

A REVOLUÇÃO TECNOLÓGICA CAUSADA PELOS ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS

Luiz Wanderley Lopes

Paulo Rogerio Lopes

Prof^a. Dr^a. Soraya Regina Sacco

Prof^a Esp. Maria Clara Ferrari

Fatec Itapetininga-SP

e-mail: paulolps95@gmail.com

RESUMO: A biotecnologia é uma fonte de pesquisas e estudos usada tanto para a produção animal como vegetal e nos dias atuais sabendo de sua importância e aplicação não há precedentes de continuarmos os avanços e pesquisas sem esta fundamental ferramenta com o apoio da sociedade e diversas organizações públicas e privadas. O trabalho faz referência à importância dos produtos agropecuários sua evolução e utilização, não somente como alimentos, mas como auxiliares da saúde humana através da biotecnologia, relatando quesitos, produtos e pesquisas que nos levam a refletir a respeito dos esforços e resultados já atingidos, e metas a buscar por este braço da engenharia genética.

Palavras-chave: Produtos Agrícolas. Evolução. Engenharia Genética.

1 INTRODUÇÃO

A biotecnologia é uma fonte de pesquisas e estudos usada tanto para a produção animal como vegetal. Se tomarmos como exemplo técnicas primitivas envolvendo plantas, animais e microrganismos, veremos que a biotecnologia a base dos transgênicos é um ramo de conhecimento milenar ou até pré-histórico. Além disso, mesmo antes da descoberta da genética, processos de fermentação utilizados na produção de queijos, vinhos, pães e iogurtes já utilizavam formas rudimentares da biotecnologia.

Segundo Lerayer (2010), os transgênicos nada mais são do que a evolução de técnicas milenares. Para Jean-Pierre e Kintz, (2010) são comuns na agricultura desde os primórdios da civilização, quando o homem começou a domesticar os animais e iniciou uma primitiva agricultura, a intenção de realizar o melhoramento genético tinha como propósito procurar dentre as espécies, aquela que tivesse as melhores características, de forma a forçar que fosse predominante aquela espécie mais produtiva, resistente, saborosa, mais vistosa.

Um organismo geneticamente modificado (OGM) é um organismo vivo (planta ou organismo animal), cuja herança genética (genoma) foi modificada artificialmente, neste caso, pelo uso de ferramentas de engenharia genética. As técnicas utilizadas para modificar um organismo por transgenia, consiste em inserir no seu genoma um ou mais genes adicionais de um organismo doador, geralmente de outra espécie. Por exemplo, se um gene de peixe é introduzido no morango, o morango é um OGM ou se um gene de bactéria é introduzido no milho, o milho torna-se um OGM. Estes indivíduos são também chamados de transgênicos, porque eles hospedam os genes distintos e decorrentes do organismo doador (JEAN-PIERRE; KINTZ, 2010).

Segundo Jesus et al. (2006 apud CREMONESI, 2009), apesar do crescente emprego das biotecnologias para a produção de alimentos, seu potencial encontra-se ainda reprimido devido às questões de percepção pública e sua consequente influência na legislação.

Apesar da rápida difusão da transgenia ainda são escassos os estudos capazes de fornecer respostas científicas conclusivas quanto às vantagens e às desvantagens ambientais e econômicas do cultivo dos transgênicos.

Concomitantemente aos estudos de segurança alimentar são necessárias respostas que garantam a segurança dos produtos geneticamente modificados para o meio ambiente, pois, segundo Pessoa (2007 apud CREMONEZI, 2009) há uma preocupação geral que os transgênicos devam ter uma avaliação mais rigorosa para minimizar os possíveis riscos ambientais e para a saúde, em função de serem obtidos por um processo inovador e sem a familiaridade como nos métodos convencionais. Métodos científicos devem ser utilizados na detecção dos efeitos ambientais, alimentares, econômicos e sociais destes organismos com potencial de causar impacto ambiental negativo, antes mesmo que sejam realizados testes de campo.

O estudo destas possíveis influências pode ser realizado empregando-se Avaliações de Impactos ambientais (AIAS), que são definidas como procedimentos para a previsão, análise e seleção de tecnologias, projetos e políticas de desenvolvimento que minimizem alterações negativas da qualidade ambiental (EGLER, 2001; ALMEIDA; BASTOS, 2002; CREMONEZI, 2009). Diante da problemática da inexistência de metodologias no Brasil com a finalidade de análise de impactos ambientais e alimentares de Plantas Geneticamente Modificadas (PGMs), o desenvolvimento deste tipo de trabalho pode fornecer aos pesquisadores da academia e do setor produtivo um processo menos subjetivo e mais transparente do que o procedimento atual de avaliação da segurança das PGMs no Brasil. O desenvolvimento dessa metodologia representa um avanço metodológico no sentido de minimizar as incertezas geradas, pelas preocupações da sociedade quanto aos organismos geneticamente modificados, a partir do momento que as informações sobre os impactos dessa tecnologia estiverem disponíveis.

O desenrolar dos impactos alimentares na qualidade de vida da população, embasada por uma criteriosa consulta aos especialistas nos possibilitará elucidar questões relevantes quanto aos impactos ambientais da tecnologia da transgenia e da utilização ou destinação dos seus produtos (CREMONEZI, 2009).

O escopo desta pesquisa é divulgar a importância dos produtos agrícolas geneticamente modificados, nos quais a engenharia genética permitiu a modificação do genoma tanto de plantas, como de animais.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 EVOLUÇÃO GENÉTICA NA AGRICULTURA

O agricultor desde há muito tempo vem promovendo uma seleção artificial. Azevedo (2000 apud FINUCCI 2010) afirma que desde o início da agricultura há cerca de dez mil anos populações humanas utilizam empiricamente métodos de melhoramento genético, que imitam os processos da evolução natural. A domesticação do trigo, da cevada, da ervilha e das lentilhas data de sete mil anos antes de Cristo (a.C.). Banana, maçã, batata, milho, sorgo e muitas outras culturas

vegetais começaram a ser melhoradas a partir de cinco mil a.C. Outras como o abacaxi, certas hortaliças, o morango, a seringueira e o dendê, foram melhoradas já na era cristã. Com a descoberta de novas técnicas científicas, métodos racionais de melhoramento genético começaram a ser utilizados pelos geneticistas em plantas cultivadas, animais domésticos e microorganismos úteis como os envolvidos na produção de antibióticos, vitaminas, enzimas e outros produtos.

No século XX, o homem começou a alterar as plantas dentro de suas células, manipulando seus genes e não apenas fazendo uma seleção de espécies que possuíam melhores características. Os cientistas descobriram a possibilidade de alterar partes das plantas, alterando seu ácido desoxirribonucléico (DNA), conseguindo espécies geneticamente modificadas, com características diferentes das espécies das quais elas descendiam. Com isso, criaram-se novas espécies com características totalmente diferentes (FINUCCI, 2010). Plantas, animais e microorganismos transgênicos têm sido produzidos em espécies de valor comercial, principalmente a partir da década de 80. As primeiras plantas transgênicas foram utilizadas na China no início da década de 90. Nos Estados Unidos, a primeira aprovação de uso comercial de uma planta transgênica ocorreu em 1994, quando a empresa Calgene lançou um tomate com elevada resistência ao armazenamento, segundo Guerrante (2003). O quadro 1 apresenta um breve histórico temporal dos acontecimentos importantes da genética.

Quadro 1 – Cronograma da Evolução Genética na Agricultura (Fonte: James, 2004 e Guerrante, 2003).

Data	Acontecimento
10.000 a.C	Melhoramento genético feito empiricamente.
7.000 a.C	Domesticação do trigo, cevada, ervilha e lentilha.
5.000 a.C	Surgem as primeiras melhorias nas culturas de banana, maçã, batata, milho, sorgo e outras culturas vegetais.
Início da era cristã	Aperfeiçoamento das culturas do abacaxi, hortaliças, morango e dende.
1.663	Robert Hooke descobre as células vegetais na Inglaterra.
1.796	Edward Jenner descobre na Inglaterra vacina viral contra varíola.
1.830	São descobertas as proteínas.
1.855	Thomas Escherich descobre na Alemanha a bactéria <i>Escherichia coli</i> .
1.863	Gregor Mendel descobre genes.
1.919	Pela primeira vez é usada a terminologia biotecnologia, por um engenheiro na Hungria.
1.928	Alexander Fleming descobre na Inglaterra a Penicilina.

1.944	Descoberta do DNA por Oswald Avery.
1.954	Técnicas de cultivo de células são desenvolvidas.
1.970	Werner Arber, Daniel Nathans e Hamilton Smith identificam as enzimas de restrição.
1.975	Conferência de Asilomar, na Califórnia: preocupação com a biosegurança dos experimentos com OGM.
Início da década de 80	Plantas, animais, microorganismo transgênicos são produzidos em espécie de valor comercial.
Início da década de 90	Primeiras plantas transgênicas são utilizadas na China.
1.994	Primeira provação do uso comercial de uma planta transgênica nos USA.
1.998	Aprovado no Brasil o plantio experimental de culturas GM em 48 áreas.
1.999	Vegetais transgênicos em todo mundo cerca de U\$ 2 bilhões
2.002	Ovelha Dolly.
2.010	Estimativa que atinge cerca de U\$ 25 bilhões de transgênicos cultivados no mundo.

2.2 CONCEITO DE ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS (OGM)

Os OGM são organismos criados através de transferência de genes de um organismo vivo para outro, geralmente entre espécies diferentes. Para modificar um organismo, se introduz um pacote de genes, junto com uma determinada sequência genética que serve para ativar outro gene de interesse (que pode fazer uma planta ser resistente a um determinado herbicida ou produzir uma toxina) e o DNA da sequência terminal, que indica onde será o fim do pacote genético (FINUCCCI, 2010).

Tersi (2011) afirma que a manipulação de material genético em meio artificializado encontrado em laboratórios especializados permitiu que novos conceitos fossem desenvolvidos como o da biotecnologia, engenharia genética, transgênicos entre outros.

A biotecnologia entre muitas definições pode ser compreendida como a técnica de se utilizar algo vivo para se obter um produto útil, conforme a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação – FAO (2010 apud TERSI, 2011,p.42). Então, a biotecnologia é um processo técnico de alterações nos genes de determinado ser vivo, sendo importante destacar que esse processo não seria possível de maneira natural e o objetivo de toda essa alteração é a

funcionalidade, perfeição, eficiência, eficácia. Todas essas modificações nos genes dos seres vivos são realizadas através da engenharia genética, também identificada como técnica do DNA recombinante e, a partir do descobrimento e aplicação da técnica do DNA recombinante, que se tornou possível combinar genes de espécies diferentes, como a transferência de material genético de animais para planta, e vice-versa, que em situação normal seriam incapazes de se reproduzir sexualmente (TERSI, 2011).

2.3 MELHORAMENTO GENÉTICO *VERSUS* MODIFICAÇÃO GENÉTICA

Segundo Riechmann (2002 apud TERSI, 2011, p.45) o melhoramento genético é uma técnica que realiza cruzamentos dentro da própria espécie, como por exemplo: milho com milho, ervilha com ervilha, desde que essas espécies possuam a capacidade natural de se reproduzir sexualmente. Pode-se citar que essa técnica milenar, comum na agricultura desde os primórdios da civilização, teve como objetivo realizar o melhoramento genético com a finalidade de encontrar dentre as espécies existentes as mais vistosas, saborosas, resistentes e produtivas de maneira que através desta seleção as espécies que apresentassem as características desejáveis fossem predominantes (TERSI, 2011).

A seleção natural teve esse destaque através das experiências realizadas pelo abade austríaco Gregor Mendel, em 1856, conhecido como o pai da genética. Ele desenvolveu em seu convento experiências com hibridação de ervilhas. Após dez anos de estudos, Mendel obteve resultados para embasar leis relativas à hereditariedade dos caracteres dominantes e recessivos.

O melhoramento genético é uma técnica usada por agricultores e criadores de animais há séculos, fundamentada em escolher os melhores exemplares da cada raça ou tipo de planta e cruzá-los entre si, criando assim animais e plantas maiores ou mais resistentes ao clima ou a certas pragas. Quando selecionam animais reprodutores ou sementes dentro de uma população, para reforçar uma determinada característica de interesse econômico, como produtividade, cor, sabor ou tamanho, os produtores estão realizando o melhoramento genético, técnica que vem modificando a aparência e a composição dos alimentos ao longo dos anos. A

modificação genética, por sua vez, é a técnica da criação de OGM, quando se colam pacotes de genes de uma espécie em outra para realçar uma característica desejável como, por exemplo, resistência a pragas (FINUCCI, 2010).

A modificação genética consiste na transformação das bases das informações genéticas, onde ocorre a inclusão dos códigos genéticos de espécies não combinantes sexualmente, provocando uma mudança geneticamente que naturalmente seria improvável ocorrer. Com essa técnica da transgenia atualmente se produzem alimentos transgênicos. Riechmann (2010 apud TERSI, 2011, p.45) afirma que os alimentos são:

- a) organismos utilizados como alimentos e que têm sido submetidos a processos de engenharia genética;
- b) alimentos com um ingrediente ou aditivo derivado de um organismo submetido à engenharia genética; e,
- c) alimentos produzidos utilizando em seu processamento um produto auxiliar criado mediante a engenharia genética. Igualmente podem esses alimentos ser originários de um vegetal, animal, consumidos direta ou indiretamente pelo homem, ou seja, quando se alimenta do próprio organismo transgênico, e indireto, por meio da ingestão de carne de animal que foi alimentada de ração produzida à base de vegetal transgênico ou sofreu alguma aplicação de vacina contendo elemento transgênico.

Quadro 2 – Comparativo entre Melhoramento Genético e Modificação Genética

MELHORAMENTO GENÉTICO	MODIFICAÇÃO GENÉTICA
Combinação de genes da mesma espécie.	Centenas de pares de bases (menor unidade de código genético) são alteradas.
Seleção de indivíduos dentro da mesma espécie.	Alterações de processos bioquímicos.
Cruzamento sexual permite a troca de características.	Inserção de genes exógenos.
Mutações naturais ou induzidas alteram poucos pares bases.	Alterações que nunca aconteceriam na natureza, rompimento da barreira sexual.

(Fonte: GREENPEACE, 2006).

2.4 VANTAGENS E DESVANTAGENS

Segundo Pessoa; Carvalho; Pereira (2007 apud CREMONEZI, 2010) a agricultura transgênica foi inicialmente desenvolvida com atribuições agronômicas de resistência a herbicidas e insetos, com o objetivo de reduzir o uso de agroquímicos e de máquinas agrícolas, melhorando a qualidade ambiental. A utilização de agroquímicos sendo o principal meio de intoxicação dos trabalhadores rurais. Além de melhorar o ambiente de trabalho rural, a agricultura transgênica pode favorecer a redução da contaminação dos alimentos, águas e solos.

E a moderna biotecnologia é a melhor resposta a essas pressões, defendem os entusiastas dos alimentos transgênicos. Dentre as promessas dos OGMs estão: a diminuição dos custos de produção, com o incremento da produção e produtividade agrícolas; a criação de plantas resistentes a pragas reduzindo, assim, o uso de agrotóxicos. Com isso diminui-se a possibilidade de intoxicação por parte dos produtores bem como os impactos ambientais; os ganhos nutricionais dos alimentos já que se pode produzir variedades transgênicas com maior concentração de nutrientes; a contribuição eficaz para se por fim à fome no mundo; a inserção dos pequenos agricultores e regiões no mercado atual; a cooperação na produção de biocombustíveis; o alívio das mudanças climáticas e a redução da emissão de poluentes (MARTINS, 2010).

Já para os críticos aos OGMs, estes poderiam causar alteração do metabolismo da planta ou animal, causando o surgimento de novas toxinas ou alérgenos, além de alterarem a composição nutricional dos alimentos, reduzindo as quantidades disponíveis de nutrientes essenciais ou elevando a quantidade de elementos que poderiam fazer mal a saúde humana, entre outros (PESSANHA e WILKINSON, 2003). Dentre os efeitos inesperados dos transgênicos estariam: alteração de interações com microorganismos do solo; suscetibilidade a patógenos; modificação na resistência a insetos; alteração de características reprodutivas das plantas; menor produtividade da soja transgênica; variação nos níveis de expressão da proteína transgênica ao longo do ciclo da cultura. Ainda de acordo com seus críticos, uma vez decidida a liberalização dos transgênicos, sua disseminação seria irreversível, já que o novo gene introduzido na semente poderia se propagar sem controle na natureza (MARTINS, 2010).

Diante das promessas de maior produtividade a partir dos OGMs, em 2007, o Brasil foi o país que teve o maior índice de aumento no cultivo de sementes transgênicas no mundo. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) crê na transgenia enquanto um instrumento alternativo de sustentação da agricultura brasileira, “reconhecendo que a obtenção de transgênicos é apenas um método de melhoramento vegetal quando são exauridas as possibilidades de melhoramento convencional, em que a precaução sempre é posta em evidência” (VALOIS, 2001 apud MARTINS, 2010).

2.5 UTILIZAÇÃO DOS OGMs

Apesar da quantidade de informações disponíveis sobre as plantas geneticamente modificadas (PGMs), a inocuidade dos cultivos dos transgênicos em relação ao meio ambiente e a segurança alimentar ainda é questionada. Conforme Brookes e Barfoot (2005 apud CREMONEZI, 2010) algumas pesquisas estimam os benefícios econômicos e a redução cumulativa de pesticidas, enquanto que outras apontam os impactos negativos crescentes, como a constatação de plantas resistentes às aplicações do herbicida glifosato, de efeitos tóxicos na microfauna do solo e a destruição de ambientes frágeis, além dos consequentes impactos sociais e econômicos.

Dados revelam que plantações comerciais de OGMs vêm aumentando ano a ano. Em 1999 foram cultivados em todo o mundo cerca de quarenta milhões de hectares de transgênicos. O mercado mundial de plantas transgênicas, estimado em 75 milhões de dólares em 1995, chegou ao redor de dois bilhões de dólares em 1999 e aproximadamente vinte e cinco bilhões de dólares em 2010 (FINUCCI, 2010).

As culturas mais testadas foram milho, tomate, soja, canola, batata e algodão, e as características genéticas introduzidas foram a tolerância a herbicidas e insetos, a qualidade do produto e a resistência a vírus. Um número superior de 11.000 ensaios de campos foram realizados entre 1987 e 2000, espalhados por 45 países, com mais de 81 cultivos OGM diferentes, segundo Borém e Santos (2001).

James (2004 apud FINUCCI, 2010) afirma que em 1996 os Estados Unidos começaram a utilização de OGM para fins comerciais em grande escala, com a

introdução da soja *Roundup Ready* (RR). A área plantada entre 1996 e 2003 passou de 2,8 milhões para 67,7 milhões de hectares. Em 2003 os OGM estavam presentes em 18 países, dos quais dez tinham cerca de três bilhões de habitantes e Produto Interno Bruto (PIB) de US\$ 13 trilhões, quase metade dos US\$ 30 trilhões do PIB mundial.

Os principais países produtores eram EUA, China, Índia, Indonésia, Brasil, México, Argentina e África do Sul; tal é a importância dos transgênicos nas grandes economias. Apesar da resistência aos OGM pela União Européia, o crescimento mundial dos transgênicos não parou (JAMES 2004 apud FINUCCI, 2010).

A área mundial de plantas geneticamente modificadas é estimada em mais de 80 milhões de ha, com destaque especial para a soja resistente ao herbicida glifosato (soja RR), que é a cultura transgênica mais explorada mundialmente, com aproximadamente 61% da área (ROESSING; LAZZAROTTO, 2004 apud FINUCCI, 2010).

O consumidor deve ser informado dos resultados através dos rótulos dos produtos que contenham ingredientes oriundos de OGM sobre os possíveis benefícios ou malefícios que possam acarretar a saúde humana e em relação aos sistemas produtivos um amplo esclarecimento sobre os possíveis danos a nossa biodiversidade, através de um trabalho de divulgação por órgãos públicos e privados ligados a este setor (TERSI, 2011).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diversas pesquisas e estudos demonstram que a biotecnologia é responsável por melhorias na qualidade de vida da humanidade e que o seu estudo traz benefícios para a produção de alimentos e desenvolvimento de novas tecnologias para a saúde. Observa-se, entretanto, que se faz necessário um melhor detalhamento de seus efeitos na saúde humana, através de pesquisas e estudos mais minuciosos realizados por universidades e órgãos de pesquisa, objetivando transparência das informações quanto aos benefícios reais para o seu uso na agricultura, os seus efeitos no meio ambiente e para a população. Os estudos também devem indicar os possíveis danos que esta tecnologia pode causar ao meio ambiente, aos sistemas produtivos e ao ser humano através do consumo de produtos geneticamente modificado.

REFERÊNCIAS

BORÉM, A.; SANTOS, F.R. **Biotecnologia Simplificada**. Viçosa: Ed. UFV, 2001.

CREMONEZI, S. **Avaliação de impactos Ambientais e Alimentares de Plantas Geneticamente Modificadas**. 2009. 197f. Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação Interunidades em Biotecnologia USP / Instituto Butantan, IPT, 2009.

EGLER, P. C. G. Perspectivas de uso no Brasil do processo de avaliação ambiental estratégica. **Revista Parcerias Estratégicas**, n. 11, jun. 2001.

FINUCCI, M. **Metodologias utilizadas na avaliação do impacto ambiental para a liberação comercial do plantio de transgênicos – uma contribuição ao estado da arte no Brasil**. 2010

GREENPEACE. FRANÇA L. L. **Transgênicos: uma questão ética**, 2006

JEAN-PIERRE, A; KINTZ, P. Surveillance biologique des OGM: le HCB veille. **Annales de Toxicologie Analytique** v.22, n.1, p.19, 2010.

LERAYER, Alda. Biotecnologia avança no Brasil. **Rev Agroanalysis**. v. 31, n.01, p. 31-33, 2011.

MARTINS, A. R. A. **Dependência e monopólio no comércio internacional de sementes transgênicas**. 2010. 150f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Ciência Política do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, 2010.

PESSANHA, L., WILKINSON, J. **Transgênicos Provocam Novo Quadro Regulatório e Novas Formas de Coordenação do Sistema Agroalimentar**. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v. 20, n. 2, mai./ago. 2003, p. 263-303.

TERSI, M. J. 2011 - **A ambivalência da técnica: os alimentos transgênicos e o direito a informação do consumidor**. 2011. 176f. Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação em Direito da Faculdade de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho, 2011