síntese, este documento é um chamado à pesquisa fundamental e finalizada, com vistas à condução de uma reflexão científica aprofundada sobre a avaliação objetiva dos riscos referentes às culturas de Plantas Geneticamente Modificadas. Desse modo, trata-se de uma contribuição fundamentada em argumentos científicos, cuja significação desempenha um papel decisivo na aplicação do Princípio de Precaução, presente na Lei de Biossegurança.

Além desse debate complexo que ocorre entre cientistas, apresentado em parte nesta publicação, a questão dos Organismos Geneticamente Modificados não deve se restringir exclusivamente ao debate científico. Trata-se igualmente de uma escolha da sociedade e de políticas agrícolas.

Na verdade, as biotecnologias, apreendidas como processos de transformação da matéria viva originadas pela produção do conhecimento de uma sociedade, em um dado momento de sua história e de sua cultura, situam-se, de um ponto de vista teórico-conceitual no espaço de interface entre a sociedade e a natureza. Desse modo, não podem ser apreciadas apenas pelos biólogos moleculares ou geneticistas. Exigem a contribuição de vários especialistas, sociólogos, antropólogos, politólogos, juristas, médicos, sanitaristas, nutricionistas, reequilibrando o poder ou a supremacia das Ciências Biológicas. Habitualmente, esses cientistas sociais são chamados a intervir tardiamente, quando os acidentes ocorrem e atingem numerosas populações. É, portanto, prejudicial à compreensão, mesmo limitada da realidade, dispor em departamentos estanques áreas das Ciências da Sociedade e das Ciências da Natureza, uma vez que procedimentos de análise hierarquizados, compartimentados, não permitem uma leitura da complexidade que representa a inovação tecnológica. Dessa forma, seria desejável que as comissões de especialistas adotassem um enfoque multidisciplinar ou, no melhor dos casos, interdisciplinar, baseado no diálogo entre diferentes especialistas, constituindo-se este em fundamento dos procedimentos de avaliação das demandas de utilização de Plantas Geneticamente Modificadas pelas empresas, com o fim de apreciar as reais condições de biossegurança.

Além disso, a existência de diferentes tendências entre os cientistas, em níveis nacional e internacional, advindas de diversas representações sociais sobre a segurança das biotecnologias, particularmente aquelas que conduzem à introdução na natureza de variedades transgênicas, não pode prescindir de uma discussão aprofundada sobre as práticas científicas. Entre essas práticas, salienta-se a confrontação de protocolos experimentais, de amostragem, de resultados estatísticos e de publicações referenciadas sobre o tema.

As controvérsias decorrentes de definições de noções e conceitos, de escolhas metodológicas que conduzem a diferentes resultados procedem de distintas representações e visões do mundo e do desenvolvimento dos homens de ciência, não podendo assim fugir à postura de natureza filosófica. São elas portanto, necessárias, benéficas e salutares à democratização da ciência.

Plantas Geneticamente Modificadas (PGM) e a falta de controle:

ameaça potencial para a agrobiodiversidade,
a biodiversidade, a saúde, a liberdade
de escolha do consumidor

1 Domínio insuficiente dos processos metabólicos e biomoleculares

1.1. Instabilidade do transgene inserido e do genoma da Planta Geneticamente Modificada (PGM)

Trabalho bibliográfico mostra que a inserção de um transgene no genoma de uma planta é raramente um ato preciso. Os cientistas observaram que, após essa inserção, realizada por transformação da planta com a ajuda do DNA transgênico, mutações do genoma são freqüentemente observadas. Essas mutações podem consistir no desaparecimento (deleição) de um segmento do DNA ou em rearranjos do DNA da planta (modificações do lugar dos genes) ou ainda em introduções de DNA supérfluo. Os pesquisadores estimam que a natureza da mutação depende da técnica de transformação empregada. Assim, utilizando a bactéria *Agrobacterium tumefaciens* para introduzir o transgene, as mutações determinam rearranjos, enquanto que com o bombardeamento por partículas, as mutações determinam supressão de genes. A freqüência dessas mutações após transformação vai de cem a vários milhares por genoma. De acordo com os pesquisadores, a freqüência e a importância dessas mutações dependem do método utilizado para a inserção do transgene. Lembremos que a biossegurança das PGM repousa sobre o dogma da estabilidade do genoma.

Latham J.R. *et al.*, 2006. The mutational consequences of plant transformation, *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, Vol. 2, 2006, pp.1-7.

Estudo mostra que as mutações e os genes alterados após inserção de transgenes não são bem conhecidos, principalmente em razão da migração dos genes. No caso da soja RR, cientistas

descobriram que uma parte do DNA original fora esmagada e que dois fragmentos de genes estrangeiros tinham escapado à detecção da Monsanto.

P. Windels *et al.*, 2001. Characterisation of the Roundup Ready soybean insert, *European Food Research and Technology*, vol. 213, 2001, pp. 107-112.

Novos estudos do Instituto Nacional de Pesquisa Agronômica da França (Inra) confirmaram que as seqüências encontradas em várias PGM comercializadas não correspondiam às que tinham sido declaradas (problemas para a etiquetagem).

Collonnier *et al.*, 2003, CD. Characterization of commercial GMO inserts: a source of useful material to study genome fluidity. Poster présenté en colloque 7^{eme} ICPMB (*International Congress of Plant Molecular Biology*), juin 2003.

O seqüenciamento do milho *MON810* foi realizado por um laboratório independente. Os autores afirmaram que “a estrutura do transgene difere consideravelmente da construção plasmídica da original descrita no dossiê de avaliação da empresa Monsanto”. Eles constataram um provável rearranjo na extremidade de 3’ (sentido da leitura do DNA), explicando a deleção parcial do gene inserido.

Hernandez *et al.*, 2003, CD. A specific real time quantitative PCR detection system for event MON810 in maize YieldGard R based on the 3’-transgene integration sequence. *Transgenic Research* 12: 179-189.

Estudo mostra que os genes inseridos no milho *Bt11* foram próximos de seqüências repetidas, o que apresenta riscos para a estabilidade do transgene no genoma do milho.

Rønning *et al.*, 2003, CD. Event specific real-time quantitative PCR for genetically modified Bt11 maize (*Zea mays*). *Eur. Food Res. Technol.*, 216: 347-354.

Estudo mostra que a inserção do transgene próximo ao retrotransposon pode modificar a transcrição do transgene com efeitos desconhecidos e imprevistos.

Jank et Haslberger, 2000, CD. Recombinant DNA insertions into plant retrotransposons. *Trends in Biotechnology*, 18: 326.

A Monsanto admitiu recentemente que uma variedade das sojas geneticamente modificadas tolerantes ao *Roundup* continha dois fragmentos de transgenes suplementares inativos e imprevistos - possibilidade de perturbar o genoma da planta e de promover a síntese de toxinas.

The Guardian, 31 de maio de 2000.

“Vários genes envolvidos na regulação de funções metabólicas importantes são, de fato, considerados numa rede de interações complexas. Assim, um mesmo gene pode controlar a expressão de vários genes e, portanto, a síntese de várias proteínas”.

A. Gallais et A. Ricroch, 2006. *Plantes transgéniques: faits et enjeux*, Ed. Quae, p. 57.

Estudo mostra possibilidade de formação de novos metabólitos entre as PGM comercializadas.

Scalla R., 2000. Laboratoire des xénobiotiques des plantes, Inra Toulouse, *Colloque médical du Sud Aveyron*, juin 2000.

Estudo mostra temores sobre a onipresença do promotor viral *CaMV 35S* nas PGM.

M.H. Ho et al., 1999. Cauliflower Mosaic Viral Promotor - A recipe for Disaster?, *Microb. Health Dis.*, n°11, 1999, p. 194-197;
M.W. Ho, *Genetic Engineering, Dream or Nightmare?*, Gateway Books, Royaume-Uni, 1998.

Estudo supõe que o promotor viral *CaMV 35S* pode ser uma fonte de mutações ou de recombinações virais, servindo de porta-de-entrada para novos vírus que se inserem no genoma.

Kohli *et al.*, 1999, CD. 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*, 17, 6, p. 591-601.

Estudo mostra que o promotor viral 35S pode ser ativo nas células humanas.

Traavik *et al.*, 2005. The 35S CaMV plant virus promoter is active in human enterocyte-like cells, European Food Research and Technology, Outubro 2005.

R.A. Steinbrecher, 2002, CD. The CaMV 35S Promotor. Government and Corporate Scientific Incompetence: Failure to assess on Gm crops, *EcoNexus*, december 2002, www.econexus.info/pdf/ENx-CaMV-35S-Promoter-B-2002.pdf

Estudo mostra que existem diferenças quantitativas de expressão de genes entre uma planta transgênica e a mesma planta não-transgênica, neste caso, o trigo GM.

P.L. Gregersen *et al.*, 2005, CD. A Microarray-Based Comparative Analysis of Gene Expression Profiles During Grain Development in Transgenic and Wild Type Wheat, *Transgenic Research*, vol 14, n° 6, p. 887-905, december 2005.

Estudo mostra que, em presença de um estresse hídrico, o gene estrangeiro que havia sido inserido por transgênese na planta geneticamente modificada poderá sofrer o fenômeno do silenciamento (*silencing*) e não mais expressar sua função.

T.J. Meza *et al.*, 2001, CD. The frequency of silencing in *Arabidopsis thaliana* varies highly between progeny of siblings and can be influenced by environmental factors, *Transgenic Res.*, vol 10, n° 1, 53-67.

Estudo mostra que em presença de um vírus uma PGM poderá sofrer o fenômeno do silenciamento (*silencing*) e não mais expressar sua função.

V. Brault *et al.*, 2002, CD. Virus-induced gene silencing in transgenic plants expressing the minor capsid protein of Beef western yellow virus, *Mol. Plant Microbe Interact.*, 15, 799-807.

1.2. Diversas incertezas relacionadas à complexidade da matéria viva e polêmicas no seio da comunidade científica

Estudo revela que os receptores das proteínas *Cry* de milho *Bt* são ainda objeto de estudo, enquanto esse milho já é comercializado.

Sanchis et Lerclus, 1999. *J. Soc. Biol.*, nº193 (6), p. 523-530.

Polêmica sobre o promotor viral mostra a falta de experimentos para garantir que não existem riscos.

Biofutur, nº 201, junho de 2000, p. 28-35.

Obra ilustra a complexidade da regulação do meio vivo.

Fox-Keller, 2002.

“Riscos à saúde: muitas opiniões, mas poucos dados” anunciava, em 2000, o cientista José Domingo em publicação na revista *Science*.

J. Domingo, 2000, CD. *Science*, nº288, p. 1748-1749.

O conceito de gene está sempre em evolução. Um de seus critérios clássicos, a linearidade, que se traduz por um gene que codifica uma proteína, determinando uma única função, está definitivamente ultrapassado.

P. Portin, 2002. Historical development of the concept of the gene, *J. Med. Philos.*, 27, 257-286.

Estudo mostra que o dogma de um gene codificante para uma proteína que garante uma função é anulado pelo seqüenciamento do genoma humano. Este seria composto por aproximadamente 30 mil genes e por dez vezes mais proteínas.

B. Commoner, 2003. Unravelling the DNA myth, *Seedling*, juillet 2003.

2 Uma disseminação não controlável: o resultado de medidas regulamentares pouco eficientes

2.1. Contaminação genética

Ver igualmente capítulo Plantas Geneticamente Modificadas (PGM) e os Riscos Ambientais.

Em seu relatório intitulado *Gone to Seed*, a *Union of Concerned Scientists* mostra que é impossível implantar verdadeiras barreiras estanques entre culturas “normais” e culturas transgênicas. Esse relatório revela que mais de 2/3 dos 36 tipos de cultivos plantados em solo norte-americano estão contaminados por genes derivados de organismos transgênicos. O estudo estima que, se a legislação norte-americana e as práticas agrícolas não forem mais restritivas, será de agora em diante impossível garantir uma alimentação sem traço de OGM, o que poderia comprometer as exportações norte-americanas para países mais reticentes, como o Japão e os países europeus.

M. Mellon and J. Rissler, 2004, CD. *Gone to Seed: Transgenic Contaminants in the Traditional Seed Supply*, Union of Concerned Scientist, 80 p.

O relatório *A coexistência impossível*, elaborado pelo *Greenpeace* em parceria com as organizações espanholas Plataforma Transgênicos Fora! e a *Assemblea Pagesa de Catalunya*, traça um inventário das contaminações, conforme pesquisa desenvolvida na Catalunha e em Aragão junto a 40 explorações agrícolas,

com levantamentos e análises. Essa pesquisa mostra que aproximadamente 25% dos campos de milho testados estão contaminados com milho GM (com índices que chegam até a 12,6%); que as distâncias de segurança entre os campos GM e não-GM não são respeitadas e que as PGM não autorizadas são comercializadas. Segundo o *Greenpeace*, esse relatório demonstra que a coexistência é impossível.

J. Cipriano, J-F. Carrasco et M. Arbós, 2006, CD. *Impossible coexistence*, abril 2006, 53 p., Greenpeace.

2.2. Mistura de sementes geneticamente modificadas e convencionais e ausência de separação das cadeias OGM e não-OGM

A equipe do Professor Arnaud, da Universidade de Lille, França, mostra que o risco de disseminação dos OGM é maior com as sementes do que com o pólen, em razão de seu transporte. “Um acidente na estrada durante o transporte de sementes ou durante manipulação mecânica clássica das sementes é a explicação disso”, indica Arnaud. O estudo foi feito com a utilização de marcadores moleculares a fim de traçar diferentes tipos de beterrabas, híbridas e selvagens. As espécies híbridas foram encontradas a 1.500 metros do seu campo de cultivo e se misturavam com as espécies selvagens locais. O Professor Arnaud explica essa migração por um transporte de terra presente no campo de cultivo inicial ou por transporte de poeira com as beterrabas manufaturadas. “Esses resultados são inesperados, pois todo o estudo sobre a disseminação foca-se somente sobre o pólen”, aponta.

Arnaud J.F. *et al.*, 2003, CD. Evidence for gene flow via seed dispersal from crop to wild relatives in *Beta vulgaris* (Chenopodiaceae): consequences for the release of genetically modified crop species with weedy lineages, *Proc. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.*, 7, 270(1524): 1565-71.

O Doutor H. Saji, do Instituto de Estudos Ambientais de Tsukuba, Japão, confirmou a presença de canola transgênica resistente ao glifosato naquele país, apesar da ausência de culturas comerciais de colza GM. Os pesquisadores analisaram 13.600 amostras de canola (*Brassica napus*, *B. rapa*

e *B. juncea*), estudadas em 143 lugares diferentes às margens de portos, rodovias e leitos de rios. As canolas transgênicas são provavelmente oriundas da região de Kanto. Os autores concluíram que essas canolas GM são provavelmente oriundas de carregamentos de canola importada, assim como de seu transporte rodoviário.

H. Saji *et al.*, 2005. Monitoring the escape of transgenic oilseed rape around Japanese ports and roadsides, *Environ. Biosafety Res.*, vol. 4, p. 217-222, <http://www.edpsciences.org/articles/ebr/abs/2005/04/ebr0521/ebr0521.html>

Desde que os OGM foram proibidos na Tasmânia, os controles obrigatórios pelas firmas de biotecnologia sobre os novos rebentos de antigos cultivos de OGM foram negligenciados. A vigilância *a posteriori* feita pelo Estado mostrou que o número de áreas onde a canola GM nascia duplicou desde o ano anterior, passando de 18 áreas mal-conservadas para 49. Assim, o Ministério da Saúde da Austrália condenou a Aventis e a Monsanto por não terem suprimido os novos rebentos em 21 campos cultivados anteriormente com canola GM.

The Sydney Morning Herald, 7 abril 2001, www.smh.com.au/

Na África do Sul, os trabalhos dos pesquisadores multidisciplinares (botânicos, entomologistas, biólogos moleculares, etc.) apresentaram a análise de um agrossistema sob o enfoque da contaminação genética e de impactos ambientais diversos das culturas de algodão *Bt*. Colocam em dúvida principalmente a possibilidade de coexistência de culturas GM e não-GM: “É muito provável que a topografia dos solos cultivados com algodão e a estrutura dessa produção na África obriguem os exportadores a reunir seus produtos sob uma única marca OGM”. O autor ressalta igualmente as dificuldades de controlar a dispersão das sementes GM: “As pesquisas de campo demonstraram a existência de populações *fêrales* de algodão ao longo dos eixos rodoviários utilizados pelas máquinas agrícolas e pelos caminhões de transporte de grãos. As plantas oriundas das germinações selvagens podem, sem dificuldade, cumprir seu ciclo de reprodução e subsistir por

vários anos. Uma forte proporção dessas plantas é transgênica: detectamos 27% de plantas RR e 100% de plantas *Bt* em localidades distintas”.

J.L. Hofs et al., 2006, CD. Conséquences écologiques et agro-économiques de l'introduction de cotoniers transgéniques dans un agrosystème tropical: le cas du Coton *Bt* chez les petits paysans des Makhathini Flats (Afrique du Sud), Présenté lors du *Premier séminaire de restitution du programme ANR-OGM*, décembre 2006, p. 83.

Estudo piloto interpela a USDA sobre o risco de contaminação das sementes. Dos 18 lotes de sementes analisados (6 de milho, 6 de soja e 6 de canola), pelo menos 50% de todos os lotes de sementes estavam contaminados por grãos modificados geneticamente, num índice de 0,5% a 1%. Ainda que os índices pareçam diminutos, isso seria o equivalente a 6.250 toneladas de sementes contaminadas no âmbito da escala dos EUA. Essas contaminações dever-se-iam à porosidade do sistema de produção e de distribuição das sementes.

M. Mellon and J. Rissler, 2004, CD. *Gone to Seed : Transgenic Contaminants in the Traditional Seed Supply*, Union of Concerned Scientist, 80 p.

Artigos mostram que milho GM foi encontrado no México em 2000, no entanto esse país proibiu esse cultivo desde 1998. Isso mostra que as medidas de prevenção não foram implantadas ou não foram eficazes.

D. Quist et I.H. Chapela, 2001, CD. Transgenic DNA introgressed into traditional maize landraces in Oaxaca, Mexico, *Nature*, 414, p. 541-543.

Dalton R., 2001, CD. Transgenic corn found growing in Mexico, *Nature*, n°413, p. 337.

Quist D. & Chapela I. H., 2002, CD. Biodiversity (Communications arising (reply)) Suspect evidence of transgenic contamination/Maize transgene results in Mexico are artefacts (see editorial footnote), *Nature*, n°416, p. 602.

M.W. Ho et L.L. Ching, 2003, CD. The case for a GM-free sustainable world, *Institute of Science in Society & Third World Network*, 136 p.

Relatório do *Greenpeace* traça um severo balanço das contaminações genéticas através do mundo nos últimos 10 anos: 142 casos de contaminação identificados, dos quais 50 se referem unicamente ao milho. As contaminações de sementes de milho ocorreram em 11 países (Áustria, Chile, Croácia, França, Alemanha, Grécia, Itália, Nova Zelândia, Eslovênia, Suíça e Estados Unidos). Descreve também as contaminações do arroz e, particularmente, a presença do arroz *Liberty Link 601* na cadeia alimentar. Todavia, esse arroz transgênico nunca tinha sido aprovado pelas autoridades oficiais.

Greenpeace, 2007,CD. GM Contamination Register Report. Greenpeace international, february 2007.

2.3. Instituições negligentes

No veredicto dado pela Corte Federal da cidade de Washington em 1998, o organismo governamental FDA foi declarado ineficiente em sua missão e condenado, entre outras coisas, a publicar suas notas científicas internas que denunciavam essas referidas lacunas. A Corte considerou que “a FDA não regula de maneira nenhuma os alimentos transgênicos. [...] Os técnicos nomeados para aplicar a política da FDA não seguiram os conselhos e pareceres dos cientistas empregados pela agência, chegando até a ignorá-los. [...] Há atualmente profundos desacordos entre cientistas *experts* sobre a segurança dos alimentos transgênicos”.

S.M. Druker. How the U.S. Food and Drug Administration approved genetically engineered foods despite the deaths one had caused and the warnings of its own scientists about their unique risks, www.bio-integrity.org/ext-summary.html

Estudo sobre a deficiência da autorização do milho *MON810* nos EUA, enquanto um estudo da própria FDA mostrava os riscos de alergia.

William Freese & David Schubert. Safety Testing and Regulation of Genetically Engineered Foods, *Biotechnology and Genetic Engineering Reviews*, Volume 21.

3 Falência das técnicas

Estudo analisa o glifosato, o qual acarreta um acúmulo de amônia nos plastídios, tornando-se rapidamente tóxico às plantas. Entre as PGM *Liberty Link*, a proteína PAT é produzida para desintoxicá-los. “A eficácia do sistema de desintoxicação pode ser ultrapassada com fortes doses de herbicida, sobretudo em baixas temperaturas”.

A. Gallais et A. Ricroch, 2006. *Plantes transgênicas: faits et enjeux*, Ed. Quae, p. 97.

Estudo mostra a contaminação das áreas de refúgio por milho *Bt* na ordem de 43%-45% das espigas de milho dessa área-refúgio, que contém a proteína transgênica. As zonas-refúgio submetidas à contaminação genética não poderão mais desempenhar suas funções.

Tabashnik et Chilcutt, 2004, CD. Contamination of refuges by *Bacillus Thuringiensis* Toxin genes from transgenic maize, *PNAS*, 101 (20), 7526-9.

**Plantas Geneticamente
Modificadas (PGM) e
os riscos à saúde**

1 Uma avaliação dos riscos insuficiente e mal-adaptada

Estudo da equivalência substancial, frequentemente qualificada de anticientífica.

Millstone *et al.*, 1999, CD. *Nature*, n° 401, octobre 1999, p. 525-526.

A *British Medical Association* rejeitou a equivalência substancial como princípio único e reivindicou uma moratória e mais pesquisas sobre a segurança.

Não há referência de bibliografia.

A Agência Francesa para a Segurança Sanitária dos Alimentos (AFSSA) denunciou essas lacunas. Em novembro de 2003, no dossiê dedicado ao milho *Bt11* da Syngenta, a AFSSA recusou fornecer seu acordo, pois considerava que os testes feitos em animais pela Syngenta eram insuficientes. E, ainda, “que, rigorosamente, a fim de eliminar a possibilidade de efeitos inesperados, seria conveniente avaliar o impacto do consumo regular de milho que traz consigo o acontecimento de transformação *Bt11* por meio de um estudo de toxicidade/tolerância em ratos ou de um estudo de tolerância/alimentaridade entre animais de criação (por exemplo, o frango em crescimento)”.

Afssa, 2003, CD. Agence Française de la Sécurité Sanitaire des Aliments *Saisine n°2003-SA-0353*, www.afssa.fr/ftp/afssa/basedoc/BIOT2003sa0353.pdf, p.2

Documento revela que os experimentos com animais não puderam identificar o alergene mais importante da castanha-do-pará.

Melo V.M.M., 1994. Allergenicity and tolerance to proteins from Brazil nut (*Bertholleria excelsa* HBK). *Food Agric. Immunol.*, 1994, 6, 185-195.

Estudo aponta que o risco alergênico não pode ser diagnosticado com os testes atuais (comparação da seqüência da proteína de dados introduzida com aquelas disponíveis em um banco forçosamente incompleto) efetuados para plantas geneticamente modificadas.

D.A. Moneret-Vautrin, 1998, CD. Le risque allergique des aliments transgéniques: vrai ou faux problème? *Rev. Fr. d'allergologie et d'immunologie clinique*, n°38 (8), p. 693-699.

Artigo mostra como testes imprecisos e regulamentações inadequadas permitiram a entrada de produtos como o milho *MON810* no mercado, apesar da presença possível de alérgenos. Os autores salientam lacunas importantes em matéria de vigilância e de regulação tanto da indústria como dos órgãos federais.

W. Freese et D. Schubert, 2004. Safety Testing and Regulation of Genetically Engineered Foods, Volume 21 of *Biotechnology and Genetic Engineering Reviews*.

Estudos apontam numerosos riscos à saúde que não são incluídos nas avaliações das plantas geneticamente modificadas.

Traavik T. et Heinemann J., 2006. Genetic Engineering and Omitted Health Research: Still No Answers to Ageing Questions. *Third World Network*.

Comunicado do responsável científico do *Environmental Protection Bureau d'Attorney* (NYS) explica que os estudos com o princípio ativo dos pesticidas não são suficientes para avaliar os riscos à saúde da utilização da fórmula comercial do herbicida. O comunicado baseia-se nos resultados de **Richard et al., 2005, CD**. Na verdade, os adjuvantes são às vezes mais perigosos e/ou podem modificar o efeito do princípio ativo.

Surgan M. H., 2005, CD. Environmental Protection Bureau, New York State Attorney General's Office, New York.

A AFSSA confirma, num parecer emitido em junho de 2002, que “estudos de toxicidade subcrônica (geralmente de aproximadamente três meses) deveriam ser exigidos para animais de laboratório”.

AFSSA, 2002. Agence Française de la Sécurité Sanitaire des Aliments, avis de juin 2002.

Pesquisa mostra a inaptidão de testes de toxicidade levando em conta convenientemente as disfunções hormonais endócrinas.

Colborn T., 2004, CD. Commentary: Setting Aside Tradition When Dealing with Endocrine Disruptors. *ILAR Journal*. Vol.45, n°4, 2004.

Após a publicação de um artigo na *Nature Biotechnology* em 2005, divulgando o inventário da existência de 4.226 artigos escritos sobre o desenvolvimento das plantas geneticamente modificadas, D. Pelletier, da Universidade de Cornell, analisou detalhadamente outras listas preexistentes, focando sua pesquisa sobre o aspecto da segurança alimentar. Em 101 artigos encontrados no banco de dados da Biblioteca Norte-Americana de Medicina, apenas oito mostravam resultados de experiências com roedores. Os outros artigos são comentários e opiniões de seus autores, sem experiência em laboratório. No banco de dados do Ministério da Agricultura dos EUA (período 1994-2002), 3.041 artigos têm como objetivo projetos de pesquisa sobre plantas, biotecnologia e/ou transgênese. Nenhum desses 3.041 artigos tratava do surgimento de toxinas ou de alérgenos não desejáveis nos alimentos à base de produtos transgênicos. D. Pelletier conclui, a partir desses artigos publicados, que é necessário atualmente redefinir as prioridades em termos de subsídios aos projetos, já que sua análise mostra que a pesquisa transgênica desviou-se fortemente para aplicações tecnológicas, em detrimento de pesquisas sobre o risco que lhe é associado.

D. Pelletier, 2006, CD. Transgenic plant science priorities, *Nature Biotechnology*, Vol. 24; n°5, p. 498.

Artigo critica os métodos de avaliação sanitária das PGM. Para os pedidos de autorização de comercialização de uma PGM, um dos pontos importantes na avaliação da segurança alimentar é saber se as enzimas digestivas são capazes de hidrolisar a

proteína transgênica. Ora, a amostragem adotada pela FDA em relação a esses estudos, composta unicamente pelos “melhores casos”, não é representativa das populações. De fato, as crianças muito pequenas, os idosos e as pessoas que não produzem ácidos gástricos têm uma capacidade digestiva alterada, de sorte que a degradação da proteína possa não ocorrer. Por outro lado, por razões técnicas (e, sobretudo, financeiras), os testes feitos com as proteínas são efetuados com proteínas fabricadas por um OGM (muitas vezes, uma levedura) e não pela planta geneticamente modificada em questão. Ora, uma proteína expressa por um receptor diferente é modificada pela adição de açúcares e de outras moléculas. Essas modificações ditas pós-transcricionais alteram as propriedades biológicas e físicas da proteína. Os autores concluem, pois, que “os testes atuais possibilitam, efetivamente, avaliar a segurança, mas são pouco eficazes para revelar efeitos mais discretos e menores ou de surgimento lento”.

A. Chesson et P. James, 2000. Qui a peur des OGM, *La Recherche*, n° 327, p.32.

No estudo, a epidemiologista Judy Carman explica que não há testes adequados à bioquímica, à imunologia, à anapatoologia e às funções esofágicas, tampouco às funções do fígado e dos rins para avaliar corretamente os efeitos em longo prazo sobre a saúde humana.

Carman J., 2001. Epidemiologist Judy Carman’s testimony before New Zealand’s Royal Commission of Inquiry on Genetic Modification, 2001.

Estudos de toxicidade animal de PGM (Monsanto) são fortemente contestados por vários pesquisadores, principalmente sobre um provável “arranjo” de alguns dados a fim de orientar os resultados.

I.F. Pryme and R. Lembcke, 2003. In Vivo Studies on Possible Health Consequences of genetically modified food and Feed — with Particular Regard to Ingredients Consisting of Genetically Modified Plant Materials, *Nutrition and Health*, vol. 17.

Nos dossiês de avaliação dos riscos tecnológicos relacionados ao consumo de uma PGM, dois problemas importantes persistem:

- a duração dos testes é demasiado curta;
- os testes não são realizados com uma PGM que recebeu um herbicida, o que, no entanto, será o caso quando se trata de uma PGM tolerante a um herbicida.

Ora, numerosos estudos mostram que os riscos de toxidade referentes ao consumo de PGM tolerantes a um herbicida seriam, na maior parte das vezes, devidos a um herbicida em questão que permite essa tolerância. Esse risco é relativamente bem documentado no caso das PGM tolerantes ao glifosato. 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(a), CD. Ultrastructural morphometrical and immunocytochemical analyses of hepatocyte nuclei from mice fed on genetically modified soybean. *Cell Struct Funct.* 27: 173-180.

no pâncreas,

Malatesta et al., 2002(b), CD. Fine structural analyses of pancreatic acinar cell nuclei from mice fed on genetically modified soybean. *Eur. J. Histochem.* 47: 385-388.

e nos testículos.

Vecchio et al., 2004. Ultrastructural analysis of testes from mice fed on genetically modified soybean. *Eur. J. Histochem.* 48 : 449-454.

Com respeito aos testes de toxidade crônica (a longo prazo) com PGM produzindo um inseticida *Bt*, os únicos dois estudos disponíveis são de Gilles-Eric Séralani (**Séralini et al., 2007, CD.** New analysis of a rat feeding study with genetically modified maize reveals signs of hepatorenal toxicity, *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, mars 2007), e de **Hammond et al., 2006**, que dizem respeito ao milho *MON863* (Proteína *Cry3Bb1*). Enquanto que o primeiro conclui sobre a ausência de riscos sanitários no consumo do *MON863*, o estudo de Serralini mostra que o consumo deste milho ocasiona uma leve

variação no crescimento dos ratos, proporcional à quantidade de milho GM consumido. As análises químicas revelam sinais de toxicidade ao nível dos rins e do fígado. As taxas de triglicerídios mostram-se distintas nas fêmeas e a quantidade de fósforo e de sódio são diferentes nas urinas dos machos. Globalmente, os pesquisadores estimam, portanto, que os estudos a longo prazo são obrigatórios a fim de avaliar a natureza e a importância das possíveis patologias, que os dados atuais não permitem concluir sobre a ausência destes impactos.

2 Riscos gerais

Estudo aponta riscos toxicológicos inerentes à engenharia genética observados por mais de 15 pesquisadores internacionais.

<http://www.psrast.org/defknfood.htm>

Estudo da equipe da Universidade de Urbino, na Itália, demonstra os efeitos secundários de uma alimentação à base de OGM sobre ratos. Após alimentar dois grupos de ratos, um com soja transgênica e o outro não, os pesquisadores estudaram os hepatócitos, células envolvidas no metabolismo alimentar. Estudos imonocitoquímicos e observações das estruturas dessas células mostraram uma superatividade metabólica e um grande fluxo molecular. Esses dois fenômenos traduzem-se por uma modificação estrutural do núcleo dos hepatócitos. Os autores concluíram que há uma relação de causa e efeito direto entre o alimento transgênico e essa superatividade metabólica, ainda que os mecanismos de base que explicam esse processo permaneçam desconhecidos.

Pr. Gazzanelli et al., 2002. Ultrastructural Morphometrical and Immunocytochemical Analyses of Hepatocyte Nuclei from Mice Fed on Genetically Modified Soybean Cell, *Structure and Function*, Vol. 27 (2002), No. 4 pp.173-18.

Estudo mostra uma forte mortalidade entre os ratos alimentados com soja geneticamente modificada. Os resultados desse estudo de toxicologia tornaram-se públicos durante um

simpósio organizado pela Associação Nacional de Segurança Genética da Rússia. O experimento consistiu em alimentar dois grupos de fêmeas de ratos, um com soja *Roundup Ready* (RR) e outro com soja convencional. A alimentação iniciou-se duas semanas antes dos ratos se reproduzirem, continuando durante a gestação e o aleitamento. As observações efetuadas são as seguintes: 36% dos filhotes das fêmeas alimentadas com soja transgênica têm peso inferior a 20 gramas, contra 6% dos filhotes das fêmeas alimentadas com soja convencional. Extrações de órgãos foram feitas nas fêmeas, mas, por falta de subsídios, as análises histológicas não puderam ser realizadas. Esses resultados também foram apresentados na conferência anual da Academia de Medicina Ambiental (Aeme) dos EUA, que, por sua vez, encaminhou um pedido ao Instituto Nacional de Saúde (NIH) daquele país para que fosse subsidiado um acompanhamento desse trabalho.

I. Ermakova, 2005. Mother Rats Fed Genetically Modified Soy Led to 56% Mortality of Offspring, *Institute for Responsible Technology*, outubro de 2005, www.seedsofdeception.com/utility/showArticle?objectID=298

Estudo mostra que a soja geneticamente modificada cozida contém aproximadamente o dobro de quantidade de lecitina de soja, o que pode bloquear a assimilação de nutrientes.

S.R. Padgett *and al.*, 1996. The Composition of Glyphosate-Tolerant Soybean Seeds Is Equivalent to That of Conventional Soybeans, *The Journal of Nutrition*, vol. 126, nº. 4.

Estudo mostra que a soja geneticamente modificada é de 12% a 14% menos rica em isoflavonas que a soja convencional. Essas moléculas estão relacionadas com a luta contra o câncer.

M.A. Lappe *et al.*, 1999. Alterations in clinically important phytoestrogens in genetically modified, herbicide-tolerant soybeans. *Journal of Medical Food* 1, 241-245.

3 Plantas pesticidas e toxicidade alimentar

Obra mostra que os pesticidas e poluentes podem se concentrar até 25 milhões de vezes na cadeia alimentar.

Colborn T. *et al.*, 1997. L'homme en voie de disparition? Terre Vivante Ed. (Mens, France).

3.1. O caso dos herbicidas: o glifosato e o gufosinato de amônia

Documento revela que o *Roundup* apresenta um acúmulo estável nas plantas.

Kishore *et al.*, 1992. *Weed Technol.*, n°6, 1992, p. 626-634.

Estudos realizados sobre a toxicidade genética do *Roundup*.

Kate *et al.*, 1995. *Environ. Mol. Mutagen*, n°25, p. 148-153.

Peluso *et al.*, 1998. 32P - postabeling detection of DNA adducts in mice treated with the herbicide Roundup. *Environ. Mol. Mutagen*, n°31, p. 55-59.

Bolognesi *et al.*, 1997. *J. Agric. Food Chem.*, n°45, p. 1957-1962.

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

Estudo mostra a toxicidade do *Roundup* entre os ratos, por administração oral.

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

Estudos mostram os efeitos negativos do *Roundup* sobre a fertilidade dos mamíferos.

Yousef M.I. et al., 1995. Toxic effects of carbofuran and glyphosate on semen characteristics in rabbits. *J. Environ. Sci. Health*, B30(4), 513-534.

Yousef M.I. et al., 1996. A sensitive sperm-motility test for the assessment of cytotoxic effect of pesticides. *J. Environ. Sci. Health*, B31(1), 99-115.

Estudo mostra efeitos negativos do produto *Roundup*, além de seu princípio ativo testado isoladamente sobre as células placentárias e embrionárias humanas.

Benachour et al., 2007, CD. Time and Dose-dependent Effects of Roundup on Human Embryonic and Placental Cells. *Arch. of Env. Contam. and Tox.* May 2007.

Conferência de imprensa dada por Séralini aborda tema.

Séralini, 2007, CD. Press Release Cii-Gen, may 2007.

Possibilidade de passagem do *Roundup* através da pele.

Wester R.C. et al., 1996, CD. *In vitro* percutaneous absorption of model compounds glyphosate and malathion from cotton fabric into and through human skin. *Food and Chem. Toxicol.* 34, 731-735.

Estudo mostra que ratos alimentados com soja geneticamente modificada desenvolvem, no fígado, anomalias celulares indicando modificações nucleares.

M. Malatesta et al., 2002(a), CD. Ultrastructural morphometrical and immunocytochemical analyses of hepatocyte nuclei from mice fed on genetically modified soybean. *Cell Struct Funct.* 27: 173-180.

O estudo anterior foi complementado por um outro, que mostra que as modificações celulares dos hepatócitos, provocadas pela alimentação com a soja RR durante três meses, são potencialmente reversíveis quando os ratos voltam a alimentar-se com soja convencional durante um mês.

Malatesta et al., 2005, CD. Reversibility of hepatocyte nuclear modifications in mice fed on genetically modified soybean. *European Journal of Histo.* : vol. 49 issue3, pp. 237-242.

Estudo mostra que ratos alimentados com soja geneticamente modificada apresentam mudanças no pâncreas, principalmente uma forte queda na produção de uma enzima (alfa-amilase), cuja função é de grande importância para a digestão.

M. Malatesta et al., 2002(b), CD. Ultrastructural analysis of pancreatic acinar cells from mice fed on genetically modified soybean, *Journal of Anatomy*, Vol. 201, Issue 5, p. 409.

Georges Monbiot e seus colaboradores escreveram após pesquisa: “Em junho de 1997, em Nova York, o representante do Ministério Público obrigou a Monsanto a retirar campanhas publicitárias que afirmavam que o *Roundup* era biodegradável e que respeitava o meio ambiente. Segundo o Departamento de Saúde Pública da Universidade da Califórnia, o glifosato seria a terceira causa de doenças ligadas aos pesticidas entre os agricultores”.

Courrier International, n° 381, 25 de fevereiro de 1998, p. 8.

A fim de responder as questões feitas sobre o impacto sanitário dos OGM na alimentação humana e animal, a equipe do Professor Biggiogera, da Universidade de Urbino, Itália, apresentou os resultados de seus estudos durante o 46° Simpósio de Histoquímica em Praga, República Tcheca. Segundo esses resultados, uma alimentação à base de soja transgênica de alguns meses (um a cinco, no estudo) acarreta, nos testículos de ratos, uma modificação de atividades enzimáticas, uma modificação das células de Sertoli (envolvidas no funcionamento dos testículos), assim como uma forte atividade do DNA, testemunhando um acréscimo de proteína.

Os autores, entretanto, precisam que, nesse estudo feito com soja tolerante ao glifosato, os efeitos devem-se ao glifosato em si e não à modificação genética da planta.

L. Vecchio et al., 2004. Transcription and metabolism in testis of mice fed on GM soybean, poster présenté lors du 46ème symposium d'histochimie, Praga, 22-25 de setembro de 2004.

Estudo mostra efeito tóxico do glifosato (constituente do *Roundup*) sobre as células da placenta humana, com concentrações de glifosato inferiores àquelas admitidas na agricultura. O estudo demonstra também, e de maneira surpreendente segundo os autores, que o *Roundup* mostra-se mais tóxico que seu princípio ativo, o glifosato. O aprofundamento das experiências mostrou que o herbicida provoca uma perturbação de uma proteína envolvida na síntese do estrógeno - um dos dois hormônios femininos. O glifosato é responsável por essa perturbação, porém, os adjuvantes presentes no herbicida facilitam os efeitos. A equipe do Professor Séralini conclui o estudo considerando que esses dois efeitos - observados em células e proteínas purificadas - são observáveis entre os mamíferos. Segundo eles, os adjuvantes presentes no *Roundup* aumentam a disponibilidade e o acúmulo biológico do glifosato.

Richard et al., 2005, CD. Differential effects of glyphosate and Roundup on human placental cells and aromatase, *Environ Health Perspect.*, vol. 113: 716-720.

Estudos bibliográficos sobre os pesticidas em geral põem em evidência numerosos efeitos tóxicos dos pesticidas sobre o sistema neurológico em particular, mesmo em situação de fracas concentrações com exposição crônica.

Kamel F. et Hoppin J.A., 2004, CD. Association of Pesticide Exposure with Neurologic Dysfunction and Disease. *Env. Health Persp.*, vol. 112, n°9, juin 2004.

Colborn T., 2006, CD. A case for Revisiting the Safety of Pesticides: A closer Look at Neurodevelopment. *Env. Health Persp.*, 114 :10-17. 2006.

Estudos mostram os efeitos neurotóxicos do glufosinato desde a vida embrionária de mamíferos, detectáveis entre os animais jovens.

T. Fujii, 1997, CD. 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.

T. Watanabe, 1997, CD. Apoptosis induced by glufosinate ammonium in the neuroepithelium of developing mouse embryos in culture, *Neurosc. Letters*, n°222, p. 17-20.

Yoshimaya Y. and al., 1995. Chronotoxicity of glufosinate ammonium in mice. *Vet. Hum. Toxicol.*, 37, 22-23.

3.2. O caso dos inseticidas: as proteínas *Bt*

Estudo revela que um dos inseticidas *Bt* pode danificar as células intestinais de mamíferos.

Fares e El-Sayed, 1998. *Natural Toxins*, n°6, p. 219-233.

Estudo mostra que um dos inseticidas *Bt* pode, *in vitro*, deteriorar os glóbulos vermelhos humanos.

Rani e Balaraman, 1996. *Indian J. Exp. Biol.* n°33, p. 1.241-1.244.

Pesquisadores basearam-se nos dados fornecidos pela Monsanto em seu estudo, acrescentando ferramentas apropriadas de análise estatística e comparando os parâmetros bioquímicos dos ratos que comeram milho *MON863* com os que comeram o equivalente não-transgênico. Suas conclusões indicam que o consumo de milho *MON863* acarreta uma leve variação no crescimento dos ratos, proporcional à quantidade consumida de milho geneticamente modificado. As análises químicas revelam sinais de toxicidade no âmbito dos rins e do fígado. As taxas de triglicerídeos são diferentes nas fêmeas e a quantidade de fósforo e de sódio nas urinas também são diferentes nos machos. Globalmente, os pesquisadores estimam, pois, que estudos a

longo prazo são obrigatórios a fim de avaliar a natureza e a importância das possíveis patologias, que os dados atuais não permitem concluir pela ausência de impactos.

Séralini *et al.*, 2007, CD. New analysis of a rat feeding study with genetically modified maize reveals signs of hepatorenal toxicity, *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, mars 2007.

4 Riscos alergênicos

Estudo mostra resposta imunológica em reação às proteínas *Cry1Ac* nos ratos.

Vasquez *et al.*, 1999, CD. Intra-gastric and intraperitoneal administration of *Cry1Ac* protoxin from *Bacillus thuringiensis* induces systemic and mucosal antibody responses in mice. *Life Sciences*, Vol. 64, n°21. p. 1.897-1.912.

5 O dever do transgene

Estudo detecta presença do DNA codificante para as proteínas *Bt* e de uma proteína *Bt*, ainda que em forma parcial, em cinco órgãos de um porco alimentado com milho *Bt11*.

E.H. Chowdhury *et al.*, 2003, CD. Detection of corn intrinsic and recombinant DNA fragments and *Cry1Ab* protein in the gastrointestinal contents of pigs fed with genetically modified corn *Bt11*, *Journal of Animal Science*, n°81, p. 2.546-2.551.

Estudo permitiu observar a presença do DNA transgênico (gene *epsps* da soja RR) na flora intestinal de indivíduos submetidos a uma ileostomia. No entanto, a transferência do gene *epsps* ao genoma das bactérias intestinais não pôde ser observada diretamente durante a realização do estudo.

Netherwood T. *et al.*, 2004, CD. Assessing the survival of transgenic plant DNA in the human gastrointestinal tract, *Nature Biotechnology*, vol. 2, p.204-9.

Estudo mostra que um fragmento de DNA inserido no plasmídeo *VACMC1* (usado correntemente na transgenia), após mistura com a saliva humana (compreendendo enzimas de degradação) é, apesar disso, capaz de ser integrado ao genoma das bactérias orais *Streptococcus gordonii*.

D.K. Mercer et al., 1999, CD. Fate of free DNA and transformation of the oral bacterium *Streptococcus gordonii* DL1 by plasmid DNA in human saliva, *Appl Environ Microbiol.*, 65(1): 6-10.

Estudo mostra que a barreira intestinal não é totalmente impermeável às macromoléculas, principalmente às moléculas de DNA. Essas moléculas de DNA, como um transgene, por exemplo, podem ser identificadas nas células do sangue, do sistema imunológico, mas também em vários órgãos. Este estudo aponta também que é possível que esse DNA apresente uma forte taxa de homologia com algumas seqüências genéticas das células do organismo receptor, podendo assim desencadear recombinações.

R. Schubert and al., 1997. Foreign (M13) DNA ingested by mice reaches peripheral leukocytes, spleen, and liver via the intestinal wall mucosa and can be covalently linked to mouse DNA, *PNAS*, vol. 94, p.961-966.

**Plantas Geneticamente
Modificadas (PGM) e
os riscos ambientais**

1 Riscos Ambientais

Segundo o Instituto Internacional de Pesquisa em Políticas Agrícolas (IFPRI), a comercialização das PGM deve ser precedida de estudos de impacto ambiental.

IFPRI, 2005, CD. International Food Policy Research Institute, *Strategic environmental assessment*.

Estes estudos referem-se a ameaças à agrobiodiversidade, a ameaças à biodiversidade e à alteração da qualidade do solo.

2 Ameaças à agrobiodiversidade

2.1. Uniformização das sementes disponíveis

Documento mostra que, em 2000, nos EUA, as variedades de OGM representavam 1/3 das variedades de milho vendidas no mercado e a metade das variedades de soja.

Agrafood Biotech, 31 de junho de 2000.

Obra mostra que o número de espécies cultivadas poderia diminuir indiretamente após o desenvolvimento das culturas de PGM.

A. Ricroch, 1998. Du génétiquement modifié au génétiquement identique. In *Végétaux transgéniques. Les enjeux pour la santé et l'environnement*. Pour, 159, 11-18.

Estudo revela que na África do Sul, “a forte introdução de variedades transgênicas teve conseqüências sobre a diversidade de variedades, provocando o desaparecimento das variedades locais em proveito das variedades norte-americanas, mesmo não-transgênicas”.

J.L. Hofs *et al.*, 2006, CD. Conséquences écologiques et agro-économiques de l'introduction de cotoniers transgéniques dans un agrosystème tropical: le cas du Coton *Bt* chez les petits paysans des Makhathini Flats (Afrique du Sud), Présenté lors du *Premier séminaire de restitution du programme ANR-OGM*, décembre 2006, p. 83.

2.2. Contaminação genética (transferência de gene horizontal e vertical)

De fato, a transgressão da barreira entre plantas e bactérias já tinha sido observada várias vezes em condições naturais no sentido bactéria-planta, no caso de *Agrobacterium* e de *Acinetobacter* (Gebhard F. et Smalla K., 1998, CD. Transformation of *Acinetobacter sp.* Strain BD413 by transgenic sugar beet DNA. *Appl. Environ. Microbiol.*, 64, 1550-1554). Além disso, numerosos elementos permitem supor que a transferência em sentido inverso é teoricamente possível. Essa transferência provavelmente contribuiu com a evolução das bactérias: comparação de seqüências de genes de vegetais e de genes de bactérias mostra que certos genes bacterianos são verdadeiramente de origem vegetal, como o gene da glicose-6-fosfato isomerase que teria passado de *Clarkia ongulata* (onagráceas) para a bactéria *Escherichia coli* (Smith M.W. *et al.*, 1992. Evolution by acquisition: the case for horizontal gene transfers. *Trends Biochem. Sci.*, 17, 489-493). A transformação de bactérias competentes pelo DNA livre também foi evidenciada. Essa probabilidade é muito importante já que o DNA, que pode se encontrar livre no solo após uma lise celular da PGM, por exemplo, pode perdurar por milhões de anos no solo (Copper *et al.*, 2003, CD. Diverse plant and animal genetic records from Holocene and Pleistocene sediments, *Science*, 300 (5620), p. 791-5). Ainda que a probabilidade de transferência horizontal de um pé-de-soja para uma planta selvagem vizinha possa parecer fraca, ela aumenta consideravelmente se analisarmos a situação com relação somente a alguns hectares de planta

transgênica, e portanto dezenas de milhares de pés. E o que acontece com os milhões de hectares de plantas transgênicas já em cultivo? É, pois, principalmente por essas razões que vários estudos alertam sobre os riscos de transferência horizontal de genes capazes de perdurar de maneira irreversível nos ecossistemas.

Panoff J.M. et Chuiton C., 2004. Horizontal Gene Transfer: A Universal Phenomenon, *Human and Ecological Risk Assessment*, 10:939-943.

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

Smith M.W. et al., 1992. Evolution by acquisition: the use for horizontal gene transfers. *TIBS*, 17, 489-93.

Doolittle R. et Bork P., 1997. Les domaines des protéines, témoins de l'évolution. *Pour la Science*, 98-105.

P. Simonet et al., 2006. Impact des plantes génétiquement modifiées sur la communauté microbienne du sol, Présenté lors du *Premier séminaire de restitution du programme ANR-OGM*, p. 95, www.inra.fr/content/download/8794/118194/version/1/file/brochure_postseminaire.pdf

Traavik T., 1999. Too early may be too late Ecological risks associated with the use of naked DNA as a biological tool for research, production and therapy. Research Report for DN 1999-1. Trondheim, Norway, Directorate for Nature Management, 106p.

Nielsen K. and al., 1998. Horizontal gene transfert from transgenic plants to terrestrial bacteria a rare event? *Microbial Reviews*, 22(2): 79-93.

Trabalhos sobre os impactos ecológicos das transferências horizontais no nível do solo mostram que esse tipo de transferência não é negligenciável, principalmente durante lises celulares (que acontecem entre as plantas atacadas por patógenos ou simplesmente durante suas decomposições). Além disso, os autores precisam: “Os resultados experimentais são claríssimos,

a presença de DNA de origem procariótica no genoma da planta aumenta de maneira considerável a capacidade de integração dos genes correspondentes nos genomas bacterianos”.

P. Simonet *et al.*, 2006. Impact des plantes génétiquement modifiées sur la communauté microbienne du sol, Présenté lors du *Premier séminaire de restitution du programme ANR-OGM*, p. 95, www.inra.fr/content/download/8794/118194/version/1/file/brochure_post-seminaire.pdf

3 Ameaças à biodiversidade

3.1. Intensificação das culturas e generalização das Plantas Geneticamente Modificadas (PGM) resistentes a um herbicida de largo espectro

O Comitê Francês de Prevenção e de Precaução concluiu: “A introdução das plantas transgênicas vai modificar e aumentar a industrialização das práticas agrícolas, e contribuir portanto para a transformação dos ecossistemas”.

MEDD, 1997. Parecer de 5 de setembro de 1997 do Ministério do Meio Ambiente francês.

As plantas transgênicas tolerantes à herbicida são uma ameaça potencial aos pássaros porque a aplicação repetida de herbicidas totais nos campos pode eliminar em até 90% as “ervas daninhas” e, portanto, privar os pássaros de alimentos, declarou Andrew Watkinson, da Universidade de East Anglia em Norwich, Reino Unido.

A.R. Watkinson *et al.*, 2000, CD. Predictions of Biodiversity Response to Genetically Modified Herbicide-Tolerant Crops, *Science*, vol. 289, n°1.554.

Estudo de impacto ambiental desenvolvido pelas autoridades britânicas relata que a cultura de plantas tolerantes aos herbicidas poderia acarretar um impacto em populações de

plantas dicotiledôneas selvagens, com conseqüências sobre as populações de insetos, e, portanto, de pássaros que consomem essas plantas.

ACRE, 2004. Advice on the implications of the farm-scale evaluations of genetically modified herbicide-tolerant crops. 13 January 2004, <http://www.defra.gov.uk/environment/gm/fse>

Obra explica como as PGM, em curto prazo, simplificam as práticas da agricultura intensiva à quais são intimamente ligadas.

Kempf H., 2003. *La guerre secrète des OGM*, Seuil, 2003.

3.2. Especificidade dos riscos devidos ao glifosato e ao glufosinato de amônia

Formulação mais recorrente do glifosato, o *Roundup* é conhecido por ter um efeito sobre a fauna aquática que muitos conhecem.

Sopinska A. *et al.*, 2000. Influence of water pollution with Roundup herbicide on fish health. *Medycyna Weterynaryjna*. 56(9), 593-597.

Estudo aponta a escassez de pesquisas sobre os metabólitos dos animais após administração do *Roundup*.

Neskovic N.K. *et al.*, 1996, CD. Biochemical and histopathological effects of glyphosate on carp, *Cyprinus carpio*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 56, 295-302.

Estudos mostram a nocividade ao meio ambiente e à saúde humana de alguns agentes de formulação, adjuvantes ao glifosato, do *Roundup*.

Joost A.W. *et al.*, 2000. The Environmental Yardstick for Pesticides: a Practical Indicator Used in the Netherlands, Leendertse in Crop Protection 19.

Van der Werf H.M.G. et Zimmer C., 1997. Un indicateur d'impact environnemental de pesticides base sur un système expert à logique floue., *Le Courrier de l'Environnement*, 34, <http://www.inra.fr/dpenv/vandec34.htm>

Adam A. et al., 1997. The oral and intracheal toxicities of Roundup and its component to rats. *Veterinary Hum. Toxicology*. 39(3), 147-151.

Eisenbrand G. et al., 1996. Assessment of the allergenic potential of foods derived from genetically engineered plants: glyphosate tolerant soybean as a case study. Food allergies and intolerances: symposium. VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim, Germany, 212-221.

Estudo mostra que o glifosato tem um efeito deletério sobre o sistema hormonal de uma espécie de peixe brasileiro e sobre a viabilidade de seus ovos.

Soso A.B. et al., 2006, CD. Chronic exposure to sub-lethal concentration of a glyphosate-based herbicide alters hormone profiles and affectys reproduction of female Jundiá (*Rhamdia quelen*), *Environmental Toxicology and Pharmacology*, n° 23 (2007), p. 308-313.

Estudo a respeito do glifosato mostra sua toxidade sobre os estágios precoces do desenvolvimento da Tartaruga da Flórida.

Sparling D.W. and al., 2006, CD. Toxicity of glyphosate as Glypro and L1700 to red-eared slider (*Trachemys scripta elegans*) embryos and early hatchlings. *Env. Tox. and Chem.*, vol. 25, n°10, pp. 2.768-2.774.

Estudo mostra o caráter extremamente tóxico do *Roundup* em populações de anfíbios dos EUA, com uma mortalidade de 98% dos ovos e de 75% das larvas.

Relyea R.A., 2005, CD. The lethal impact of Roundup on aquatic and terrestrial amphibians, *Ecological Application*, 15(4), 2005, p.1.118-1.124.

Estudo revela que a degradação do *Roundup* no solo é muito variável e pode perdurar por vários meses.

Aigle *et al.*, 1996. *Les Plantes transgéniques en agriculture*, John Libbey Eurotext, p. 111-128.

Estudo mostra que *Roundup* pode se fixar em argilas, o que desacelera sua degradação pelos microorganismos.

Kishore *et al.*, 1992. *Weed Technol.*, n°6, p. 626-634.

A EFSA conclui em relatório de avaliação que o glufosinato de amônia não é biodegradável e que o risco de contaminação das águas subterrâneas por um destes metabólitos necessita uma particular atenção. Além disso, o documento apresenta os riscos ecotoxicológicos para mamíferos e artrópodos.

EFSA, 2005, CD. European Food Safety Authority, Conclusion on the peer review of glufosinate. *EFSA Scientific Report* (2005) 27, 1-81.

3.3. Perturbações dos ecossistemas (rupturas de equilíbrios e transferência de genes)

Estudo da PNAS conclui que um transgene introduzido numa população de peixes por meio de alguns indivíduos poderia se difundir por toda a população e erradicar, em algumas gerações, a população não-transgênica.

W.M. Muir and R.D. Howard, 1999, CD. Possible risks of transgenic organisms release when transgenes affect mating success: Sexual selection and the Trojan gene hypothesis, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96, 13.853-13.856.

A China propôs, em 22 de maio de 2000, durante a Convenção sobre a Biodiversidade, que os OGM fossem considerados como problemas semelhantes aos das espécies invasoras.

H. Kempf, *Le Monde*, 28-29 de maio de 2000.

Estudo mostra que as culturas de plantas geneticamente modificadas *Bt* podem conduzir a uma perturbação dos agrossistemas com forte impacto sobre comunidades animais.

Kinderlerer J., 2001. Effects on non-target organisms of the release of genetically modified crops into the environment. In *Safety of Genetically Engineered Crops* (Custers, R., ed.). Zwijnaarde, Belgium: Flanders Interuniversity Institute for Biotechnology, pp. 88-107.

Obra afirma que “uma vez que a resistência (aos insetos) é transmitida às plantas selvagens, ela continua a se exercer plenamente fora do campo cultivado, o que pode acelerar a evolução do inseto ou do patógeno-alvo. Assim, o equilíbrio das populações de insetos seria afetado, acarretando, por sua vez, um possível efeito sobre as populações de plantas selvagens. Se o transgene não controla a resistência aos insetos, ele pode não somente modificar a atratividade de certas espécies de plantas pelos insetos, mas ainda afetar as populações de insetos”.

A. Gallais et A. Ricroch, 2006. *Plantes transgéniques: faits et enjeux*, Ed. Quae, 2006, p. 166.

Documento apresenta possibilidade de transferência de genes para as bactérias das abelhas.

Kaatz, 2000. Institut de recherche sur les abeilles, Université d'Iéna, Allemagne, *Communication publique*, 21 de maio de 2000.

Obra aborda que, em caso de polinização de cultura convencional por um pólen de PGM, as características do fruto ou da semente das plantas convencionais podem ser modificadas, já que o caráter da PGM expressa-se, pois, na planta convencional (efeito *xênia*).

A. Gallais et A. Ricroch, 2006. *Plantes transgéniques : faits et enjeux*, Ed. Quae, 2006, p. 161.

3.4. Toxicidade direta ou indireta (cadeia alimentar das proteínas inseticidas)

Estudo mostra que a quantidade de proteína *Bt* num campo de milho transgênico *Bt* é de 1.500 a 2.000 vezes superior à de um campo de milho não-transgênico que tenha sofrido uma pulverização com bactérias *Bacillus thuringiensis* (procedimento utilizado em agricultura orgânica).

A. Székács, 2003 in Darvas B., 2003, CD. Bt-toxin levels in DK-440-BTY (YieldGard) *Bt*-corn and stubble, Béla Darvas Conférence du 26-29 novembre 2003, Prague. Poster de Darvas B., *Institut de Protection des plantes de l'Académie des sciences hongroise*.

Estudo mostra a toxicidade da proteína *Bt* em três lepidópteros não-alvo durante 30 dias.

K.S. Johnson *et al.*, 1995. Toxicity of *Bacillus thuringiensis* var *kurstaki* to 3 nontarget lepidoptera in-field studies. *Environmental Entomology*, 24 (2): 288-297.

Estudo mostra efeitos tóxicos da proteína *Cry 1Ab* (mortalidade dos adultos) sobre um predador *Chrysopidae*.

Hilbeck *et al.*, 1998. Toxicity of *Bacillus thuringiensis* Cry1Ab toxin to the predator *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Environmental Entomology*, 27(5): 1255-1263.

Estudo apresenta toxicidade do pólen *Bt176* na borboleta Monarca.

J.E. Losey *et al.*, 1999, CD. Transgenic pollen harms monarch larvae, *Nature*, n°399, 6733, p. 214.

Estudo evidencia, na América do Norte, efeitos negativos das proteínas *Bt* nas larvas das borboletas Monarca, lepidóptero não-alvo. Nas experiências de longo prazo (dois anos) em campo, menos 20% das larvas alcançaram o estágio adulto (borboleta) quando foram expostas naturalmente ao pólen *Bt*.

Dively et al., 2004, CD. Effects on monarch butterfly larvae (Lepidoptera: Danaidae) after continuous exposure to Cry1Ab expressing corn during anthesis. *Environmental Entomology* 33: 1.116-1.125.

Estudo mostra que a toxidade do milho *Bt* em lepidópteros não-alvo e protegidos nacionalmente (Hungria) reproduz as condições naturais em campos (período de polinização do milho de 12 dias), com larvas que se alimentam de sua planta habitual sobre a qual o pólen se depositou. Um índice de mortalidade de aproximadamente 20% e um retardamento de peso reversível foram observados, e mais ou menos pronunciados em função do milho *Bt* utilizado.

B. Darvas, 2003, CD. Effects of DK-440-BTY (YieldGard) *Bt*-corn pollen on *Inachis io* (Nymphalidae) larvae, Béla Darvas Conférence du 26-29 novembre 2003, Prague. Poster de Darvas B., *Institut de Protection des plantes de l'Académie des sciences hongroise.*

Estudo mostra que, após o cultivo de plantas *Bt*, a proteína *Bt* encontra-se em organismos herbívoros não-alvo presentes nos campos de cultivo (coleópteros, minhocas das raízes etc.), assim como em artrópodes predadores desses herbívoros (coleópteros, aracnídeos etc). Segundo os autores, a exposição a longo prazo à proteína *Bt* é, portanto, demonstrada, e esses dados deveriam ser levados em conta na avaliação das culturas transgênicas.

Obrycki et al., 2005, CD. Uptake of *Bt* endotoxins by nontarget herbivores and higher order arthropod predators: molecular evidence from a transgenic agroecosystem, *Molecular Ecology*, 2005, 14, 2.815-2.823.

Pesquisadores da Universidade de Nova York e da Universidade de Caracas (Venezuela), em 1999, mostraram que a toxina secretada pelo milho *Bt* é eliminada pelas raízes da planta, fixa-se durante pelo menos 234 dias no solo e conserva sua função inseticida durante 25 dias. “Poderia haver um risco que os insetos

não-alvo, até mesmo outros organismos de ordem superior na cadeia alimentar, sejam afetados pela toxina”, declararam esses pesquisadores. Na natureza, a toxina *Bt* encontra-se na forma de protoxina, necessitando-se sua estrutura sete etapas de clivagem, no percurso esofágico dos insetos para ser ativada. No milho *Bt* da Novartis, o gene da bactéria é truncado e, portanto, codifica uma toxina *Bt* mais curta, que, por sua vez, é diretamente ativa entre os insetos. Isso explica a razão pela qual ela é menos seletiva.

D. Saxena *et al.*, 1999, CD. Transgenic plants: Insecticidal toxin in roots exudates in *Bt* corn, *Nature*, vol. 402, p. 480.

Outro estudo vem confirmar que as proteínas *Bt* são excretadas pelas raízes do milho GM, inclusive pelo milho *MON810*.

Saxena *et al.*, 2002, CD. Bt toxin is released in root exudates from 12 transgenic corn hybrids representing three transformation events. *Soil Biology & Biochemistry* 34: 133-137.

Estudos apontam que nos solos argilosos, podem ser formados *bound toxins* com a argila, conservando um efeito inseticida por muito tempo (durante a excreção de proteínas *Bt* pelas raízes de plantas geneticamente modificadas *Bt*).

C.J. Palm *et al.*, Persistence in soil of transgenic plant produced *Bacillus thuringiensis* var *kurstaki* g-endotoxin. *Can. J. Microbiol.*, 42, 1.258-1.262.

Tapp et Stotzky, 1998, in A.T. Groot et M. Dicke, 2002, CD. Insect-resistant transgenic plants in a multi-trophic context. *The Plant J.*, 31, 387-406.

A.J. Conner *et al.*, 2003, CD. The release of genetically modify crops into the environment. *The Plant J.*, 33, 19-46.

Saxena D. and Stotzky G., 2001, CD. *Bt* toxin uptake from soil by plants. *Nature Biotechnol.* 19, 199.

Estudo mostra que a degradação das proteínas *Bt* é amplamente devida a fatores bióticos que dependem fortemente do tipo de solo.

Crecchio C. and Stotzky G., 1998, CD. Insecticidal activity and biodegradation of the toxin from *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* bound to humic acids from soil. *Soil Biol. Biochem.* 30, 463-470.

Glandfort D.C.M. and al., 1997. Influence of the production of antibacterial and antifungal proteins by transgenic plants on the saprophytic soil microflora. *Acta Bot. Neerl.* 46, 85-104.

Estudos mostram que a proteína *Cry1Ab* (exudada principalmente pelo milho *MON810*) persiste no solo e permanece biologicamente ativa.

Zwahlen C. et al., 2003, CD. Degradation of the *Cry1Ab* protein within transgenic *Bacillus thuringiensis* corn tissue in the field. *Molecular Ecology* 12: 765-775.

Stotzky G., 2004, CD. Persistence and biological activity in soil of the insecticidal proteins from *Bacillus thuringiensis*, especially from transgenic plant. *Plant and Soil* 266: 77-89.

Baumgarte S. et Tebbe C.C., 2005, CD. 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* 14: 2.539-2.551.

Estudo mostra a permanência dos genes *Bt* durante várias semanas nas águas e nos sedimentos, 21 e 40 dias, respectivamente. Mostra também que esses genes foram encontrados a 82 km a jusante do rio e distantes do local dos cultivos.

Douville M. et al., 2007, CD. Occurrence and persistence of *Bacillus thurengiensis* (*Bt*) and transgenic *Bt* corn *Cry1Ab* gene from an aquatic environment. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 66: 195-203.

Obra explicita que o efeito das endotoxinas *Bt* nos organismos não-visados não é conhecido e não se deve excluir o fato de que sua toxicidade aos insetos benéficos provoca uma forte perturbação ecológica.

J.P. Berlan *et al.*, 2001. *La guerre au vivant*, Marseille, Agone.

Obra mostra que os pesticidas e poluentes podem se concentrar em até 25 milhões de vezes na cadeia alimentar.

Colborn T. *et al.*, 1997. *L'homme en voie de disparition?* Terre Vivante Ed. (Mens, France).

4 Alteração da qualidade do solo

No âmbito da biologia dos solos, estudos parecem mostrar aumento da população de um fungo que pode atacar o sistema das raízes das plantas, um *Fusarium*, após aplicação de glifosato.

R.J. Kremer *et al.*, 2003. Soil biological processes are influenced by Roundup Ready soybean production. *Phytopathology*, 93, Suppl. 104.

Comparando duas linhagens de milho *Bt*, Novelis (*MON810*, da Monsanto) e Valmont (*Bt176*, da Syngenta) com linhagens não-GM, os pesquisadores encontraram índices de linina superiores de 28% (Novelis) e de 18% (Valmont). A quantidade superior de linina diminuirá a digestibilidade do milho e aumentará a resistência à fratura da planta, ocasionando uma perda de eficiência na reciclagem, assim como indícios de impactos sobre a fauna microbiana e quantidade de carbono no solo.

J. Poerschmann *et al.*, 2005, CD. Molecular Composition of Leaves and Stems of Genetically Modified *Bt* and Near-Isogenic Non-Bt Maize—Characterization of Lignin Patterns, *Journal of Environmental Quality*, 34: 1.508-1.518, <http://jeq.scijournals.org/cgi/content/abstract/34/5/1508>

Tais descobertas sobre o milho *Bt* já haviam sido feitas em um estudo anterior.

Saxena D. et Stotzky G., 2001. Bt corn has a higher lignin content than non-Bt corn. *American Journal of Botany* 88: 1704-1706.

Outro estudo, do mesmo modo, mostra que o milho *Bt*, incluído o *MON810*, se decompõe menos no solo. Fenômeno pode ter relação com o teor de lignina mais elevado.

Flores S. et al., 2005, CD. Transgenic *Bt* plants decompose less in soil than non-Bt plants. *Soil Biology & Biochemistry* 37: 1.073-1.082.

Estudo indica que as leghemoglobinas presentes nos nódulos da soja RR - elementos importantíssimos para que as raízes das leguminosas fixem o nitrogênio - estão ameaçadas pelo uso de um herbicida à base de glifosato. O estudo demonstra também que o uso de glifosato na soja RR acarreta uma redução da massa e do número dos nódulos das raízes capazes de fixar o nitrogênio.

Hoagland et al., 1999. *Weed Science Society of America*, Vol. 39.

Este estudo foi confirmado recentemente por um outro que mostra existir, efetivamente, uma influência negativa do glifosato sobre a fixação do nitrogênio e assimilação dos nitratos e pela soja RR.

Bellaloui N. et al., 2006. Simulated Glyphosate Drift Influences Nitrate Assimilation and Nitrogen Fixation in Non-glyphosate-Resistant Soybean. *J. Agri. Food Chem.* : 54, 3.357-3.364.

Equipe do Instituto Nacional de Saúde Pública e Meio Ambiente da Holanda estabeleceu um elo entre a presença de resíduos de milho *Bt* e impactos sobre a fauna microbiana do solo. Os pesquisadores estudaram as diferenças de influência sobre a respiração microbiana dos solos em três situações: solos cobertos de resíduos de cultura de milho transgênico contendo a proteína *Cry1Ab* (*Bt*), solos recobertos de cultura de milho convencional e solos sem resíduo de culturas. Os resultados mostram que a proteína *Cry1Ab* influencia a composição microbiana do solo. A fim de efetuar suas experiências, os pesquisadores analisaram

resíduos de palha em campos experimentais após o período de colheita. As análises de quantificação da proteína indicam que esta se concentra a $0,842\mu\text{g/g}$ de palha no caso do milho *Bt176*, da Syngenta, e a $3,859\mu\text{g/g}$ de palha, no caso do milho *MON810*, da Monsanto. A influência da proteína *Bt* traduz-se por uma respiração do solo mais elevada na presença de resíduos transgênicos, desde as primeiras 72 horas e durante três semanas. Essa respiração mais elevada corresponde a um consumo maior de carboidratos. Além disso, as colônias de microorganismos eram mais numerosas na presença de resíduos transgênicos.

Mulder C. *et al.*, 2006, CD. Can transgenic maize affect soil microbial communities?, *PLoS Computational Biology*, sept. 2006, Vol.2, issue 9, 1165-1172.

Trabalho apresenta modificação da flora microbiana do solo em consequência da secreção considerável e permanente de inseticidas pelas raízes da planta.

Dessaux *et al.*, 1998. Trabalhos do Institut des sciences végétales du CNRS, Gif-sur-Yvette, Oger, Petit, Dessaux *et al.*, *Le Monde*, 7 de janeiro de 1998.

Plantas Genéticamente

Modificadas (PGM):

Resultados contestados

1 Surgimento de resistências

1.1. O caso dos insetos

Estudos mostram que o surgimento de resistências ao *Bt* (a bactéria original) existe há algum tempo.

McGaughey W.H., 1985, CD. Insect resistance to the biological insecticide *Bacillus thuringiensis*. *Science* 229, 193-195.

McGaughey W.H. et al., 1987. Toxicity of different serotypes and toxins of *Bacillus thuringiensis* to resistant and susceptible indianmeal moths (Lepidoptera : Pyralidae). *J. Econ. Entomol.* 80, 1122-1126.

McGaughey W.H. et Beeman R.W., 1988. Resistance to *Bacillus thuringiensis* in colonies of indianmeal moth and almond moth (Lepidoptera : Pyralidae). *J. Econ. Entomol.* 81, 28-33.

As plantas transgênicas com função inseticida contêm geralmente um gene que codifica a proteína *Bt*. O surgimento de resistência dos insetos a essa proteína é um risco já documentado. Para evitá-lo, a estratégia “de empilhamento” consiste em fazer com que a planta expresse várias proteínas *Bt*. Mas, um estudo do Instituto Cornell mostra que o cultivo de plantas GM que contêm um único gene *Bt* anula a eficácia das plantas que possuem vários deles. Outra estratégia para diminuir a resistência ao *Bt* são as áreas-refúgio, inclusive obrigatórias. Entretanto, segundo o Professor J. Z. Zhao, “as áreas-refúgio constituem uma boa estratégia, mas ela não é aplicada pelos pequenos agricultores na Índia e na China [...] em razão das pequenas superfícies de cultivo”.

J.Z. Zhao et al., 2005, CD. Concurrent use of transgenic plants expressing a single and two *Bacillus thuringiensis* genes speeds insect adaptation to pyramided plants, *PNAS*, 102; 8.426-8.430.

Estudo aponta que “se os insetos se tornassem resistentes à toxina *Bt* fabricada pelas plantas, não somente os transgenes não poderiam mais ser utilizados, mas a toxina *Bt* em si não poderia tampouco ser utilizada como inseticida (como é feito, por exemplo, na agricultura biológica)”.

A. Gallais et A. Ricroch, 2006. *Plantes transgéniques: faits et enjeux*, Ed. Quae, p. 163.

Entre *Heliothis virescens*, lepidóptero predador do sul dos EUA e da zona tropical, experiências de laboratório mostraram que essa espécie pode se tornar resistente às toxinas *Cry1*.

F. Gould *et al*, 1995. Selection and genetic analysis of a *Heliothis virescens* strain with high levels of resistance to *Bacillus turengiensis* toxins. *J. Econ. Entomol.*, 88, 1.545-1.559.

Relatório do *Greenpeace* descreve, após monitoramento por cinco anos de experiência chinesa, que o algodão transgênico *Bt* não será eficiente, dentro de oito ou 10 anos, no controle da proliferação de insetos “nocivos” (a exemplo do caruncho do algodão) contra os quais foi implementado. Essa variedade de algodão representava, em 2001, 35% da totalidade do algodão plantado na China. Testes de laboratório e de campo conduzidos por quatro institutos científicos nacionais demonstram que surgiu uma resistência nesses insetos nocivos e que seus inimigos naturais (parasitas) estão em vias de extinção. Concluindo-se, se os insetos nocivos são resistentes à toxina produzida pelo *Bt* e não existindo mais inimigos naturais, eles proliferarão. O Professor Xue Dayuan, do Instituto Nanjing de Ciências Ambientais e consultor do *Greenpeace* e da Administração Nacional de Proteção do Meio Ambiente (Sepa) da China, estima que o algodão *Bt* foi introduzido prematuramente sem real conhecimento dos impactos sobre o meio ambiente.

D. Xue, 2002, CD. A Summary of Research on the Environmental Impacts of Bt-cotton in China. *Nanjing Institute of Environmental Sciences, State Environmental Protection Administration of China.*

Esse relatório do *Greenpeace* foi corroborado por um outro estudo. Os cientistas observaram que a diversidade de espécies de insetos é menor nos campos de algodão *Bt* do que em campos de algodão convencional. Conseqüentemente, novos parasitas substituíram o verme do algodão, parasitas contra os quais a planta transgênica não é capaz de se defender. Por fim, o estudo estima que bastariam oito anos para o verme do algodão se adaptar à planta transgênica.

L. Xiaofeng, 2004. *Université du Henan.*

Estudo demonstra, na Austrália, a aquisição de resistência à proteína *Bt* secretada por algodão transgênico para eliminar um verme das raízes *Helicoverpa armigera*, alvo desse inseticida. Aproximadamente 70% da população de vermes das raízes que tiveram contato com esse algodão transgênico, cultivado desde 1997, tornaram-se resistentes. Esse estudo é o primeiro publicado a respeito da aquisição de resistência à proteína *Bt* por insetos, após sua exposição a plantas GM.

G.D. Moores et al, 2005, CD. New Resistance Mechanism in *Helicoverpa armigera* Threatens Transgenic Crops Expressing *Bacillus thuringiensis Cry1Ac* Toxin, *Applied and Environmental Microbiology*, p. 2558–2563, vol. 71, n°5.

Estudo demonstra que a aquisição de resistência por insetos expostos a um campo de algodão *Bt* seria proporcional à superfície cultivada nas seguintes proporções: para uma superfície de cultivo que representa 10%, 20%, 30% ou 40% da área total do campo, insetos que se tornaram resistentes à esta cultura do algodão *Bt* apareceriam após 54, 25, 16 e 11 anos.

Kranthi et al., 2004, CD. Modelling adaptability of cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* to *Bt*-cotton in India, *Current Science*, Vol. 87, n°8, 1096.

Estudos indicam a possibilidade das larvas *Diabrotica* adaptarem-se, pelo menos temporariamente, à presença da toxina *Bt* entre os milhos *Bt*.

Clark P.L. et al, 2006, CD. *Diabrotica virgifera virgifera* larval feeding behavior on transgenic maize (MON863) and its isolate, *Journal of Economic Entomology*, 2006, 99(3), 722-727.

T.M. Nowatzki et al, 2006, CD. Effect of *Bacillus thuringiensis Cry3Bb1* protein on the feeding behavior and longevity of adult western Corn Rootworms, *Journal of Economic Entomology*, 99 (3), 927-930.

Estudo conclusivo refere-se a um risco elevado de surgimentos rápidos de resistência ao *Bt* entre os insetos.

F. Gould, 1998, CD. Sustainability of transgenic insecticidal cultivars: Integrating Pest Genetics and Ecology. *Annual Review of Entomology*, Vol. 43: 701-726.

Estudo alerta sobre a dificuldade de manejo dos PGM *Bt* a fim de evitar um surgimento rápido e inelutável de resistências. Esse estudo conclui, principalmente, que a implantação de áreas-refúgio separadas e não tratadas com nenhum pesticida seria mais vantajosa para diminuir o surgimento de resistências, mas coloca em dúvida as vantagens econômicas de um procedimento como esse.

A.M. Shelton *et al.*, 2000, CD. Fields tests on managing resistance to *Bt*-engineered plants, *Nature Biotech.*, vol 18, 339-342.

Estudo evidencia o primeiro surgimento de resistência em campo de um lepidóptero (*Plutella xylostella*) a uma planta *Bt* (Crucífera que expressa *Cry1Ac*).

A.M. Shelton *et al.*, 1993. Resistance of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) to *Bacillus thuringiensis* subspecies in the field, *J. Econ. Entomol.*, 86, 697-705.

Estudo publicado no jornal *Proceedings of National Academy of Sciences*, do Professor Tabashnik, da Universidade do Arizona, demonstra a disseminação do transgene *Bt* de uma cultura de milho transgênico para uma cultura vizinha não-transgênica. A particularidade desse estudo é que se concentrou nas áreas-refúgio semeadas de plantas não-transgênicas, que têm como objetivo limitar o surgimento de resistência entre os insetos visados. Tendo demonstrado a contaminação dessas áreas pelo transgene, Tabashnik considera que “isso vai aumentar a capacidade dos insetos de desenvolver resistências [... e que] já é tempo de redefinir as regras de cultivo de plantas transgênicas”.

B.E. Tabashnik *et al.*, 2004, CD. Contamination of refuges by *Bacillus thuringiensis* toxin genes from transgenic maize, *Proc National Acad Science*, 101(20): 7.526-9.

Obra sobre as plantas transgênicas afirma que “para ser eficaz, a estratégia das ‘áreas-refúgio’ deve ser aplicada no âmbito de uma grande região: ela não tem significado se for implementada

na propriedade de um só agricultor, isolado dos demais. Isso aponta para a necessidade de sua implementação e controle por um organismo estatal”.

A. Gallais et A. Ricroch, 2006. *Plantes transgéniques: faits et enjeux*, Ed. Quae, p. 165.

1.2. O caso das plantas adventícias

De acordo com os trabalhos de Neil Rhodes e Bob Haye, da Universidade do Tennessee, mais de 100 mil hectares de algodão foram invadidos por uma planta selvagem chamada ‘pesse’ (espécie canadense *Hippurus vulgaris*), que se tornou resistente ao glifosato, o agente ativo do *Roundup*. Isso representa 36% da superfície cultivada com algodão no Tennessee. Essa “erva daninha” ameaça também 100 mil hectares de soja. Os testes de laboratório demonstraram que era preciso uma taxa seis vezes maior de glifosato para conseguir destruir a planta adventícia. Os pesquisadores e a Monsanto recomendam, então, aos agricultores que mudem suas práticas no ano seguinte. Essa resistência é constatada desde 1999. Para Rhodes, o surgimento maciço do algodão *Roundup Ready* é, em parte, responsável por esse problema. Antigamente, ele explica, vários modos de ação eram utilizados.

Rhodes, 2002. *Delta Farm Press*, 23 août 2002, Contact: nrhodes@utk.edu

Estudos mostram a possibilidade de surgimento de mecanismos de resistência ao glifosato entre as plantas selvagens em consequência de sua grande utilização. O aparecimento dessa resistência acarretaria grandes dificuldades para os agricultores se livrarem dessas novas adventícias.

M.D. Owen, I.A. Zelaya, 2002. Impact of herbicide resistant crops in North America-a northern perspective. *13th Australian Weeds Conference*. Perth, Australia, September 8-13.

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

I. Heap, 2003. International survey of herbicide resistant weeds. Herbicide resistance action committee, North American Herbicide Resistance Action Committee and Weed Science, Society of America, www.weedscience.com

Slotenberg and Jeschke, 2003, in Bonny, 2004.

S. Bonny, 2004. 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.

Estudo explica os mecanismos de resistência de plantas aos herbicidas e a eficiência dos herbicidas segundo os fatores ambientais. Esse estudo oferece também algumas pistas para limitar o aparecimento das resistências.

Cardoso G.D. et al., 2004. Plantas daninhas e sua resistência aos herbicidas. ONG Caatinga, Mossoró-RN, v.17, n.1, p.32-38, jan./jun. 2004.

Estudo diz “para evitar uma pressão de seleção muito forte sobre as ervas adventícias, seria preciso se abster de generalizar o uso das variedades transgênicas resistentes aos herbicidas”.

A. Gallais et A. Ricroch, 2006. *Plantes transgéniques: faits et enjeux*, Ed. Quae, p. 161.

2 Rendimentos medíocres e excessivo consumo de pesticidas

Relatório apresenta aumento do consumo de pesticidas em cultivos de OGM nos EUA de 1996 a 2003.

C.Benbrook, 2003, CD. Impacts of Genetically Engineered Crops on Pesticide Use in the United States: The First Eight Years. *Biotech Infonet Technical*, nº6, novembre 2003.

Estudo mostra que a produtividade da soja *Roundup* inferior de 6% à das melhores variedades convencionais.

Elmore, 2000. *Independent*, 11 juin 2000, Dr Roger Elmore de l'Institut d'agriculture et des ressources naturelles de l'université du Nebraska, E-U.

Aumento de 41% das vendas de herbicidas utilizados no cultivo do canola para fins de destruição das ervas daninhas do milho em cinco anos no Canadá.

Statistiques de l'Institut canadien de protection des cultures.

Relatório explica que o custo das sementes *hi-tec* das sojas transgênicas é em média superior a 36% do preço das sementes naturais, e o rendimento é inferior a 4% ao das culturas convencionais.

UE, 2000. Rapport de la Direction générale de l'agriculture de la Commission de la Communauté européenne, 2000.

Estudos revelam que as variedades atuais de soja resistentes aos herbicidas têm em média um rendimento inferior às variedades normais (2,62 q/ha).

R.W. Elmore et al., 2001, CD. Glyphosat resistant soybean cultivar yields compared with sisters lines, *Agr. J.*, 93, 408-412.

P.L. Raymer and T.L. Grey, 2003, CD. Challenges in comparing transgenic and non transgenic soybean cultivars, *Crop Sci.*, 43, 1.584-1.589.

Estudos mostram a falta de diminuição, até mesmo de aumento do consumo de herbicidas, para culturas de soja RR.

C. Benbrook, 2003. OGM et pesticides, *L'écologiste*, 4, 48-50.

C. Benbrook, 2001, CD. Troubled Times Amid Commercial Success for Roundup Ready Soybeans, *AgBio Tech InfoNet Technical Paper n°4*.

D.R. Murray, 2003. *Seeds of concern. The genetic manipulation of plants.* CABI Publishing. 156 p.

Estudo permitiu identificar que a soja resistente a um herbicida da Monsanto não era adaptada a climas quentes. De fato, foi constatado que se a temperatura do solo ultrapassasse os 30°C, todos os caules da soja transgênica apresentavam rachaduras a partir do surgimento das primeiras folhas (contra somente de 50% a 70% para a soja convencional). Observou-se uma perda de rendimento de pelo menos 40%.

W.K. Vencill *et al.*, 1999. Heat stress tolerances of transgenic soybeans, *Proc. South Weed Sci. Soc.*, 52, <http://www.newscientist.com/article.ns?id=mg16422133.700>

Relatório elaborado pelo Inra e o Cemagref, a pedido do Ministério da Agricultura e do Meio Ambiente da França, “traça um inventário dos conhecimentos sobre os quais poderiam se basear as ações que visam reduzir o nível atual de uso dos pesticidas e de seus impactos ambientais”. Os autores fazem uma crítica à estratégia inerente às PGM. Explicam que, para as PGM resistentes aos insetos, “alguns autores se questionam sobre o interesse dessa estratégia que consiste em ‘arremedar’ o modo de ação dos pesticidas, isto é, em privilegiar um modo de ação único e forte para destruir um bioagressor, assim como, sobre a adaptação dos organismos visados, e portanto, sobre a sustentabilidade do método”. No que diz respeito às PGM tolerantes aos herbicidas: “Subsistem, contudo, dúvidas e questionamentos sobre o impacto global dessa técnica”:

- se houver aumento das superfícies tratadas com o glifosato, isso deixará entrever um aumento dos teores de glifosato nas águas; o manejo dos novos rebentos das plantas GM e de sua dispersão fora da parcela necessitará de herbicidas suplementares;
- o emprego maciço do glifosato facilitará o surgimento de adventícias resistentes.

Os dados norte-americanos evidenciam disparidades entre regiões, mas, em média, com uma manutenção, até mesmo um leve aumento das quantidades de herbicidas utilizados. O balanço dos efeitos do uso dessas variedades GM complica-se pelas diversas modificações dos itinerários técnicos: o emprego

das variedades que facilitam a destruição química das ervas adventícias emergentes após a germinação é acompanhado pelo abandono da eliminação mecânica das ervas e da implementação da técnica de plantio direto que pode aumentar certos riscos fitossanitários e, portanto, o consumo total de pesticidas.

INRA et Cemagref, 2005. *Pesticides, agriculture et environnement, Réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux*, , décembre 2005, 68 p.

Estudo realizado pelo Instituto Cornell, em 2006, com 481 cultivadores de algodão na China mostra que após três anos de cultivo de algodão transgênico *Bt*, os agricultores consumiam a mesma quantidade de inseticidas que nos cultivos tradicionais. Ao longo dos três primeiros anos de cultivo, os agricultores tinham diminuído em 70% o consumo de inseticidas e ganharam 1/3 a mais que os cultivadores de algodão convencional. Porém, depois desses três anos, a relação começou a se inverter e, no final de sete anos, em razão do surgimento de novos parasitas, os mesmos agricultores, embora utilizassem a mesma quantidade de inseticidas, tinham seus custos de produção muito mais elevados, em consequência do preço das sementes GM, aproximadamente três vezes mais caro que o das sementes convencionais e, que deviam ser renovadas a cada ano.

Lang S., 2006. Seven-year glitch: Cornell warns that Chinese GM cotton farmers are losing money due to 'secondary' pests. 25 July 2006, <http://www.news.cornell.edu/stories/July06/Bt.cotton.China.ssl.html>

A cadeia da soja brasileira passaria por uma baixa nos lucros diretamente ligada à introdução, por contrabando, de soja transgênica. Essa perda seria estimada em 200 milhões de dólares por ano em razão do fraco rendimento da planta OGM em comparação a variedades de soja convencionais, mais resistentes ao calor. Mais precisamente, pesquisadores da Universidade Federal de Santa Catarina e da Universidade Estadual de Londrina estimam que a perda de rendimento ligada à soja OGM é de “nove sacos de soja colhida por hectare”. Além disso, a resistência dos insetos e a diminuição

da imunidade das plantas diante dos ataques de vírus obrigam os agricultores a aumentar e a duplicar as doses de herbicidas e de fungicidas.

Correio do Povo, 11 de abril de 2002, www.agrolink.com.br

Charles Benbrook, em seu relatório de janeiro de 2005, adverte que a monocultura de soja *Roundup Ready* (RR), cultivada nos Estados Unidos em 14 milhões de ha fragilizou consideravelmente o sistema agrícola. Ele observa que com a expansão dessa soja RR, o uso do glifosato também aumentou, havendo, concomitantemente, a emergência de ervas daninhas resistentes a esse herbicida. Ele ressalta ainda que vários insetos apareceram, causando prejuízos à soja em algumas regiões, o que exigiu a aplicação de inseticidas. Ele sugere, portanto, que todos os meios sejam utilizados para reduzir a dependência ao glifosato e para diversificar os sistemas de cultivo. No âmbito socioeconômico, a soja RR tem conseqüências: expropriação, desmatamento e diminuição das culturas alimentares são os principais danos que observa Benbrook.

C. Benbrook, 2005. *Rust, Resistance, Run Down Soils, and Rising Costs-Problems Facing Soybean Producers in Argentina*, janeiro de 2005, 53 p.

Estudo conclui que o algodão *Bt* é um fracasso em todos os níveis: rendimentos, custo de cultivo, resistência aos insetos. O estudo demonstra que a média dos rendimentos em três anos é inferior a 8% para o algodão *Bt*, enquanto os custos são 12% maiores. A média dos lucros para o agricultor, no final, é 60% menor para o algodão *Bt* que para o algodão convencional. O diretor da *Deccan Development Society*, que financiou o estudo, lembra que a Monsanto-Mahyco encomendou estudos feitos por agências comerciais e não por cientistas que afirmam que os agricultores da Andra Pradesh quintuplicaram seus lucros graças ao algodão *Bt*.

Qayum et Sakhari, 2005. *Bt Cotton in Andhra Pradesh : a three year assessment*, abril 2005, 54 p.

Na África do Sul, os trabalhos de pesquisadores multidisciplinares (botânicos, entomologistas, biólogos moleculares etc.) analisaram um agrossistema sobre os aspectos de contaminação

genética e de impactos ambientais diversos da cultura de algodão *Bt*. Deduziram, principalmente, que “a introdução do algodão *Bt* conseguiu reduzir o uso de inseticidas piretrinóides sem entretanto acarretar um impacto sobre as outras classes de pesticidas como é o caso dos inseticidas organofosfatados, mais prejudiciais à saúde humana que os piretrinóides”.

J.L. Hofs et al., 2006, CD. Conséquences écologiques et agro-économiques de l'introduction de cotoniers transgéniques dans un agrosystème tropical : le cas du Coton *Bt* chez les petits paysans des Makhathini Flats (Afrique du Sud), Présenté lors du *Premier séminaire de restitution du programme ANR-OGM*, dezembro de 2006, p. 83.

Estudo mostra que a introdução das PGM provocou o aumento do uso de pesticidas.

L.L. Wolfenber and P.R. Phipper, 2000, CD. The ecological risks and benefits of genetically engineered plants, *Science*, vol.290, p.2088-2093.

Estudo, realizado em dois anos, em 81 fazendas do Arizona, EUA, compara os rendimentos e o uso de pesticidas em cultivos de algodão transgênico *Bt*, *BtHr* e de algodão convencional. Os três tipos de cultivo têm os mesmos rendimentos, principalmente em consequência do grande uso de inseticida nas culturas não-transgênicas. Por outro lado, se o consumo de inseticida de largo espectro com o algodão *Bt* é inferior ao consumo do algodão convencional (ainda que a diferença tenha diminuído no segundo ano, principalmente em razão do fato de que o *Bt* não matava todas as espécies de insetos predadores), o consumo de herbicida é o mesmo para os três tipos de cultivo. A respeito dos impactos sobre a biodiversidade, a comparação dos insetos não-alvo dos campos com os insetos não-alvo das áreas do entorno não indica diferença significativa entre esses três tipos de cultivo.

M.G. Cattaneo et al., 2006, CD. Farm-scale evaluation of the impacts of transgenic cotton biodiversity, pesticide use, and yield, *PNAS*, vol. 103(20), p.7.571-7.576.

Estudo da *Soil Association* demonstra que o balanço econômico e agrônômico dos OGM nos EUA e no Canadá é extremamente negativo. Os OGM teriam custado para a economia norte-americana mais de 12 bilhões de USD entre 1999 e 2001. Esse mesmo estudo mostra que as variedades de soja RR obtiveram em 2001, em média, rendimentos inferiores em 6% quando comparados aos das variedades convencionais e inferiores a 11% àqueles obtidos com variedades convencionais de altos rendimentos. Além disso, o cultivo de milho *Bt* não teria feito diminuir o uso de inseticidas nas explorações em questão.

G. Meziani et A. Warwick, 2002, CD. *Seeds of doubt*, Soil Association, 68p.

Artigo mostra que 20 mil ha de algodão *Bt* (Monsanto) nos EUA revelaram-se ineficazes em relação ao verme contra o qual deveriam lutar.

J. Kaiser, 1996, CD. Pests Overwhelm Bt Cotton Crop, *Science*, 273, (5274): 423.

Gilles Ferment

Graduado em Ciências da Vida e da Terra, com Especialização em Biologia Molecular, Genética e Fisiologia Animal, Ecologia Fundamental e Aplicada. Tem formação profissional em Ciências da Saúde. É mestrando do curso Gestão Ambiental (Máster 2) da Universidade Paris 7 - Denis Diderot – França. Nesta Universidade, é responsável pelo Setor de Fauna da Associação de Proteção da Natureza (Timarcha).

Magda Zanoni

Professora (Maître de Conférence) da Unidade de Formação e Pesquisa “Geografia, História e Ciências da Sociedade” da Universidade de Paris 7 - Denis Diderot - França, e pesquisadora do Laboratório “Dinamiques Sociales et Recomposition de l’Espace” (Centro Nacional da Pesquisa Científica – CNRS, França). Está oficialmente cedida ao Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural do Ministério do Desenvolvimento Agrário (NEAD/MDA) pelo Ministério francês do Ensino Superior e da Pesquisa. Sua tese refere-se ao enfoque multidisciplinar sobre a questão ambiental no processo da Reforma Agrária em Portugal. Seu trabalho atual compreende as questões de desenvolvimento rural sustentável, no marco teórico das relações sociedade-natureza, com ênfase em métodos interdisciplinares de pesquisa.



Ministério do
Desenvolvimento Agrário

