

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS  
CAMPUS ARARAQUARA

**TRANSGENIA DA ÁREA DE ALIMENTOS: UMA ABORDAGEM DE  
DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E DE SEGURANÇA ALIMENTAR**

FELIPPE DE ALENCAR SILVA

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Aureluce Demonte

Araraquara - SP

2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS  
CAMPUS ARARAQUARA

**TRANSGENIA DA ÁREA DE ALIMENTOS: UMA ABORDAGEM DE  
DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E DE SEGURANÇA ALIMENTAR.**

FELIPPE DE ALENCAR SILVA

**Orientador:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Aureluce Demonte

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC - apresentado ao Curso de Graduação em Farmácia-Bioquímica da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para a obtenção de grau acadêmico de Farmacêutico-Bioquímico.

Araraquara – SP

2015

Se a aparência e a essência das coisas coincidissem, a ciência seria desnecessária

**- Karl Marx**

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus familiares, em especial meu pai Divino e minha mãe Josefina por toda atenção, ensinamentos e apoio durante estes anos de graduação e toda a vida.

À Prof<sup>a</sup>. Dr. Aureluce Demonte pela atenção, paciência, ensinamentos, apoio e confiança no meu trabalho. Sou muito grato a ela pela oportunidade de realizar este trabalho.

À Mariana pelo apoio durante toda a realização do trabalho.

Ao Vinicius pela ajuda na revisão do trabalho.

Aos professores e funcionários que estiveram presentes durante a minha graduação e fazem a FCFAr ser a faculdade de excelência que é.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Milho x teosinto.....	11
Figura 2. População do mundo: estimativas, 1950-2015, projeção de médio variante e 80 e 95 por cento de intervalo de confiança, 2015-2100.....	12
Figura 3. Porcentagem de solo cultivável estadunidense ocupado por cultivos tolerantes a herbicida. ....	20
Figura 4. Área Global de cultivos biotecnológicos em milhões de hectares entre 1996 e 2010 .....	21
Figura 5 – Ranking por país de cultivos biotecnológicos (2014).....	22
Figura 6 – Símbolo de transgênia .....	40

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS**

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

Bt – Bacillus Thuringiensis/ variedade transgênica produtora de toxina de B. Thuringiensis.

CDB – Convenção sobre Diversidade Biológica

CNBS – Conselho Nacional de Biossegurança

CTNBio – Comissão Técnica Nacional de Biossegurança

DNA – ácido desoxirribonucleico

EFSA – Autoridade Europeia de Segurança Alimentar

EU – União Europeia

EUA – Estados Unidos da América

FAO – Organização para Agricultura e Alimentação da ONU

FDA – Food and Drug Administration

GM – Geneticamente Modificado

GURT – Tecnologia de Restrição de Uso Genético

IARC – Agência Internacional para Pesquisa sobre Câncer

MPF – Ministério Público Federal

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

OGM – Organismo geneticamente modificado

OMS – Organização Mundial da Saúde

ONU – Organização das Nações Unidas

OVM – Organismo Vivo Modificado.

PCB – Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança

PCR – Reação em cadeia da polimerase

RNA – Ácido ribonucleico

RR – *Roundup Ready* – linha de variedades transgênicas da empresa Monsanto

SNPC – Serviço Nacional de Proteção aos Cultivares

## RESUMO

A produção de alimentos, em quantidade e qualidade suficientes para alimentar a crescente população mundial, é um constante desafio para os governantes, pois requer a conjunção do aumento da produtividade, proteção ambiental e redução do uso de agrotóxicos.

O trabalho dos geneticistas nas metodologias tradicionais de pesquisa científica, que transferiam milhares de genes e eliminavam os indesejáveis em muitos anos de trabalho, atualmente pode ser realizado em tempo relativamente curto com as chamadas técnicas de engenharia genética, abrindo uma perspectiva de maior produção de alimentos, iniciada com as culturas de tomate, batata, soja e milho nas últimas décadas do século passado e amplamente empregada hoje.

No entanto, o tema da transgenia de alimentos é ainda polêmico e provoca grandes discussões na comunidade científica, principalmente em relação aos possíveis riscos à saúde e prejuízo ao meio ambiente. Com o desenvolvimento de processos agroindustriais, especificamente ao cultivo de alimentos com tecnologia de DNA recombinante, denominados como alimentos transgênicos ou ainda como alimentos geneticamente modificados, criou-se um amplo debate acerca de seus benefícios e malefícios, envolvendo nesta questão interesses conflitantes de grandes conglomerados da biotecnologia, produtores rurais dos grandes aos pequenos e consumidores com seus representantes. Nesta revisão trataremos dos principais tipos de

**Palavras-chave:** alimentos, biotecnologia, organismos geneticamente modificados, transgênicos



## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	10
	Histórico .....	10
	Agricultura .....	10
	Prospectos da Fome.....	12
	Engenharia genética.....	14
	Objetivo .....	17
2.	DESENVOLVIMENTO .....	18
	Definição .....	18
	Adoção de cultivos transgênicos.....	19
	Histórico.....	19
	Cenário Atual.....	21
	Principais cultivos transgênicos .....	24
	Variedades <i>Roundup Ready</i> e o Glifosato.....	24
	Toxina <i>Bt</i> .....	25
	Benefícios e riscos de alimentos geneticamente modificados .....	28
	Benefícios.....	28
	Riscos.....	30
	Contaminação de cultivos por OGM .....	31
	Transferência de resistência a antibióticos.....	33
	Impacto das tecnologias " <i>terminator</i> " .....	35
	<i>Segurança Alimentar</i> .....	36
	Regulamentações .....	38
	Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança .....	38
	Lei de Biossegurança .....	39

Rotulagem .....	39
Propriedade Intelectual e OGM .....	41
FAO e OMS .....	43
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45

# 1. INTRODUÇÃO

## Histórico

### Agricultura

Modificações no DNA dos alimentos constituem a base da agricultura há mais de 10 mil anos. Tais modificações visam o aperfeiçoamento de características agronômicas, como o controle do mato nas plantações, a redução da dispersão de sementes e o aumento do rendimento, da resistência à doenças e insetos, da habilidade de prosperar sob condições ambientais adversas e da velocidade de germinação, dentre outros, mas também ao benefício e à satisfação dos consumidores, por meio da redução de elementos tóxicos naturais dos alimentos e o aprimoramento da aparência, do tamanho, do sabor e de demais aspectos dos produtos. Tantas foram as alterações genéticas realizadas que muitos alimentos dos quais dependemos hoje são bem diferentes de seus antepassados. (ANDRADE 2009)

O início da influência humana na mudança da genética das plantas se confunde com o começo da agricultura e, portanto, da História. A domesticação de plantas e a posterior criação da agricultura fez parte de mudanças radicais na subsistência humana.(DIAMOND, 2002)

A domesticação foi o resultado de interações coevolutivas entre seres humanos e plantas. Esta relação não só determinou a morfologia das plantas domesticadas, mas também a estrutura da agroecologia e a existência de plantas, tais como ervas daninhas.(RINDOS, 2013)

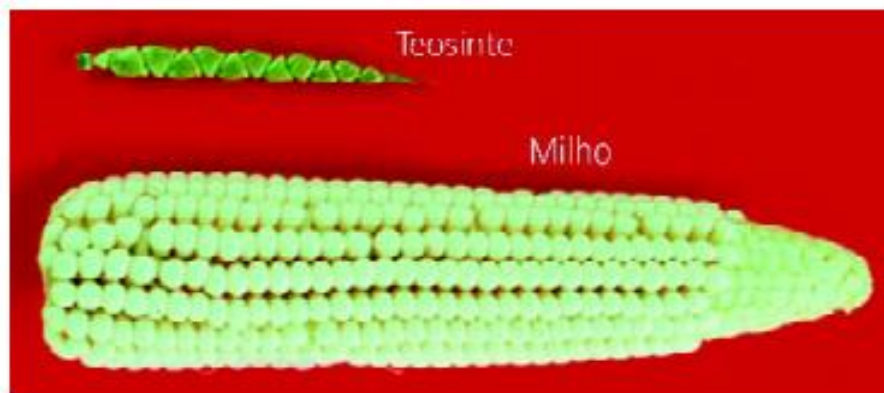
Um processo gradual da domesticação coevolucionária, pode ter sido responsável por mudanças radicais nos padrões de subsistência humanos, segundo o modelo do desenvolvimento da simbiose de domesticação, para produzir a

primeira planta domesticada e, posteriormente, a agroecologia. (ARMELAGOS 2005)

Um exemplo comum e que demonstra a quão drástica pode ter sido a mudança causada pelo homem nas espécies vegetais, é o milho. Acredita-se que o milho foi domesticado a partir do teosinto, uma espécie com escassas sementes e de difícil colheita, pois suas sementes caíam quando amadureciam, além de serem mais duras e de menor valor nutricional que as do milho atual. (ANDRADE, 2009)

Várias técnicas colaboraram diretamente para a modificação das plantas, desde a seleção artificial causada pelo homem, até manipulações como cruzamentos e irradiações.

Então, concluímos que antes de sequer existir a engenharia genética, o homem já fez enormes modificações em seus alimentos.



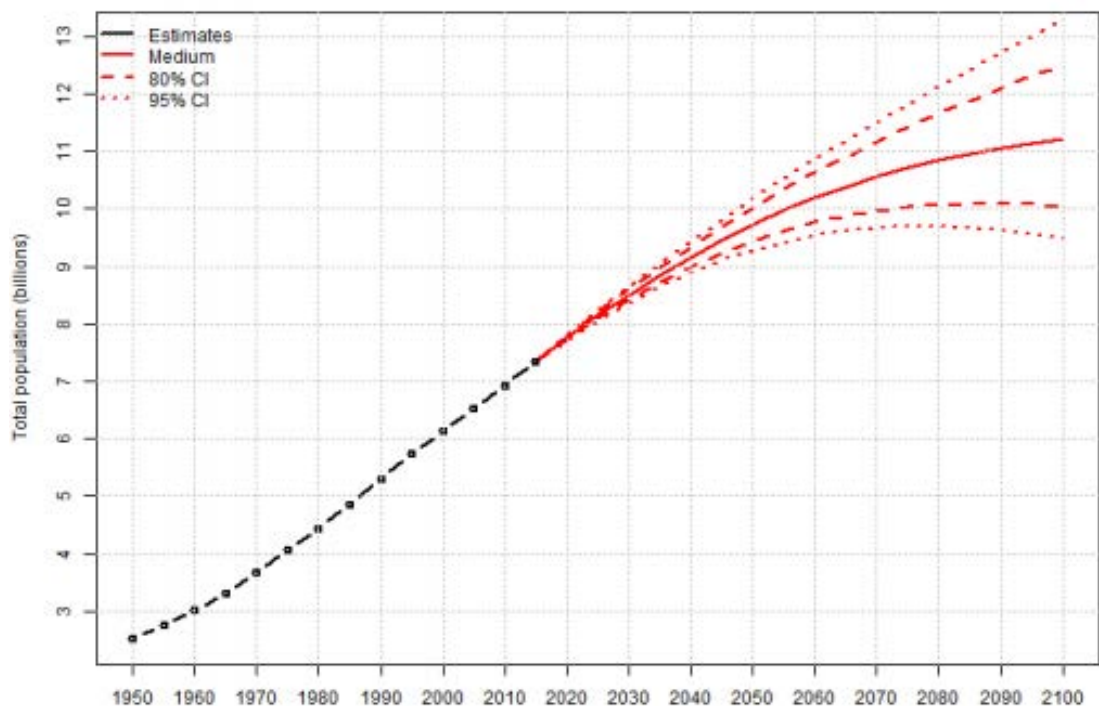
**Figura 1.** Milho x teosinto(ANDRADE, 2009)

## Prospectos da Fome

Produzir alimento para a população mundial é um desafio. Cerca de 795 milhões de pessoas, entre as 7 bilhões do mundo, não têm comida suficiente para levar uma vida saudável e ativa. Isso corresponde a cerca de uma em cada nove pessoas na terra. A grande maioria dessa população reside em países em desenvolvimento. (FAO, 2001)

A desnutrição ainda causava quase metade (45%) das mortes em crianças menores de cinco anos - 3,1 milhões de crianças a cada ano - em 2011. (FAO, U. N. et al., 2011)

Entretanto a população mundial continua crescendo e segundo o relatório publicado pela ONU, "Perspectivas da População Mundial: A Revisão de 2015", a população mundial deve aumentar 53% até 2100, passando de 7,3 bilhões para 11,2 bilhões de pessoas. (UNITED NATIONS, 2015)



**Figura 2.** População do mundo: estimativas, 1950-2015, projeção de médio variante e 80 e 95 por cento de intervalo de confiança, 2015-2100.

Segundo a FAO, a Organização das Nações Unidas de Agricultura e Alimentação, a produção de alimentos terá que ser aumentada em torno de 70% para suprir a demanda de uma população de 9 bilhões de pessoas em 2050. Esse aumento na demanda surgirá, não apenas, pelo aumento populacional, mas também pelo aumento na renda.

Nesse cenário, o melhoramento genético pode ser um grande aliado no aumento de produtividade, como reconhece a FAO. Por outro lado, a instituição não acredita que a fome é um problema a ser resolvido pelos alimentos transgênicos, e pensa que, no atual cenário, ela tem maior relação com a falta de distribuição de renda. (FAO, U. N. et al., 2011)

## Engenharia genética

Em 1946 foi descrita pela primeira vez a conjugação bacteriana em *Escherichia coli*. A conjugação bacteriana consiste na transferência de material genético (DNA) entre as células bacterianas por contato direto entre as células.

Linn Stewart & Werner Arber isolaram enzimas de *Escherichia coli* que quebravam eficientemente o DNA de bacteriófagos. Essas foram as primeiras enzimas de restrição conhecidas. (ARBER et al., 1969)

Essas enzimas de restrição são endonucleases. As endonucleases quebram material genético em posições internas específicas. Deste modo, podem ser usadas para fragmentar um material genético, permitindo que as extremidades da cadeia fiquem disponíveis para ligações com outros materiais genéticos. (ROBERTS & MURRAY 1976)

Porém, o que dá início a Biotecnologia moderna, são as experiências feitas por H. Boyer e S. Cohen que culminam, em 1973, com a transferência de um gene de sapo a uma bactéria. A partir desse momento é possível mudar o programa genético de um organismo transferindo-lhe genes de outras espécies. Estava criado o DNA recombinante. (MALAJOVICH, 2012)

Em 1974, inserindo um vírus de DNA em um embrião de rato, Rudolf Jaenisch criou o primeiro animal geneticamente modificado. Foi confirmado que os genes inseridos estavam presentes em todas as células. No entanto, o uso desse método não permitia que os ratos passassem o transgene à sua descendência, tornando limitado o impacto e aplicabilidade desse experimento. (JAENISCH 1974)

No início dos anos 1980, uma tecnologia para a geração de linhas de camundongos transgênicos, portadores de genes clonados integrados no genoma do rato, foi demonstrado ser um método reprodutível e tratável. (HANAHAN, 2007)

Em 1980, a primeira patente para um OGM foi emitida nos Estados Unidos da América, em um caso da Suprema Corte entre o coordenador de genética da *General Electric* (GE) e o Escritório de Patentes dos Estados Unidos, oferecendo um ganho de causa para a GE, permitindo pela primeira vez a patente de um organismo vivo. O OGM era uma bactéria que metabolizava petróleo bruto, que poderia ser aplicada em casos de derramamento de petróleo. (BAMBAUER, 2013)

Em 1982, o FDA (*Food and Drug Administration*) aprova o uso do primeiro OGM. Este OGM foi utilizado na produção em larga escala do fármaco Humulin (insulina), primeiro medicamento produzido utilizando técnicas de engenharia genética modernas no qual o DNA humano real é inserido em uma célula hospedeira - *E. coli*, neste caso. As células hospedeiras são, então, deixadas a crescer e reproduzir-se normalmente e, devido ao DNA humano inserido, elas produzem uma versão sintética da insulina humana. (JUNOD, 2007)

Em 1983, Kary Mullis, um bioquímico, desenvolveu a técnica de replicação de DNA usando uma reação em cadeia da DNA polimerase (PCR), permitindo reproduzir pedaços de DNA de forma mais rápida do que era possível até então. (BARTLETT, 2003)

Os primeiros animais de produção transgênicos, coelhos, porcos e ovelhas, foram produzidos em 1985, através de microinjeção de DNA exógeno em pronúcleos de zigoto. (HAMMER, 1985)

Em 1986, foram realizados os primeiros estudos de campo, com plantas geneticamente modificadas, na França e nos EUA, sendo utilizadas plantas de tabaco, projetadas para serem resistentes a herbicidas. (JAMES & KRATTIGER, 1996)



Em 1987, a *Plant Genetic Systems* (Ghent, Bélgica), fundada por Marc Van Montagu e Jeff Schell, foi a primeira empresa a modificar geneticamente plantas (tabaco), incorporando genes resistentes a insetos que produzem proteínas inseticidas de *Bacillus thuringiensis* (*Bt*). (VAECK, 1987)

Desde 1990, a quimosina de origem transgênica, é comercializada. A quimosina é usada na produção de queijos duros e, basicamente, é utilizada para coagular o leite. Na produção de quimosina transgênica, o microrganismo, geneticamente modificado, é morto após a fermentação e a quimosina é isolada a partir do caldo de fermentação, e o produto contém quimosina idêntica à fonte animal. Desse modo, a quimosina produzida em fermentação (FPC) usada por produtores de queijo não contém qualquer componente ou ingrediente geneticamente modificado. (LAW & TAMIME, 2011)

Em 1993 o FDA aprovou o uso de somatotropina bovina (bST), um hormônio proteico, utilizado para aumentar a produção de leite em vacas leiteiras para uso comercial. Determinando os genes que controlam a produção de bST, foi possível pegar tal gene e inseri-lo em uma bactéria *E. coli* para a produção de bST. A bST produzida pela bactéria é purificada e, em seguida, injetada no gado. (BAUMAN, 1992)

## **Objetivo**

Esse trabalho tem por objetivo descrever os avanços das técnicas da transgenia na área de alimentos e compor essa perspectiva a uma análise de risco, ao descrever as avaliações de risco, o gerenciamento desses riscos e a comunicação do risco, a partir de um levantamento bibliográfico atualizado incluindo os resultados das inúmeras reuniões da Organização da Agricultura e Alimentação (FAO) e a Organização Mundial da Saúde (OMS) sobre o tema.

## 2. DESENVOLVIMENTO

### Definição

Organismos geneticamente modificados (OGM) são aqueles organismos que tenham sido modificados pela aplicação de tecnologia de DNA recombinante ou de engenharia genética, uma técnica usada para a alteração do material genético de um organismo vivo. (FAO et al. ,2012)

Pela definição da legislação europeia (Diretiva 2001/18/EC), OGM significa um organismo em que o material genético foi alterado de uma forma que não ocorre naturalmente por meio de cruzamentos e/ou de recombinação natural. A legislação europeia define as técnicas que podem ser usadas para um organismo entrar na definição de OGM. (FRANCESCON, 2001)

Já a lei brasileira considera organismo geneticamente modificado o organismo cujo material genético –DNA/RNA tenha sido modificado por qualquer técnica de engenharia genética, isto é, a produção e manipulação de moléculas de DNA/RNA recombinante. (LEI 11.105/2005)

Transgênicos e organismos geneticamente modificados, em sua maior parcela, podem ser tratados como sinônimos na literatura. Há ainda o termo organismos vivos modificados (OVM) utilizado no Protocolo de Cartagena. (TRINDADE , 2014)

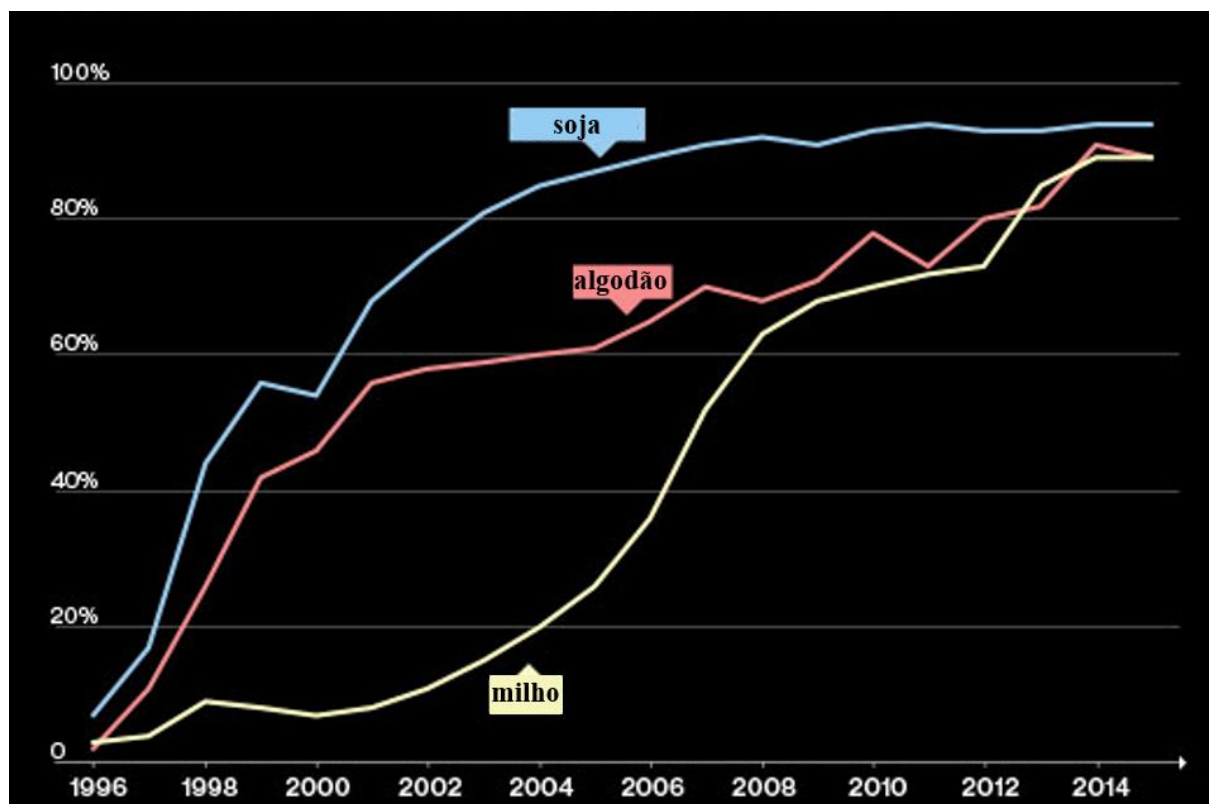
## Adoção de cultivos transgênicos

### Histórico

Em 1994, o FDA aprova a comercialização do primeiro alimento transgênico nos EUA. O tomate *Flavr Savr* tinha uma supressão na produção da enzima poligalacturonase, possibilitando que o tomate ficasse firme por mais tempo, conferindo uma vida útil mais longa do que os tomates convencionais. (BRUENING , 2000)

Variedades de soja, tolerantes a herbicidas, tornaram-se disponíveis para os agricultores estadunidenses em pequenas quantidades, no ano de 1996. Contudo, seu uso foi se expandindo rapidamente nos anos seguintes, tanto que no ano de 1997 chegou-se em cerca de 17% da área plantada de soja nos EUA e em 2000 já alcançava a mais de 60% da área plantada de soja. (FERNANDEZ-CORNEJO et al. 2002)

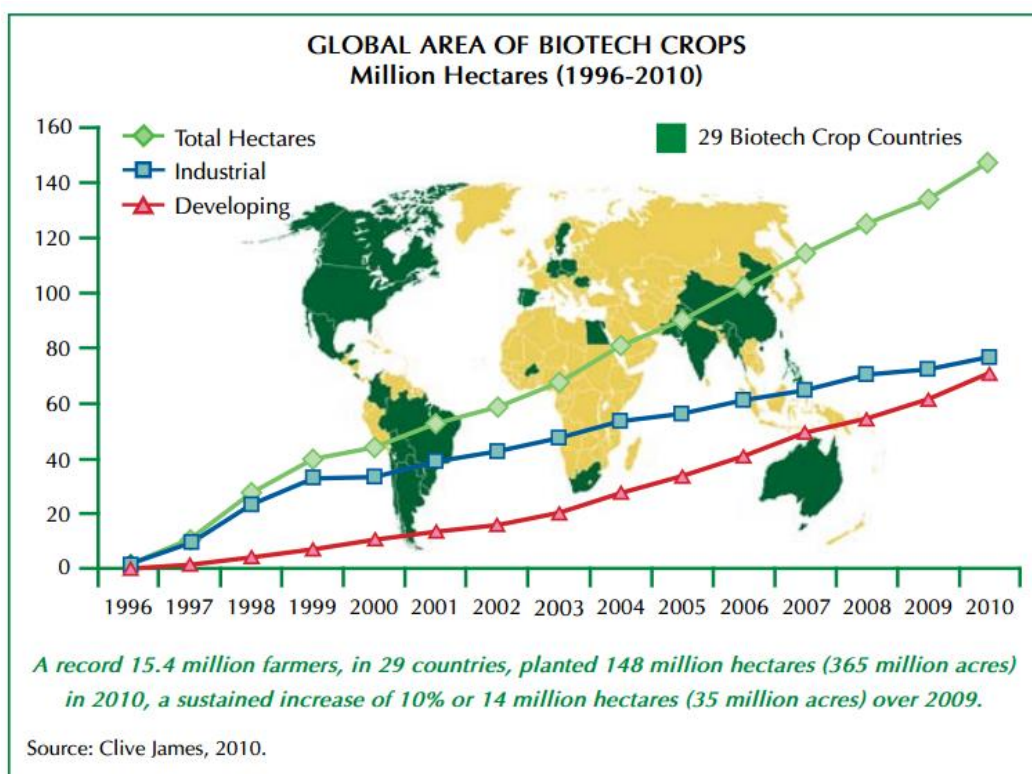
Assim a soja *Roundup Ready*® (marca registrada da empresa Monsanto) foi introduzida nos EUA, fornecendo aos agricultores sementes com tolerância a herbicidas *Roundup* - também propriedade da empresa Monsanto - e a outros herbicidas à base de glifosato. Posteriormente, outros cultivos da linha *Roundup Ready* foram lançados, como milho, algodão, canola etc. (MONSANTO , 2013)



**Figura 3.** Porcentagem de solo cultivável estadunidense ocupado por cultivos tolerantes a herbicida. (REGALADO, 2015)

No Brasil, a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) autorizou em 1998, o cultivo e a comercialização da soja *Roundup Ready* (RR) da empresa Monsanto. Tal aprovação foi contestada judicialmente sob a justificativa de que deveriam ser feitas pesquisas mais rigorosas e completas sobre estes alimentos e seus impactos. Desta maneira, a decisão do CTNBio foi revogada e a proibição a este tipo de soja mantida. Mesmo com a proibição, no entanto havia plantio de soja transgênica no país. Em 2003, estimava-se que no Rio Grande do Sul, em torno de 50% das lavouras de soja, fossem transgênicas. Ainda no começo daquele ano, o Governo Federal publicou a Medida Provisória 113/03, que autorizava a comercialização dos grãos da safra de soja transgênica do Rio Grande do Sul plantados ilegalmente. (CASTRO, 2008)

Porém, somente em 2005 a questão foi resolvida em definitivo e passou a ser regulada pela lei de Biossegurança, entregando o poder de decisão sobre a liberação deste e de demais transgênicos na mão da CTNBio – como falaremos em maior detalhe posteriormente.



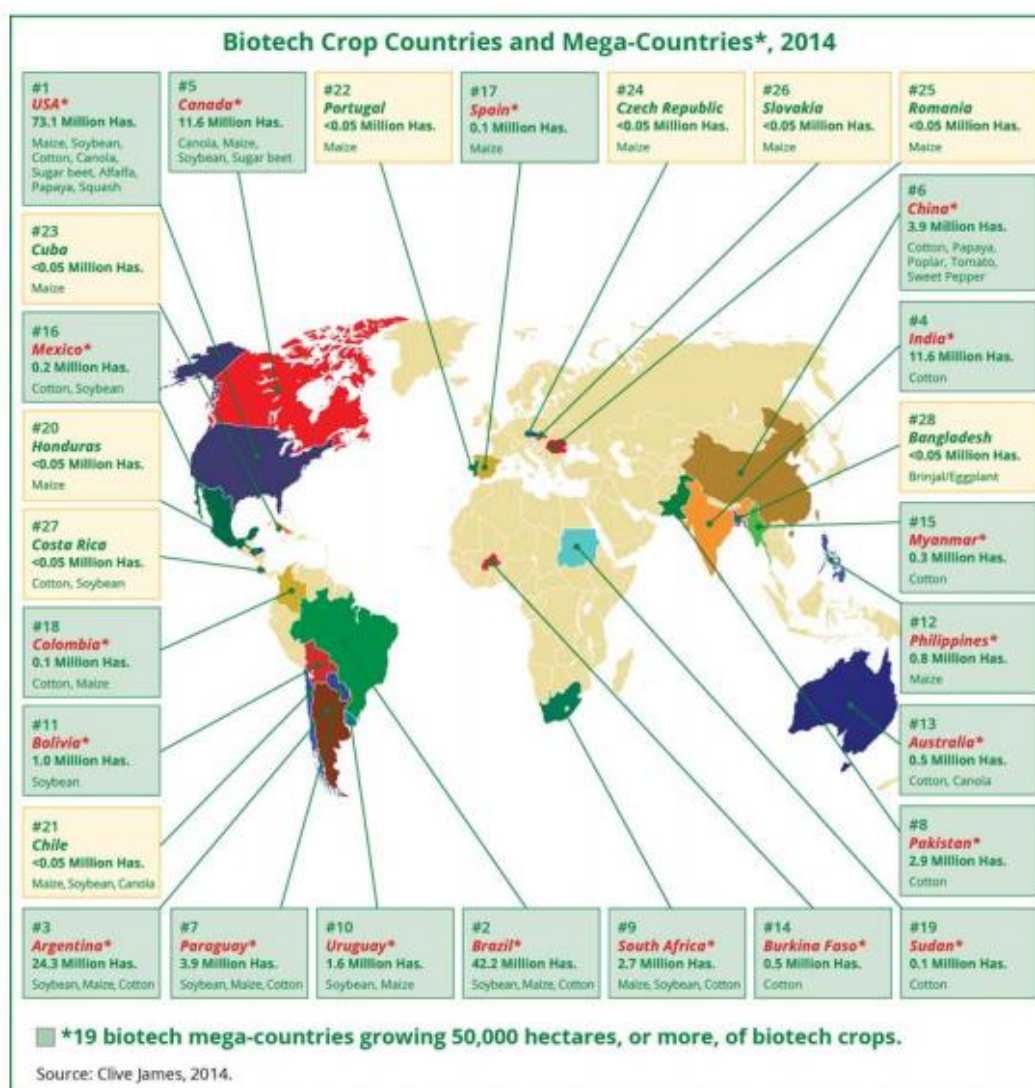
**Figura 4.** Área Global de cultivos biotecnológicos em milhões de hectares entre 1996 e 2010 (JAMES, 2010)

Desde o começo do comércio de cultivos GM em 1996, os transgênicos foram rapidamente adotados e o aumento de área plantada foi de 87 vezes até 2010, mesmo ano no qual os países em desenvolvimento passariam a produzir mais do que os industrializados. (JAMES, 2010)

#### Cenário Atual

Em 2014, 28 países cultivavam transgênicos. Desses, oito eram desenvolvidos e vinte eram países em desenvolvimento. Dos 10 países com maior produção, apenas dois eram desenvolvidos. Nesses países, plantou-se mais que um

milhão de hectares. Mais da metade de toda população mundial vive nos 28 países que cultivaram lavouras transgênicas em 2014.



**Figura 5** – Ranking por país de cultivos biotecnológicos (James, 2014)

Em 2009, o Brasil se tornou o segundo maior produtor de plantas geneticamente modificadas (GM) do mundo. (CARRER 2010)

Em 2014, o Brasil continuou sendo o segundo país em área cultivada com transgênicos, com 42,2 milhões de hectares, perdendo somente para os Estados Unidos. Nesse ano, o crescimento em área cultivada foi de 5% - 1,9 milhões de hectares. Nos últimos cinco anos, o crescimento brasileiro em área cultivada foi o

maior do mundo, exceto em 2014, em que o aumento maior foi nos EUA. Em relação a porcentagem mundial, o Brasil continuou com a mesma fatia de 23% de 2013.

É esperado que o Brasil chegue mais próximo da área cultivada norte americana. Um dos fatores para a adoção rápida de transgênicos no Brasil é o sistema eficiente de aprovação. (JAMES, 2014)

Na contramão do aumento de cultivos transgênicos temos o crescimento da proibição de comércio de variedades transgênicas, a se destacar a Europa. (MARIUZZO, 2014). Geralmente são proibidas certas variedades, tornando difícil dizer quantos países proíbem a venda de alimentos transgênicos.



## **Principais cultivos transgênicos**

Atualmente, os principais cultivos geneticamente modificados comercializados, envolvem manipulações relativamente simples, tais como a inserção de um gene para resistência a herbicida ou outro para uma toxina de pragas de insetos. (GODFRAY, 2010). No entanto outras variedades vêm ganhando mercado, por exemplo, variedades resistentes à seca. (JAMES, 2014)

### *Variedades Roundup Ready e o Glifosato*

O *Roundup Ready* é uma das linhas de sementes da empresa Monsanto. Sua característica é a resistência ao herbicida glifosato. A linha engloba diversas espécies como canola, algodão, soja, alfafa etc. (MONSANTO, 2013)

O glifosato é eficaz para matar uma grande variedade de plantas, incluindo gramíneas, latifoliadas e plantas lenhosas. Em volume, é um dos herbicidas mais utilizados principalmente para agricultura, horticultura, viticultura, silvicultura e afins, bem como para a manutenção do jardim (incluindo uso doméstico). Seu mecanismo é a inibição da síntese dos aminoácidos aromáticos. Ele atua na enzima precursora 5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase, impedindo a reação do chiquimato em corismato. (MILLER, 2011)

A Agência Internacional para Pesquisa sobre Câncer (IARC), subdivisão da Organização Mundial de Saúde, anunciou, em março de 2015, que o glifosato é, provavelmente, cancerígeno para os seres humanos. O próprio relatório cita, no entanto, que há pouca evidência para um parecer definitivo sobre sua carcinogenicidade. (FRITSCHI, 2015)

No Brasil, o Ministério Público Federal (MPF), baseado em tal relatório, busca banir o uso deste agrotóxico no país. O MPF recomendou à Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) que a reavaliação toxicológica do glifosato fosse

concluída com urgência e que a agência determinasse o banimento do herbicida no mercado nacional. O glifosato é o agrotóxico mais usado no país (FARIAS, 2015) e a situação é ainda mais preocupante, tendo em vista que o Brasil é o país que mais usa pesticida no mundo. (OLIVEIRA-SILVA & MEYER, 2003)

O glifosato tem sido associado a tumores em camundongos e ratos. Vários estudos têm mostrado que as pessoas que trabalham com o herbicida parecem estar em maior risco de um tipo de câncer, chamado de linfoma não-Hodgkin. (FRITSCHI, 2015)

Em 2015, as primeiras patentes de cultivos transgênicos RR começam a expirar, deixando agricultores livres para guardar as sementes e replantar, bem como abrindo a possibilidade de outras empresas produzirem essa mesma variedade de soja. Por outro lado, a Monsanto já tem uma nova geração da linha *Roundup Ready* e uma terceira já está em vias de aprovação. (REGALADO, 2015)

O milho *Roundup Ready*® de segunda geração, por exemplo, já era plantado em mais de 32 milhões de acres - ou cerca de 40% dos Estados Unidos - em 2006. (MONSANTO, 2013)

### Toxina *Bt*

Os esporos e as proteínas cristalizadas inseticidas produzidos por *B. thuringiensis* têm sido usados para controlar pragas de insetos desde a década de 1920 e são, muitas vezes, aplicados como pulverizações líquidas. (LEMAUX, 2008)

Variedades transgênicas *Bt* contêm o gene da bactéria *Bacillus thuringiensis*, o qual codifica para a produção da proteína *Bt*. As variedades *Bt* produzem, então, essa proteína no seu tecido, tornando-o tóxico a várias lagartas. (BORÉM, 2002)

Quando insetos ingerem os cristais de toxina, seus aparelhos digestivos alcalinos desnaturam os cristais insolúveis, tornando-os solúveis e, portanto, passíveis de serem clivados com proteases encontradas no intestino do inseto, que libertam a toxina do cristal. A toxina Cry é, então, inserida dentro da membrana da célula do intestino do inseto, paralisa o seu trato digestivo, no qual formam-se poros, fazendo com que o inseto pare de comer e morra de fome. (CRANSHAW, 2003)

Um estudo canadense de 2011 investigou a presença da proteína CryAb1 (BT toxina) em mulheres não-grávidas, mulheres grávidas e sangue fetal. Todos os grupos tinham níveis detectáveis de proteína. (ARIS & LEBLANC, 2011). No entanto, tal trabalho não discutia as implicações de segurança, nem encontrou quaisquer problemas de saúde nos indivíduos, não servindo para muitas conclusões. Além disso, o trabalho sofreu forte crítica quanto à validade de sua metodologia e argumentação. Não havia evidências que ligassem a proteína encontrada a alimentos transgênicos e, dessa forma, a metodologia usada não era validada. (FOOD STANDARDS AUSTRALIA NEW ZEALAND, 2011)

A OMS publicou, em 1999, o “Critérios de Saúde Ambiental 217”, na qual tratou da segurança de produtos *Bt* e concluiu que eles podem ser utilizados com segurança para o controle de pragas de insetos de culturas agrícolas e hortícolas, assim como de florestas.

Devido ao seu mecanismo de ação específico, é improvável que produtos *Bt* constituam qualquer perigo para os seres humanos ou outros vertebrados e para a grande maioria dos invertebrados não-alvo. (WORLD HEALTH ORGANIZATION et al. 1999)

Já existem variedades mais novas de cultivos transgênicos *Bt* que produzem mais de um tipo de toxina *Bt*, o que tornaria mais difícil a criação de resistência por parte dos insetos. (TABASHNIK, 2008)

## **Benefícios e riscos de alimentos geneticamente modificados**

### **Benefícios**

#### **Safras maiores com menos terra**

Uma meta análise de 2014 sobre o impacto de cultivos geneticamente modificados mostrou que, em média, a transgenia aumentou o rendimento das culturas em 21%. Estes aumentos de rendimento não foram devido ao maior potencial de rendimento genético em si, mas devido a um controle de pragas mais eficaz que resultou num dano menor as culturas. (KLÜMPER, 2014)

#### **Resistência aumentada ao estresse**

É possível aumentar a resistência a diversos tipos de estresse, como abiótico ou de temperatura fazendo melhoramento convencional mais rápido e mais eficiente ou, de maneira mais controversa, pela inserção de novos genes em uma espécie de cultura, através da utilização de métodos transgênicos. Isso inclui a capacidade de utilizar novas terras com ambientes crescentes desfavoráveis, tais como aqueles com solos altamente salinos. (BLANCHFIELD, 2004)

Quanto aos animais temos, como exemplo, o salmão do Atlântico. Ele normalmente não suporta temperaturas inferiores a  $-0,7^{\circ}\text{C}$  e, nessas condições, congela até a morte. Introduzindo o gene da proteína anticongelante da solha-de-inverno, é possível alargar a gama de temperaturas em que o salmão pode sobreviver. Estas proteínas reduzem o ponto de congelação efetiva do sangue e do tecido e, assim, agem como anticongelantes naturais. (JIANG, 1993)

Ainda não existem variedades de tomates resistentes há estresse abiótico no mercado, mas houve pesquisas nesse sentido, como a introdução de um gene de uma espécie de *Arabidopsis* em um tomate, dando maior resistência contra déficit de água. (HSIEH, 2002)

Já houve também um estudo usando essa mesma proteína anticongelante da solha-de-inverno, para criar um tomate resistente ao frio. (MCHUGHEN, 2000)

### **Bioremediação**

Reabilitação de áreas degradadas pode, também, tornar-se possível através de organismos criados para restaurar os nutrientes e a estrutura do solo. Há também o desenvolvimento de plantas nesse sentido, nesse caso chamado de fitoremediação. (LEHMANN, 1998)

### **Comidas básicas mais nutritivas**

Em países pobres, os consumidores pobres normalmente gastam 70% dos seus rendimentos em alimentos e suas dietas consistem principalmente de alimentos básicos, que carecem de certas vitaminas, minerais e, muito provavelmente, outros componentes dos alimentos necessários para manter uma boa saúde e minimizar o risco de início de doenças crônicas na idade adulta relacionados com a dieta. (BOUIS, 2007)

Métodos transgênicos podem ser usados para melhorar o conteúdo de micronutrientes e / ou a biodisponibilidade de alimentos geralmente consumidos nos países em desenvolvimento. (BOUIS, 2003)

Um exemplo, muito conhecido nesse caso, é o Arroz Dourado, que é uma variedade de arroz (*Oryza sativa*) produzida por meio de engenharia genética para

biossintetizar betacaroteno, um precursor da vitamina A, nas partes comestíveis de arroz. (BEYER, 2002)

### **Animais de exploração agrícola mais produtivos**

Animais podem ser modificados geneticamente para serem mais produtivos, dando mais retorno aos produtores.

Um exemplo é o uso de somatotropina bovina recombinante para o aumento da produção de leite no gado. (BAUMAN, 1992)

Outro exemplo é o salmão. O atual cronograma de produção de viveiro de salmão do Atlântico - usando peixes geneticamente inalterados - consiste em 12-18 meses em água doce e outros 12-24 meses em água do mar. Nos últimos 10 anos, as melhorias na criação seletiva, nas técnicas de criação e no controle ambiental encurtaram o tempo de abate, reduzindo assim os custos de produção. (COOK et al, 2000)

Com um ano de idade, o aumento médio do salmão transgênico é de 2 a 6 vezes o do peixe geneticamente inalterado. (DU, 1992)

Riscos

### **Transferência de genes alérgenos**

Entre as principais questões envolvidas na avaliação da segurança dos alimentos produzidos por meio da biotecnologia agrícola, está a avaliação do potencial alergênico de novas proteínas introduzidas em alimentos GM. Essas proteínas poderiam ser acidentalmente transferidas para outras espécies, causando reações alérgicas em pessoas propensas.

Em 1996, no Brasil, houve a criação de uma variedade de soja transgênica com a introdução de um gene de 2S-albumina de castanha-do-Pará. Esse gene aumentaria a produção de metionina, aumentando assim o valor nutricional da soja. Pelo fato dessa castanha possuir alergenicidade conhecida, o produto foi testado para alergia e o resultado foi positivo. Dessa forma, essa variedade de soja não foi comercializada. Por outro lado, obteve-se um impacto positivo ao permitir a identificação da 2S-albumina como um dos fatores da alergenicidade da castanha-do-Pará.

### **Pestes resistentes**

Em 1996, ervas daninhas resistentes ao glifosato, o herbicida usado em muitas culturas transgênicas, foram detectadas na Austrália. A pesquisa mostra que as superervas daninhas são 7 a 11 vezes mais resistentes ao glifosato do que a população susceptível padrão. (HEAP, 1997)

Em 2003, foi descoberto um tipo de lagarta *Helicoverpa zea* resistente à toxina *Bt*, proliferando-se em culturas de algodão geneticamente modificado para produzir toxina *Bt* no sul dos Estados Unidos. Em menos de uma década, esses insetos se adaptaram à toxina produzida pelas plantas modificadas. (TABASHNIK, 2008)

### **Contaminação de cultivos por OGM**

Produtos geneticamente modificados não autorizados, têm aparecido na cadeia alimentar. Por exemplo, a variedade de milho *GM Starlink*, que estava aprovado apenas para a alimentação animal, foi acidentalmente usada em produtos para consumo humano. Apesar de não haver evidência de que o milho *Starlink*



poderia ser perigoso para os seres humanos, essa variedade ainda aguardava por aprovação para tal, logo não havia garantias de que sua segurança havia sido testada. Esse tipo de situação é mais um risco advindo da contaminação por OGM. (HASLBERGER, 2001)

### ***Contaminação e royalties***

No ano de 1996, a Monsanto conseguiu autorização para comercializar sementes da canola RR, um tipo de canola transgênica resistente ao herbicida Roundup, semelhante à soja transgênica cultivada em outras partes da América. No entanto, apesar da divulgação em feiras e exposições, nem todos os agricultores tomaram grande conhecimento da nova semente. Esse foi o caso de Percy, que foi processado pela Monsanto, em 1998, sem qualquer aviso prévio, por cultivar a canola RR sem licença. O que aconteceu foi que seu vizinho havia plantado a semente e, de alguma maneira, ela acabou por contaminar a lavoura do agricultor, que, por não possuir nota de compra, passou a infringir a patente da empresa. Dessa forma, Percy foi condenado a perder toda sua lavoura e os lucros provenientes da mesma para a multinacional, além de ter que arcar com os custos processuais, o que culminou na hipoteca de sua casa e de sua fazenda. (DE DIREITOS, 2005)

Uma cooperativa de pequenos agricultores no Rio Grande do Sul decidiu separar a produção transgênica da produção convencional, pois ganharia cerca de 10% a mais pela soja convencional. Muitos agricultores plantaram soja convencional, mas, na hora de vender a produção, foram feitos testes que demonstraram que a soja convencional estava contaminada. Os agricultores não conseguiram vender sua produção por um preço melhor. Eles fizeram, então, uma reunião e descobriram que a contaminação provavelmente ocorreu pela utilização

das máquinas, caminhões etc., também utilizados por agricultores que plantaram transgênicos. (DE DIREITOS, 2005)

De 1997 até dezembro de 2004, a empresa Monsanto havia entrado com 90 processos judiciais com base em supostas violações de seu acordo de tecnologia e de suas patentes sobre sementes geneticamente modificadas. Destes, 19 processos estavam abertos em dezembro de 2004. Esses casos envolviam 147 agricultores e 39 pequenas empresas agrícolas de 25 estados diferentes. Naquela época, os julgamentos registrados concedidos a Monsanto somaram mais de 15 milhões de dólares. (KIMBRELL & MENDELSON, 2005)

Empresas agroquímicas têm prosseguido centenas de contestações jurídicas contra os agricultores norte-americanos por suposta violação de patente.

Até o final de 2012, somente a empresa Monsanto já tinha recebido mais de 23,5 milhões de dólares em ações judiciais de violação de patente contra agricultores e empresas agrícolas. (BARKER et al. 2013)

### **Transferência de resistência a antibióticos**

Existe uma apreensão com a possibilidade de transferência horizontal de genes. O movimento de um gene de uma planta transgênica para um microrganismo pode representar um risco significativo. Por exemplo, uma bactéria patogênica poderia ganhar resistência a antibiótico vindo de um transgene de outra bactéria geneticamente modificada, causando grandes riscos à saúde humana. Estas preocupações levaram os reguladores e as empresas a olharem com maus olhos o uso de genes resistentes a antibióticos em plantas transgênicas.

O problema se torna bem real tendo em vista que muitos pesquisadores usam genes de resistência a antibióticos como marcadores. (STEWART, 2005)

### **Direitos de propriedade intelectual podem dificultar a pesquisa.**

Ao conferir monopólios em descobertas, patentes necessariamente aumentam os preços e restringem o uso. (HELLER & EISENBERG, 1998)

Os direitos de propriedade industrial de produtos e processos biotecnológicos podem impedir o seu acesso à pesquisa do setor público. Isso pode ter um impacto negativo pior nos países em desenvolvimento, onde não há iniciativas de pesquisa privadas. (CARIBBEAN, 2010)

Em parte, esse problema não afeta o Brasil. Como a proteção à propriedade intelectual para plantas não é feita por patentes, e sim pela Lei de Cultivares, as plantas geneticamente modificadas patenteadas podem ser usadas para pesquisa no país. (KISHI, 2004)

### **Perda de acesso dos agricultores ao material de plantio**

A pesquisa em biotecnologia é realizada predominantemente pelo setor privado, e existem preocupações a respeito do monopólio do mercado, no setor agrícola, por algumas poucas empresas poderosas. Isso poderia ter um impacto negativo sobre os pequenos agricultores em todo o mundo. Os agricultores temem que eles podem até ter que pagar por variedades de culturas produzidas a partir de material genético que veio, originalmente, de seus próprios campos quando compram sementes de empresas detentoras de patentes sobre a modificação de "eventos" genéticos específicos. Alguns argumentam que o acordo da Organização Mundial do Comércio sobre os Direitos de Propriedade Intelectual Relacionados ao Comércio (TRIPS) incentiva isso, mas há opções para proteger as práticas tradicionais dos agricultores no âmbito desse acordo. Além disso, o novo Tratado

Internacional sobre os Recursos Fitogenéticos para a Alimentação e a Agricultura reconhece as contribuições dos agricultores para a conservação e o uso dos recursos genéticos vegetais ao longo do tempo e para as gerações futuras. (FAO, 2003). Prevê-se um quadro internacional para regular o acesso aos recursos fitogenéticos e estabelecer um mecanismo para compartilhar os benefícios derivados de sua utilização. (SANTILLI, 2009)

Um bom exemplo foi na safra 2005/06, na qual os agricultores do Rio Grande do Sul estavam com grandes dificuldades para encontrar sementes de soja convencional para comprar. Muitos, mesmo sem querer, tiveram que comprar sementes geneticamente modificadas e pagar pelos direitos de usos. Isso também pode impactar na diversidade da soja, podendo gerar o desaparecimento de variedades de sementes de soja convencional que só existiam no Rio Grande Sul. Poucas empresas produziram sementes convencionais naquela safra. (ALTIERI & NICHOLLS, 2003) (WILKINSON, 2000)

### **Impacto das tecnologias "*terminator*"**

Tecnologias de restrição de uso genético fornecem meios biológicos de restringir o uso não autorizado de variedades de animais e plantas agrícolas. Esta tecnologia "*terminator*" é uma tentativa de reforçar a aplicação da proteção prevista pela propriedade intelectual em regimes de direitos e, em alguns casos, alarga o âmbito de proteção disponível. (EATON, 2012)

Tecnologia "*terminator*" é o nome dado aos métodos propostos para restringir o uso de plantas geneticamente modificadas, fazendo com que as sementes de segunda geração sejam estéreis. (FEDERATION, 2003)

Dessa forma, ela iria, se aplicada, evitar que uma cultura fosse cultivada no ano seguinte usando sua própria semente. Isso significa que os agricultores não

poderiam selecionar e guardar sementes para o plantio da próxima temporada. (THOMAS, 2006)

Essa tecnologia, também conhecido como o Tecnologia de Restrição de Uso Genético (GURT), poderia, por outro lado, ter a vantagem de ajudar a evitar a travessia de genes de sementes geneticamente modificadas. (KEELER et al, 2006)

Por hora, a restrição à esta tecnologia foi reiterada na 8ª Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), realizada em Curitiba (2006).

Ainda que o Brasil tenha sido um dos signatários da CDB, tramita no Congresso um projeto de lei que liberaria o uso da tecnologia “*terminator*”. Se aprovado, o Projeto de Lei 1117 faria do Brasil o primeiro país a aprovar o uso destas sementes.

### ***Segurança Alimentar***

A partir da década de 80, as avaliações da segurança alimentar de produtos obtidos por meio da biotecnologia moderna têm sido determinadas por organismos internacionais, como a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), FAO e OMS. As táticas usadas por esses organismos internacionais para o gerenciamento da segurança alimentar de produtos provenientes da aplicação da engenharia genética foram moldadas no conceito de equivalência criado pela OCDE. Por este conceito, tais produtos devem ser inócuos e nutricionalmente idênticos ao alimento convencional, para poderem ser aprovados para o consumo. (OLIVEIRA, 2010)

No Brasil, as avaliações de segurança alimentar são feitas pela CTNBio, também levando em consideração os pareceres técnicos emitidos pelos órgãos

governamentais de controle e fiscalização, de países onde o produto a ser avaliado já tenha sido aprovado para consumo, bem como o histórico de uso em outros países. Os procedimentos para análise de riscos à saúde humana, estabelecidos pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança, levam em conta os seguintes parâmetros:

- O potencial alergênico da nova proteína expressa;
- A termoestabilidade e a digestibilidade no meio gástrico ou intestinal,
- A análise bioquímica de taxas de glicosilação e a análise de sequências de aminoácidos da nova proteína comparativamente a de alergênicos convencionais.
- Toxicidade da proteína expressa pelo gene introduzido ou metabólitos de sua ação.
- Efeitos secundários da inserção do gene, como por exemplo codificação de enzima indutora de depleção de substrato enzimático.
- Risco teórico de mutagênese pela inserção do gene, com alteração da expressão habitual de outros genes;
- Ativação de genes silenciosos ou pouco expressos provocando biossíntese de metabólitos tóxicos. (ODA, 2004)

## **Regulamentações**

### **Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança**

Em resposta às preocupações sobre os riscos potenciais dos Organismos Vivos Modificados (OVM), em janeiro de 2000, os governos adotaram o acordo internacional conhecido como Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança (PCB). O objetivo do Protocolo é proteger a biodiversidade, garantindo que os OVM são manuseados, transportados e utilizados de maneira segura. Cento e três países ratificaram o PCB, que passou a vigorar em 2003. Entre outros, Austrália, Canadá e Estados Unidos não assinaram ou ratificaram o acordo.

O Protocolo é um acordo suplementar à Convenção de 1992 sobre a Diversidade Biológica, e tenta promover biossegurança através do estabelecimento de regras e procedimentos para a transferência, a manipulação e o uso de organismos vivos modificados, com foco específico no movimento transfronteiriço de organismos vivos modificados. Ele apresenta um conjunto de procedimentos, incluindo um para OVM que serão intencionalmente introduzidos em um ambiente, chamado “procedimento por consentimento prévio fundamentado”, e um para OVM que se destinam a ser usados diretamente como alimento humano ou animal ou para processamento.

O procedimento por consentimento prévio fundamentado visa a assegurar que os países tenham informações necessárias para tomar decisões informadas antes de concordar com a importação dos OVM no seu território.

Além de garantir que OVM são manipulados, embalados e transportados em condições de segurança, o PCB determina que o embarque de OVM sujeitos a movimento transfronteiriço deve ser acompanhado de documentação adequada, especificando, entre outras coisas, a identidade de OVM e ponto de contato para

mais informações. Normas sobre os procedimentos de informação e de aprovação também devem assegurar para os países que os cultivos transgênicos não são importados e cultivados sem a plena ciência das autoridades nacionais em desenvolvimento.

### Lei de Biossegurança

No Brasil, a questão dos alimentos geneticamente modificados é tratada pela Lei de Biossegurança (Lei nº 11.105, de 24 de março de 2005). Essa legislação regulamentou o plantio e a comercialização de OGM. A Lei 11.105/05 também criou o Conselho Nacional de Biossegurança – CNBS, reestruturou a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio e dispôs sobre a Política Nacional de Biossegurança – PNB.

A CTNBio é a instância colegiada multidisciplinar que regula as atividades que envolvam a construção, a experimentação, o cultivo, a manipulação, o transporte, a comercialização, o consumo, o armazenamento, a liberação e o descarte de OGM e derivados. A ela cabe a aprovação ou não das variedades transgênicas para tal. (MALAJOVICH, 2012)

### Rotulagem

Em 1996, os EUA já haviam exportado um produto transgênico para a União Europeia (UE), o extrato de tomate. No final daquele mesmo ano, quando a soja transgênica foi exportada para a Europa, houve uma enorme reação de grupos ambientalistas, como o Greenpeace. A UE rapidamente introduziu rotulagem obrigatória para alimentos GM, que se firmava em 1997. Esse caso gerou uma



disputa que se espalhou para vários países, influenciando nas suas políticas de rotulagem. (CARTER, 2003)

O Decreto nº 4680/2003 e a Portaria nº2658 asseguravam ao consumidor o direito de saber se um produto continha ingredientes transgênicos, prescrevendo que os produtos que contivessem mais de 1% de matéria-prima transgênica deveriam ser comercializados, embalados e vendidos com um rótulo específico, que contivesse o símbolo transgênico representado pela letra T maiúscula inserida em um triângulo, como a figura a seguir. (Decreto nº. 4680, 2003)



**Figura 6** – Símbolo de transgênia

O Plenário da Câmara dos Deputados aprovou, por 320 votos a 135, o Projeto de Lei 4148/08<sup>1</sup>, do deputado Luiz Carlos Heinze (PP-RS), que acaba com a exigência do símbolo da transgenia nos rótulos dos produtos com OGM. (PIOVESAN, 2015)

A exigência de rotulagem de produtos transgênicos supostamente tinha o caráter informativo, mas como mencionamos mostrar no presente trabalho, dizer que um alimento é transgênico não traz grande informações, especialmente quanto a segurança alimentar.

#### Propriedade Intelectual e OGM

A proteção de propriedade intelectual, no que diz respeito aos cultivos transgênicos, não é feita pela Lei de Patentes - Lei 9.279/1997 –, pois, na verdade, pela lei de patentes era vedado o patenteamento de plantas.

Segundo a Lei de Proteção de Cultivares, Lei nº 9.456/1977, sancionada em abril de 1977, cultivares são espécies de plantas melhoradas pelo homem, por meio

---

<sup>1</sup> Quando o presente trabalho foi redigido, o projeto de lei ainda aguardava por aprovação do Senado.

da alteração ou introdução de determinada característica que antes estas não possuíam. Além disso, a cultivar se distingue das demais espécies de plantas em razão de sua estabilidade ao longo de gerações sucessivas, homogeneidade e novidade.

Essa lei concede às empresas produtoras de sementes ou ao “melhorista” direitos de exclusividade sobre o produto, o que estabelece a cobrança de royalties pela venda da semente e a proibição do uso da mesma sem autorização, visando ao fortalecimento dos direitos de propriedade intelectual.

A proteção do cultivar se estende por 18 anos para as árvores frutíferas, florestais e ornamentais e para as videiras, e por 15 anos para as demais espécies.

Essa lei se difere do sistema de patentes por ser mais flexível, uma vez que o agricultor pode utilizar uma cultivar protegida, desde que para consumo próprio, sem pagamento de qualquer remuneração.

Além disso, diferentemente do sistema de patentes, no sistema de proteção das cultivares, setores de pesquisa têm livre utilização do cultivar protegido como fonte de pesquisa ou informação científica. Isso é expresso pelo art. 10, inciso III, dessa lei, segundo o qual não fere o direito de propriedade sobre cultivar protegida o uso do cultivar como fonte de variação no melhoramento genético ou na pesquisa científica. (Lei nº 9.456/1997)

Outra diferença em relação as patentes, que devem ser requeridas ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), a proteção aos cultivares deve ser requerida junto ao Serviço Nacional de Proteção aos Cultivares (SNPC), regulamentado pelo Decreto no. 2.366, de 5 de novembro de 1997, pelo desenvolvedor do cultivar em questão. Desta forma o SNPC concede ao melhorista o Certificado de Proteção de Cultivar. (MERCANTIL, 1999)

## FAO e OMS

A OMS tem um papel ativo em relação às avaliações dos alimentos geneticamente modificados, tendo convocado, juntamente com a FAO, várias consultas com especialistas em transgênicos para tais avaliações. Além disso, a organização prestou assessoria técnica à Comissão do Codex Alimentarius, que foi instruída nas diretrizes do Codex sobre a avaliação da segurança de alimentos geneticamente modificados. A OMS tem a intenção de continuar a prestar a devida atenção à segurança de alimentos geneticamente modificados sob o ponto de vista da proteção da saúde pública, em colaboração com a FAO e outras organizações internacionais.

O Codex Alimentarius, por sua vez, trata-se de um conjunto de normas alimentares seguidas internacionalmente e apresentadas de modo uniforme. A publicação do Codex Alimentarius tem por objetivo orientar e promover a elaboração de definições e o estabelecimento de requisitos aplicáveis aos alimentos, auxiliando a sua harmonização e, conseqüentemente, facilitando o comércio internacional. Além disso, os códigos de práticas do Codex Alimentarius poderiam ser utilizados como lista de checagem de requisitos por autoridades nacionais encarregadas do controle dos alimentos. (ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE, 2006)

Muitas consultas de especialistas internacionais realizadas pela Organização de Alimentação e Agricultura das Nações Unidas (FAO) e pela Organização Mundial da Saúde (OMS) têm contribuído para o desenvolvimento dos princípios e orientações. (CODEX ALIMENTARIUS, 2003)

A FAO criou, em 2014, a *FAO GM Foods Platform* (em tradução livre: Plataforma de alimentos geneticamente modificados da FAO) uma plataforma online para reunir e divulgar informações de gerenciamento de riscos sobre alimentos

geneticamente modificados. 131 países dos 193 membros da FAO faziam parte da iniciativa até setembro. A plataforma é acessível para qualquer um, e as informações podem ser publicadas por qualquer membro. (FAO, 2015)

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É muito difícil definir uma posição sobre alimentos transgênicos. Não restam dúvidas de que há um grande potencial para o aumento da produtividade, beneficiando, assim, o meio ambiente.

A biotecnologia, nesse sentido, tem muito a oferecer, mas é preciso ter cautela e continuar aprimorando os mecanismos de avaliação de riscos, não só para o consumidor final, como para o trabalhador rural e o meio ambiente.

OGM possuem riscos reais. Pode-se usar como exemplo o escape de genes que dão resistência a antibióticos ou então a possibilidade do uso desenfreado de agrotóxicos. Por outro lado, com algum cuidado com relação à resistência, variedades *Bt* podem ser bem seguras e oferecer ótimos resultados, diminuindo a carga de herbicida necessária.

Então, é preciso distinguir os alimentos transgênicos, caso a caso, e não os tratar como uma coisa só. Os dois principais tipos, e de maior interesse comercial, os cultivos resistentes a agrotóxico e os resistentes às pestes (produtores de inseticida), não são os únicos, e podem ser uma discussão à parte.

Além disso, a discussão sobre transgênicos pode ser tratada como ciência, ou ainda pode ser debatida quanto a suas implicações socioeconômicas. Ainda que a segurança alimentar e as preocupações com o meio ambiente sejam as principais alterações, quando se fala em alimentos geneticamente modificados, é impossível falar dos principais tipos de transgênicos sem ter em mente suas consequências políticas e socioeconômicas.

As agências internacionais têm grande papel a desempenhar na segurança alimentar, principalmente auxiliando as agências reguladoras, fornecendo informações e unificando regras.

A plataforma de avaliação de risco da FAO é, sem dúvida, um grande avanço na questão da distribuição da informação sobre riscos dos alimentos transgênicos e tende a contribuir bastante para a segurança alimentar internacional.

Por fim, o enorme crescimento no cultivo de variedades transgênicas não deixa dúvidas de que transgênicos são uma realidade inevitável e que tende a crescer. É preciso estar aberto às inovações na área, mas como várias políticas internacionais, o caminho mais seguro é o da cautela.

## BIBLIOGRAFIA

ANDRADE, Paulo Paes de et al. Milho geneticamente modificado: bases científicas das normas de coexistência entre cultivares – **Comissão Técnica Nacional de Biossegurança - CTNBio**. p. 12. 2009

DIAMOND, Jared. Evolution, consequences and future of plant and animal domestication. **Nature**, v. 418, n. 6898, p. 700-707, 2002.

RINDOS, David. **The origins of agriculture: an evolutionary perspective**. Academic Press, 2013.

ARMELAGOS, George J.; HARPER, Kristin N. Genomics at the origins of agriculture, part one. **Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews**, v. 14, n. 2, p. 68-77, 2005.

ANDRADE, Paulo Paes de et al. Milho geneticamente modificado: bases científicas das normas de coexistência entre cultivares – **Comissão Técnica Nacional de Biossegurança - CTNBio**. p. 07. 2009

ANDRADE, Paulo Paes de et al. Milho geneticamente modificado: bases científicas das normas de coexistência entre cultivares – **Comissão Técnica Nacional de Biossegurança - CTNBio**. p. 07. 2009



LEDERBERG, Joshua; TATUM, Edward L. Gene recombination in *Escherichia coli*. **Nature**, v. 158, p. 558, 1946.

ARBER, Werner; LINN, Stuart. DNA modification and restriction. **Annual review of biochemistry**, v. 38, n. 1, p. 467-500, 1969.

ROBERTS, Richard J.; MURRAY, Kenneth. Restriction endonuclease. **Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology**, v. 4, n. 2, p. 123-164, 1976.

MALAJOVICH, Maria Antonia. Biotecnologia 2011. **Rio de Janeiro, Edições da Biblioteca Max Feffer do Instituto de Tecnologia ORT**, 2012. p. 1

JAENISCH, Rudolf; MINTZ, Beatrice. Simian virus 40 DNA sequences in DNA of healthy adult mice derived from preimplantation blastocysts injected with viral DNA. **Proceedings of the national academy of sciences**, v. 71, n. 4, p. 1250-1254, 1974.

HANAHAN, Douglas; WAGNER, Erwin F.; PALMITER, Richard D. The origins of oncomice: a history of the first transgenic mice genetically engineered to develop cancer. **Genes & development**, v. 21, n. 18, p. 2258-2270, 2007.

BAMBAUER, Derek. Gene Patents, Oil-Eating Bacteria, and the Common Law. INFO/LAW Harvard. 2013. Acessado em 10/08/2015

Disponível em: <http://blogs.law.harvard.edu/infolaw/2013/06/13/gene-patents-oil-eating-bacteria-and-the-common-law/>

JUNOD, Suzanne White. Celebrating a milestone: FDA's approval of first genetically-engineered product. **Update**, p. 43-44, 2007.

Disponível em: <http://www.fda.gov/AboutFDA/WhatWeDo/History/ProductRegulation/SelectionsFromFDLIUpdateSeriesonFDAHistory/ucm081964.htm>

BARTLETT, John MS; STIRLING, David. A short history of the polymerase chain reaction. In: **PCR protocols**. Humana Press, 2003. p. 3-6.

HAMMER, R. E. Production of transgenic rabbit, sheep and pigs by microinjection. **Nature**, v. 315, p. 680-683, 1985.

JAMES, Clive; KRATTIGER, Anatole F. Global review of the field testing and commercialization of transgenic plants: 1986 to 1995. **ISAAA Briefs**, v. 1, 1996.

VAECK, Mark et al. Transgenic plants protected from insect attack. **Nature**, v. 328, p. 33-37, 1987.

LAW, Barry A.; TAMIME, Adnan Y. (Ed.). **Technology of cheesemaking**. John Wiley & Sons, 2011. pp. 100–101.

FDA Veterinarian. Review of Bovine Somatotropin, Vol. V, No. II. 1990, atualizado em 2009

BAUMAN, Dale E. Bovine somatotropin: review of an emerging animal technology. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 12, p. 3432-3451, 1992.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). The state of food insecurity in the world. 2001.

FAO, U. N. et al. How to Feed the World in 2050. In: **Rome: High-Level Expert Forum**. 2009.

Disponível em: [http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert\\_paper/How\\_to\\_Feed\\_the\\_World\\_in\\_2050.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf)

UNITED NATIONS, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2015). World Population Prospects: The 2015 Revision, Key Findings and Advance Tables. Working Paper No. ESA/P/WP.241. 2015.

Disponível em: [http://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/Key\\_Findings\\_WPP\\_2015.pdf](http://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/Key_Findings_WPP_2015.pdf)

UNITED NATIONS, Department Of Economic And Social Affairs, Population Division. **World Population Prospects: The 2015 Revision**. United Nations Publications, 2015.

FAO, U. N. et al. Frequently Asked Questions about FAO and Agricultural Biotechnology. In: **Rome: High-Level Expert Forum**. 2011.

FAO, F. A. et al. "FAO statistical Yearbook 2012. p. 312 2012. PDF

Disponível em <http://www.fao.org/docrep/015/i2490e/i2490e04d.pdf>

FRANCESCON, Silvia. The new directive 2001/18/EC on the deliberate release of genetically modified organisms into the environment: Changes and perspectives. **Review of European Community & International Environmental Law**, v. 10, n. 3, p. 309-320, 2001.

Nº, L. E. I. 11.105, DE 24 DE MARÇO DE 2005. **Regulamenta os incisos II, IV e V do § 1o do art**, v. 225, p. 2.191-9, 2010.

Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-006/2005/lei/l11105.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-006/2005/lei/l11105.htm)

TRINDADE, Leticia Machado. OGMs, OVMs e Transgênicos: sinônimos ou não? 2014.

BRUENING, G. et al. The case of the FLAVR SAVR tomato. **California Agriculture**, v. 54, n. 4, p. 6-7, 2000.

Disponível em: <http://californiaagriculture.ucanr.org/landingpage.cfm?article=ca.v054n04p6>

FERNANDEZ-CORNEJO, Jorge; KLOTZ-INGRAM, Cassandra; JANS, Sharon. Farm-level effects of adopting herbicide-tolerant soybeans in the USA. **Journal of Agricultural and Applied Economics**, v. 34, n. 01, p. 149-163, 2002.

MONSANTO. Company History. 2013. Acessado em 12/07/2015  
Disponível em: <http://www.monsanto.com/whoweare/pages/monsanto-history.aspx>

REGALADO, Antonio. As Patents Expire, Farmers Plant Generic GMOs. **MIT Technology Review**. 2015

Disponível em: <http://www.technologyreview.com/news/539746/as-patents-expire-farmers-plant-generic-gmos/>

CASTRO, Biancca Scarpeline de. A introdução no Brasil do algodão, milho e soja geneticamente modificados: coincidências reveladoras. In: **congresso brasa—brazilian studies association**. 2008.

JAMES, Clive. **Global status of commercialized biotech/GM crops: 2010**. Ithaca, NY, USA: International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA), 2010.

JAMES, Clive. **Global status of commercialized biotech/GM crops: 2010**. Ithaca, NY, USA: International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA), 2010.

JAMES, Clive. **Global status of commercialized biotech/GM crops: 2014**. Ithaca, NY, USA: International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA), 2014.

CARRER, Helaine; BARBOSA, André Luiz; RAMIRO, Daniel Alves. Biotecnologia na agricultura. **estudos avançados**, v. 24, n. 70, p. 149-164, 2010.

JAMES, Clive. **Global status of commercialized biotech/GM crops: 2014**. Ithaca, NY, USA: International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA), 2014.

GODFRAY, H. Charles J. et al. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. **Science**, v. 327, n. 5967, p. 812-818, 2010.

MARIUZZO, Patrícia. Transgênicos dividem o continente europeu. *Ciência e Cultura*, v. 66, n. 1, p. 14-16, 2014.

JAMES, Clive. **Global status of commercialized biotech/GM crops: 2014**. Ithaca, NY, USA: International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA), 2014

MONSANTO. Company History. 2013. Acessado em 12/07/2015

Disponível em: <http://www.monsanto.com/whoweare/pages/monsanto-history.aspx>

MILLER, A. et al. Glyphosate Technical Fact Sheet.–National Pesticide Information Center, Oregon State University Extension Services. Setembro de 2011. Revisado em Junho de 2015

Disponível em: <http://npic.orst.edu/factsheets/archive/glyphotech.html>

SANTOS, J. B. et al. Avaliação de formulações de glyphosate sobre soja Roundup Ready. **Planta Daninha**, v. 25, n. 1, p. 165-171, 2007.

FRITSCHI, L. et al. Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate. **Red**, v. 114, 2015.

FARIAS, Fernanda. Ministério Público quer banir glifosato do Brasil. **Canal Rural**. 2015

Disponível em: <http://www.canalrural.com.br/noticias/agricultura/ministerio-publico-quer-banir-glifosato-brasil-56002>

OLIVEIRA-SILVA, Jefferson José; MEYER, Armando. O sistema de notificação das intoxicações: o fluxograma da joeira. **Peres F, Moreira JC, organizadores. É veneno ou é remédio**, p. 317-326, 2003..

FRITSCHI, L. et al. Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate. **Red**, v. 114, 2015.

REGALADO, Antonio. As Patents Expire, Farmers Plant Generic GMOs. **MIT Technology Review**. 2015

Disponível em: <http://www.technologyreview.com/news/539746/as-patents-expire-farmers-plant-generic-gmos/>

MONSANTO. Company History. 2013. Acessado em 12/07/2015

Disponível em: <http://www.monsanto.com/whoweare/pages/monsanto-history.aspx>

LEMAUX, Peggy G. Genetically engineered plants and foods: a scientist's analysis of the issues (Part I). **Plant Biology**, v. 59, n. 1, p. 771, 2008.

BORÉM, Aluizio. **Escape gênico & transgênicos**. Revista Bio tecnologia, pp 145-146 2002.

CRANSHAW, Whitney. **Bacillus thuringiensis**. Colorado State University Cooperative Extension, 2003.

ARIS, Aziz; LEBLANC, Samuel. Maternal and fetal exposure to pesticides associated to genetically modified foods in Eastern Townships of Quebec, Canada. **Reproductive Toxicology**, v. 31, n. 4, p. 528-533, 2011.

FOOD STANDARDS AUSTRALIA NEW ZEALAND. FSANZ response to study linking Cry1Ab protein in blood to GM foods - Food Standards Australia New Zealand". 2011. Acessado em 07/05/2015

Disponível em: <http://www.foodstandards.gov.au/consumer/gmfood/cry1ab/pages/default.aspx>

WORLD HEALTH ORGANIZATION et al. Environmental health criteria 217. Microbial pest control agent: *Bacillus thuringiensis*. **World Health Organization, Geneva, Switzerland**, 1999

TABASHNIK, Bruce E. et al. Insect resistance to Bt crops: evidence versus theory. **Nature biotechnology**, v. 26, n. 2, p. 199-202, 2008.

KLÜMPER, Wilhelm; QAIM, Matin. A meta-analysis of the impacts of genetically modified crops. 2014.



BLANCHFIELD, J. R. Genetically modified food crops and their contribution to human nutrition and food quality. **Journal of food science**, v. 69, n. 1, p. CRH28-CRH30, 2004.

JIANG, Y. Transgenic fish—gene transfer to increase disease and cold resistance. **Aquaculture**, v. 111, n. 1, p. 31-40, 1993.

HSIEH, Tsai-Hung et al. Tomato plants ectopically expressing Arabidopsis CBF1 show enhanced resistance to water deficit stress. **Plant Physiology**, v. 130, n. 2, p. 618-626, 2002.

MCHUGHEN, Alan. **Pandora's Picnic Basket: The Potential and Hazards of Genetically Modified Foods: The Potential and Hazards of Genetically Modified Foods**. Oxford University Press, 2000.

LEHMANN, Volker. Bioremediation: a solution for polluted soils in the South. **Biotechnology and Development Monitor**, v. 34, p. 12-17, 1998.

BOUIS, Howarth E. The potential of genetically modified food crops to improve human nutrition in developing countries 1. **Journal of Development Studies**, v. 43, n. 1, p. 79-96, 2007.

BOUIS, Howarth E.; CHASSY, Bruce M.; OCHANDA, James O. 2. Genetically modified food crops and their contribution to human nutrition and food quality. **Trends in Food science & technology**, v. 14, n. 5, p. 191-209, 2003.

BEYER, Peter et al. Golden rice: Introducing the  $\beta$ -carotene biosynthesis pathway into rice endosperm by genetic engineering to defeat vitamin A deficiency. **The Journal of nutrition**, v. 132, n. 3, p. 506S-510S, 2002.

BAUMAN, Dale E. Bovine somatotropin: review of an emerging animal technology. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 12, p. 3432-3451, 1992.

COOK, James T. et al. Growth rate, body composition and feed digestibility/conversion of growth-enhanced transgenic Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Aquaculture**, v. 188, n. 1, p. 15-32, 2000.

DU, Shao Jun et al. Growth enhancement in transgenic Atlantic salmon by the use of an "all fish" chimeric growth hormone gene construct. **Nature Biotechnology**, v. 10, n. 2, p. 176-181, 1992.

HEAP, I. M. International survey of herbicide-resistant weeds. In: **Western Society of Weed Science (USA)**. 1997.

Disponível em <http://weedscience.org/details/case.aspx?ResistID=5362>

TABASHNIK, Bruce E. et al. Insect resistance to Bt crops: evidence versus theory. **Nature biotechnology**, v. 26, n. 2, p. 199-202, 2008.

HASLBERGER, Alexander. GMO contamination of seeds. **Nature Biotechnology**, v. 19, n. 7, p. 613-613, 2001.

DE DIREITOS, Terra. Sementes Transgênicas—contaminação, royalties e patentes. **Terra de Direitos: Curitiba**, 2005.

[https://br.boell.org/sites/default/files/cartilha\\_transgenicos\\_terradedireitos\\_boll\\_brasil.pdf](https://br.boell.org/sites/default/files/cartilha_transgenicos_terradedireitos_boll_brasil.pdf)

DE DIREITOS, Terra. Sementes Transgênicas—contaminação, royalties e patentes. **Terra de Direitos: Curitiba**, 2005.

[https://br.boell.org/sites/default/files/cartilha\\_transgenicos\\_terradedireitos\\_boll\\_brasil.pdf](https://br.boell.org/sites/default/files/cartilha_transgenicos_terradedireitos_boll_brasil.pdf)

CENTER FOR FOOD SAFETY (US); KIMBRELL, Andrew; MENDELSON, Joseph. Monsanto vs. US farmers. **Center for Food Safety**, 2005.

Disponível em <http://www.centerforfoodsafety.org/files/cfsmontantovsfarmerreport11305.pdf>

BARKER, D.; FREESE, B.; KIMBRELL, G. Seed Giants vs. US Farmers. **Center for Food and Safety**, p. 2-30, 2013.

STEWART JR, C. Neal; MENTEWAB, Ayalew. Horizontal gene transfer: plant vs. bacterial genes for antibiotic resistance scenarios— What's the difference. **ISB News Report October 2005**, 2005.

HELLER, Michael A.; EISENBERG, Rebecca S. Can patents deter innovation? The anticommons in biomedical research. **Science**, v. 280, n. 5364, p. 698-701, 1998.

CARIBBEAN, Economic Commission for Latin America and the Caribbean Subregional Headquarters for the. A study on applicability of biotechnology to development in the caribbean: opportunities and risks, p. 9, 2010

KISHI, Sandra Akemi Shimada. Tutela jurídica do acesso à biodiversidade no Brasil. **Meio Ambiente–Grandes Eventos**, v. 1, p. 167-179, 2004

SANTILLI, J. O Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para Alimentação e Agricultura (TIRFA) e a sua implementação no Brasil. **Dilemas do acesso à biodiversidade e aos conhecimentos tradicionais. Direito, política e sociedade. Belo Horizonte: Fórum**, p. 253-274, 2009.

FAO. Weighing the GMO arguments: against. **FAO Newsroom**. 2003 disponível em: <http://www.fao.org/english/newsroom/focus/2003/gmo8.htm>

ALTIERI, Miguel; NICHOLLS, C. Sementes nativas; patrimônio da humanidade essencial para a integridade cultural e ecológica da agricultura camponesa. **Sementes: patrimônio do povo a serviço da humanidade. São Paulo: Expressão Popular**, p. 159-172, 2003.

WILKINSON, John; CASTELLI, Pierina German. A transnacionalização da indústria de sementes no Brasil: biotecnologias, patentes e biodiversidade. ActionAid Brasil, 2000.

EATON, Derek et al. Economic and policy aspects of 'terminator' technology. **Biotechnology and Development Monitor**, v. 49, n. 1, p. 19-22, 2002.

FEDERATION, International Seed. Genetic Use Restriction Technologies. 2003. PDF

Disponível em: [http://www.worldseed.org/cms/medias/file/PositionPapers/OnSustainableAgriculture/Genetic\\_Use\\_Restriction\\_Technologies\\_20030611\\_\(En\).pdf](http://www.worldseed.org/cms/medias/file/PositionPapers/OnSustainableAgriculture/Genetic_Use_Restriction_Technologies_20030611_(En).pdf).

THOMAS, Jim. As Sementes Terminator Na Cop8 - Informação Básica – 2006. PDF

Disponível em: <http://pt.banterminator.org/content/download/439/5072/file/02.%20pk%20background%20PT.pdf>

BRANFORD, Sue. Brasil pode ser o primeiro País a liberar semente Terminator. **Carta Capital**. 2015

Disponível em: <http://www.cartacapital.com.br/sustentabilidade/brasil-pode-ser-o-primeiro-pais-a-liberar-semente-terminator-9110.html>

KEELER, Kathleen H.; TURNER, Charles E.; BOLICK, Margaret R. Movement of crop transgenes into wild plants. **Herbicide Resistant Crops: Agricultural, Economic, Environmental, Regulatory and Technological Aspects**, p. 303-330, 1996.

Convenção sobre Diversidade Biológica Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança Curitiba - Março 2006 Principais Resultados COP 8 E MOP 3 Brasília - DF Março – 2006, p. 14. PDF

Disponível em: <https://www.cbd.int/cop/cop-presidency/cop-08-presidency-report-pt.pdf>

OLIVEIRA, Joelmo. Transgênicos e OGM'S: status da questão. 2010. Acessado em 24/09/2015. Disponível em: <http://sintpq.org.br/index.php/noticias/item/381-transgenicos-e-ogm-s-status-da-questao>

ODA, Leila Macedo. Alimentos transgênicos: riscos à saúde? 2004. Disponível em: [http://www.brasilmedicina.com.br/noticias/\\_check\\_printnot.asp?Cod=552&Area=2](http://www.brasilmedicina.com.br/noticias/_check_printnot.asp?Cod=552&Area=2). 2004.

Nº, L. E. I. 11.105, DE 24 DE MARÇO DE 2005. **Regulamenta os incisos II, IV e V do § 1º do art, v. 225, p. 2.191-9, 2010.**

MALAJOVICH, Maria Antonia. Biotecnologia 2011. **Rio de Janeiro, Edições da Biblioteca Max Feffer do Instituto de Tecnologia ORT, 2012. p. 103**

CARTER, Colin A. et al. International approaches to the labeling of genetically modified foods. **Choices**, v. 18, n. 2, p. 1-4, 2003.

BRASIL^ DCASA CIVIL. Decreto nº. 4680, de 24 de abril de 2003. Regulamenta o direito à informação, assegurado pela Lei nº. 8.078, de 11 de setembro de 1990, quanto aos alimentos e ingredientes alimentares destinados ao

consumo humano ou animal que contenham ou sejam produzidos a partir de organismos geneticamente modificados. 2003.

BRASIL^ DCASA CIVIL. Decreto nº. 4680, de 24 de abril de 2003. Regulamenta o direito à informação, assegurado pela Lei nº. 8.078, de 11 de setembro de 1990, quanto aos alimentos e ingredientes alimentares destinados ao consumo humano ou animal que contenham ou sejam produzidos a partir de organismos geneticamente modificados. 2003.

PIOVESAN, Eduardo e Tiago Miranda - “Aprovado projeto que dispensa símbolo da transgenia em rótulos de produtos”. **Agência Câmara Notícias**, 2015. Acessado 20/07/2015

Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/camaranoticias/noticias/consumidor/486822-aprovado-projeto-que-dispensa-simbolo-da-transgenia-em-rotulos-de-produtos.html>

BRASIL. Lei nº. 9.279. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. **Diário Oficial da União**, 1996.

Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9279.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9279.htm)

KISHI, Sandra Akemi Shimada. Tutela jurídica do acesso à biodiversidade no Brasil. **Meio Ambiente–Grandes Eventos**, v. 1, p. 167-179, 2004.

Disponível em: [http://www3.esmpu.gov.br/linha-editorial/outras-publicacoes/serie-grandes-eventos-meio-ambiente/Sandra\\_A\\_S.pdf](http://www3.esmpu.gov.br/linha-editorial/outras-publicacoes/serie-grandes-eventos-meio-ambiente/Sandra_A_S.pdf)

DE CULTIVARES, Lei de Proteção. Lei nº 9.456 de 25 de abril de 1997. 2013.

Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9456.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9456.htm)

MERCANTIL, GAZETA; SETORIAL, Panorama. DECRETO Nº 2.366, de 5 de Novembro de 1997 que Regulamente a Lei Nº 9.456, de 25 de Abril de 1997 que institui a Lei de Proteção de Cultivares. **Biotecnologia: Alimentos Transgênicos**, v. 4, p. 51-60, 1999.

SAÚDE, Organização Pan-Americana da. Higiene dos Alimentos – Textos Básicos / Organização Pan-Americana da Saúde; Agência Nacional de Vigilância Sanitária; Food and Agriculture Organization of the United Nations. – Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, p. 02. 2006

ALIMENTARIUS, Codex. Guideline for the conduct of food safety assessment of foods derived from recombinant-DNA plants. **Codex Alimentarius Commission**, 2003.

Disponível em: [www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/gmfp/docs/CAC.GL\\_45\\_2003.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/gmfp/docs/CAC.GL_45_2003.pdf).

FAO. FAO GM Foods Platform Food Safety. **FAO Highlight September 2015**, 2015. PDF



Araraquara 19 de janeiro de 2016

---

Professora Dra. Aureluce Demonte

---

Felippe de Alencar Silva