



Milho geneticamente modificado

**Bases científicas das normas
de coexistência entre cultivares**

**Paulo Paes de Andrade,
Alexandre Lima Nepomuceno,
Maria Lúcia Carneiro Vieira,
Paulo Augusto Vianna Barroso,
Bivanilda Almeida Tapias,
Walter Colli e Edilson Paiva**

Dezembro, 2009

Ministério da
Ciência e Tecnologia



LUIZ INÁCIO LULA DA SILVA
Presidente da República

JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA
Vice-Presidente da República

SERGIO MACHADO REZENDE
Ministro da Ciência e Tecnologia

LUIZ ANTONIO RODRIGUES ELIAS
Secretário Executivo

LUIZ ANTONIO BARRETO DE CASTRO
Secretário de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento

Ficha catalográfica elaborada pela
Biblioteca de Política em C&T do Ministério da Ciência e Tecnologia

M644

Milho geneticamente modificado : bases científicas das normas de
coexistência entre cultivares/ Paulo Paes de Andrade ... [et al.] –
Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2009
[56] p. il.

1. Milho transgênico. 2. Planta geneticamente modificada. 3. Interação
genótipos. 4. Coexistência. I. Andrade, Paulo Paes de. II. Nepomuceno, Alexandre
Lima. III. Vieira, Maria Lúcia Carneiro. IV. Barroso, Paulo Augusto Vianna. V. Tapias,
Bivanilda Almeida. VI. Colli, Walter. VII. Paiva, Edilson.

CDU 604.6:633.15

Comissão Técnica Nacional de Biossegurança - CTNBio

JAIRON SANTOS DO NASCIMENTO
Coordenador Geral da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança

LÍDIA MIRANDA DE LIMA
Assistente Jurídico

Os textos desta publicação poderão ser reproduzidos, armazenados ou transmitidos, desde que citada a fonte.

Imagens da Capa: Keith Weller – ARS – USDA
Imagens internas: Wikipédia

Comissão Técnica Nacional de Biossegurança - CTNBio
Setor Policial Sul - SPO Área 5 Quadra 3 Bloco B - Térreo Salas 10 à 14 CEP - 70610-200 BRASÍLIA - DF

Milho geneticamente modificado

Bases científicas das normas de coexistência entre cultivares

**Paulo Paes de Andrade,
Alexandre Lima Nepomuceno,
Maria Lúcia Carneiro Vieira,
Paulo Augusto Vianna Barroso,
Bivanilda Almeida Tapias,
Walter Colli e Edilson Paiva**

Ministério da Ciência e Tecnologia

Dezembro, 2009

AUTORES

Paulo Paes de Andrade	Departamento de Genética, UFPE, membro da CTNBio
Alexandre Lima Nepomuceno	Embrapa Soja, especialista em Biotecnologia na CTNBio
Maria Lúcia Carneiro Vieira	Departamento de Genética, ESALQ, membro da CTNBio
Paulo Augusto Vianna Barroso	Embrapa Algodão, membro da CTNBio
Bivanilda Almeida Tapias	Engenheira Agrônoma, membro da CTNBio
Walter Colli	Departamento de Bioquímica, USP, Presidente da CTNBio
Edílson Paiva	Embrapa Milho e Sorgo, vice-presidente da CTNBio

COLABORADORES

Membros da CTNBio

Alexandre Rodrigues Caetano	EMBRAPA Cenargen
Aluizio Borém	Departamento de Fitotecnia, UFV
Ana Lúcia Tabet Oller do Nascimento	Instituto Butantan
Anibal Eugênio Vercesi	Faculdade de Ciências Médicas, UNICAMP
Antônio Euzébio Goulart Sant'Anna	Instituto de Química e Biotecnologia, UFAL
Aron Jurkiewicz	Departamento de Farmacologia, UNIFESP
Dimas Tadeu Covas	Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP
Eliana Saul Furquim Werneck Abdelhay	Centro de Transplante de Medula Óssea, INCA
Erna Geessien Kroon	Departamento de Microbiologia, ICB, UFMG
Fernando Hercos Valicente	EMBRAPA Milho e Sorgo
Flávio Finardi Filho	Departamento de Alimentos, FCF/USP
Flávio Vieira Meirelles	Departamento de Ciências Básicas, FZEA/USP
Francisco José Lima Aragão	EMBRAPA Cenargen
Francisco Gorgonio da Nóbrega	Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, UNESP
Giancarlo Pasquali	Centro de Biotecnologia, UFRGS
Gisele Ventura Garcia Grilli	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
João Lúcio de Azevedo	Escola Superior de Agricultura Luiz de Queirós
José Luiz de Lima Filho	Departamento de Bioquímica, UFPE
José Luiz Rodrigues	Departamento de Patologia e Clínica Veterinária, UFRGS
Leandro Vieira Astarita	Departamento de Ecologia e Biodiversidade, PUCRS
Luiz Antônio Barreto de Castro	Ministério da Ciência e Tecnologia
Maria Lúcia Zaidan Dagli	Departamento de Patologia, FMVZ/USP
Marcus Vinícius da Silva Coimbra	Hospital das Forças Armadas
Marcello André Barcinski	Departamento de Parasitologia, ICB/USP
Patricia Machado Bueno Fernandes	Núcleo de Biotecnologia, CCS, UFES
Rodolfo Rumpf	EMBRAPA Cenargen
Tanos Celmar Costa França	Seção de Engenharia Química, Instituto Militar de Engenharia



PREFÁCIO

Prestar contas à sociedade é um dever do poder público. Neste sentido o Ministério da Ciência e Tecnologia procura transmitir com clareza as informações sobre a execução de seus programas e ações e de todas as suas entidades vinculadas. Esta prática tem importância ainda maior quando essas informações dizem respeito aos avanços das ciências biológicas e suas repercussões sobre a vida humana e a vida do planeta.

É por isso que o MCT trata com atenção as decisões da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança - CTNBio, cuja Secretaria Executiva integra a estrutura deste Ministério da Ciência e Tecnologia. A CTNBio é um colegiado multidisciplinar, que presta apoio técnico e assessoria o Governo Federal na formulação, atualização e implementação da Política Nacional de Biossegurança relativa a organismos geneticamente modificados.

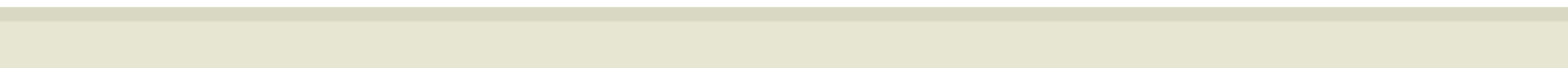
Ao apoiar a presente publicação, o MCT coloca à disposição da sociedade – em particular aos profissionais da área biológica – estudos, dados e evidências científicas que amparam as normas aprovadas pela CNTBio para a coexistência entre plantas geneticamente modificadas e as não modificadas.

Os autores deste trabalho são membros da CTNBio, todos pesquisadores de notória competência e integrantes da comunidade científica brasileira. Para elaboração deste trabalho eles contaram com a contribuição de vários de seus pares na Comissão.

Esta é uma obra de profissionais comprometidos com a verdade científica. A motivação de cada um deles, portanto, é fornecer elementos capazes de demonstrar que as normas emanadas do colegiado fundamentam-se em dados técnicos e critérios científicos.

A expectativa do MCT é de que esta publicação, cujos autores são respeitados pela larga experiência em suas áreas de conhecimento, constitua um instrumento valioso e esclarecedor de algumas dúvidas que ainda persistem na sociedade sobre questões relacionadas à biotecnologia.

Sergio Machado Rezende
Ministro da Ciência e Tecnologia





APRESENTAÇÃO

Esta obra, *Milho geneticamente modificado – bases científicas das normas de coexistência entre cultivares*, é um documento elaborado por membros da CTNBio com o objetivo de apresentar argumentos científicos de contraponto à obra “*Coexistência – o caso do milho*”, elaborada pelo Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural, instituição do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA).

Embora as plantas geneticamente modificadas (PGMs) já sejam cultivadas desde 1996, em milhões de hectares e em mais de 25 países do mundo, seu plantio no Brasil continua sendo objeto de embates contundentes entre grupos favoráveis e contrários e, até mesmo, entre instituições do próprio governo. Nessa “arena”, os grupos contrários frequentemente desconsideram, em suas análises, evidências científicas e avaliações internacionais que comprovam a segurança do uso das PGMs ao longo de 13 anos de cultivo comercial. Durante esse período, não foram apresentados fatos novos que possam justificar riscos significativos das PGMs à saúde humana, animal ou ao meio ambiente. O fato é que os argumentos contrários continuam sendo os mesmos, caracterizando-se por uma retórica sem fim que evidencia o componente ideológico e político de quem os defende.

A preocupação recente com o tema da coexistência entre as diferentes cultivares convencionais de milho que vêm sendo cultivadas no Brasil e a introdução das cultivares transgênicas é um exemplo típico dessa retórica. Primeiro, ela confunde coexistência com biossegurança e análise de risco e, segundo, não leva em conta os estudos que são feitos, por exigência de lei, antes da liberação comercial das PGMs, para avaliar sua segurança na saúde humana e animal e no meio ambiente.

A coexistência é a possibilidade de diferentes cultivares conviverem, muitas vezes lado a lado, e manterem sua identidade genética. Na verdade, a prática da coexistência é muito anterior à introdução das PGMs no mercado, ocorrendo entre as centenas de cultivares de milho hoje cultivadas no Brasil. Desde os anos 30, os melhoristas, produtores de sementes e agricultores sabem como controlar o fluxo gênico em milho, sempre que necessário, utilizando práticas agrônômicas simples e rotineiras que envolvem isolamentos físicos (sacolas de polinização e bordaduras), temporais (plantação em épocas diferentes para evitar coincidência de liberação de pólen) ou espaciais (distância entre o cultivo das diferentes espécies). Como as modificações genéticas que geram variedades transgênicas de milho não alteram suas características de reprodução, nada indica que o histórico de convivência harmônica entre as diferentes cadeias produtivas do grão será modificado com a chegada de cultivares transgênicas.



É consenso mundial que devemos nos valer de uma agricultura que combine produtividade com sustentabilidade. Essa agricultura terá de ser flexível e diversa em termos tecnológicos para que agricultores com acesso aos produtos provenientes da biotecnologia possam praticá-la, de forma a associá-los às técnicas de manejo integrado de pragas e doenças e a sistemas de plantio que minimizem perdas e degradação dos solos e que usem a água de maneira eficiente.

Há uma necessidade urgente de elevar o grau de conhecimento e informação da população sobre os riscos e benefícios reais dessas tecnologias. Principalmente em países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, devemos tomar decisões rápidas e estratégicas sempre que os estudos científicos respaldem esses atos, a exemplo da biotecnologia. O ponto é que diversidade em tecnologia é segurança e necessidade, e não algo supérfluo, como querem alguns.

Uma vez que o Brasil aspira ser um dos maiores fornecedores de alimentos e bioenergia do mundo, não há dúvida de que as culturas transgênicas terão um papel essencial em qualquer ação que vise a promover segurança alimentar e ambiental, em curto e médio prazos, para mantermos nossa posição de país competitivo no agronegócio mundial. Os novos produtos provenientes da biotecnologia estão sendo desenvolvidos e postos no mercado no momento certo. Agora é a hora exata de utilizá-los, e não depois que tivermos degradado o meio ambiente de forma irreversível, o que resultará também numa falta generalizada de alimento. Sobre essa questão, vale a pena lembrar a menção do Prêmio Nobel e um dos pais da Revolução Verde, Dr. Norman Borlaug, morto recentemente: “Não pensem que vamos construir uma paz permanente sobre estômagos vazios e miséria humana”, escreveu ele, em apoio às culturas transgênicas.

Segundo o escritor Michael Crichton, o maior desafio atual da humanidade é o de ter a capacidade de distinguir entre a realidade e a fantasia ou entre a verdade e a propaganda. A percepção da verdade sempre foi um desafio, mas, hoje, na era da informação, que ele considera como a “Era da Desinformação”, a necessidade de perceber, ter acesso e fazer prevalecer a verdade científica se tornou ainda mais urgente e necessária.

Edílson Paiva
Vice-presidente da CTNBio

Walter Colli
Presidente da CTNBio



ÍNDICE

Introdução	10
1. As modificações genéticas na agricultura e segurança dos alimentos	12
2. Características do milho	18
3. Coexistência	19
3.1. Fluxo gênico, princípio da precaução e coexistência	19
3.2. Coexistência, princípio da precaução e o Protocolo de Cartagena de Biossegurança	22
3.3. Coexistência e experiência acumulada na agricultura	23
3.4. Coexistência e limite de tolerância	24
3.5. Coexistência versus fluxo gênico nulo. Estabelecimento de distâncias entre cultivos para possibilitar a coexistência	27
3.6. Coexistência versus segregação de cadeias produtivas	34
3.7. Coexistência entre milho GM e milhos denominados de crioulos	35
3.8. Coexistência, rotulagem e direito de informação e escolha entre milho GM, não GM e produzido pela agricultura denominada orgânica	33
4. Milho GM e produção de sementes não GM	40
Bibliografia	42
Anexos	
I – Resolução Normativa n.º 4 da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança	51
II – Resumo de “Coexistence of genetically modified (GM) and non-GM crops in the European Union. A review” (Devos et al. 2009)	53

INTRODUÇÃO

Apesar de estarem em vigor já há praticamente dois anos, as normas brasileiras para a coexistência entre o milho geneticamente modificado (GM) e as variedades não GM parecem ainda suscitar dúvidas, tanto entre o público em geral, como entre alguns profissionais. Existem várias percepções equivocadas, como pensar que fluxo gênico é em alguns casos um problema novo na agricultura. Nem sempre é um problema e muito menos é novo. Na verdade foi observado antes mesmo das variedades transgênicas existirem.

Algumas plantas invasivas ou ervas daninhas resultaram de cruzamentos entre espécies domesticadas com seus progenitores ou ervas daninhas compatíveis por fluxo gênico. Um exemplo disso é o caso da beterraba invasiva na Europa, que resultou dos cruzamentos com seu progenitor e “desdomesticação” – uma volta às características que a planta selvagem possuía antes de sua domesticação por meio de mutações naturais (Ellstrand, 2003). Outro erro comum, que prejudica a compreensão do tema, é considerar que a coexistência só é possível caso haja fluxo gênico zero entre plantas GM e não GM. Isso não é realista como veremos com mais detalhe adiante.

O presente documento objetiva mostrar que a coexistência do milho geneticamente modificado com o milho não geneticamente modificado, ou convencional, é viável e está garantida se observadas as regras estabelecidas na RN4 (Resolução Normativa nº 4). Para isso, é preciso reconstruir brevemente as evidências e os estudos científicos que levaram a CTNBio a aprovar o texto da referida resolução normativa e desconstruir as principais confusões ou incorreções conceituais que poderiam apontar na direção da inviabilidade ou ineficácia das normas para alcançar a coexistência entre o milho GM e não GM.

O objetivo da comissão com a resolução que normatiza a distância de isolamento entre as lavouras de milho GM e não GM em áreas vizinhas é permitir que as duas formas de agricultura convivam pacificamente. Somente permitindo a convivência de diferentes tipos de agricultura é que se garante o direito de escolha do produtor e do consumidor, bem como se usufrui das vantagens que cada sistema agrícola possui em cada uma de suas situações específicas. Como será exposto, evidências empíricas e ampla literatura científica deixam claro que as normas da CTNBio são mais que suficientes para garantir a coexistência, ou seja, a manutenção das características genéticas específicas de cada milho.

Obviamente, as normas precisam ser respeitadas para que a coexistência seja efetiva. Mas, ainda que eventualmente ocorram fluxo gênico ou misturas entre milho GM e não GM, no caso de um desrespeito da norma, por exemplo, é importante deixar claro que não há nenhum risco para o meio ambiente ou para a saúde humana. Afinal todas as variedades de plantas GM liberadas comercialmente no Brasil passaram por um extenso processo de análise pela CTNBio, que concluiu que são no mínimo tão seguras quanto suas equivalentes convencionais. Portanto, eventuais prejuízos ocasionados pelo fluxo gênico entre milho GM e não-GM no campo seria de ordem estritamente econômica e nunca de biossegurança.



A Resolução Normativa nº 4 (RN4) visa a permitir a coexistência entre as culturas transgênicas e não transgênicas, não se configurando em empecilho nem mesmo para os produtos denominados orgânicos. Isso porque esse tipo de agricultura é regido por lei e normas específicas, que determinam isolamentos muito mais exigentes que a resolução da CTNBio para evitar qualquer mistura com materiais genéticos e resíduos da agricultura não orgânica, como agroquímicos e fertilizantes que são utilizados tanto em lavouras transgênicas como em convencionais. Salvo em casos excepcionais, o milho cultivado com respeito às normas para a agricultura orgânica estará livre da presença de transgenes.

Embora o foco deste trabalho esteja, naturalmente, voltado a questões científicas, por vezes será necessário estender os conhecimentos técnicos até temas socioeconômicos relativos à agricultura, uma vez que isso se confunde na visão do público geral.

Um exemplo bastante recorrente é a questão da preservação das linhagens de milho denominado “crioulo” – variedades tradicionais cultivadas por pequenos agricultores em poucos lugares do País. O que se reafirma aqui é que as variedades tradicionais de milho crioulo estão em grande parte preservadas em bancos de germoplasma no Brasil e no exterior, e não no campo, onde sofrem constantes cruzamentos com híbridos comerciais ou misturam entre si. Esta é uma prática comum para todas as espécies, havendo coleções de plantas silvestres, aparentadas das variedades cultivadas, armazenadas nesses bancos, em todo o mundo, pois isto garante aos cientistas uma fonte inesgotável de genes que podem ser introgrididos por cruzamento nas variedades comerciais. O milho transgênico, portanto, não representa nenhum risco novo à preservação da biodiversidade ou das tradições maiores, ainda que ocorram baixíssimos índices de polinização cruzada com variedades chamadas popularmente de crioulas.

Assim, um grupo de especialistas da CTNBio, com apoio do MCT, tomou a iniciativa de reiterar as bases científicas dessas normas de coexistência. Não só em defesa das normas em si, definidas por meio da RN4 da CTNBio, mas principalmente em nome da verdade científica e do esclarecimento de dúvidas eventuais e comuns a respeito do tema e das deliberações da comissão, da qual fazem parte os autores e colaboradores.

Diante da inexistência de fatos novos e concretos, após a publicação da norma, que mostrem algum equívoco na resolução e na ausência de literatura nova que indique mudança na visão científica sobre o tema, os autores deste documento reafirmam sua confiança na eficácia da RN4. Ademais, uma análise dos trabalhos publicados em periódicos científicos – vários citados ao longo deste documento – apenas reconfirma que o isolamento espacial preconizado pela resolução é mais que suficiente para garantir a convivência pacífica de variedades GM e não GM de milho nos campos brasileiros.

1. As modificações genéticas na agricultura e segurança dos alimentos

O DNA é uma molécula grande, em forma de dupla fita, constituída de quatro bases repetidas numerosas vezes, com formato similar a uma escada retorcida. A ordem na qual essas quatro bases se sucedem forma mensagens (códigos) que a célula reconhece como sendo um gene ou, mais exatamente, uma sequência genômica codificadora. Normalmente existem vários milhares de genes em cada molécula de DNA, dependendo do organismo considerado, sendo que o homem possui aproximadamente 25 mil genes, enquanto várias espécies vegetais cultivadas têm cerca de 30 mil genes. Além das sequências genômicas codificadoras, há no DNA sequências com outras funções (regulatórias, por exemplo) e sequências repetidas.

Durante a sua existência, a célula produzirá proteínas, o que lhe permitirá viver, comunicar-se com outras células e cumprir com suas funções no organismo. O gene detém, então, o segredo da fabricação das proteínas.

Alguns dizem que não se deve intervir na natureza, mas se esquecem que, justamente por interferir na natureza, o mundo já não sofre nas mesmas dimensões do passado com a peste e pragas como a varíola, difteria e poliomielite. Modificar o DNA dos alimentos é a base da agricultura e tem sido feita há mais de 10 mil anos para criar os cultivos de que hoje dependemos. Essas modificações foram feitas para facilitar o uso e aumentar o rendimento, a resistência a doenças, aos insetos e controlar o mato nas plantações; aumentar a habilidade para prosperar debaixo de várias condições ambientais adversas; reduzir a dispersão de sementes; aumentar a velocidade de germinação, dentre outras. Além de pretender melhorar características agrônômicas, também objetivam beneficiar e satisfazer os consumidores, reduzindo a quantidade de elementos tóxicos naturais nos alimentos, melhorando a aparência, o tamanho, o sabor, dentre outras qualidades. As mudanças genéticas foram tantas que muitos dos alimentos que conhecemos são muito diferentes dos seus antepassados.

Uma variedade de trigo típica é hexaploide, ou seja, tem seis cópias de cada gene quando a maioria dos organismos tem apenas dois. É derivado de três espécies ancestrais selvagens em duas fusões separadas (Peterson, 1965; Morris & Sears, 1967; Feldmann 1976; Bell, 1987; Nesbit & Samual, 1988; Allard, 1999; http://encarta.msn.com/media_461516467_761562389-1_1/domestication_of_wheat.html).

O trigo selvagem tinha, em comparação às variedades atuais, poucas sementes, que se dispersavam com o vento. Era alto (difícil para a colheita) e suscetível a várias pragas. Com as técnicas tradicionais de melhoramento, seu material genético foi modificado, recebeu milhões de genes, ficou mais produtivo e acessível, e resistente a várias pragas. A domesticação do trigo está exemplificada na figura ao lado.

Talvez muitos já se tenham perguntado pelas sementes da banana. Uma banana selvagem (foto acima) tem sementes e é diplóide (2 grupos de cromossomos – 2N). As bananas comerciais são, na maioria, triploídes (3N). http://en.wikipedia.org/wiki/File:Inside_a_wild-type_banana.jpg



Banana selvagem

A cenoura originalmente era de cor verde ou púrpura (ficava marrom quando era cozida) e o sabor era considerado menos agradável. No século 16 é que foi desenvolvida a cenoura cor de laranja, como hoje conhecemos (veja fotos da domesticação da cenoura ao lado). Para saber mais, visite o World Carrot Museum: <http://www.carrotmuseum.co.uk/history.html>

DOMESTICAÇÃO DA CENOURA

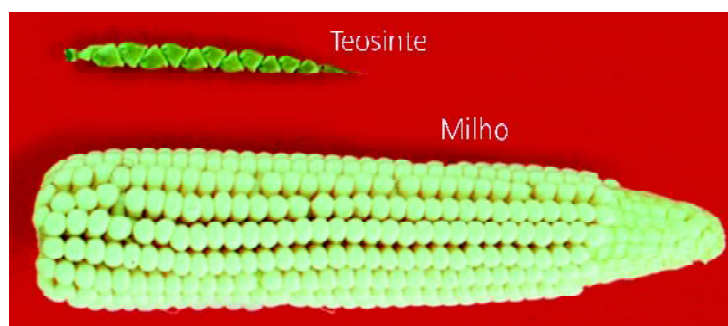
Cenoura selvagem

Cenoura normal

<http://www.carrotmuseum.co.uk/history.html>



Acredita-se que o milho teve origem no teosinto, espécie com poucas sementes, que caíam quando amadureciam (dificultando a colheita) e eram mais duras e menos nutritivas que as do milho atual. A foto ao lado mostra o teosinto – o milho “natural”, ao lado de um milho moderno, feito pelo homem.



Essas técnicas de melhoramento genético chamadas de clássicas ou tradicionais incluem seleção, cruzamentos entre espécies distantes, fusão de protoplastos, variação somaclonal, manipulação de ploidia e outras (Custers et al., 2001). A mutação induzida foi usada para desenvolver a maioria dos alimentos que consumimos e para tanto os cientistas usam nêutrons térmicos, radioatividade ou etilmetano sulfonato, uma substância química carcinogênica, que causa modificações no genoma dos cultivos que serão selecionados se trouxerem alguma vantagem.

Essas mutações ocorrem ao acaso. É preciso achar e identificar as características desejadas entre milhões de plantas e são necessárias várias gerações para isolar o cultivo melhorado. É um processo trabalhoso e demorado, mas valeu a pena porque trouxe importantes melhorias para a produção de alimentos do nosso dia-a-dia, como arroz, feijão, alface, trigo, etc. (para outros exemplos, veja a página de International Atomic Energy Agency's <http://www-infocris.iaea.org/MVD/> e clique primeiro em “introduction” depois em “FAO/IAEA Mutant Variety Database.”).

A revolução verde trouxe um fantástico período de crescimento na produção de alimentos em países em desenvolvimento nos últimos 40 anos, com técnicas de melhoramento tradicionais que foram muito eficientes e de impacto significativo (Ahloowalia & Maluszynski, 2001; Ahloowalia et al., 2004). Com o estabelecimento da união entre a FAO e a International Atomic Energy Agency, Division of the Nuclear Techniques in Agriculture (www-infocris.iaea.org/MVD), estima-se que até 2001 foram liberadas 2.276 variedades de cultivos e legumes que sofreram mutação induzida por radiatividade no mundo. Desse total, 40% foram desenvolvidos com a irradiação gama. Técnicas clássicas continuam a ser desenvolvidas e usadas para melhorar a qualidade dos alimentos e da produção agrícola e diminuir o impacto ambiental.

A agricultura tradicional de hoje é mais eficiente que a do passado (Tabela 1). Uma fração maior da sociedade tem acesso a alimentos, mas também é a causa de significativa perda de biodiversidade, desmatamento, consumo de grandes volumes de água e poluição ambiental. Cada sistema de produção agrícola tem seu conjunto de vantagens e desvantagens. Os desafios são complexos e é importante que novas tecnologias e todos os sistemas sejam considerados.

Para verificar a importância da adoção de novas tecnologias agrícolas, basta reparar em tudo que mudou em termos de produção de alimentos. Se tivéssemos congelado as tecnologias em 1961 para alimentar a população de 6 bilhões em 2000, teríamos de aumentar a área de produção agrícola em 80% (910 Mha), convertendo uma área de 3.550 Mha (27% da superfície terrestre) para uso em agricultura (Goklany, 1998), considerando que as novas áreas fossem igualmente produtivas que as atuais, o que é



pouco provável (Trewawas 2001). E o efeito na liberação de CO₂ teria sido lamentável. Entre 1700 e 1993, a população aumentou 11 vezes, mas a área plantada aumentou apenas 5,5 vezes, sem que ocorresse aumento de fome, pelo contrário. Compare os dados na Tabela 1 (Trewawas 2001).

A biotecnologia moderna, ou mais precisamente a engenharia genética, foi criada para aumentar as possibilidades de resolver desafios da produção de alimentos e para contribuir na solução de problemas que as técnicas do sistema agrícola orgânico ou convencional não puderam trazer.

Essa engenharia permite identificar, isolar e transferir alguns genes específicos e conhecidos da natureza, que codificam a produção de uma proteína desejada de um ou mais organismos, para inseri-los no DNA de outro da mesma espécie ou até entre aqueles que não são sexualmente compatíveis. Por multiplicação vegetativa, este tecido que contém as células modificadas, originará um organismo completo. O organismo transformado passará a produzir uma ou mais proteínas que originalmente não produzia (Goodman et al, 1987; e vários livros básicos de biotecnologia). É importante ressaltar que a Planta Geneticamente Modificada (PGM) produzirá essa nova proteína de forma natural, usando toda a maquinaria de biossíntese das células da planta. Ou seja, o que há de intervenção humana no processo é a introdução do(s) gene(s) e não a produção da(s) proteína(s). No caso de hibridização, técnica de melhoria clássica e básica para a revolução verde, são centenas, ou milhares de genes que são transferidos. Surpreendentemente, observou-se que linhagens de trigo produzidas por melhoramento clássico têm maiores diferenças em expressão gênica que as transgênicas, quando comparadas às linhagens não transformadas (Baudo et al., 2006; Batista et al., 2008).

Com o domínio das técnicas da engenharia genética em plantas, a primeira geração de PGMs visou a diminuir as perdas no campo e, conseqüentemente, aumentar a produtividade final. Essas plantas podem ser classificadas em três grupos principais, conforme a característica adquirida via transgenia: tolerância a herbicidas, resistência a insetos e o acúmulo dessas duas funções. A principal vantagem resultante dessas duas características introduzidas nas PGMs para os produtores rurais é a redução dos custos com a aquisição e aplicação de defensivos agrícolas. E para sociedade é a diminuição da utilização desses insumos. As PGMs estão no mercado desde 1995 e abrangem hoje uma área plantada de 125 milhões de hectares em 25 países (James, 2009), o que demonstra a sua rápida aceitação.

Tabela 1 - Fatos importantes no rendimento de cultivos e população

	1961	1993
População em bilhões	3	5,5 (1,85 vezes)
Área usada em agricultura (Mha)	1.340	1.450
Média per capita de produção de alimentos (kcal/d)	2.235	2.699
Malnutridos (milhões)	917 (35%)	839 (21%)
Preços de alimentos (%)	100	47
Rendimento dos cereais (%)	100	196

Fonte: Trewawas, 2001

Há uma nova geração de PGMs que já está sendo cultivada em diversas partes do mundo, criando características adquiridas via transgenia. Destacam-se, por exemplo, as plantas geneticamente modificadas mais resistentes a estresses, como a seca ou o frio. No Brasil, a CTNBio já recebeu um pedido de liberação planejada no meio ambiente para testes de pesquisa de campo com a cana-de-açúcar geneticamente modificada tolerante ao estresse hídrico (seca), desenvolvida com tecnologia nacional pelo Centro de Tecnologia Canaveira, sob o processo nº 01200.000339/2009-69.

Mesmo na Europa, o Centro Nacional de Biotecnologia da Espanha, por exemplo, já cultiva linhagens de batata geneticamente modificadas resistentes ao calor, com autorização da Comunidade Europeia (notificação B/ES/09/57). Trata-se, na verdade, de uma tecnologia extremamente relevante para a agricultura de todo o mundo.

E mais: plantas geneticamente modificadas com maior teor de vitaminas – como o arroz dourado (*Golden Rice*), que recebeu dois genes e que leva à produção e acumulação de β -caroteno para combater a deficiência de vitamina A, (Guangwen et al., 2009) já estão praticamente prontas para serem levadas ao agricultor, mas alguns questionam essa introdução da mesma maneira como o fazem em relação às plantas resistentes a insetos ou tolerantes a herbicidas.

Essa resistência à tecnologia é lamentável porque a falta de vitamina A é um problema sério. De acordo com a Organização Mundial de Saúde, de 250 mil a 500 mil crianças por ano ficam cegas por carência dessa vitamina. Cegueira e aflições da córnea significam problemas de saúde severos e mais da metade das crianças que perderam a visão morrem dentro de um ano após ficarem cegas. Carência de vitamina A compromete o sistema imunológico em aproximadamente 40% das crianças menores de cinco anos nos países em desenvolvimento, aumentando o risco de doenças severas a partir de infecções comuns da infância. Essa carência de vitamina A é relativamente frequente em países asiáticos, onde o consumo de arroz é alto. Além do mais, outras tentativas de complementar a deficiência de vitamina A não foram suficientes para solucionar o problema.

Cada inovação em produção de alimentos traz, com os benefícios, o seu grupo específico de riscos potenciais, que variam de uma exposição maior a pesticidas na agricultura convencional até à maior exposição de patógenos na agricultura orgânica (Stewart et al., 2000).

Muitas vezes, a introdução de regulamentação de segurança para tecnologias emergentes foi reativa e não proativa, ou seja, apenas após um acidente e não antes. Essa experiência do passado motivou um tratamento diferente para a biotecnologia moderna. A influente conferência de Asilomar em 1975 estava, proativamente, procurando segurança no uso da biotecnologia moderna, ou seja, estava aplicando o princípio de precaução ao avaliar e gerenciar riscos potenciais ou hipotéticos e colocar a ciência mais no domínio público.

Essa atitude proativa ainda é presente hoje, embora não tenha inspirado confiança a uma parte do público que, ao que parece, ao escutar todas as medidas de segurança, tende a enfatizar mais os riscos e desconsiderar os benefícios. Alguns grupos da sociedade levantaram dúvidas sobre a segurança alimentar e ambiental em seus ecossistemas e isso se refletiu em regulamentações e decisões políticas. Porém, é importante uma consideração holística, não exagerar em conclusões baseadas em hipóteses de estudos



preliminares, considerar se o estudo foi feito com cautela e qualidade que pode ser reproduzida, e se segue análise de risco adequada, ou seja, baseada em recomendações e padrões de qualidade de instituições internacionais relevantes.

O resultado da disputa trazida pela Argentina, pelo Canadá e pelos Estados Unidos contra alguns países da Europa na Organização Mundial de Comércio - OMC (WTO, 2006) mostra a importância de análise de risco adequada baseada em padrões de entidades internacionais relevantes (Kogan, 2007,) como o Codex e outras (Codex Alimentarius, 2003; OECD, 1993; Halsberger, 2003).

Uma das conclusões de um estudo de 15 anos com 81 projetos e mais de 400 cientistas da Comunidade Europeia, publicado em 2001, é que: “Pesquisas com plantas transgênicas e derivados até agora desenvolvidas, seguindo os procedimentos de análise de riscos usuais, não mostraram nenhum risco à saúde humana ou ambiental, além das incertezas usuais de melhoramento genético convencional. Na verdade o uso de uma tecnologia mais precisa e um maior rigor regulatório provavelmente façam com que sejam mais seguros que alimentos e plantas convencionais...” (<http://ec.europa.eu/research/quality-of-life/gmo/index.html>).

Esse é apenas um exemplo. O acúmulo de experiência e dados científicos nas últimas décadas é grande. Estudos seguindo avaliações de risco adequadas de vários órgãos internacionais relevantes e independentes mostraram que as culturas geneticamente modificadas são pelo menos tão seguras quanto as convencionais. Alguns exemplos de importantes entidades que afirmaram a segurança dos alimentos produzidos por biotecnologia moderna são: Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura - FAO (FAO/WHO, 2000; FAO 2004), Organização Mundial da Saúde - OMS (Organização Mundial da Saúde 2000; 2005) e academias de ciências do Reino Unido (The Royal Society 2002), Academia Real de Medicina (Key et al., 2008), da União Europeia (Cellini et al., 2004; EFSA, 2007), Academia Nacional dos Estados Unidos (NAS – National Academy of Sciences) e do Vaticano (The National Catholic Reporter (2009a 2009b); Genetically modified crops get the Vatican's blessing, 2009; Agbios 1999).

As plantações de cultivos transgênicos têm crescido significativamente no mundo e hoje mais de 125 milhões de hectares são plantados com variedades geneticamente modificadas (James, 2008). Desde a sua introdução no mercado em 1995, ou seja, há mais de 13 anos, muitos milhões de pessoas têm consumido alimentos derivados de plantas GM, principalmente milho, soja e canola e, até o momento, não foram identificados, em lugar nenhum no mundo, efeitos impróprios, tóxicos ou nutricionalmente nocivos provenientes desse consumo (OECD, 2000 a, OECD, 2000b).

Em alguns casos, as PGMs são até mais seguras do ponto de vista nutricional. Um exemplo são as variedades de milho Bt, resistentes a insetos, que apresentam teores menores de micotoxinas. Estas são substâncias tóxicas advindas da ação de fungos, cuja penetração nas espigas e grãos é mediada pelos danos (furos) causados pelos insetos. Por sofrer menos ataques de insetos, o milho Bt acaba apresentando também teores até 59% menores de deoxivalenol, uma micotoxina produzida por *Fusarium graminearum*, prejudicial à saúde (Munkvold et al., 1999; Munkvold, 2003; Hammond et al., 2003; Headrick, 2006; Schaafsma et al., 2002; Aulrich et al., 2001; Wu, 2006; Wu, 2007; Abbas et al., 2008). Várias espécies de fungos produzem toxinas; no caso do milho, o fungo pode penetrar nas espigas, ainda no campo, mas também nos grãos armazenados em silos, devido aos danos causados pelos insetos. Em

ambos os casos, essas toxinas podem causar danos à saúde humana e animal. No caso de impacto ambiental, as PGM são 15,3% menos impactantes do que suas versões convencionais (Brookes & Barfoot, 2006).

Embora a segurança das variedades de milho GM liberadas comercialmente no País não seja propriamente objeto deste documento, é preciso reafirmá-la aqui para que se entendam, posteriormente, as bases das normas de coexistência – que, se deve ressaltar, não guardam relação com biossegurança. O corpo de evidências da segurança dessas variedades para a saúde humana e animal e para o meio ambiente é enorme, bastando ler todos os pareceres consolidados da CTNBio a cada liberação, e ainda os pareceres majoritários da setorial conjunta humana e animal (disponíveis em www.ctnbio.gov.br). Além disso, todos transgênicos aprovados no Brasil já foram cultivados em outros países, ou seja, a experiência e o conhecimento científico são amplos e foram incluídos nos resultados obtidos dos experimentos de ambiente receptor realizados no Brasil (Mendonça-Hagler et al., 2008)

2. Características do milho

Para entendermos os princípios que norteiam a definição de normas de coexistência, primeiro é preciso compreender algumas características da polinização cruzada no milho e entender que se trata de uma espécie vegetal domesticada pelo homem e incapaz de se perenizar livremente na natureza (OECD, 2003).

A dispersão do pólen depende de uma diversidade de fatores. Estima-se que a quantidade de pólen de milho liberado seja de 18 milhões de grãos por planta (Kiesselbach, 1980 *in* OECD 2003) num período de cinco a oito dias. Uma vez liberados na atmosfera, os grãos de pólen têm de manter a viabilidade para completar o processo de polinização e um fator importante para isso é manter a umidade que o pólen começa a perder a partir do momento que cai da floração. Normalmente perde a viabilidade dentro de 24 horas, podendo ser em menor tempo se, por exemplo, as condições ambientais favorecerem a perda de água. Mas, em condições excepcionais, o pólen pode durar nove dias.

O grão de pólen do milho é relativamente grande (90 a 125 μm) e pesado, portanto a dispersão a longas distâncias ocorre em baixa frequência. A maior parte do pólen do milho é dispersa pela gravidade, caindo na proximidade da planta que o originou. Bateman (1947) descobriu que a deposição de pólen a 27m era menor do que 1% que a próxima às plantas-fonte. Raynor et al. (1972) estimou que 98% do pólen de milho permanece próximo à planta que o originou, e que menos de 1% poderia ser encontrado além dos 60m. Jarosz et al. (2003) estimou que 95% do pólen produzido era depositado dentro do perímetro de 10m.

Resumindo, vários estudos mostram que a deposição de pólen e, conseqüentemente, a possibilidade de fecundação cai rapidamente com a distância da fonte. Em distâncias maiores que 30m-50m, os níveis de dispersão são muito baixos (Aylor et al., 2002; Pleasants et al., 2001; Sears & Stanley-Horn, 2000; Jarosz et al, 2003; 2005; Paterniani & Stort, 1974). Mesmo que caia rapidamente da atmosfera, a grande abundância de pólen e o fato de ser transportado pelo vento criam uma possibilidade baixa de fluxo gênico aos cultivos de milho vizinhos.



3. Coexistência

A coexistência, de forma ampla, refere-se ao convívio de diferentes práticas agrônômicas e, em particular, à garantia de que as diferentes cultivares possam ser plantadas em harmonia em áreas próximas. A coexistência garante o direito de escolha e oportunidade tanto do agricultor como do consumidor.

Coexistência é uma preocupação de ordem econômica e direito à informação e escolha. Não tem relação com biossegurança, uma vez que os produtos antes de serem aprovados para comercialização passaram por rigorosa avaliação. Pesquisas de opinião pública são interessantes, porém os resultados apresentados devem ser considerados criticamente, incluindo uma margem inevitável de erro. Não se deve esquecer que uma pesquisa representativa e que não influencie a resposta ou interpretação dos resultados é difícil de fazer. Mesmo que resultados de pesquisas de opinião pública sejam negativos, o que nem sempre é o caso, não significa que os consumidores não comprem produtos transgênicos. As pesquisas de mercado feitas na Suíça, onde se acredita que a percepção é muito negativa e o poder aquisitivo está entre os mais altos do mundo, mostrou que 20% dos consumidores compraram pão feito com milho transgênico (http://www.nrp59.ch/e_kommunikation_newsletter.cfm?command=Details&nid=30&code=Ek8ZnlBn) por serem mais baratos (http://www.nrp59.ch/e_kommunikation_newsletter.cfm?command=Details&nid=30&code=Ek8ZnlBn). Ninguém pode prever se preços diferenciais existirão ou se serão mantidos entre produtos GM e não GM.

Coexistência não é uma prática nova na agricultura, nem é uma preocupação restrita aos cultivos resultantes da engenharia genética. Coexistência depende de medidas estabelecidas, inclusive da cooperação mútua entre os produtores, para garantir a integridade dos cultivos aos diferentes mercados. Não deve ser tratada nem como pró nem antiGM, e sim como um direito de escolha. Vários mal-entendidos giram em torno da coexistência. Os subcapítulos a seguir tratarão desses temas.

3.1. Fluxo gênico, princípio da precaução e coexistência

Fluxo gênico em relação ao princípio de precaução, ou de segurança ambiental, é importante não somente para espécies transgênicas, mas para qualquer espécie domesticada. Os riscos associados com um cultivo agrícola de se alastrar por pólen ou sementes e persistir, e ainda causar efeitos indesejáveis ao ambiente, é o mesmo para transgênicos ou cultivos domesticados (não-transgênicos). Entretanto, para que isso ocorra é necessário um conjunto de fatores:

1. O pólen (masculino) tem de ser transferido para um pistilo (órgão feminino de uma flor) que seja sexualmente compatível. A chance de isso acontecer eficientemente depende de características do pólen (peso, duração de tempo em que é viável) e de como é transportado (vento, insetos, etc.), da distância entre as flores, e se elas florescem na mesma época, para que possa ocorrer fecundação;
2. É preciso ocorrer fertilização/fecundação e uma semente viável tem de ser produzida;
3. A semente tem de estar num local que possibilite a sua germinação (num ambiente adequado: luz, água, temperatura, etc.);

4. A nova planta precisa sobreviver e estabelecer uma planta fértil (se for estéril morrerá e não produzirá descendentes);

5. Essa planta tem de se reproduzir e produzir sementes viáveis que gerem outras plantas.

Se qualquer um desses pontos não ocorrer, o cultivo transgênico ou domesticado não invadirá outros lugares. No caso de transporte de sementes, terão de acontecer os passos de 3 a 5 acima.

Certas características desenvolvidas por biotecnologia moderna também o foram por métodos tradicionais, tais como resistência a herbicidas, insetos e patógenos, e adaptação a novos ambientes. É útil comparar o conhecimento adquirido com melhoramento convencional (ou seja, não transgênico). Anos de melhoramento convencional mostraram que o fluxo gênico ocorre e que em raras vezes trouxe impactos para as espécies selvagens, mesmo em casos em que se suspeitava que pudesse causar uma vantagem competitiva, talvez porque a pressão seletiva não seja constante. Uns poucos casos ocorreram (Tabela 2) e talvez o mais conhecido seja o desenvolvimento de beterrabas mais invasivas na Europa, resultantes de cruzamentos com a sua parental e “desdomesticação” (uma volta às características que a planta selvagem possuía antes de sua domesticação por meio de mutações naturais; nesses casos, os organismos não são transgênicos e sim resultantes de modificações genéticas clássicas).

Preocupações com os efeitos do fluxo gênico em casos específicos não estão limitadas aos cultivos resultantes de engenharia genética, porém, no caso de plantas transgênicas, novas tecnologias, inclusive ferramentas moleculares (p.ex. *GURTs*, *targeted transformation*, etc.) estão em desenvolvimento para reduzir ainda mais os riscos potenciais.

Porém, não se deve confundir coexistência com biossegurança do PGM, uma vez que a análise da segurança das PGMs para a saúde e o meio ambiente precede sua liberação comercial. Coexistência é apenas a possibilidade de diferentes sistemas agrícolas conviverem. O sistema agrícola não é um sistema natural e quando uma PGM está sujeita a uma norma de coexistência, como no caso do milho, seus eventuais riscos já foram avaliados previamente. Isso fica muito claro em Devos et al., (2009):

“Uma vez que a coexistência só é aplicável a cultivos GM que foram considerados seguros antes de sua liberação comercial (Sanvido et al., 2007), questões de segurança recaem fora do escopo da coexistência (Schiemann 2003; De Schrijver et al., 2007a).”

Por conseguinte e ainda por outros fatores que aqui serão apresentados, a coexistência entre cultivos GM liberados comercialmente e seus equivalentes convencionais nada tem que ver com o Princípio 15, conhecido como Princípio da Precaução. Este princípio passou a ser *ius scriptum* no Brasil porque o País assinou a Convenção sobre a Diversidade Biológica, por ocasião da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento - ECO/92, a qual foi aprovada pelo Congresso Nacional e promulgada pelo Decreto nº 2.519, de 16 de março de 1998. Também está inserido na Lei Nº 11.105/05 (Lei de Biossegurança), logo em seu artigo 1º. O Princípio 15 diz, textualmente:

“De modo a proteger o meio ambiente, o princípio da precaução deve ser amplamente observado pelos Estados, de acordo com as suas capacidades. Quando houver ameaça de danos sérios ou irreversíveis, a ausência de absoluta certeza científica não deve ser utilizada como



razão para postergar medidas eficazes e economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental.”

A interpretação do Princípio da Precaução deve ser feita com cautela e sensatez. A certeza científica não deve ser estrita, ou seja, não tem sentido exigir certeza científica de ausência de risco, uma vez que risco é parte da vida; não existe risco igual a zero. Até o Princípio de Precaução não é isento de riscos e uma de suas interpretações mais extremas é: “Em caso de dúvida, não faça, ou faça nada”. A história mostra que os riscos decorrentes do Princípio da Precaução causam danos irreparáveis e irreversíveis. As milhares de mortes pela varíola nos 60 anos de proibição da vacina e a guerra da vacina no Rio de Janeiro no século passado são apenas alguns exemplos.

Tabela 2 - “Superervas daninhas naturais” que resultaram por fluxo gênico entre cultivos domesticados e seus progenitores e/ou ervas daninhas relacionadas (adaptado de Gressel, 2008)

“Supererva daninhas naturais” *	Derivada de cruzamentos naturais entre		Comentários	Referência
	Cultivo	Progenitor/ selvagem/ invasivo		
<i>Beta vulgaris</i>	<i>Beterraba</i> <i>B. vulgaris</i>	<i>B. vulgaris ssp. maritima</i>	Beterrabas invasivas por cruzamento com progenitor; algumas reverteram características selvagens	Ellstrand, 2003 Sukopp et al., 2005
<i>Setaria viridis</i> <i>var. major</i>	<i>Setaria italica</i>	<i>Setaria viridis</i> <i>progenitor</i>	Cruzamento entre ambos	Darmency, 2005
<i>Sorghum halapense</i>	<i>Sorghum bicolor</i>	<i>S. propinquum</i>	Cruzamento com espécies relacionadas	Ejeta & Grenier, 2005
<i>Helianthus annuus</i>	<i>H. annuus</i>	<i>H. annuus</i>	Intermediário entre cultivada e progenitor	Bervillé et al., 2005
<i>Oryza sativa</i>	<i>O. sativa</i>	<i>O. rufipogon</i>	Cruzamento com Progenitor	Lentini & Espinoza, 2005; Valverde, 2005; Vaughan et al., 2001; Vaughan et al., 2005

* O termo “superervas daninhas naturais” é usado para denotar híbridos entre um cultivo e a erva daninha relacionada que é mais adaptável ou mais invasiva que a erva daninha inicial ou o progenitor. Experiência do passado mostrou que pode haver fluxo gênico entre cultivos e seus progenitores ou ervas daninhas relacionadas, mas isso não causou uma progênie mais invasiva que poderia prover uma vantagem seletiva.

A aplicação do Princípio da Precaução tem sentido após uma análise das alternativas, quando o risco é grande e incontrolável e maior que o risco da não introdução da nova tecnologia. Na verdade, muitas considerações sobre os riscos devem ser analisadas, como: o seu tamanho, o efeito que possa causar, quais medidas podem ser usadas ou desenvolvidas para evitá-lo ou controlá-lo, monitoramento, informação, dentre outras. É importante avaliar as metodologias científicas e os métodos para que a pesquisa seja íntegra, objetiva e realmente contribua para agir com precaução.

É extremamente importante observar que, mesmo antes da assinatura da Convenção de Biodiversidade, o Princípio da Precaução já havia sido adotado em nossa Constituição Federal de 1988, no *caput* do artigo 225, na medida em que determinou que lei regulasse as normas dos incisos II e V do § 1º, adotando-se medidas para defender o meio ambiente ou prevenir a sua destruição. Desse modo, para dar plena eficácia ao Princípio da Precaução, foi editada a primeira Lei de Biossegurança (Lei nº 8.974/95) e a atual (Lei nº 11.105/05), que regulamenta os incisos II e V do § 1º do art. 225 da Constituição Federal. O dispositivo estabelece normas para o uso das técnicas de engenharia genética e liberação no meio ambiente de organismos geneticamente modificados; cria a CTNBio e estabelece suas competências. O Princípio da Precaução é, portanto, preceito-base da Lei nº 11.105/05 (Lei de Biossegurança).

No Brasil, compete à CTNBio, em conformidade com o disposto na Lei nº 11.105/05, efetuar essa análise de risco e identificar as atividades com OGM (Organismo Geneticamente Modificado) que ofereçam ou não ameaça de dano grave ou irreversível. Ora, a menos que a análise de risco identifique tal ameaça, séria, irreversível, e dificuldades de gerenciar o risco, baseada em pressupostos científicos, não há razão para impedir análises de requerimentos na CTNBio, a condução de experimentos e liberações planejadas ou a comercialização, no caso dos eventos aprovados para tal, baseados neste princípio. Este é o caso da totalidade das aprovações feitas até agora pela CTNBio.

O Princípio da Precaução não implica a proibição de utilizar tecnologia nova. Aliás, isso não seria precaução, mesmo porque a Constituinte de 1988 estabeleceu que a política agrícola levará em conta, principalmente, o incentivo à pesquisa e à tecnologia (art. 187, II, da CF/88).

3.2. Coexistência, Princípio da Precaução e o Protocolo de Cartagena de Biossegurança

Uma interpretação equivocada do Princípio da Precaução e a atitude de alguns quando se referem ao Protocolo de Cartagena é quando se parte do pressuposto de que qualquer atividade com OGM é causadora de degradação ambiental e representa perigo de dano grave e irreversível. Bem como também é comum a confusão que envolve o debate sobre a coexistência e o Protocolo de Cartagena. Com as informações obtidas no site do Ministério das Relações Exteriores e do Ministério do Meio Ambiente (<http://www.cdb.gov.br/cartagena>) sobre o protocolo, podemos verificar que, segundo o texto do protocolo, assim como muitos outros, a biotecnologia moderna tem considerável potencial benéfico:

“Reconhecendo que a biotecnologia moderna oferece um potencial considerável para o bem-estar humano se for desenvolvida e utilizada com medidas de segurança adequadas para o meio ambiente e para a saúde humana.”



E também que o documento:

“Visa assegurar um nível adequado de proteção no campo da transferência, da manipulação e do uso seguros dos organismos vivos modificados (OVMs) resultantes da biotecnologia moderna, que possam ter efeitos adversos na conservação e no uso sustentável da diversidade biológica, levando em conta os riscos para a saúde humana, decorrentes do movimento transfronteiriço.

(...) O Protocolo reflete o equilíbrio entre a necessária proteção da biodiversidade e a defesa do fluxo comercial dos OVMs. Será um instrumento essencial para a regulação do comércio internacional de produtos transgênicos em bases seguras.”

Ou seja, o protocolo se restringe aos riscos transfronteiriços da preservação da diversidade biológica. Não está relacionado à convivência entre os tipos de agricultura. O anexo III do Protocolo de Cartagena traz princípios gerais para a avaliação de risco e indicações de metodologia. E tanto os princípios como os passos sugeridos na metodologia fazem parte das avaliações de risco na CTNBio.

Cabe ressaltar dois pontos do documento:

1. O segundo princípio geral do anexo III esclarece: a falta de conhecimentos científicos ou de consenso científico não será necessariamente interpretada como indicativo de um nível determinado de risco, uma ausência de risco ou de um risco aceitável. Cabe à CTNBio, pois, caso a caso, julgar se a falta de uma determinada informação impede uma liberação planejada ou comercial, e quais medidas devem ser tomadas para reduzir riscos previstos.

2. Na metodologia, constante do anexo II do Protocolo, esclarece-se que o processo de avaliação de risco poderá, por um lado, dar origem à necessidade de maiores informações sobre aspectos específicos, que podem ser identificados e solicitados durante o processo de avaliação, enquanto por outro lado informações sobre outros aspectos podem não ser relevantes em certos casos. É exatamente este o procedimento na CTNBio.

A íntegra do texto do protocolo está em http://www2.mre.gov.br/dai/m_5705_2006.htm

3.3. Coexistência e experiência acumulada na agricultura

Na verdade, a coexistência já existe desde muito antes dos transgênicos entrarem no mercado e está, em grande parte, resolvida pelos próprios agricultores. Desde os anos 30, os padrões de isolamento foram determinados pelos produtores de milho, que descobriram por tentativa e erro as distâncias necessárias para manter duas variedades distintas por taxa de cruzamento mínimo (Fedoroff & Brown, 2004). Práticas, como o uso de sementes produzidas sob isolamento genético no tempo e no espaço, são formas amplamente conhecidas e utilizadas de preservar as características de variedades da mesma espécie. Os melhoristas, os produtores de sementes e os agricultores costumam controlar o fluxo gênico sempre que necessário, utilizando práticas agrônomicas simples e rotineiras que envolvem isolamentos físicos (ex.: sacolas de polinização, bordaduras); temporais (plantando em épocas diferentes para evitar coincidência de liberação de pólen); ou espaciais (plantando longe umas espécies das outras).

Em um programa de melhoramento de milho ou em uma fazenda de produção de sementes de milho, dezenas de linhagens (genótipos) geneticamente distintas são plantadas e manipuladas, muitas vezes lado a lado durante todo o ano. A simples utilização das práticas agrícolas acima citadas, de maneira isolada ou em conjunto, permite preservar a identidade genética. Há mais de 60 anos, os programas de melhoramento genético tradicional do milho, partindo das raças antigas, desenvolveram linhagens geneticamente distintas como híbridos duplos, triplos e simples. É importante ressaltar que, no Brasil, é proibido patentear plantas ou parte de plantas. O País é membro da União Internacional para a Proteção de Obtenções Vegetais (UPOV) e tem uma lei de propriedade intelectual e de defesa dos direitos dos melhoristas que não permite o patenteamento.

Mesmo antes da chegada das PGMs ou da edição das normas de coexistência da CTNBio, medidas para garantir a coexistência vêm sendo implementadas nas várias formas de controle de sementes e proteção de cultivares, a partir da lei de defesa agropecuária, que data de 1934. Especificamente para sementes, estão em vigor a Lei de Sementes (Lei nº 10.771/2003) e a Instrução Normativa (IN) 25, de 2005, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que regulamenta a produção de sementes certificadas, básicas e genéticas. Essa IN determina normas específicas e padrões de identidade e qualidade para produção e comercialização de sementes de várias culturas, inclusive do milho, e em seus anexos contempla as regras de isolamento e as porcentagens de sementes adventícias permitidas.

Como as modificações genéticas que geram variedades transgênicas de milho não alteram suas características de reprodução, nada indica que o histórico de convivência harmônica entre as diferentes cadeias produtivas do milho será alterado com a introdução de cultivares GM.

A CTNBio definiu por meio de sua Resolução Normativa nº 4, de 16 de agosto de 2007, distâncias mínimas entre cultivos de milho geneticamente modificados e aqueles não modificados. Garantindo que diferentes formas de agricultura possam ser praticadas lado a lado, estas normas indiretamente garantem o direito de escolha do agricultor, e por extensão, o do consumidor, especificamente no que se refere ao milho transgênico e não transgênico.

Isso posto, embora o direito dos produtores e consumidores não seja da alçada da CTNBio, este assunto é frequentemente discutido na comissão. Da mesma forma que o produtor pode escolher plantar a semente não GM, pode escolher igualmente a semente GM, por enxergar nela uma vantagem de mercado, assim também o consumidor deve ter a liberdade de escolher um produto mais barato, mesmo que seja transgênico. Tentar impedir a adoção das PGMs alegando razões de mercado é migrar da economia de mercado para a de Estado.

3.4. Coexistência e limite de tolerância

Existem vários mal-entendidos que dificultam a compreensão da coexistência, como considerar que o limite de tolerância deve ser zero. Zero é na grande maioria dos casos praticamente impossível e muitas vezes desnecessário ou até insensato, portanto limites de tolerância para evitar algum tipo de inconveniência costumam ser estabelecidos.

Para ilustrar, podemos tomar como exemplo os limites máximos de contaminantes em fertilizantes



usados na agricultura orgânica, ou seja, os fertilizantes orgânicos, como presença de metais pesados tóxicos (Instrução Normativa SDA nº. 27/2006, Anexo V - copiado abaixo). No caso de metais pesados, vale a pena ressaltar entre outros fatores a famosa citação do alquimista e médico Paracelso: “A dose faz o veneno”.

Metais pesados podem ser encontrados na natureza e, dependendo do caso e das concentrações, podem ser considerados micronutrientes ou tóxicos e cancerígenos ao, por exemplo, inibir o reparo de DNA, ou até causar morte. Da mesma maneira, vale ressaltar que alguns acham que não devem existir traços de pesticidas nos alimentos, mas se esquecem de considerar que plantas superiores produzem em torno de 100 mil pesticidas naturais (representando 1% a 5% do peso seco) os quais, assim como os pesticidas sintéticos, são tóxicos para os insetos (Ames & Gold, 2000; Beier, 1990; Nilsson, 2000;) e pessoas (Morris, & Lee, 1984).

A presença de substâncias tóxicas naturais nos alimentos é um dos motivos pelos quais o melhoramento genético foi aplicado. Para diminuir a quantidade de toxinas naturais e substâncias tóxicas naturais é

que se cozinham alguns alimentos antes de consumir, como a batata, mandioca, etc. Muitos desses pesticidas naturais são similares ou até idênticos aos sintéticos e sua presença é aproximadamente 20 mil vezes maior que os traços de inseticidas sintéticos (Trewawas 2008).

Dessa forma, não é viável e nem sensato exigir o nível zero de mistura. Os limites de “contaminação” ou misturas não necessariamente visam a garantir a segurança da saúde humana ou animal. Existem também, por exemplo, limites para presença de sementes ou qualquer material de propagação de ervas daninhas ou de qualquer planta reconhecida como invasora, cuja presença nas sementes comerciais é limitada por normas oficiais.

No caso dos cultivos oriundos de engenharia genética, o objetivo de estabelecer limites é permitir que todos os tipos de agricultura possam existir e que tanto o produtor como o consumidor tenham o direito de escolha e a possibilidade de aproveitar oportunidades. Nenhum produto transgênico entra no mercado sem passar por rigorosa avaliação de segurança. Portanto, o limite não visa a garantir a segurança de saúde humana, animal ou vegetal, pois isso é feito cuidadosamente antes da liberação comercial.

ANEXO V – Instrução Normativa SDA Nº. 27/2006 Limites máximos de contaminantes admitidos em fertilizantes orgânicos	
Contaminante	Valor máximo admitido (mg/Kg)
Arsênio *	20,00
Cádmio **	3,00
Chumbo ***	150,00
Cromo	200,00
Mercurio	1,00
Níquel	70,00
Selênio	80,00
Coliformes termotolerantes - número mais provável por grama de matéria seca (NMP/g de MS)	1.000,00
Ovos viáveis de helmintos - número por quatro gramas de sólidos totais (nº em 4g ST)	1,00
<i>Salmonella</i> sp	Ausência em 10 g de matéria seca

A União Europeia, embora considere “a biotecnologia como meio para melhorar a rentabilidade econômica e a sustentabilidade ambiental da agricultura” (Europa” (2006/2059), é conhecida por ser muito restritiva em relação aos transgênicos. Isso devido a uma resposta política aos grupos que se opõem à biotecnologia. E há que se ponderar que interferências por amorosismo, falta de informação, medo e outros interesses nas decisões políticas podem causar sérios danos para a sociedade, por exemplo por desviar recursos que seriam melhor usados em problemas mais importantes (Trewavas, 2008). Nas regulamentações da União Europeia - Directive, 2001/18/CE, (European Commission, 2001; Regulation (EC), 1829/2003, 1830/2003) é estabelecido o conceito de coexistência como “*o princípio de que os produtores devem poder plantar livremente os cultivos que escolherem, seja transgênico, convencional ou orgânico*”. Todos os países europeus têm de desenvolver estratégias nacionais que garantam a coexistência (European Commission, 2003) levando em conta o limite para rotulagem de 0.9% de presença adventícia (European Commission, 2001; European Commission, 2006).

Cada país ou bloco vem determinando índices de tolerância variáveis, que vão de 0.9% até 5%, em atendimento a demandas de mercado (veja tabela 5). Os agricultores brasileiros que desejam exportar milho não GM para a UE devem observar o valor de 0,9% de transgenia, limite bastante superior ao esperado com a adoção das medidas de coexistência preconizadas pela Resolução Normativa nº 4 da CTNBio. Mais uma vez: coexistência diz respeito somente a questões econômicas, não tendo, portanto nenhuma relação com biossegurança (European Commission, 2006; e vários outros).

A CTNBio segue as diretrizes internacionais e determina regras de coexistência que, se seguidas, garantirão um fluxo gênico muito baixo e a presença adventícia de transgenes e suas proteínas nos grãos e nas plantas não GM em níveis que permitam que estes grãos e plantas sejam designados não transgênicos para fins comerciais.

No Brasil, o Decreto nº 4.680/03, que regulamenta o direito de informação quanto aos alimentos e ingredientes alimentares que contenham OGMs ou sejam produzidos a partir deles, desobriga da rotulagem produtos com presença adventícia de proteína transgênica até 1%, sendo que as normas de coexistência determinadas pela CTNBio visam a reduzir o fluxo gênico a valores abaixo do limite previsto para fins de rotulagem. As normas não podem prevenir escapes não intencionais e qualquer eventual dano seria de ordem econômica e não de biossegurança. Porém, os produtores de sementes têm suas próprias normas, bastante rígidas, e todo o interesse em manter distância das plantações GM ou outras que possam cruzar com suas plantas.

Os agricultores de produtos oriundos da agricultura orgânica também têm normas rigorosas de produção e precisam manter sua plantação a distâncias muito maiores dos plantios convencionais do que as preconizadas na norma da CTNBio para evitar presença de fertilizantes e defensivos químicos em seus produtos.

Os agricultores que plantam milho crioulo podem seguir as mesmas normas de distanciamento empregadas pelos produtores de semente, para se prevenirem de contaminações. Em particular para estes agricultores, que produzem suas próprias sementes, é importante a separação temporal entre seus plantios que gerarão sementes e os dos vizinhos, tenham estes plantado milhos GM ou não GM. E, para os demais agricultores, sejam eles familiares, pequenos, médios ou grandes, a presença de uma minúscula



taxa de GM nos seus grãos não vai afetar em absolutamente nada sua rotina de produção e comercialização. Além disso, por força do inciso I do art. 16 da Lei nº 11.105/05, caberá aos órgãos de fiscalização (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis e Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca) fiscalizar as atividades com OGMs, no campo de suas competências, fazendo cumprir as normas vigentes no País.

3.5. Coexistência versus fluxo gênico nulo. Estabelecimento de distâncias entre cultivos para possibilitar a coexistência

Ao contrário do que alguns acreditam, a ausência total de fluxo gênico não é necessária nem desejada. Fluxo gênico é um processo contínuo e fonte de biodiversidade e vigor que se deseja manter. As espécies têm de continuar evoluindo para manter o seu balanço ecológico com as outras espécies que também estão evoluindo (Van Valen, 1973). Produtores preservam espécies nativas morfologicamente, ou por sabor, mas em realidade e inadvertidamente selecionam aquelas que também pegaram genes que conferem maior tolerância ao estresse, enfermidades, ou maior rendimento (Gressel, 2008). Isso é especialmente aparente com a melhora contínua das espécies crioulas no México (Wisniewski et al., 2002).

A taxa de polinização cruzada entre diferentes áreas de cultivo depende da viabilidade do pólen, sincronização das flores e concentração relativa de pólen nas áreas doadoras e receptoras (para revisões veja Treu a& Emberlin, 2000; Brookes et al., 2004). Vários testes de campo foram feitos para avaliar o fluxo gênico entre milho GM e não GM (revisões em Devos et al., 2005; Brookes et al., 2006). Nesses testes, foi demonstrado que quando uma área de cultivo de transgênico de pelo menos 1ha é vizinha de uma não transgênica de pelo menos 1ha, uma distância de isolamento de 20m-25 m é suficiente para garantir pureza nos níveis abaixo de 0,9% de colheita.

Também foi demonstrado que uma bordadura (algumas linhas de milho não transgênico) é mais eficiente que um espaço vazio (Pla et al., 2006). Tempo e distância estão entre as medidas mais comuns e fáceis para separação genética de milho (Lamkey, 2002; Aylor et al., 2003), mas a literatura registra que distâncias que vão de 10m a 50m são suficientes para a coexistência (revisão de Devos et al., 2009, no Anexo II; tabela 3), ou seja, mesmo para distâncias consideravelmente menores de 100m – distância estabelecida pela CTNBio –, o fluxo de pólen esperado é muito baixo. Vários parâmetros (fonte e recipiente do pólen; tamanho, forma e viabilidade do pólen; destino comercial do milho, protocolos de amostras; métodos de quantificação, etc.) que possivelmente poderiam afetar a coexistência foram estudados e vários graus de relevância foram identificados (Devos et al., 2005). Diante disso, a norma de coexistência determinou distâncias mínimas entre cultivos de milho GM e não GM que garantam a coexistência. Concluiu-se não haver a necessidade de, após a liberação comercial, obrigar os agricultores a manter um cronograma de plantio que permita distanciamentos temporais, por questões de efetividade do plantio. A norma garante a coexistência ao definir distâncias mínimas.

Tabela 3 - Alguns exemplos de distâncias necessárias para coexistência em milho (para países da União Europeia, o limite de tolerância é de 0.9%)

Estudo/Publicação	Comentários/Resultados
Devos et al. (2008) Fertilização cruzada: Devos et al., 2005; van de Wiel & Lotz, 2006; Hüsken et al., 2007; Sanvido et al., 2008- Fluxo gênico vertical: Messéan et al., 2006; Lécroart et al., 2007; Mazzoncini et al., 2007; Beckie & Hall, 2008	Literatura existente em dispersão de pólen e fertilização cruzada e de modelos de previsão de fluxo gênico vertical em nível de paisagem sugerem que distâncias de isolamento que vão de 10m a 50 m seriam na maioria dos casos suficientes para manter as fertilizações cruzadas abaixo do limite de tolerância de 0.9% na colheita de milhos não-transgênicos. A distância necessária para isolamento na faixa de 10m a 50m é influenciada por (i) pureza da semente não-transgênica; (ii) distribuição e características de campo; (iii) parcela de milho (GM); (iv) tipo de cultivo; (v) diferenças temporais de semente e floração ; e (vi) condições meteorológicas (Devos et al., 2005; Messéan et al., 2006; Hoyle & Cresswell, 2007; Beckie and Hall, 2008; Lavigne et al., 2008).
Della Porta et al. (2008)	(1) o limite de 0.9% de fertilização cruzada pode ser alcançado dentro de 10 m em média; (2) a influência do vento foi marginal comparada à distância da origem da fonte do pólen e o recipiente e; (3) bordadura de plantas de milho foi uma barreira mais eficiente que uma área vazia para evitar a fertilização cruzada.
Messeguer et al. (2006)	Um estudo das condições reais de cultivo mostraram que uma distância de cerca de 20m entre áreas transgênicas e convencionais deve ser suficiente para manter a presença adventícia de OGMs.
Weber et al. (2007)	Níveis de DNA GM em colheitas de grãos resultantes de cruzamentos podem ser gerenciados aos níveis inferiores a 0.9 % simplesmente plantando 20 m de milho convencional como uma barreira entre plantações vizinhas.
Germany, (2006) Coexistence Between GM and Non-GM Maize Crops – Tested in 2004 at the Field Scale Level	“[...] os dados indicam que a coexistência entre milho GM e convencional é possível em condições reais de agricultura em áreas de plantações grandes. Níveis de DNA GM nos grãos coletados, resultantes de cruzamentos, podem ser gerenciados para níveis inferiores a 0.9% simplesmente plantando uma bordadura de 20m de milho convencional como barreira entre campos adjacentes”. www.blackwell-synergy.com/doi/pdf/10.1111/j.1439-037X.2006.00248.x
Germany, (2007) Outcrossing behavior of Bt maize in exact field trials and under production conditions	“[...] em nenhum caso, conteúdo superior ao limite de rotulagem de OGMs de 0.9% foi detectado nas amostras. Numa distância de 25m, níveis de 0.5% foram encontrados www.landwirtschaft.sachsen.de/lfl/publikationen/download/3226_1.pdf
Husken. et al (2007)	O grande volume de dados indica que uma faixa entre 20m-50 m de separação é suficiente para manter inferior ao limite de rotulagem de 0.9%. Em certos casos, onde existem condições particulares de agricultura (por exemplo, sistemas de produção de pequena escala, campos em média inferiores a um hectare e ou longo ou estreito) pode ser que a distância de separação tenha de ser aumentada.



Estudo/Publicação	Comentários/Resultados
Leprince-Benetrix (2008).	<p>Boas práticas de agricultura seguidas incluem:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 50m de distância de isolamento ou 24 linhas de bordadura de milho convencional (mesma variedade que o Bt no campo) no caso de distância de isolamento inferior a 25 metros. • 75% das 66 amostras analisadas nos campos de milho convencional apresentavam resultados inferiores a 0.1% (Limite de Quantificação).
Sanvido et al (2007)	<p>Uma revisão dos estudos existentes de fertilização cruzada em milho. Usaram-se critérios para definir distâncias de isolamento baseadas em dados científicos para manter a presença de GM no produto final bem abaixo do limite de 0.9% definido na legislação da União Europeia. Distâncias de isolamento de 20m para silagem e de 50m para grãos de milho são propostas.</p>
Spain, 2006 Pollen-mediated gene flow in maize in real situations of coexistence	<p>“[...] uma distância de separação entre campos convencionais e transgênicos de cerca de 2 m deve ser suficiente para manter a presença adventícia de OGMs resultantes de fluxo de pólen inferior ao limite de 0.9% da safra total do campo [...]” www.blackwell-synergy.com/doi/pdf/10.1111/j.1467-7652.2006.00207.x</p>
United Kingdom, 2007 A study of crop-to-crop gene flow using farm scale sites of fodder maize (Zea mays L.) in the UK.	<p>“[...]Os resultados da análise executada mostraram que uma distância de isolamento de 20m para milho de silagem e 50m para milho de grão, respectivamente, é suficiente para manter a presença de GM resultante da fecundação cruzada abaixo de um nível arbitrário de 0.5% na borda de um campo de milho não – GM. [...]” www.springerlink.com/content/w1627886480r1xr8/?p=c20289b2f78b46a1ac57e1d23e8cda25&pi=6</p>
Switzerland, 2006 Simulation of transgenic pollen dispersal by use of different grain colour maize	<p>“[...] Em todos os testes de campo a variação na polinização cruzada era alta quando muito próximos ao doador de pólen, mas as taxas diminuíram rapidamente com a distância e além de 15m eles eram mais ou menos abaixo 0.9% em todas as experiências. Os resultados deste estudo suíço apoiaram e complementaram os resultados de estudos internacionais. [...]” www.agrisite.de/doc/ge_img/pollen-swiss.pdf</p>
Klein et al. (2003)	<p>Estudo de fluxo gênico em dois campos de milho na França, usando 0.04-ha como fonte homozigótica para milho de grão azul, um baixo, mas indefinido nível de cruzamento foi observado.</p>
Ma et al. (2004)	<p>Estudo de cruzamentos de campos de 0.07-ha de milho de grão amarelo circunvizinho a áreas de milho branco em locais múltiplos no Canadá durante três anos. Eles descobriram que cruzamento a favor do vento era de até 82% na fileira imediatamente adjacente à fonte de pólen; foi então declinado para 1% dentro de 37 filas, o que correspondem a 28m.</p>

A CTNBio encontrou ampla literatura que demonstra que a coexistência de milho GM e não GM é possível com pouca ou nenhuma mudança nas práticas agrícolas. Muitos desses estudos foram motivados pela adoção por parte da Comissão Europeia, em julho de 2003, da recomendação 2003/556/EC para implementação de medidas necessárias para coexistência, como limitar o fluxo gênico e dar viabilidade à coexistência de culturas GM e não GM, respeitando um limite de 0,9% de transgenia, acima do qual o produto deve ser rotulado como contendo OGM(s) segundo a Diretiva 2001/18/EC (European Commission, 2001; European Commission, 2006).

Considerando a definição de coexistência da União Europeia como “o direito que os agricultores possuem de cultivar livremente as culturas de sua escolha, sejam GM, convencionais ou orgânicas” (European Commission, 2003), abaixo desse limite de 0,9% o produto pode ser considerado não transgênico e, consequentemente, está respeitado o direito de escolha do agricultor. A União Europeia, bloco reconhecido como excessivamente rigoroso quanto à adoção de plantas GM, determinou que produtos com até 0,9% de presença adventícia de proteína transgênica podem ser considerados como produto não transgênico para fins de rotulagem e comercialização.

Foram conduzidos estudos de coexistência em vários países, como na Espanha, baseados na avaliação da frequência de polinização cruzada decorrente do fluxo gênico de plantas transgênicas para convencionais sob diferentes condições (Brookes & Barfoot, 2003; Brookes et al., 2004), que deram origem à Tabela 2. Para a determinação da taxa de polinização cruzada, amostras de 14 campos comerciais de milho não GM das províncias de Huesca, Lleida, Zaragoza e Navarra, que eram cultivados adjacentes a campos de milho GM, foram analisadas para a presença do transgene por PCR em tempo real. Diferentes situações que poderiam influenciar a taxa de polinização cruzada, como distância entre os cultivos e diferenças na época de plantio, foram consideradas. Demonstrou-se que, nas condições avaliadas, 22 dias de diferença na época de plantio e quatro linhas de distanciamento, que corresponderam em média a 3,95 m já eram suficientes para obter uma frequência de 0,84% de nível de presença adventícia de transgenia. Com 16 linhas, que corresponderam a uma distância média de 12,95m, a frequência caiu para 0,26% (Brookes et al., 2004). Os autores concluíram que a coexistência é possível e forneceram informações que serviram como base para recomendações de como evitar a presença de milho GM em convencional em níveis de até 0,9%.

Mais recentemente, uma força tarefa organizada pela Comissão Europeia reuniu grupos de especialistas que avaliaram estudos conduzidos durante anos e os dados foram compilados no relatório *Technical Report EUR 22102 EN. New case studies on the coexistence of GM and non-GM crops in European agriculture*. Uma tabela de decisão fornecida neste estudo determina as distâncias de isolamento necessárias para a manutenção de presença GM adventícia em diferentes percentagens devido a fluxo gênico, considerando diferentes condições do campo e medidas de isolamento. As conclusões do relatório são semelhantes às do estudo anterior e demonstram que a coexistência de milho GM e convencional é perfeitamente possível com pouca ou nenhuma mudança nas práticas agrícolas (European Commission, 2006).

Índice técnico zero de fluxo gênico não existe. A Tabela 4 indica que não há polinização nula, apenas muito baixa, dada uma certa distância e a presença de barreiras, ou de diferenças de datas de florescimento.



Tabela 4 - Polinização cruzada entre milho GM e não GM

Taxas de polinização cruzada entre plantios de milhos em áreas de tamanhos distintos ("Área não GM" – coluna 1); com diferentes afastamentos e épocas de plantio ("Diferença de florescimento" – coluna 2); e com diferentes faixas (linhas) de milho não GM como barreira ("Faixa não GM" – coluna 3). Números sobre fundo colorido indicam a distância de isolamento em metros. Um "X" indica que o limite não pôde ser determinado.

Área não-GM	Diferença florescim.	Faixa não-GM	Taxa de polinização cruzada										
			0,9%	0,8%	0,7%	0,6%	0,5%	0,4%	0,3%	0,2%	0,1%	0,05%	0,01%
< 5 ha	0º dia	0 m	50	50	50	100	100	100	150	200	300	X	X
		9 m				50	100	100	150	200	300	X	X
		12 m	20	20		50	100	100	150	200	300	X	X
	30º dia	0 m	20	20	20	20	50	100	100	150	200	400	X
		9 m				20	50	100	100	150	200	400	X
		12 m					20	50	100	100	200	300	X
	60º dia	0 m			0			20	20	50	100	200	X
		9 m							20	50	100	150	X
		12 m								20	100	150	X
	90º dia	0 m									20	50	200
		9 m										20	150
		12 m											150
5 a 10 ha	0º dia	0 m	20	20	50	50	50	100	100	150	300	X	X
		9 m				20	20	50	100	100	150	300	X
		12 m				20	20	20	50	100	150	300	X
	30º dia	0 m			20	20	20	50	50	100	200	300	X
		9 m						20	50	100	150	300	X
		12 m							20	100	150	300	X
	60º dia	0 m			0					20	100	150	X
		9 m									100	150	X
		12 m									50	150	X
	90º dia	0 m										20	150
		9 m											150
		12 m											150
> 10 ha	0º dia	0 m	20	20	20	20	50	50	100	150	300	400	X
		9 m					20	20	50	100	200	400	X
		12 m						20	50	100	200	400	X
	30º dia	0 m					20	20	20	50	150	300	X
		9 m							20	50	150	300	X
		12 m								50	150	300	X
	60º dia	0 m			0					20	50	100	400
		9 m									20	100	400
		12 m										100	400
	90º dia	0 m											150
		9 m											100
		12 m											100

Fontes: Brookes & Barfoot (2003) e Brookes et al. (2004)

O corpo de literatura examinado pela CTNBio foi enorme e relatos de distâncias extremas de polinização são raros e por vezes puramente especulativos. Da mesma forma, a CTNBio também avaliou normas internacionais, que indicam distanciamentos e barreiras semelhantes àquelas por ela propostas.

A Tabela 4 mostra dados de simulações em situações diferentes e os resultados corroboram a convicção da CTNBio de que as normas de coexistência estão corretas. Eles foram obtidos de Brookes & Barfoot (2003) e Brookes et al. (2004). Observe-se que, com afastamento físico de 200m, se não houver barreira alguma de milho convencional entre dois plantios de milho, nem diferença nas datas de plantio, a taxa de polinização cruzada é de apenas 0,2%. Se a distância for 100m, como estabelecido na normativa da CTNBio, a taxa será de 0,4% a 0,6%. Se for de 20m com barreira de dez linhas de milho não GM, a taxa ainda **fica abaixo de 1%**. Diversos experimentos também corroboram a eficiência dos isolamentos propostos pela CTNBio para reduzir as taxas de cruzamento entre lavouras vizinhas a valores abaixo de 1% (Bateman, 1947; Raynor et al., 1972; Luna et al., 2001; Jemison & Vayda, 2002; Klein et al, 2001; Jarosz et al, 2003; Ma et al., 2004; Halsey et al., 2005; Devos et al., 2005; Messeguer et al., 2006, Pla et al, 2006; Langhof et al, 2008).

Mesmo antes da chegada das PGMs ou da edição das normas de coexistência da CTNBio, medidas para garantir a coexistência vêm sendo implementadas nas várias formas de controle de sementes e proteção de cultivares, a partir da lei de defesa agropecuária, que data de 1934. Especificamente para sementes, estão em vigor a Lei de Sementes (Lei nº 10.771/2003) e a Instrução Normativa 25, de 2005, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que regulamenta a produção de sementes certificadas, básicas e genéticas. Essa IN determina normas específicas e padrões de identidade e qualidade para produção e comercialização de sementes de várias culturas, inclusive do milho, e em seus anexos contempla as regras de isolamento e as porcentagens de sementes adventícias permitidas.

Não há diferenças significativas entre o Brasil, a Austrália e mesmo a União Europeia, por exemplo, no que se refere às regras de coexistência dos cultivos GM e não GM em campo. Até mesmo países membros da UE já foram alvos de diversas críticas científicas que evidenciaram que exigências desmedidas de coexistência se mostraram, na verdade, caminhos para moratórias políticas contra os transgênicos (Devos et al., 2008). Uma leitura de Devos et al. (2009) deixa claro o que sustenta essa tese:

“Uma análise das informações científicas atualmente disponíveis sobre polinização cruzada mostram que em muitos casos distâncias de isolamento grandes e fixas são excessivas do ponto de vista científico (revisado, por exemplo, por Devos et al. 2005; van de Wiel & Lotz, 2006; Hüsken et al., 2007; Beckie & Hall, 2008; Sanvido et al., 2008). Na prática, distâncias de isolamento menores que aquelas atualmente propostas por vários Estados membros seriam em geral suficientes para garantir o cumprimento das exigências de rotulagem. Estudos simulando as piores situações de polinização cruzada demonstraram que distâncias de isolamento maiores que 50 metros nem sempre são necessárias para garantir o respeito ao limite de rotulagem de 0,9% de presença adventícia em grãos de milho (Goggi et al., 2006; Gustafson et al., 2006; Pla et al., 2006; Bannert & Stamp, 2007; Kraic et al., 2007; van de Wiel et al., 2007; Weber et al., 2007; Weekes et al., 2007; Della Porta et al., 2008). Conclusões semelhantes foram extraídas sob situações reais de campo na Espanha (Messeguer et al., 2006, 2007) e de modelos de projeção de fluxo gênico vertical no nível do solo na França (Messéan et al., 2006; Lécroart et al., 2007) e na Itália (Mazzoncini et al. 2007).”



Tabela 5 - Características de sistemas de rotulagem nacionais nos principais países a partir de 2007 de fevereiro dividido em três grupos de acordo com o grau de severidade dos respectivos regulamentos

Países	Tipo de Rotulagem ^a	Produto / Processo	Escopo	Principais exceções	Nível de tolerância
União Europeia	Mandatária & recomendações nacionais voluntárias	Processo	Alimentos, rações, aditivos, saborizantes, produtos derivados de GM, restaurantes	Carne e produtos animais	0.9%
Brasil ^b	Mandatária	Processo	Alimentos, rações, produtos derivados de GM, carne e produtos animais	Nenhuma	1%
China	Mandatária	Processo	Lista; Produtos derivados de GM restaurantes	Produtos que não constam na lista	Nenhum
Austrália/ Nova Zelândia ^c	Mandatária & voluntaria	Produto	Todos os produtos baseados no conteúdo	Produtos processados	1%
Japão ^c	Mandatária & voluntaria	Produto	Lista de itens alimentícios	Produtos processados	5% ^f
Indonésia ^b	Mandatária	Produto	Lista de itens alimentícios	Produtos que não constam na lista	5% ^f
Rússia	Mandatária	Produto	Todos os produtos baseados no conteúdo	Ração	0.9%
Arábia Saudita	Mandatária	Produto	Lista de itens alimentícios	Produtos que não constam na lista, restaurantes	1%
Coréia do Sul	Mandatária & voluntaria	Produto	Lista de itens alimentícios	Produtos Processados	3% ^g
Taiwan	Mandatária & voluntaria	Produto	Lista de itens alimentícios	Produtos que não constam na lista	5%
Tailândia	Mandatária	Produto	Lista de itens alimentícios	Produtos que não constam na lista	5% ^f
Argentina ^d	Voluntária	Produto	Não especificado – Todos os produtos baseados no conteúdo		
África do Sul	Voluntária	Produto	Não especificado – Todos os produtos baseados no conteúdo		
Filipinas ^e	Voluntária	Produto	Todos os produtos baseados no conteúdo		5%
Canadá	Voluntária	Produto	Todos os produtos baseados no conteúdo		5%
Estados Unidos	Voluntária	Produto	Todos os produtos baseados no conteúdo		n/d

^a Apenas para produtos substancialmente equivalentes.

^b Em processo de implementação.

^c Implementado com aplicação "Voluntária", penalidade aplicada em caso de fraude

^d Sem legislação específica.

^e Proposta de regulamentação de rotulagem.

^f Nos três ingredientes principais de cada Produto.

^g Nos cinco principais ingredientes de cada Produto.

É indispensável ressaltar que a passagem de genes para uma variedade de milho não significa sua permanência nela nos cultivos seguintes, pois isso depende de fatores como pressão seletiva para introgressão. É apenas neste último contexto que a permanência dos transgenes em variedades de milho não GM pode ser interpretada. Daí a importância de um programa bem controlado de produção e distribuição de sementes, no lugar do uso de sementes de paiol e outras práticas tradicionais que podem trazer prejuízos ao agricultor.

Esperamos que o presente texto esclareça que a RN4 se presta à função de proteger agricultores que optem por produzir milho não GM da presença não intencional de transgenes oriundos de uma eventual polinização cruzada com o milho GM de um vizinho. Vale destacar que, no Brasil, o limite estabelecido para a rotulagem de alimentos não GM ofertados ao consumidor é a presença adventícia de até 1% de organismo geneticamente modificado (OGM). Acima deste percentual, a rotulagem é requerida apenas e tão-somente para fins de resguardar o direito de informação do consumidor, cumprindo mencionar que rotulagem não diz respeito à segurança, questão essa já superada a essa altura, mas apenas à informação. A avaliação de segurança do organismo geneticamente modificado (OGM) sempre precederá a rotulagem. Portanto, só serão rotulados produtos contendo aqueles OGMs considerados seguros pela CTNBio para a saúde humana, ambiental e animal.

3.6. Coexistência versus segregação de cadeias produtivas

O termo coexistência não é empregado, no contexto da CTNBio e de suas atribuições legais, a produtos, mas apenas aos cultivos. A cadeia produtiva, a partir da colheita, só interessa na medida em que o OGM possa voltar à natureza, seja no campo ou em áreas não agrícolas. Todas as questões ligadas à separação de cadeias produtivas por razões comerciais não são da alçada da CTNBio, nem objeto de suas regras de coexistência.

Saindo do campo da biossegurança, que é escopo da CTNBio, a questão da segregação das cadeias está relacionada à garantia de que não haja misturas de grãos GM e não GM durante a colheita, o transporte, o armazenamento e a distribuição, para permitir a comercialização de produtos não GM, condição esta que interessa aos agentes econômicos a partir da demanda do mercado.

Impedir o plantio de PGMs para garantir o interesse econômico de uma parcela de consumidores que supostamente prefere os produtos não GM é injustamente intervir diretamente na liberdade de escolha de outros e não garantir uma hipotética segurança alimentar e ambiental.

A produção de alimentos orgânicos, por exemplo, incorre em custos maiores que os do sistema de produção convencional, além da menor produtividade, o que faz com que os produtos orgânicos sejam mais caros ao consumidor e que maiores áreas sejam usadas para obter a mesma quantidade de alimento que os métodos tradicionais. A necessidade de maior área para plantio em geral significa maior desmatamento, que é uma agressão ao meio ambiente. Mesmo assim, eles estão disponíveis, e não caberiam ações de restrição aos alimentos não orgânicos para garantir preços mais baixos. Para garantir esse direito de escolha e informação, os países têm adotado um percentual entre 0,9% e 5% de presença de proteína transgênica como limite para que o produto seja ainda considerado não geneticamente



modificado. Este procedimento onera a cadeia produtiva em diferentes valores: quanto menor o percentual, mais cara fica a produção. Os custos da coexistência no campo recaem sobre os usuários da tecnologia, que precisam dispor, por exemplo, de áreas de sua propriedade para garantir o isolamento exigido pelas normas de coexistência determinadas pela própria CTNBio. Enquanto houver interesse dos consumidores e dos produtores, os procedimentos de cultivo, colheita, transporte e armazenamento serão criados naturalmente para separar OGMs de não OGMs. Intervir no aspecto comercial ou econômico, ou nas políticas agrícolas, não é competência da CTNBio.

3.7. Coexistência entre milho GM e milhos denominados crioulos

A CTNBio e a comunidade científica, assim como a sociedade, estão garantidas quanto à preservação do milho “crioulo”, porque estas variedades estão armazenadas em bancos de germoplasma de forma muito mais adequada do que *in situ*. No campo, a preservação depende de ações de isolamento, nem sempre adotadas pelos agricultores, e de uma sistemática de produção de sementes que previna um fluxo gênico significativo e que inexistente ou é muito rara entre os agricultores que adotam este tipo de cultivo.

A partir da adoção do milho melhorado no Brasil, devido ao fluxo gênico, as variedades crioulas foram misturadas com o pólen de variedades e de híbridos de milhos comerciais, ou deles receberam alelos por cruzamentos propositais. Antigamente, não havia preocupação em evitar a contaminação dos milhos crioulos por híbridos convencionais ou cultivares melhoradas, sendo comum a prática de trocas de sementes, plantios sem distanciamento adequado e cruzamentos propositais. Por isso, elas foram efetivamente contaminadas por 50 anos pelo milho comercial. Assim, o milho dito crioulo é uma mistura de diferentes tipos de milho com os quais os agricultores tiveram contato durante os anos. Afortunadamente, entre as décadas de 50 e 70, já prevendo isso, universidades brasileiras – como a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ) e a Universidade Federal de Viçosa – e a Embrapa Milho e Sorgo coletaram milhares de amostras desses milhos por todo o Brasil e criaram um imenso banco de germoplasma, que conserva os verdadeiros milhos crioulos deste país. Os milhos “conservados” *in situ* podem ser chamados de crioulos e efetivamente representam, para as comunidades que o adotam, uma alternativa de produção e uma forma de resistência cultural e mesmo econômica importante, mas estão longe de preservar a agrobiodiversidade dos milhos brasileiros, inclusive daqueles cultivados pelos indígenas.

No Brasil, no século 21, a agricultura intensiva é importante parte do PIB (Produto Interno Bruto) e fonte direta ou indireta de trabalho para uma grande parcela da população economicamente ativa, e a diversidade de qualquer planta de grande interesse econômico é considerada com muito cuidado. No caso dos milhos crioulos, o Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) possui um vasto banco de germoplasma para garantir a preservação de inúmeras variedades. A formação de coleções de germoplasma exige conhecimento especializado para garantir que a coleção tenha representatividade genética.

As raças antigas, na realidade, só existem preservadas com a sua constituição genética original em bancos de germoplasma. Com mais de 60 anos de melhoramento de milho, o Brasil tem hoje mais de 300 diferentes genótipos comerciais de milho para atender ao agricultor que planta variedades melhoradas de polinização aberta ou híbridos simples de última geração com potencial genético para produzir acima de 12 toneladas por hectare. Acredita-se que a maioria dos hoje chamados milhos crioulos nada mais são do que uma coleção de gerações obtidas por cruzamento entre os materiais comerciais disponíveis no mercado e os chamados milhos de paiol. Recente publicação do Ministério do Desenvolvimento Agrário (Ferment et al., 2009) relembra informações aportadas à CTNBio pela Embrapa e confirma esta colocação:

“No caso do milho considerado crioulo, um projeto do Probio – Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira, financiado pelo Ministério do Meio Ambiente, em parceria com o Bird – possibilitou verificar recentemente diversas iniciativas de preservação in situ dessas variedades em Minas Gerais, São Paulo e Santa Catarina, e comparar as ‘variedades cultivadas localmente’ com amostras semelhantes coletadas há mais de 30 anos e mantidas intactas no banco de germoplasma da Embrapa. Na maioria dos casos, observou-se que as ‘variedades cultivadas localmente’ apresentavam diferenças genéticas com relação à coleta original, indicando a necessidade de adoção de estratégias de isolamento espacial e temporal” - Contribuição da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) sobre a introdução de eventos de milho geneticamente modificado para tolerância a herbicidas e para resistência a insetos listados na Chamada 1/2007, da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança, à luz do conhecimento disponível ao público em 13 de março de 2007.

O ponto central na discussão sobre a contaminação dos milhos crioulos com transgênicos é a presença de uma fração de GM entre o milho colhido que vá crescendo ao longo dos anos. De fato, se a forma e a separação entre as culturas não for feita adequadamente, e as plantações separadas para evitar um fluxo gênico importante, pode haver uma porcentagem significativa de grãos GM entre as espigas. O processo de escolha das sementes nestas comunidades é sempre visual e envolve a escolha de umas tantas espigas no campo e uma nova seleção no terreiro (Alves et al. 2007), o que transforma grãos em sementes.

O plantio destas “sementes” numa segunda safra e a retomada da seleção por várias gerações podem, efetivamente, levar a porcentagens de transgenia significativas. A questão toda, portanto, é a produção de sementes, que precisa ser melhorada e levada a cabo com auxílio dos órgãos de extensão. Entretanto, como descrito por Canci (2006), há, ao contrário, a adoção regular de trocas de sementes em feiras e de uso de grãos como sementes, cultural e economicamente importantes. Neste cenário, a solução passa pela adoção de formas seguras de produção de sementes e pela implementação de um programa mais criterioso de designação de variedades crioulas e de seu manejo.

Caberá sempre ao agricultor investir na sua propriedade para se ajustar à lei (Lei dos Orgânicos, normas da CTNBio, Lei de Sementes etc.). Se o agricultor desejar manter um sistema de produção sem amparo legal e sem tecnologia, deve estar pronto para arcar com as responsabilidades desta opção. Da mesma forma, como se pode cobrar indenização do produtor de grãos GM que, por erro de manejo, permite a mistura de sua lavoura com as lavouras não GM dos vizinhos (desde que seu erro incorra em prejuízo para o outro produtor), ou o agricultor que comprar grãos em feira ou trocá-los em eventos comunitários, e com isso receber e plantar grãos GM ou, ao contrário, distribuir ou vender grãos GM que serão plantados como sementes não GM, também poderá ter de enfrentar a lei. A responsabilidade perante a lei é de todos que estão no campo.



Ainda que ocorra fluxo gênico entre milho GM e crioulo, a permanência do alelo no chamado genótipo “contaminado” vai depender de uma série de fatores, entre eles a frequência do alelo na população e se haverá ou não pressão de seleção sobre ele. Inclusive para afastar a hipótese de que o cultivo de milho GM possa ameaçar a variabilidade genética dos milhos crioulos, é necessário diferenciar os conceitos de introgressão gênica e hibridação. Introgressão gênica pode ser definida como a incorporação permanente de genes de uma população diferenciada (espécie, subespécie ou raça) em outra. Por sua vez, a hibridação ou fluxo gênico consiste no simples cruzamento entre plantas de duas populações (Stewart et al., 2003). A distinção é importante já que não são esperados efeitos de redução de variabilidade genética por simples hibridação.

Na maior parte dos casos, para que ocorra introgressão é necessário que o gene (ou o transgene) confira uma vantagem seletiva superior à planta e uma série de cruzamentos deve ocorrer de forma que o gene (ou o transgene) seja incorporado ao genoma da variedade receptora (Hansen et al., 2003; Hails & Morley, 2005; Stewart et al., 2003). No entanto, não é esperado que o cruzamento de milhos GM e crioulos traga uma vantagem adaptativa superior àquela do cruzamento que já pode ocorrer eventualmente entre milhos híbridos não GM e crioulos. Deve-se ainda ressaltar que a adaptabilidade do cruzamento entre milhos híbridos (GM ou não) e crioulos é baixa e, portanto, o cultivo de milho GM não traz riscos superiores aos já existentes pelo cultivo de milho híbrido convencional e não ameaça a manutenção da variabilidade genética destas variedades tradicionais.

Já no caso específico de milhos indígenas, que são muitas vezes utilizados em roças locais ou mesmo em rituais religiosos, o plantio deve ser protegido. Recentemente, uma tribo indígena perdeu o milho que utilizava em seus rituais religiosos, pelas dificuldades inerentes à preservação *in situ* de uma cultivar de milho, geração após geração (de índios). A solução foi simples: recorreram ao banco de germoplasma da Embrapa e receberam as sementes originais.

Concluindo, a variabilidade genética existente nas variedades crioulas, mesmo que contenham alelos de variedades comerciais, é valiosa, mas o cultivo de variedades de milho GM não traz nenhum risco adicional para a manutenção destes recursos genéticos além daqueles impostos pela presença dos milhos comerciais não GM nas lavouras próximas. Ao contrário, conclui-se que as medidas preconizadas pela CTNBio na Resolução Normativa nº 4 e apoiadas por diversos estudos são suficientes para garantir a coexistência de milho GM e não GM no Brasil.

3.8. Coexistência, rotulagem e direito de informação e escolha entre milho GM, não GM e milho produzido pela agricultura orgânica

A opção pela agricultura orgânica é uma questão de mercado ou de pessoal. Da mesma forma, a opção entre agricultura convencional, transgênica, orgânica ou orgânica não transgênica é uma questão de mercado ou pessoal. Vários países vêm desenvolvendo legislação e políticas de rotulagem para garantir o direito de escolha. Tais políticas, no entanto, variam na natureza, no escopo, na cobertura, nas exceções e no grau de aplicação. Conseqüentemente, os efeitos observados nessas políticas e nas possibilidades de

escolha e informação para o consumidor, marketing de alimentos e comércio internacional varia significativamente (Gruère & Rao, 2007). Alguns países têm recomendações voluntárias (por exemplo: Canadá, Hong Kong, ou África do Sul) e outros têm requisitos mandatórios (por exemplo: Austrália, União Europeia, Japão, Brasil, ou China). Alguns direcionam a presença de GM no produto final (como Austrália, Nova Zelândia e Japão) outros, a tecnologia GM como processo de produção (p.ex. União Europeia, Brasil e China). Ou seja, no primeiro caso rotulam-se apenas os produtos com traços detectáveis e quantificáveis de materiais ou ingredientes GM; no segundo, devem ser rotulados mesmo que não existam traços de material GM.

Os países dividem-se em três grupos de acordo com o grau de rigor nas suas regulamentações (Carter & Gruère, 2006; Cloutier, 2006). Numa ponta temos o grupo de países que introduziram regulamentações mandatórias e muito estritas, baseadas no processo de produção com cobertura ampla, poucas exceções e uma taxa de tolerância bastante baixa, que segue o modelo de regulamentação da União Europeia. Esse grupo inclui os países europeus fora da União Europeia, Brasil e China. Na outra ponta do espectro, temos um terceiro grupo que inclui Canadá, EUA, Filipinas e África do Sul com recomendações voluntárias para rotular alimentos GM ou não GM. O grupo intermediário inclui Japão, Austrália, Indonésia e Tailândia com rotulagem mandatória baseada nas diferenças do produto final ou um limite maior e com certas exceções. Entre os países com legislação para rotulagem, o único ponto comum é o quase que generalizado requisito para rotular produtos derivados de cultivos GM que não são substancialmente equivalentes aos seus relativos convencionais. Isso significa que aqueles GM com diferenças na composição – por exemplo, arroz enriquecido com vitamina A – devem ser rotulados para informar ao consumidor das novas características e propriedades desses alimentos para que ele tome decisões informadas.

No caso da agricultura orgânica, existe a sugestão de que deveria incluir OGMs (Ammann, 2008), pois vários transgenes poderiam fazer com que a agricultura orgânica fosse mais sustentável e mais acessível à população (Ronald & Adamchak, 2008). É sensato, porque agricultura orgânica inclui modificações genéticas clássicas que se vêm desenvolvendo bastante e vão além do que seria considerado “natural” (van Bueren et al., 2003), além do que o uso de PGMs fez com que a utilização de pesticidas fosse drasticamente reduzida (Bennet et al., 2006; Huang et al., 2005; Huang et al., 2002; Qaim & Zilberman, 2003; Bennett et al., 2006; Bennet et al., 2004; Huang et al., 2003; Huang et al., 2004; van Tongeren, 2004; Huang et al., 2005; Qaim et al., 2006a; Qaim et al., 2006b;).

Atualmente, a legislação mundial de orgânicos, inclusive no Brasil, tende a garantir a ausência não apenas de um grande número de outros produtos sintéticos, como herbicidas, inseticidas, fungicidas etc., mas também de transgenes e suas proteínas, além de regulamentar as práticas agrícolas em si.

Os orgânicos são regulados no Brasil por uma lei específica, bastante rígida. A Lei dos Orgânicos (Lei nº 10.831/03), que foi recentemente regulamentada pelo Decreto nº 6.323/07. Ambos os dispositivos vetam o uso de OGM, mas não fazem menção sobre contaminação adventícia. Na União Europeia também é vetado o uso de OGM na produção de orgânicos, mas admite-se até 0,9% de contaminação adventícia com OGM (Lee, 2008). Note-se que não há distinção entre o nível de presença adventícia admitida para produtos orgânicos e outros produtos considerados não GM. Para um produto ser considerado não transgênico, diferentes países adotaram ou vêm adotando medidas, como diferentes níveis de tolerância



para a presença de transgenes, que variam de rotulagem voluntária até compulsória para presença de 0.9% a 5% (tabela 5 para mais detalhes comparativos entre as diferentes legislações).

Embora a legislação vise a dar ao consumidor o direito de escolha, existe uma discussão sobre se esse objetivo está sendo alcançado (Kalaitzandonakes & Bijman, 2003). Mesmo que um número significativo de consumidores esteja disposto a comprar produtos geneticamente modificados (Noussair et al., 2004; http://www.nrp59.ch/e_kommunikation_newsletter.cfm?command=Details&nid=30&code=Ek8ZnlBn), na União Europeia existem poucos produtos considerados GM (presença superior a 0.9%) disponíveis para compra (GMO Compass, 2007), pois algumas empresas internacionais de alimentos decidiram não usar ingredientes GM para evitar serem atacadas por grupos antitransgênicos em campanhas negativas, ao mesmo tempo em que carne e produtos processados derivados de animais alimentados com GM são vendidos abundantemente. Chang (2006) confirma que na China, onde a regulamentação estrita é aplicada, o resultado é que todos os óleos de soja são rotulados como transgênicos, ou seja a regulamentação muito estrita para rotulagem tirou a possibilidade do nicho de mercado interessado em obter óleo não transgênico. Também no Brasil, uma pesquisa feita pelo Instituto Brasileiro de Educação do Consumidor sobre Alimentos e Congêneres (IBCA) mostrou que o triângulo foi associado por 72% dos consumidores a uma placa de trânsito e a perigo e atenção, em virtude da cor amarela. Muitos achavam que era ligado à alta tensão e à energia nuclear. Esses resultados mostram que as regulamentações ainda não atingiram o principal objetivo que é prover informação e escolha ao consumidor. Vários economistas agrícolas argumentam que rotulagem mandatória nem sempre é a melhor solução para prover escolha e informação quando pode afetar o comércio (Phillips & Isaac, 1998; Valceschini, 1998; Runge & Jackson, 2003). No Canadá, os produtos não GM, em particular produtos não transgênicos orgânicos, aparecem no mercado como um nicho em resposta à demanda de certos consumidores (Gruère, 2006).

O isolamento genético determinado pela Instrução Normativa nº 4 da CTNBio deve ser suficiente para restringir a presença adventícia a valores inferiores ao limite definido por certificadoras brasileiras para o milho orgânico (0,5%) para a maioria das situações a campo. Seguindo as normas do MAPA para a agricultura orgânica, o produtor não terá problemas com os transgênicos, porque as normas de isolamento são muito mais rígidas do que as exigidas pela CTNBio e porque toda a cadeia produtiva é muito controlada. O agricultor orgânico hoje está ainda ensaiando os passos no caminho longo que deverá ser trilhado pela vigência efetiva da lei.

De toda forma, quem deve assegurar a ausência de contaminantes na agricultura orgânica é o agricultor de produtos oriundos da agricultura orgânica. A lei e as várias normas (a maior parte de 2009, ainda não implementada) são claras quanto a isso. A lei para os OGMs obriga o produtor das culturas GM a garantir a integridade de todos os cultivos vizinhos, mas há um limite claro sobre estas responsabilidades.

Quanto à coexistência das duas formas de cultivo, a experiência em várias partes do mundo, e em especial dos Estados Unidos, comparável ao Brasil devido à grande dimensão, mostra que é perfeitamente possível o convívio da agricultura orgânica com a transgênica (Brookes & Barfoot 2004). Seguidas as regras de coexistência e plantadas as sementes certificadas (que precisam ser comprovadamente puras de acordo com a lei).

4. Milho GM e produção de sementes não GM

As normas para a produção de sementes são específicas para esta atividade, são da alçada do MAPA e devem ser atendidas por todos os produtores de sementes, seja produzindo sementes transgênicas, seja produzindo sementes convencionais. As normas do MAPA são extremamente rigorosas e os produtores de sementes sofrem ao menos duas fiscalizações durante o processo produtivo. Assim, o rigor dos sementeiros para evitar mistura de diferentes variedades de semente ou fluxo gênico entre duas variedades – sejam elas transgênicas ou não – independe das regras de coexistência regulamentadas pela CTNBio.

O risco de haver misturas é muito mais alto quando grãos¹ são usados como propágulos (sementes). Por desinformação ou tradição, alguns produtores, sobretudo os pequenos, plantam grãos colhidos da safra anterior, comprados em feiras livres ou trocados entre si. O custo para produzir ou para adquirir é menor do que em sementes obtidas segundo os critérios técnicos estabelecidos pelo MAPA. Porém, sujeita o produtor a problemas de pureza genética que podem ter consequências na produtividade e na presença adventícia de OGM acima de valores aceitáveis.

Portanto, **não há risco para o agricultor que planta sementes certificadas, produzidas de acordo com as regras do MAPA, porque qualquer mistura ou fluxo gênico não influenciará na pureza de sua próxima safra**, que será decorrente de um novo plantio. O risco de haver mistura de grãos existe apenas quando os grãos são utilizados como sementes. Por desinformação, alguns agricultores, sobretudo da agricultura familiar, plantam os grãos colhidos da safra anterior, comprados em feiras livres ou trocados entre si, o que constitui prática agrícola danosa, pois, embora seu custo seja mais baixo do que o da compra de sementes, a perda de produtividade é grande.

A hipótese de que o crescimento dos plantios GM trará misturas com cultivos não GM de forma irreversível, ao longo do tempo, ignora o sistema de produção agrícola atual. Produtores de sementes, além dos próprios agricultores que o desejarem fazer, têm total interesse em manter as suas cultivares puras de misturas por motivos comerciais e até legais.

Vale ressaltar que a identificação de transgenia em um lote de sementes, mesmo quantitativa, tem hoje um preço muito reduzido e qualquer fabricante de sementes certificadas pode fazê-la, sem problemas e sem aumento importante do preço final do produto. Em um lote de 40 toneladas, por exemplo, é preciso testar uma amostra de 1kg de milho de acordo com o Anexo VIII da Instrução Normativa nº 25 do MAPA, de 2005 (<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/servlet/VisualizarAnexo?id=10811>).

Contudo, a presença de sementes adventícias é uma realidade; quantidades mínimas, que não interferem com a qualidade das sementes, são estabelecidas por regulamentações, até são encontradas como a mistura com sementes de variedades distintas e de ervas daninhas num mesmo lote. Se a porcentagem de sementes GM no lote for significativamente inferior a um determinado limite, isso certamente não levará a um percentual de transgenia superior a 1% nos grãos.

¹ Entende-se por grão o produto comercial que é consumido e, por semente, o produto usado para plantio



É de conhecimento geral que tudo o que acontece nos plantios de milho ou soja é devido à ação humana, já que essas plantas não se propagam de outra forma. Os agricultores que tiverem suas lavouras contaminadas terão cometido algum erro no manejo da cultura, ou terão sido contaminados por sementes misturadas, grãos misturados ou fluxo de pólen de plantios GM vizinhos. Nessas três possibilidades de contaminação, houve desrespeito a alguma norma: o produtor de sementes ou o vendedor (este último adulterando o produto), o próprio agricultor (plantando grãos no lugar de sementes) ou o agricultor vizinho (desrespeitando as normas da CTNBio).

Por fim, cabe dizer que a questão das sementes misturadas não tem relação com a questão da coexistência de lavouras GM e não GM no campo e muito menos com biossegurança.

BIBLIOGRAFIA

- ABBAS, H. K.; ACCINELLI, C.; ZABLOTOWICZ, R. M.; ABEL, C. A.; BRUNS, H. A.; DONG, Y.; SHIER, W. T. Dynamics of mycotoxin and *Aspergillus flavus* levels in aging Bt and non-Bt corn residues under Mississippi no-till conditions. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 56(16): 7578-85, 2008.
- AGBIOS, 1999. Vatican Calls for Honesty on Biotechnology: "Don't Fear Scientific Progress" **Pontifical Academy For Life October 12, 1999** <http://www.agbioworld.org/biotech-info/religion/vaticanhonesty.html>
- AHLOOWALIA, B.S.; MALUSZYNSKI, M. Induced mutations: A new paradigm in plant breeding. **Euphytica**, 118:167-173, 2001.
- AHLOOWALIA, B.S.; MALUSZYNSKI, M.; NICHTERLEIN, K. Global impact of mutation-derived varieties. **Euphytica**, 135:187-204, 2004.
- ALLARD R.W., WILEY, A. **Principles of plant breeding**. New York, 254 pp. 1999
- ALVES, A.C.; OGLIARI, J.B.; CANCI, A. **Produtividade de grãos e qualidade da semente de milho crioulo**. Manuscrito, Inst. Biodiversidade e Desenvolvimento Sócio-ambiental Porerekan e Departamento de Fitotecnia – UFSC, 29 pp., 2007.
- AMES, B.N.; GOLD, L.S. Paracelsus to parascience: the environmental cancer distraction. **Mutat. Res.**, 447: 3-13, 2000.
- AMMANN, K. Integrated farming: why organic farmers should use transgenic crops. **New Biotechnology**, 25(2):101-107, 2008.
- AULRICH, K.; BOHME, H.; DAENICKE, R.; HALLE, I.; FLACHOWSKY, G. Genetically modified feeds (GMO) in animal nutrition: *Bacillus thuringiensis* (Bt) corn in poultry, pig and ruminant nutrition. **Archives of Animal Nutrition**, 54: 183-195, 2001.
- AYLOR, D.E. Settling speed of corn (*Zea mays*) pollen. **J.Aerosol Sci.**, 33: 1599-1605, 2002.
- AYLOR, D.E. Rate of dehydration of corn (*Zea mays*L.) pollen in the air. **Journal of Experimental Botany**, 5:2307-2312, 2003.
- BANNERT, M.; STAMP, P. Cross-pollination of maize at long distance. **Eur. J. Agron.**, 27: 44-51, 2007
- BATEMAN, A.J. Contamination of seed crops: II. Wind pollination. **Heredity**, 1:235-246, 1947.
- BATISTA, R.; SAIBO, N.; LOURENÇO, T.; OLIVEIRA, M.M. Microarray analyses reveal that plant mutagenesis may induce more transcriptomic changes than transgene insertion. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, 105(9): 3640-3645, 2008.
- BAUDO, M.M.; LYONS, R.; POWERS, S.; PASTORI, G.M.; EDWARDS, K.J.; HOLDSWORTH, M.J.; SHEWRY, P.R. Transgenesis has less impact on the transcriptome of wheat grain than conventional breeding. **Plant Biotechnology Journal**, 4(4): 369-380, 2006.
- BECKIE, H.J.; HALL, L.M. Simple to complex: Modelling crop pollen mediated gene flow. **Plant Sci.**, 175: 615-628, 2008.
- BEIER, R.C. Natural pesticides and bioactive components in food. **Rev. Environ. Contam. Toxicol.**, 113: 47-137, 1990.
- BELL, G.D.H. The history of wheat cultivation. **In: Wheat Breeding** (Lupton, F.G.H., ed.). Chapman and Hall, London, Chapter 2, pp. 31-49, 1987.
- BENNETT, R.; ISMAEL, Y.; MORSE, S.; SHANKAR, B. Reductions in insecticide use from adoption of Bt Cotton in South Africa. **Journal of Agricultural Science**, 142: 665-674, 2004.
- BENNETT, R.; KAMBHAMPATI, U.; MORSE, S.; ISMAEL, B. Farm-level economic Performance of genetically modified Cotton in Maharashtra, India. **Review of Agricultural Economics**, 28: 59-71, 2006.
- BERVILLÉ, A.; MULLER, M.H.; POINSO, B.; SERIEYS, H. Fertility: Risks of gene flow between sunflower and other *Helianthus* species. P. 209-229. **In: Gressel, J. (ed.) Crop Fertility and Volunteerism**; CRC Press, Boca Raton, USA, 2005.
- BROOKES, G.; BARFOOT, P. **Co-existence of GM and non GM crops: case study of maize grown in Spain**. PG Economics Ltd., 2003. http://www.pgeconomics.co.uk/pdf/Coexistence_spain.pdf
- BROOKES, G.; BARFOOT, P. **Co-existence in North American agriculture: can GM crops be grown with conventional and organic crops?**; PG Economics Ltd., 2004. <http://croplife.intraspin.com/Biotech/papers/152CoexistencereportNAmericafinalJune2004.pdf>
- BROOKES, G.; BARFOOT, P. **Global Impact of Biotech Crops: Socio-Economic and Environmental Effects in the First Ten Years of Commercial Use**; AgBioForum, 9(3): 139-151, 2006.
- BROOKES, G.; BARFOOT, P.; MELE, E.; MESSEGUER, J.; BENETRIX, F.; BLO C, D.; FOUPELLASSAR, X.; FABIE, A.; POEYDOMENGE, C. 2004. **Genetically modified maize: pollen movement and crop coexistence**; PG Economics Ltd. <http://www.pgeconomics.co.uk/pdf/Maizepollennov2004final.pdf>



BROOKES, G.; ROUCH, R.; BRUMBLEY, M.; WIDHALM, K.; CANTLEY, M.; WAGER, R.; TAMMISOLA, J.; UUSIPAUKA, E.; LEPRINCE-BÉNÉTRIX, F.; FOUÉILLASSAR, X.; DAVISON, J.; WEBER, E.; MORANDINI, P.; ALPI, A.; MEZZETTI, B.; TUBEROSA, R.; FOGHER, C.; DEFEZ, R.; OUTAW. **Coexistence of genetically modified and non-genetically modified maize: Making the point on scientific evidence and commercial experience.** PG Economics Ltd., 6 p., 2006. http://www.pgeconomics.co.uk/pdf/Co-existence_maize_10october2006.pdf

CANCI, I.J. **Relações dos sistemas informais de conhecimento no manejo da agrobiodiversidade no oeste de Santa Catarina.** Dissertação, Programa de Pós-graduação em Recursos Genéticos Vegetais. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 204 pp., 2006.

CARTER, C.A.; GRUËRE, G.P. International approaches to the labeling of genetically modified foods. **Choices**, 18(2), 1–4., 2003.

CARTER, C.A.; GRUËRE, G.P. International approval and labeling regulations of genetically modified food in major trading countries. R. Just, J.M. Alston, and D. Zilberman, (Eds.), **Regulating Agricultural Biotechnology. Economics and Policies** (pp.459–480). New York: Springer Publishing, 2006.

CELLINI, F. A.; CHESON, A.; COLQUHOUN, I.; CONSTABLE, H. V. ; DAVIES, K. H. ; ENGEL, A.; GATEHOUSE, S.; KÄRENLAMPI, E. J.; KOK, J.; LEGUAY, S.; LEHESRANTA, H. P. J.; NOTEBORN, M.; PEDERSEN, J.; SMITH, M. Unintended effects and their detection in genetically modified crops. **Food and Chemical Toxicology**, 42 (7): 1089-1125, 2004.

CEVALLOS, D. **Wanted: Labels for genetically engineered products.** Inter Press Service News Agency (IPS), 2006. <http://ipsnews.net/news.asp?idnews=32244>

CHANG, X. Labeling policy and impact on consumer's purchasing behavior in China: A case study of vegetable oils in Nanjing. *In: International Food Policy Research Institute (IFPRI) and Research and Information Systems for Developing Countries (RIS), Economic Consideration of Biosafety and Biotechnology Regulations in India: Proceedings of a Conference in New Delhi*, August 24–25, 2006 (p.16). Washington, DC: IFPRI.

CLOUTIER, M. Etude économique sur les coûts relatifs à l'étiquetage obligatoire des filières génétiquement modifiées (GM) versus non-GM au niveau Québécois. (Economic survey on the costs relating to mandatory labelling of the genetically modified (GM) versus non-GM at the Quebec level]. Report presented to the Ministère de l'Agriculture des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. University of Québec in Montréal, Department of Management and Technology, 2006.

CODEX ALIMENTARIUS, 2003. **Codex principles and guidelines on foods derived from biotechnology.** Rome: Codex Alimentarius Commission Joint FAO/WHO Food Standards Programme, Food and Agriculture Organization.

Commission Recommendation, on guidelines for the development of national strategies and best practices to ensure the coexistence of genetically modified crops with conventional and organic farming (notified under document number C(2003) 2624), 2003. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32003H0556:EN:HTML>

COUNCIL REGULATION (EC) No 834/2007 on organic production and labelling of organic products and repealing Regulation (EEC) No 2092/91. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:189:0001:0023:EN:PDF>

CTNBio 2007. Resolução Normativa n° 4. <http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/4687.html>

CUSTERS, R.; PEDERSEN, J.; ERIKSEN, F.D.; KNUDSEN, I.B.; JACOT, Y.; RUFENER AL MAZYAD, P.; KINDERLERER, J.; PENNINKS, A.; KLIPPELS, L.; HOUBEN, G. ; GAY, P. The Safety of Genetically Engineered Crops. *In: Safety of Genetically Engineered Crops* (ed R. Custers), pp. 159. Flanders Interuniversity Institute for Biotechnology, Zwijnaarde, BE. J. Bury, VIB VIB Publication, 2000.

DARMENCY, H. Incestuous relations of foxtail millet (*Setaria italica*) with its parents and cousins, pp. 81–96. **Crop Fertility and Volunteerism**, edited by J. GRESSEL. CRC Press, Boca Raton, FL, 2005.

DE SCHRIJVER, A.; DEVOS, Y.; SNEYERS, M. **Vertical gene flow in the context of risk/safety assessment and co-existence.** Zollitsch W, Winckler C, Waiblinger S, Haslberger A (eds), Preprints of the 7th Congress of the European Society for Agriculture and Food Ethics (EurSafe2007) on Sustainable Food Production and Ethics, Wageningen Academic Publishers, p 57-60, 2007a.

DE SCHRIJVER, A.; DEVOS, Y.; VAN DEN BULCKE, M.; CADOT, P.; DE LOOSE, M.; REHEUL, D.; SNEYERS, M. Risk assessment of GM stacked events obtained from crosses between GM events. **Trends in Food Science and Technology**, 18: 101-109, 2007b.

DELLA PORTA, G.; EDERLE, D.; BUCCHINI, L.; PRANDI, M.; VERDERIO, A.; POZZI, C. Maize pollen mediated gene flow in the Po valley (Italy): Source recipient distance and effect of flowering time. **European Journal of Agronomy**, 28(3):255-265, 2008.

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

DEVOS, Y.; DEMONT, M.; SANVIDO, O. Coexistence in the EU—return of the moratorium on GM crops? **Nature Biotechnology**, 26 (11): 1223-1225, 2008.

DEVOS, Y.; DEMONT, M.; DILLEN, K. ; REHEUL, D. ; KAISER, M.; SANVIDO, O. Coexistence of genetically modified (GM) and non-GM crops in the European Union. A review. **Agron. Sustain. Dev.**, 29: 11-30, 2009.

EFSA, 2007. Safety and nutritional assessment of GM plants and derived food and feed: The role of animal feeding trials. Safety and nutritional assessment of GM plants and derived food and feed: The role of animal feeding trials, 46, Supplement 1, pp S2-S70 <http://www.sciencedirect.com/science/article/B6T6P-4RTW3XD-1/1/3bf8f16f11a571d65ea649c1260bb3da>

EJETA, G.; GRENIER, C. Sorghum and its weedy hybrids. Pp. 123-135 *In: Crop Fertility and Volunteerism*, Gressel, J., ed CRC Press, Taylor and Francis Group, USA, 2005.

ELLSTRAND, N.C. *Dangerous Liaisons—When Cultivated Plants Mate with their Wild Relatives*; Johns Hopkins University Press, 2003.

EUROPEAN COMMISSION. Directive 2001/18/EC of the European Parliament and of the Council of 12 March 2001 on the deliberate release into the environment of genetically modified organisms and repealing Council Directive 90/220/EEC. **Official Journal of the European Communities** L106, 1-39, 2001.

EUROPEAN COMMISSION. Communication on co-existence of genetically modified, conventional and organic crops, March 2003.

EUROPEAN COMMISSION. Technical Report EUR 22102 EN. New case studies on the coexistence of GM and non-GM crops in European agriculture, 2006. <http://www.jrc.es/home/pages/eur22102enfinal.pdf>

EUROPE (2006/2059(INI) European Parliament Report on Biotechnology: Prospects and Challenges for Agriculture) <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//NONSGML+REPORT+A6-2007-0032+0+DOC+PDF+VO//EN>

FAO/WHO 2000. Safety Aspects of Genetically Modified Foods of Plant Origin. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation on Foods Derived from Biotechnology, Geneva, Switzerland, 29 May-2 June 2000. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. <ftp://ftp.fao.org/es/esn/food/gmreport.pdf> www.who.int/foodsafety/publications/biotech/en/ec_june2000_en.pdf

FAO 2004. United Nations Food and Agriculture Organization. The State of Food and Agriculture 2003-2004: Agricultural Biotechnology: Meeting the Needs of the Poor. April 2004. <http://www.fao.org/newsroom/en/news/2004/41714/index.html>

FEDOROFF, N.; BROWN, N.M. Mendel in the kitchen - a scientist's view of genetically modified foods; Joseph Henry Press, Washington, DC., 2004.

FLDMANN, M. Wheats, *Triticum* ssp. (*Gramineae triticeae*). *In: Evolution of Crop Plants* (Simmonds, N.W., ed.). Longman, London, pp. 120-128, 1976.

FERMENT, G.; ZANONI, M.; BRACK, P.; KAGEYAMA, P.; NODARI, R. O. Coexistência: o caso do milho. Ministério do Desenvolvimento Agrário. 56 p, 2009.

FOREMAN, L. Characteristics and production costs of U.S. corn farms. **Statistical Bulletin Number 974 of the Economic Research Service of the United States Department of Agriculture**, 2001. <http://www.ers.usda.gov/publications/sb974-1/sb974-1.pdf>

FOSTER, M.; FRENCH, S. **Market acceptance of GM canola**. ABARE Research Report 07.5 prepared for the Australian Government Department of Agriculture, Fisheries and Forestries, Canberra, Australia: Australian Bureau of Agriculture and Resource Economics, 2007.

Genetically modified crops get the Vatican's blessing, 04 June 2009 <http://www.newscientist.com/article/mg20227114.200-genetically-modified-crops-get-the-vaticans-blessing.html>

GMO Compass. **Labeled Goods Hard to Find**. Retrieved February 2007 from: http://www.gmo-compass.org/eng/regulation/labelling/92.gmo_labelling_labelled_goods.html

GERMANY, 2006: Coexistence Between GM and Non-GM Maize Crops – Tested in 2004 at the Field Scale Level. www.blackwell-synergy.com/doi/pdf/10.1111/j.1439-037X.2006.00248.x

GERMANY, 2007. Outcrossing behavior of Bt maize in exact field trials and under production conditions. www.landwirtschaft.sachsen.de/lfi/publikationen/download/3226_1.pdf

GOGGI, A.S.; CARAGEA P.; LOPEZ-SANCHEZ H.; WESTGATE M.; ARRIIT, R.; CLARK, C. Statistical analysis of outcrossing between adjacent maize grain production fields. **Field Crops Res.**, 99: 147–157, 2006.

GOKLANY, I.M. Saving habitat and conserving biodiversity on a crowded planet. **Bioscience**. 48: 941–953, 1998.

GOODMAN, R.M.; HAUPTLI, H.; CROSSWAY, A.; KNAUF, V.C. Gene transfer in crop improvement. **Science**, 236:48–54, 1987.

GRESSEL, J. **Genetic Glass Ceilings-Transgenics for Crop Biodiversity**; Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, USA. 461p, 2008.



- GRUÈRE, G.P. A preliminary comparison of the retail level effects of labeling policies of genetically modified food in Canada and France. **Food Policy**, 31(2), 148–61, 2006.
- GRUÈRE, G.P.; RAO, S.R. A review of International labeling policies of genetically modified food to evaluate India's proposed rule. **AgBioForum**, 10(1): 51–64, 2007.
- GUANGWEN, T.; QIN, J.; DOLNIKOWSKI, G.G.; RUSSELL, R.M.; GRUSAK, M.A. Golden Rice is an effective source of vitamin A. **Am J Clin Nutr.**, 89:1776–1783, 2009.
- GUSTAFSON D.I.; BRANTS I.O.; HORAK M.J.; REMUND K.M.; ROSENBAUM E.W.; SOTERES J.K. Empirical modeling of genetically modified maize grain production practices to achieve European Union labeling thresholds. **Crop Sci.**, 46:, 2133–2140, 2006.
- HAIGH, M. **Handbook on the labeling of genetically modified foods, ingredients and additives**. Surrey, UK: Leatherhead Food International, 2004.
- HAILS, R. S.; MORLEY, K. Genes invading new populations: a risk assessment perspective. **Trends Ecol Evol.**, 20: 245–252, 2005.
- HALSBERGER, A. G. Codex Guidelines for GM Foods Include the Analysis of Unintended Effects. **Nature Biotechnology**, 21: 739–41, 2003.
- HALSEY, M.E.; REMUND, K.M.; DAVIS, C.A.; QUALLS, M.; EPPARD, P.J.; BERBERICH, S.A. Isolation of maize from pollen-mediated gene flow by time and distance. **Crop Science**, 45:2172–2185, 2005.
- HAMMOND, B.; CAMPBELL, K.; PILCHER, C.; ROBINSON, A.; MELCION, D.; CAHAGNIER, B.; RICHARD, J.; SEQUEIRA, J.; CEA, J.; TATLI, F.; GROGNA R.; PIETRI A.; PIVA, G.; Rice, L. Reduction of fumonisin mycotoxins in Bt corn. **The Toxicologist**, 72(S-1): abstract 1217, 2003.
- HANSEN, L. B.; SIEGISMUND, H. R.; JORGENSEN, R. B. Introgression between oilseed rape (*Brassica napus* L.) and its weedy relative *B. rapa* L. in a natural population. **Gen Res Crop Evol.**, 48: 621–627, 2001.
- HANSEN, L.B.; SIEGISMUND, H.R.; JORGENSEN, R.B. Progressive introgression between *Brassica napus* (oilseed rape) and *B. rapa*. **Heredity**, 91:276–283, 2003.
- HEADRICK, J.M. **Application of multiple approaches toward reducing aflatoxin contamination of corn grain**. Proceedings of the 2006 Annual Multi-Crop USDA Aflatoxin/Fumonisin Elimination & Fungal Genomics Workshop: 33, 2006.
- HUANG, J.; HU, R.; VAN MEIJL, H.; VAN TONGEREN, F. Biotechnology boosts to Crop Productivity in China. **Journal of Development Economics**, 75: 27–54, 2004.
- HUANG, J.; HU, R.; PRAY, C.; QIAO, F.; ROZELLE, S. Biotechnology as an alternative to chemical pesticides: A Case Study of Bt Cotton in China. **Agricultural Economics**, 29:55–67, 2003.
- HUANG, J.; HU, R.; ROZELLE, S.; QIAO, F.; PRAY, C. E. Transgenic Varieties and Productivity of Smallholder Cotton Farmers in China. **Australian Journal of Agricultural and Resource Economics**, 46: 367–387, 2002.
- HUANG, J.; HU, R.; ROZELLE, S.; PRAY, C. Insect-Resistant GM Rice in Farmers' Fields: Assessing Productivity and Health Effects in China. **Science**, 308 (5722): 688 – 690, 2005.
- HÜSKEN, A.; AMMANN, K.; MESSEGUER, J.; PAPA, R.; ROBSON, P.; SCHIEMANN, J.; SQUIRE, G.; STAMP, P.; SWEET, J.; WILHELM, R. A major European synthesis of data on pollen and seed mediated gene flow in maize in the SIGMEA project. In: Stein A., Rodríguez-Cerezo E. (Eds.), **Books of abstracts of the Third International Conference on Coexistence between Genetically Modified (GM) and non-GM based Agricultural Supply Chains**, European Commission, pp. 53– 56, 2007.
- HÜSKEN, A.; DIETZ-PFEILSTETTER, A. Pollen-mediated intraspecific gene flow from herbicide resistant oilseed rape (*Brassica napus* L.). **Transgenic Res.**, 16: 557–569, 2007.
- HÜSKEN, A.; SCHIEMANN, J. **Impact of silage maize (*Zea mays* L.) on GMO quantification and coexistence**. In: Stein A.J., Rodríguez-Cerezo E. (Eds.), **Book of abstracts of the Third International Conference on Coexistence between Genetically Modified (GM) and non-GM-based Agricultural Supply Chains**, European Commission, pp. 357–358, 2007.
- JAMES, C. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2008. **ISAAA Brief** 39, 2009. <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/39/executivesummary/default.html>
- JAROSZ, N.; LOUBET, B.; DURAND, B.; FOUÉILLASSAR, X.; HUBER, L. Variations in maize pollen emission and deposition in relation to microclimate. **Environ. Sci. Technol.**, 39: 4377–4384, 2005.
- JAROSZ, N.; LOUBET, B.; DURAND, B.; MCCARTNEY, H.A.; FOUÉILLASSAR, X.; HUBER, L. Field measurements of airborne concentration and deposition rate of maize pollen (*Zea mays* L.) downwind of an experimental field plot. **Agricultural and Forest Meteorology**, 119:37–51, 2003.

- JEMISON J.; VAYDA, M. Cross pollination from genetically engineered corn: wind transport and seed source. **AgBioForum**, 4: 87–92, 2002.
- KALAITZANDONAKES, N.; BIJMAN, J. Who is driving biotechnology acceptance? **Nature Biotechnology**, 21, 366–369, 2003.
- KEY, S.; MA J.K.; DRAKE, P.M. Genetically modified plants and human health. **J R Soc Med.**, 101 (6): 290–8, 2008.
- KIESSELBACH, 1980. *IN* OECD 2003. **The Structure and reproduction of corn. Reprint of the 1949**, Research Bulletin no. 161 from the Agricultural Experiment Station, University of Nebraska Press Lincoln, NE. 93 pp.
- KLEIN, E.K.; LAVIGNE, C.; FOUEILLASSAR, X.; GOUYON, P.-H; LAREDO, C. Corn pollen dispersal: Quasi-mechanistic models and field experiments. **Ecological Monographs**, 73(1):131–150, 2003.
- KOGAN, L.A. World Trade Organization Biotech Decision Clarifies Central Role of Science in Evaluating Health and Environmental Risks for Regulation Purposes. **Global Trade and Customs Journal**, 2 (3): 149-151, 2007
- KRAIC J., MIHALÉK P., SINGER M., PLAĚKOVÁ A. 2007. **Coexistence of genetically modified and conventional maize: practical experience on-farm in Slovakia**. *In*: Stein A.J., Rodríguez-Cerezo E.(Eds.), Book of abstracts of the third International Conference on Coexistence between Genetically Modified (GM) and non-Gm based Agricultural Supply Chains, European Commission, pp. 251–252.
- LANGHOF, M.; HOMMEL, B.; HUSKEN, A.; SCHIEMANN, J.; WEHLING, P.; WILHELM, R.; RUHL, G. Coexistence in Maize: Do Nonmaize Buffer Zones Reduce Gene Flow between Maize Fields? **Crop Science**, 48(1): 305 – 316, 2008.
- LECROART B.; GAUFFRETEAU A.; LE BAIL M.; LECLAIRE M.; MESSEAN A. **Coexistence of GM and non-GM maize: effect of regional structural variables on GM dissemination risk**. *In*: Stein A.J., Rodríguez-Cerezo E. (Eds.), Book of abstracts of the third International Conference on Coexistence between Genetically Modified (GM) and non-GM-based Agricultural Supply Chains, European Commission, pp. 115–118, 2007.
- LENTINI, Z.; ESPINOZA, A. Coexistence of weedy rice and rice in tropical America: gene flow and genetic diversity. J. Gressel, ed. **Crop Fertility and Volunteerism**. Boca Raton, FL: CRC Press. 442 p, 2005.
- LEPRINCE-BENETRIX F. Mais Bt. Les premier resultats de l'observatoire 2007 de la coexistence. **Yvoir**, 14 Janvier 2008.
- LUNA, V.; FIGUEROA, S.J.; BALTAZAR, M.B.; GOMEZ, M.R.; TOWNSEND, L.R.; SCHOPER, J.B. Maize pollen longevity and distance isolation requirements for effective pollen control. **Crop Science**, 41:1551– 1557, 2001.
- MA, B.L.; SUBEDI, K.D.; REID,L.M. Extent of cross-fertilization in maize by pollen from neighboring transgenic hybrids. **Crop Science**, 44:1273–1282, 2004.
- MAZZONCINI, M.; BALDUCCI, E.; GORELLI, S.; RUSSU, R.; BRUNORI, G. **Coexistence scenarios between GM and GM-free corn in Tuscany region (Italy)**. *In*: Stein A.J., Rodríguez-Cerezo E. (Eds.), Book of abstracts of the third International Conference on Coexistence between Genetically Modified (GM) and non-GM-based Agricultural Supply Chains, European Commission, pp. 295–296, 2007.
- MENDONÇA-HAGLER, L.; SOUZA, L. ; ODA, L. Trends in biotechnology and biosafety in Brazil. **Environ. Biosafety Res.**, 7: 115–121, 2008.
- MESSÉAN, A.; ANGEVIN F. **Coexistence measures for maize cultivation: lessons from gene flow and modeling studies**. *In*: Stein A.J., Rodríguez-Cerezo E. (Eds.), Book of abstracts of the third International Conference on Coexistence between Genetically Modified (GM) and non-GM-based Agricultural Supply Chains, European Commission, pp. 23–26, 2007.
- MESSÉAN, A.; ANGEVIN, F.; GÓMEZ-BARBERO, M.; MENRAD, K.; RODRÍGUEZ-CEREZO, E. **New case studies on the coexistence of GM and non-GM crops in European agriculture**. Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, 2006. <http://ftp.jrc.es/eur22102en.pdf>
- MESSÉAN, A.; SAUSSE, C.; GASQUEZ, J.; DARMENCY, H. Occurrence of genetically modified oilseed rape seeds in the harvests of subsequent conventional oilseed rape over time. **Eur. J. Agron.**, 27: 115–122, 2007.
- MESSEGUER J.; PALAUDELMÁS M.; PEÑAS G.; SERRA J.; SALVIA J.; BALLESTER J.; BAS, M.; PLA, M.; NADAL, A.; MELÉ, E. Three year study of a real situation of co-existence in maize. *In*: Stein A.J., Rodríguez-Cerezo E. (Eds.). **Book of abstracts of the third International Conference on Coexistence between Genetically Modified (GM) and non-GM-based Agricultural Supply Chains**. European Commission, pp. 93–96, 2007.
- MESSEGUER, J.; PEÑAS, G.; BALLESTER, J.; BAS, M.; SERRA, J.; SALVIA, J.; PALAUDELMÁS, M.; MELÉ, E. Pollen-mediated gene flow in maize in real situations of coexistence. **Plant Biotechnology Journal**, 4:633–645, 2006.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2000. **Convenção sobre Diversidade Biológica**. http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/cdbport.pdf



- MORRIS, S.C.; LEE, T.H. The toxicity and teratogenicity of solanaceae glycoalkaloids particularly those in the potato. **Food Technol.**, Aust., 36: 118-124, 1984.
- MORRIS, R.; SEARS, E.R. The cytogenetics of wheat and its relatives. *In*: Quinsberry, K.S. & Reitz, L.P. (Ed.). Wheat and wheat improvement. **American Society of Agronomy**, p. 19-87, 1967.
- MUNKVOLD, G.P. Cultural and genetic approaches to managing mycotoxins in maize. **Annual Review of Phytopathology**, 41: 99-116, 2003.
- MUNKVOLD, G. P.; HELLMICH, R. L.; RICE, L. G. Comparison of fumonisin concentrations in kernels of transgenic Bt maize hybrids and nontransgenic hybrids. **Plant Disease**, 83(2): 130-138, 1999.
- NESBITT, M.; SAMUEL, D. Wheat Domestication: Archaeobotanical Evidence. **Science**, 279(5356): 1431, 1998.
- NILSSON, R. Endocrine modulators in the food chain and environment. **Toxicol. Pathol.**, 28: 420-431, 2000.
- NOUSSAIR, C.; ROBIN, S.; RUFFIEUX, B. Do consumers really refuse to buy genetically modified food? **The Economic Journal**, 114: 102-120, 2004.
- OECD, 1993. Safety evaluation of foods derived by modern biotechnology, concepts and principles. Paris: Organization for Economic Co-operation and Development. <http://planet.uwc.ac.za/nisl/Conservation%20Biology/Karen%20PDF/GMO/Haslberger%202003.pdf>
- OECD, 2000a. Report of the Task Force for the Safety of Novel Food and Feeds. 72p. [http://www.oelis.oecd.org/olis/2000doc.nsf/LinkTo/C\(2000\)86-ADD1](http://www.oelis.oecd.org/olis/2000doc.nsf/LinkTo/C(2000)86-ADD1)
- OECD, 2000b. Widening the Debate on Health and Safety. **The OECD Edinburgh Conference on the Scientific and Health Aspects of Genetically Modified Foods**. 49p. <http://www.oecd.org/dataoecd/34/30/2097312.pdf>
- OECD, 2003. Consensus Document on the Biology of *Zea mays* subsp. *mays* (Maize). [http://www.oelis.oecd.org/olis/2003doc.nsf/LinkTo/NT0000426E/\\$FILE/JT00147699.PDF](http://www.oelis.oecd.org/olis/2003doc.nsf/LinkTo/NT0000426E/$FILE/JT00147699.PDF)
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2000. 20 Preguntas sobre los alimentos genéticamente modificados (GM) http://www.who.int/foodsafety/publications/biotech/en/20questions_es.pdf
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2000. Aspectos relativos a la inocuidad de los alimentos de origen vegetal genéticamente modificados. Informe de una Consulta Mixta FAO/OMS de Expertos sobre Alimentos Obtenidos por Medios Biotecnológicos. 40p. http://www.who.int/foodsafety/publications/biotech/en/ec_june2000_es.pdf
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2005. World Health Organization, Food Safety Department. Modern Food Biotechnology, Human Health and Development: An Evidence-Based Study. June 2005. http://www.who.int/foodsafety/publications/biotech/biotech_en.pdf
- PATERNIANI, E.; STORT, A. Effective maize pollen dispersal in the field. **Euphytica**, 23: 129-134, 1974.
- PETERSON, R.F. **Wheat botany, cultivation and utilization**. New York: Interscience, 422p, 1965.
- PHILLIPS, P.W.B.; ISAAC, G.E. GMO labeling: Threat or opportunity? **AgBioForum**, 1(1), 25-30, 1998.
- PLA, M.; LA PAZ, J.L.; PEÑAS, G.; GARCÍA-MUNIZ, N.; PALAUDELMAS, M.; ESTEVE, T.; MESSEGUER, J.; MELÉ, E. Assessment of real-time PCR based methods for quantification of pollen mediated gene flow from GM to conventional maize in a field study. **Transgenic Research**, 15:218-228, 2006.
- PLEASANTS, J.M.; HELLMICH, R.L.; DIVELY, G.P.; SEARS, M.K.; STANLEY-HORN, D.E.; MATTILA, H.R.; FOSTER, J.E.; CLARK, T.L.; JONES, G.D. Corn pollen distribution on milkweeds in and near cornfields. **Proc. Natl. Acad. Sci. USA**, 98: 11919-11924, 2001.
- QAIM, M.; AJANVRY A. Bt Cotton and Pesticide Use in Argentina. **Environment and Development Economics**, 10: 179-200, 2005.
- QAIM, M.; ZILBERMAN, D. Yield Effects of Genetically Modified Crops in Developing Countries. **Science**, 299: 900-902, 2003.
- QAIM M., STEIN A.J., JMEENAKSHI, J.V. **Economics of biofortification**. Plenumsbeitrag, 26. Konferenz der International Association of Agricultural Economists (IAAE), August 12-18, 2006a, Broadbeach, Australien. <http://agecon.lib.umn.edu/cgi-bin/detailview.pl?paperid=22998>
- QAIM, M.; SUBRAMANIAN, A.; GOPAL, N.; ZILBERMAN, D. Adoption of Bt cotton and impact variability. **Review of Agricultural Economics**, 28: 48-58, 2006b.
- RAYNOR, G.S.; OGDEN, E.C.; HAYES, J.V. Dispersion and deposition of corn pollen from experimental sources. **Agronomy Journal**, 64:420-426, 1972.

REGULATION (EC) N° 1829/2003 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 22 September 2003 on genetically modified food and feed http://eur-lex.europa.eu/pri/en/oj/dat/2003/l_268/l_26820031018en00010023.pdf

REGULATION (EC) N° 1830/2003 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 22 September 2003 concerning the traceability and labelling of genetically modified organisms and the traceability of food and feed products produced from genetically modified organisms and amending Directive 2001/18/EC. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:268:0024:0028:EN:PDF>

RONALD, P.C.; ADAMCHAK, R.W. **Tomorrow's Table: Organic Farming, Genetics and the Future of Food**. New York: Oxford University Press 232 p., 2008.

RUNGE, C.F., & JACKSON, L.A. Labeling, trade and genetically modified organisms: A proposed solution. **Journal of World Trade**, 34(1), 111–122, 2000.

SANVIDO, O.; STARK, M.; ROMEIS, J.; BIGLER, F. Ecological impacts of genetically modified crops: Experiences from ten years of experimental field research and commercial cultivation. Swiss Expert Committee for Biosafety SECB; ISN 1661-7584 ART-Schriftenreihe; 3-905608-83-9. Publisher Agroscope Reckenholz-Tänikon Research Station ART - 108p, 2006. http://www.art.admin.ch/dms_files/03017_de.pdf

SANVIDO, O.; WIDNER, F.; WINZELER, M.; BIGLER, F. Scientific criteria for the evaluation of cross-fertilization data to define isolation distances for transgenic maize cultivation. Spain, Seville – Nov 2007 – Book of Abstracts GMCC-07, pp 97-100, 2007.

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

SCHAAFSMA, A. W.; HOOKER, D. C.; BAUTE, T. S.; ILLINCIC-TAMBURIC, L. Effect of Bt-corn hybrids on deoxynivalenol content in grain at harvest. **Plant Disease**, 86(10): 1123-1126, 2002.

SCHIEMANN, J. Co-existence of genetically modified crops with conventional and organic farming. **Environ. Biosafety Res.**, 2: 213–217, 2003.

SEARS, M.K.; HELLMICH, R.L.; STANLEY-HORN, D.E.; OBERHAUSER, K.S.; PLEASANTS, J.M.; MATTILA, H.R.; SIEGFRIED, B.D.; DIVELY, G.P. Impact of Bt corn pollen on monarch butterfly populations: A risk assessment. **Proc. Natl. Acad. Sci.**, USA, 98: 11937-11942, 2001.

SEARS, M. K.; STANLEY-HORN, D. Impact of Bt corn pollen on monarch butterfly populations. Proceedings of the 6th International Symposium on The Biosafety of Genetically Modified Organisms., Saskatoon, Canada, pp 120-130, 2000.

SHIER, W. T. Dynamics of mycotoxin and *Aspergillus flavus* levels in aging Bt and non-Bt corn residues under Mississippi no-till conditions. **J. Agric. Food Chem.**, 56(16): 7578-85., 2008.

SPAIN, 2006: Pollen-mediated gene flow in maize in real situations of coexistence. www.blackwell-synergy.com/doi/pdf/10.1111/j.1467-7652.2006.00207.x

STEWART, CN JR; RICHARDS ,H.A.; HALFHILL, M.D. Transgenic plants and biosafety: science misconceptions and public perceptions. **Biotechniques**, 29: 838-843, 2000.

STEWART, C.N; HALFHILL, M. D; WARWICK S. I. Transgene introgression from genetically modified crops to their wild relatives. **Nature Reviews Genetics**, 4: 806-817, 2003.

SUKOPP, U.; POHL, M.; DRIESSEN, S.; BARTSCH, D. Feral Beets - with Help from the Maritime Wild? Gressel, J. (ed.): **Crop Fertility and Volunteerism**. CRC-Press, Boca Raton: 45-57, 2005.

SWITZERLAND, 2006. **Simulation of transgenic pollen dispersal by use of different grain colour maize**. www.agrsite.de/doc/ge_img/pollen-swiss.pdf

THE NATIONAL CATHOLIC REPORTER. 27/05/2009a. **Vatican study endorses GMOs for food security**. http://greenbio.checkbiotech.org/news/vatican_study_endorses_gmos_food_security

THE NATIONAL CATHOLIC REPORTER, 27/05/2009b. <http://bites.ksu.edu/news/863/09/05/27/italy-vatican-study-endorses-gmos-food-security>; <http://ncronline.org/news/ecology/vatican-studies-genetically-modified-crops>

THE ROYAL SOCIETY, 2002. **Genetically modified plants for food use and human health—an update**. www.royalsoc.ac.uk

TREU, R.; EMBERLIN J. Pollen Dispersal in the Crops Maize (*Zea mays*), Oil Seed Rape (*Brassica napus* ssp. *oleifera*), Potatoes (*Solanum tuberosum*), Sugar Beet (*Beta vulgaris* ssp. *vulgaris*) and Wheat (*Triticum aestivum*). Evidence from Publications. A Report Commissioned by the Soil Association. Worcester: National Pollen Research Unit, University College Worcester, 2000.



- TREWAWAS A.J. The population/biodiversity paradox. Agricultural efficiency to save wilderness. **Plant Physiology**, 125: 174–179, 2001.
- TREWAVAS, A. The cult of the amateur in agriculture threatens food security. **Trends in biotechnology**, TIBTEC-647, 26: (9) 475-478, 2008.
- UNITED KINGDOM, 2007. A study of crop-to-crop gene flow using farm scale sites of fodder maize (*Zea mays* L.) in the UK. www.springerlink.com/content/w1627886480r1xr8/?p=c20289b2f78b46a1ac57e1d23e8cda25&pi=6
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA), 2006. Foreign Agricultural Service Attaché Reports for multiple countries. <http://www.fas.usda.gov/scripts/w/attacherep/default.asp>
- VALCESCHINI, E. OGM et alimentation: L'étiquetage obligatoire des aliments est-il la meilleure solution pour les consommateurs? Paris, France: Institut National de la Recherche Agronomique OGM et Alimentation, INRA, mai. p 109-113, 1998.
- VALVERDE, B.E. The damage by weedy rice. Can feral rice remain undetected? In: Gressel, J. (ed). **Crop ferality and volunteerism**. CRC Press, Boca Raton, 2005.
- VAN BUEREN, E.T.L.; STRUIK, P.C.; TIEMENS-HULSCHER, M.; JACOBSEN, E. Concepts of intrinsic value and integrity of plants in organic plant breeding and propagation. **Crop Science**, 43(6): 1922-1929, 2003.
- VAN VALEN, L. **973. A new evolutionary law**. *Evolutionary Theory*, 7:1–30.
- VAN DE WIEL, C.C.M.; LOTZ, L.A.P. Outcrossing and coexistence of genetically modified with (genetically) unmodified crops: a case study of the situation in the Netherlands. **Neth. J. Agr. Sci.**, 54: 17–35, 2006.
- VAN DE WIEL C.C.M.; DOLSTRA O.; THISSEN J.T.N.M.; GROENEVELD R.M.W.; KOK E.J.; SCHOLTENS I.M.J.; SMULDERS M.J.M.; LOTZ L.A.P. Pollen-mediated gene flow in maize under agronomical conditions representative for the Netherlands. *in*: Stein A.J., Rodriguez-Cerezo E. (Eds.), Book of abstracts of the third International Conference on Coexistence between Genetically Modified (GM) and non-GM-based Agricultural Supply Chains, European Commission, pp. 269–270, 2007.
- VAUGHAN, L. K.; OTTIS, B. V.; PRAZAK-HAVEY, A. M.; BORMANS, C. A.; SNELLER, C.; CHANDLER, J. M.; PARK, W. D. Is all red rice found in commercial rice really *Oryza sativa*. **Weed Sci.**, 49:468–476, 2001.
- VAUGHAN, D. A.; SANCHEZ, P.L.; USHIKI, J.; A. KAGA, A.; TOMOOKA, N. Asian rice and weedy rice evolutionary perspectives. 257–277. *In*: Gressel, J., editor. **Crop Ferality and Volunteerism**. Boca Raton, FL CRC, 2005.
- WEBER, W.E.; BRINGEZU, T.; BROER, I.; HOLZ, F.; EDER, J. Coexistence between GM and non-GM maize crops – tested in 2004 at the field scale level (Erprobungsanbau 2004). **J. Agron. Crop Sci.**, 193: 79–92, 2007.
- WEEKES, R.; ALLNUTT, T.; BOFFEY, C.; MORGAN S.; BILTON, M.; DANIELS, R.; HENRY, C. A study of crop-to-crop gene flow using farm scale sites of fodder maize (*Zea mays* L.) in the UK. **Transgenic Res.**, 16: 203–211, 2007.
- WISNIEWSKI, J.; FRANGNE, N.; MASSONNEAU, A.; DUMAS, C. Between myth and reality: genetically modified maize, an example of a sizeable scientific controversy. **Biochimie**, 84: 1095–1103, 2002.
- WONGRUANG, P. Labelling law fails Thai consumers. **Bangkok Post**, May 12, 2006. http://www.abacpoll.au.edu/in_news/2549/bangkokpost120506.pdf
- WTO, 2006. European Communities – Measures Affecting the Approval and Marketing of Biotech Products. Panel Report, WT/DS292/R and WT/DS293/R final report issued 29 September 2006. http://wto.org/english/news06_e/291r_e.htm
- WU, F. Mycotoxin Reduction in Bt Corn: Potential Economic, Health and Regulatory Impacts. **Transgenic Research**, 15: 277-289, 2006.
- WU, F. Bt corn and mycotoxin reduction. **CAB Reviews**; Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources, 2(60): 8 pp, 2007.

Anexo I

Resolução Normativa N° 4 da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), de 16 de agosto de 2007

A Comissão Técnica Nacional de Biossegurança - CTNBio, no uso de suas atribuições legais e regulamentares, em observância às disposições contidas no inciso II do art. 14 da Lei n.º 11.105, de 24 de março de 2005, resolve:

Art. 1º. Estabelecer as distâncias mínimas de isolamento a serem observadas entre cultivos comerciais de milho geneticamente modificado e cultivos de milho não geneticamente modificado, para permitir a coexistência entre os diferentes sistemas de produção no campo.

§ 1º. Para os fins desta norma, entende-se por milho geneticamente modificado aquele obtido por técnica de engenharia genética, assim como suas progênies.

§ 2º. Os preceitos contidos na presente Resolução Normativa não se aplicam às atividades de produção de sementes, reguladas pela Lei n.º 10.711, de 05 de agosto de 2003, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas.

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

Art. 3º. A presente Resolução Normativa entra em vigor na data de sua publicação.

Anexo II

“Coexistence of genetically modified (GM) and non-GM crops in the European Union. A review”

Agron. Sustain. Dev. 29 (2009), 11-30 DOI: 10.1051/agro:2008051. Coexistence of genetically modified (GM) and non-GM crops in the European Union. A review. Yann Devos¹, Matty Demont^{2,3}, Koen Dillen³, Dirk Reheul¹, Matthias Kaiser⁴ and Olivier Sanvido⁵

¹ Department of Plant Production, Faculty of Bioscience Engineering, Ghent University, Coupure Links 653, 9000 Ghent, Belgium

² Africa Rice Center (WARDA), BP 96, Saint-Louis, Senegal

³ Centre for Agricultural and Food Economics, Katholieke Universiteit Leuven, de Croylaan 42, bus 2424, 3001 Leuven, Belgium

⁴ The National Committee for Research Ethics in Science and Technology, PO Box 522, Sentrum, Prinsensgate 18, 0105 Oslo, Norway

⁵ Agroscope Reckenholz Tänikon Research Station ART, 8046 Zürich, Switzerland

Accepted 30 July 2008; published online 23 October 2008

Abstract - The adoption of genetically modified (GM) crops in the European Union (EU) raises questions on the feasibility of coexistence between GM and non-GM crops. Regulations to ensure that different cropping systems can develop side-by-side without excluding any agricultural option are currently implemented or developed by member states. The aim of this review is to explore whether nationally or regionally proposed coexistence strategies comply with the general principles established by the European Commission that ask for science-based and proportionate coexistence measures. In the first part, existing legal requirements and potential sources of adventitious mixing are reviewed. It is discussed what type of coexistence measures might be necessary to keep GM inputs below the legal tolerance threshold of 0.9%. Concentrating on cross-fertilisation as the major biological source of adventitious mixing in maize, it is then assessed to which extent available scientific data on cross-fertilisation can explain the diversity of currently proposed isolation distances by several member states. In the second part, it is analysed whether currently proposed isolation distances reflect contending policy objectives towards GM crops that largely exceed the economic scope of coexistence. It is investigated how coexistence is intersecting with a wider debate about the role of GM crops in agriculture. Based on the analysis of existing cross-fertilisation data, it is concluded that some of the currently proposed isolation distances are not in line with the coexistence principles laid down by the European Commission: they are (i) excessive from a scientific point of view; (ii) difficult to implement in practice; (iii) rarely proportional to the regional heterogeneity in the agricultural landscape; and (iv) not proportional to the farmers' basic economic incentives for coexistence. Hence, the range of proposed isolation distances cannot simply be explained by different interpretations of available scientific data, possible error intervals and remaining uncertainties inherent in the scientific process. It is argued that other than scientific issues must be at play. One might thus claim that coexistence has become an arena of contending values and visions on the future of agriculture and on the role GM crops might play therein.

Key words: adventitious mixing / Bt-maize / coexistence / cross-fertilisation / flexible measures / genetically modified (GM) crops / isolation distances / liability / fixed measures / sustainable development





Ministério da
Ciência e Tecnologia

