

Aplicações da tecnologia para as transformações genéticas comumente realizadas no milho

Aline Jorge (UTFPR) liny_jorge@hotmail.com
Juliana Vitoria Bittencourt (UTFPR) julianavitoria@utfpr.edu.br

Resumo: O presente trabalho trata da aplicação da tecnologia do desenvolvimento de novas linhagens Milho como Organismo Geneticamente Modificado (OGM). Sendo o milho o terceiro colocado no ranking mundial de produção de cereais e com grande valor econômico e nutritivo, tem um bom potencial para aplicação de tecnologias de melhoria genética. Algumas vantagens são apresentadas nas novas variedades de milho OGM, algumas delas já liberadas para comercialização e consumo destinado a alimentação humana e animal, dentre elas podem ser citadas as características de tolerância a herbicidas e a resistência a insetos, e ainda como objeto de estudos no Brasil e internacionalmente, variedades tolerantes a seca, com melhor qualidade quanto ao seu conteúdo lipídico, maior teor de vitamina C e betacaroteno (precursor da vitamina A). Para garantir a segurança alimentar, toxicológica, alergênica e os riscos ao meio ambiente da introdução dessas plantas, é realizada uma avaliação rigorosa pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), que é o órgão que normatiza e julga a segurança da liberação de tais produtos. É importante que o consumidor tenha a livre escolha sobre a aquisição ou não de produtos que contém OGM em sua composição, sendo assim a indicação de produto transgênico no rótulo conforme a regulamentação também é abordada como tema do trabalho.

Palavras chave: milho, transformações genéticas, liberação comercial, rotulagem.

Applications of technology for genetic transformations commonly performed in maize

Abstract: The present paperwork describes the application of technology to develop new strains of Corn as a Genetically Modified Organism (GMOs). Because the corn placed third in world ranking for the production of cereals and with great economic and nutritional value, has a good potential for application of technologies for genetic improvement. Some advantages are presented in new varieties of GM corn, some of them are already released for consumption and marketing for human and animals feed, they can be cited among the characteristics of herbicide tolerance and insect resistance, and also as an object of study in Brazil and internationally, drought-tolerant varieties with better quality as to its lipid content, higher content of vitamin C and beta carotene (precursor of vitamin A). To ensure food safety, toxicological, allergenic and risks to the environment from the introduction of these plants, is a rigorous evaluation conducted by the National Technical Commission on Biosafety (CTNBio), which is the agency that regulates the safety and judges the release of such products. It is important that the consumer has the free choice about whether or not the acquisition of products containing GMOs in their composition, so the indication on the label as GM crop regulation is also approached as the theme.

Key words: corn, genetic transformations, commercial release, labeling.

1. Introdução

O milho (*Zea mays L.*) é uma espécie da família das gramíneas, sendo classificado como terceiro cereal mais cultivado no mundo, perdendo apenas para o trigo e o arroz de acordo com a FAO em 2008 (SILVA et al, 2009). O milho, uma das culturas mais antigas do mundo,

é considerado hoje a terceira cultura mais importante no mundo, não só pelo seu valor nutritivo, mas também economicamente (VASCONCELOS; CARNEIRO, 2010). No Brasil, a produção de milho vem crescendo ano após ano, visto que alguns dados da CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) em 2008 apontam que e na safra 2007/08 a colheita foi de cerca de 58,59 milhões de toneladas, 14% superior à safra 2006/07 (SILVA et al., 2009).

De acordo com os dados expostos por Stone (2010), o Brasil foi o segundo colocado no ranking mundial de plantações transgênicas no ano de 2009, atrás apenas do Estados Unidos. Neste ano a área ocupada por plantações transgênicas correspondeu a um total de 21,4 milhões de hectares e 23% desse total correspondente a milho geneticamente modificado.

As sementes de milho Geneticamente Modificadas (GM) mais comuns são a tolerante a herbicida e a semente *Bt*, porém existem outras transformações que são utilizadas e outras que estão sendo desenvolvidas. Para Carneiro et al. (2000), a maioria dos estudos de transformação de milho são focados em linhagens adaptadas ao clima temperado, muito pouca atenção têm sido dada às linhagens tropicais.

Com o crescente aumento da produção de milho GM vem se tornando cada vez mais necessário o desenvolvimento de estudos sobre os aspectos genéticos que precisam ser melhorados de acordo com necessidades regionais, nutritivas e de produtividade. O aumento da produção transgênica acarreta também no elevado número de produtos alimentícios que estão a disposição do consumidor.

Este trabalho tem como objetivo realizar uma análise comparativa entre as características do milho convencional com o milho GM, discorrer sobre quais as transformações genéticas que tem sido estudadas no milho e, quais já são comercializadas no Brasil e no mundo. Outro aspecto discutido no trabalho é quanto à equivalência nutricional do milho GM, os aspectos que precisam ser avaliados antes da liberação de um produto OGM ser liberado para comercialização e a importância da presença da informação sobre o conteúdo transgênico em produtos alimentares que estão a disposição do consumidor.

2. Diferenças entre milho OGM e milho convencional

A agricultura tradicional dos dias atuais, é mais eficiente que a do passado de acordo com os dados apresentados por Andrade et al. (2009) onde demonstra que o aumento da área usada na agricultura de 1,85 vezes, e houve redução de malnutridos, o preço dos alimentos caiu de 100% para 47% e o rendimento dos cereais de 100% aumento para 196%. Esses dados demonstram que houve importância significativa na economia e também na alimentação da população mundial acarretadas pelas transformações genéticas, e ainda existem aspectos que precisam ser melhorados.

As técnicas de melhoramento genético chamadas clássicas incluem seleção, cruzamentos entre espécies distantes, fusão de protoplastos, variação somaclonal, manipulação de ploidia e outras (CUSTERS et al, 2001 apud ANDRADE, 2009)

A transgenia apenas incorporou nas variedades superiores um ou poucos genes responsáveis por características específicas, que conferem certas vantagens adicionais, como resistência a insetos-pragas, herbicidas, entre outras (PATTERNIANI, 2002). Pode haver cruzamentos naturais entre organismos modificados e não modificados, que levem a mudanças ambientais. Segundo os autores Nodari e Guerra, os ecossistemas são complexos e nem todo risco associado com a liberação de um Organismo Geneticamente Modificado (OGM) pode ser identificado e considerado (NODARI; GUERRA, 2001).

Com mais de 60 anos de melhoramento de milho, o Brasil tem hoje mais de 300 diferentes genótipos comerciais de milho para atender ao agricultor que planta variedades melhoradas de polinização aberta de híbridos simples de última geração com potencial genético para produzir acima de 12 toneladas por hectare (ANDRADE et al., 2009).

A Resolução Normativa nº 4 da CNTBio (Comissão Técnica Nacional de Biossegurança) que normatiza a distância de isolamento de lavouras de milho GM e milho não GM para que suas culturas possam conviver pacificamente de modo que não ocorra o fluxo gênico entre as espécies cultivadas em áreas próximas (ANDRADE et al., 2009). De acordo com a Resolução Normativa nº 4, a distância mínima entre plantações de cultivares GM e não GM deve ser de no mínimo 100 metros ou 20 metros desde que acrescida de bordadura com no mínimo 10 fileiras de plantas de milho convencional de porte e ciclo vegetativo similar ao milho geneticamente modificado (CNTBio, 2007).

3. As transformações genéticas realizadas no milho

Com desenvolvimento da biologia molecular, houve um grande avanço na compreensão dos mecanismos genéticos e bioquímicos básicos o que permitiu o desenvolvimento de novas estratégias de melhoramento via transformação genética (CARNEIRO et al., 2000). Essas transformações podem ocorrer de várias maneiras com objetivos diferentes.

Segundo Andrade et al. (2009), é preciso achar e quantificar as características desejadas entre milhões de plantas e são necessárias várias gerações para isolar o cultivo melhorado, e trata-se de um processo trabalhoso e demorado.

A primeira geração de PGMs (Plantas Geneticamente Modificadas) tinha como objetivo maior reduzir perdas no campo e, como consequência aumentar a produtividade final. Essas plantas podem ser classificadas em três grupos principais, conforme a característica adquirida via transgenia: tolerância a herbicidas, resistência a insetos e acúmulo dessas duas funções (ANDRADE et al., 2009).

Apesar dos cereais serem um dos grupos mais difíceis de se transformar, as transformações genéticas deste grupo de plantas têm sido conseguidas utilizando estratégias tais como eletroporação, biobalística e *Agrobacterium tumefaciens*. A biobalística oferece vantagens tais como independência de genótipos específicos, simplicidade dos protocolos de transformação, uso de construções mais simplificadas (CARNEIRO et al., 2000). Existe ainda, o método do milho híbrido que se baseia na produção de linhagens obtidas após sucessivas autofecundações. As vantagens que se tem da utilização de híbridos de milho são a associação de características de distintos genitores, a exploração de interações gênicas e da heterose na geração híbrida e a produção de genótipos uniformes (PATERNIANI, 1974 apud SILVA et al., 2009).

A maior ou menor importância desses aspectos tem direcionado a escolha do tipo de modificação genética que será utilizada em determinada espécie de planta explorada comercialmente. No milho 26% da área plantada são com cultivares com o gene Bt isoladamente, 17% da área com cultivares resistentes a glifosato e 9% com sementes que incorporam ambas as características (GARCIA; DUARTE, 2006).

Como exemplos de produtos com melhoria de qualidade nutricional em desenvolvimento nos Estados Unidos (USDA, 2001) foram citados por Watannabe e Nutti (2003): modificação no perfil lipídico, para a obtenção de óleo mais nutritivo; modificação no perfil de aminoácidos, com aumento dos teores de triptofano e lisina; implicando proteína de maior valor biológico; aumento do teor de carotenóides, para o aumento de vitamina A; alteração no metabolismo dos carboidratos; redução do nível de fitatos, otimizando o produto para ração animal.

Um dos tipos de modificação muito utilizada, no Brasil, é quanto à resistência a pragas, em particular insetos da ordem Lepidoptera (lagarta-do-cartucho, lagarta-da-espiga e lagarta-do-colmo). De acordo com dados da CTNBio (2007), estima-se que elas possam causar danos de até 34% na produção de grãos de milho. Com o aumento da área cultivada com o milho “safrinha”, fechando o ciclo de várias pragas e doenças, o problema se agravou. Em algumas áreas do Centro-Oeste brasileiro, são necessárias dezenas de pulverizações com inseticidas em um único ciclo da cultura. Esse tipo de modificação tem como objetivo melhorar os rendimentos da produção e reduzir o uso de agrotóxicos nas plantações.

Segundo Vasconcelos e Carneiro et al. (2010) períodos de seca podem causar problemas na cultura do milho. Trata-se de uma planta que absorve uma grande quantidade de água por dia, caso isso não ocorra de maneira adequada podem desenvolver espigas estéreis ou com poucos grãos. Com o objetivo de melhorar esses efeitos climáticos, a Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) desenvolve estudos para tornar essa planta tolerante à seca. Essas sementes ainda encontram-se em estudos, com a finalidade de se encontrar o melhor método de aplicação e gene adequado para implementação da característica que torne a variedade tolerante a períodos de seca.

Em uma notícia publicada na Folha de São Paulo (2009) anunciou uma variedade de milho GM, desenvolvida por pesquisadores espanhóis, com níveis elevados de três nutrientes: betacaroteno (precursor da vitamina A), folato (vitamina B) e ascorbato (vitamina C). O genoma da planta foi modificado com três genes, uma para a síntese de cada molécula. O experimento foi feito com o milho branco, principal variedade consumida na África subsaariana, e a proposta dos cientistas é que ela seja usada para reduzir a desnutrição no continente, porém a planta ainda está sendo avaliada quando a sua segurança.

No Brasil, O primeiro Parecer Técnico para liberação comercial de milho geneticamente modificado foi aprovado em agosto de 2007. Trata-se do Milho Guardian, evento MON810, requerido pela Monsanto do Brasil Ltda., resistente a insetos da ordem Lepidoptera, tem seu uso proposto para uso em silagem, grãos para consumo humano e animal e seus derivados (CTNBio, 2007).

No total, são 17 variedades de milho GM liberados no Brasil, dos quais 11 são resistentes ao herbicida glifosato, sendo 3 deles simultaneamente resistentes ao glifosato e glufosinato de amônio, e 1 é resistente ao glufosinato de amônio. Dos demais, 2 são resistentes à insetos da ordem Lepidoptera, e 4 são resistentes a herbicidas e a insetos (CTNBio, 2009).

4. Equivalência Nutricional do milho OGM X milho convencional

Para determinar a equivalência nutricional, se considera que este conceito é um ponto de início que permite a comparação entre um OGM com o seu par convencional, e também permite identificar as diferenças intencionais e não intencionais, nas quais se requer maior ênfase na avaliação do novo OGM (HERNÁNDEZ; ESQUIVEL, 2008).

O Princípio da Equivalência Substancial objetiva avaliação comparativa, visando concluir que um alimento geneticamente modificado (ou substâncias nele introduzidas) é tão seguro quanto seu análogo convencional, com histórico de uso seguro, identificando-se, assim, similaridades e diferenças (VIEIRA, 2007).

Para Hernández e Esquivel (2008), existem três possibilidades de aplicar o conceito de equivalência nutricional:

- Primeiro: há equivalência nutricional quando um OGM não apresenta diferenças relevantes com o conteúdo nutricional, toxicológico ou alergênico em relação ao seu par convencional.

- Segundo: podem ser equivalentes em tudo, exceto nas diferenças definidas pela modificação genética que foi submetido. Para isso se deve avaliar as implicações dessas diferenças..
- Terceiro: não há equivalência nutricional com relação ao par convencional, e o novo OGM deve ser avaliado mais detalhadamente.

Para tanto, se faz necessária a realização de testes experimentais para que sejam obtidos dados mais consistentes, esta avaliação é realizada através de estudos em que animais (como ratos, peixes, frangos, porcos e gado) são alimentados com rações produzidas a partir do organismo geneticamente modificado (WATANNABE; NUTTI, 2002).

Para a CTNBio (2002), a avaliação da equivalência nutricional de um produto geneticamente modificado, deve responder às questões:

- Há necessidade de algum processamento do VGM (Vegetal Geneticamente Modificado) anteriormente ao consumo?
- Há diferença significativa entre a composição química e nutricional do alimento oriundo do VGM e do vegetal não modificado "in natura" ou após processamento?
- A qualidade nutricional do alimento é alterada pela modificação genética introduzida?
- Alimentos derivados de animais alimentados com VGMs ou qualquer de suas partes, "in natura" ou após processamento, apresentam alterações relativas à sua composição química ou características nutricionais?
- Houve alteração na estrutura, composição ou teor de carboidratos e suas partes?
- Houve alteração que afete a digestibilidade ou a qualidade nutricional em um carboidrato macrocomponente da dieta?
- Houve alteração na estrutura, composição ou teor de gorduras ou óleos no VGM e suas partes? As alterações foram em um óleo ou gordura que constitui um macrocomponente da dieta humana ou animal?

O objetivo é garantir que o alimento, e quaisquer substâncias que nele tenham sido introduzidas como resultado de modificação genética, sejam tão seguros quanto seus análogos convencionais (WHO, 2000 apud WATANNABE; NUTTI, 2003). O conceito de equivalência nutricional é associado quase que somente à avaliação de plantas geneticamente modificadas, mas também poderia ser expandido para outros organismos geneticamente modificados ou organismos modificados por outras biotécnicas ou melhoramento tradicional (Pedersen, 2000).

5. As etapas para um milho OGM ser liberada para o plantio

Muitas vezes, a introdução de regulamentação de segurança para tecnologias emergentes foi reativa e não proativa, ou seja, apenas após um acidente e não antes (ANDRADE et al., 2009). Para garantir que não hajam acidentes de escape gênico, e problemas ambientais e também à saúde do consumidor foram implementadas normas e regulamentações para a liberação comercial de um produto geneticamente modificado.

O impacto de uma transgenia no ambiente e na saúde humana deve ser criteriosamente avaliado via análise de risco. "Risco é tecnicamente a probabilidade de um evento danoso multiplicado pelo dano causado". Então, se o dano é grande, mesmo uma baixa probabilidade pode significar um risco inaceitável (NODARI; GUERRA, 2003).

Andrade et al. (2009) cita alguns exemplos importantes de entidades que afirmam a segurança dos alimentos GM, que são: Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

– FAO, Organização Mundial da Saúde – OMS, e academias de ciências do Reino Unido, Academia Real de Medicina, da União Européia, Academia Nacional dos Estados Unidos, e a Do Vaticano. De acordo com a Instrução Normativa nº 20 (CTNBio, 2002), ficam isentas da avaliação quanto à segurança alimentar as plantas ou produtos derivados, provenientes de importações, desde que já tenham sido avaliadas por algum dos órgão citados mediante avaliação e aprovação prévia.

Em 1995, entrou em vigor no Brasil a Lei de Biossegurança (Lei nº 8.974/95). No mesmo ano, foi publicado o Decreto nº 1.752/95 que regulamentou a Lei e criou o órgão responsável pela biossegurança, a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), órgão do Ministério da Ciência e Tecnologia, com o objetivo de controlar as atividades com organismos geneticamente modificados. Desde então, a CTNBio vem publicando instruções normativas que estabelecem as diretrizes técnicas para garantir a biossegurança (LEITE, 2003).

A CTNBio, “tem como finalidade prestar apoio técnico consultivo e assessoramento ao Governo Federal na formulação, atualização e implementação da Política Nacional de Biossegurança relativa a OGM, bem como no estabelecimento de normas técnicas de segurança e pareceres técnicos referentes à proteção da saúde humana, dos organismos vivos e do meio ambiente (CTNBio, 2006).”

As normas para a liberação planejada no meio ambiente de organismos geneticamente modificados têm por objetivo auxiliar os proponentes a seguirem os procedimentos requeridos pelas normas, de maneira geral seguem conforme o fluxograma apresentado na Figura 1 (BRASIL, 2002).

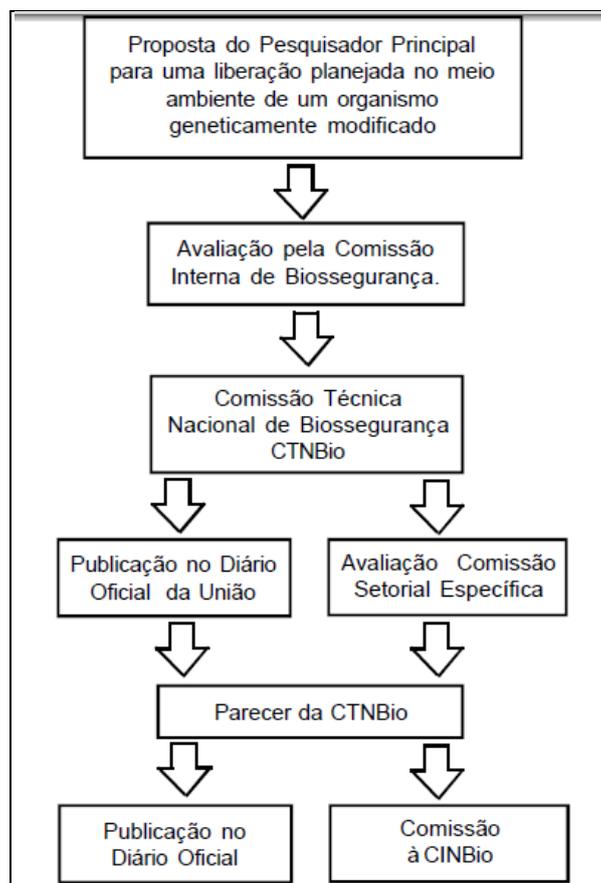


Figura 1 – Etapas de avaliação para liberação comercial de Vegetais Geneticamente Modificados

A Comissão é composta por 36 integrantes, que se reúne regularmente para certificar a segurança de laboratórios, pesquisas em regime de contenção, liberação de organismos geneticamente modificados no meio ambiente e comercialização de produtos que contenham OGMs (LEITE, 2003).

De acordo com o que é relatado por Leite (2003) são exigidas pela CTNBio informações detalhadas sobre a genética do OGM, como o mapa genético da construção; a caracterização da modificação genética; os dados sobre a estabilidade; a identificação dos efeitos dos produtos de expressão do gene inserido sobre a saúde humana e animal e sobre o meio ambiente; os mecanismos de dispersão no ar, na água e no solo; a capacidade de transferência da característica inserida para outros organismos; o detalhamento dos procedimentos a serem usados para o controle de cada lote de OGM.

A abordagem de análise de risco pode, em termos gerais, ser aplicada a alimentos, incluindo alimentos derivados da biotecnologia moderna. No entanto, reconhece-se que esta abordagem deve ser modificada quando aplicados a um alimento completo, em vez de um perigo discretos que podem estar presentes nos alimentos (CTNBio, 2003).

Em relação à segurança alimentar, para que possa ser liberado comercialmente, um produto que sofreu alguma modificação genética deve responder a todas as propostas de produção, comercialização ou importação de plantas geneticamente modificadas e de suas partes, para consumo humano ou animal, assim como, no caso de importação, de derivados de plantas geneticamente modificadas ou de suas partes (CTNBio, 2002). Ainda, a Instrução Normativa nº 20 detalha as questões que devem ser respondidas para que uma planta possa ser avaliada quanto à segurança alimentar que devem esclarecer e detalhar questões sobre: o organismo doador; a planta receptora do gene; a proteína no OGM; qualidade nutricional; alergenicidade; outros efeitos adversos.

6. Obrigatoriedades de rotulagem de produtos contendo milho OGM

É de direito do consumidor obter a educação, divulgação e liberdade de escolha na compra de produtos que contém produtos geneticamente modificados, conforme o que está determinado no Artigo 6º do Capítulo III da Lei nº 8.078 de 1990, que dispõe sobre a proteção ao consumidor (BRASIL, 1990). Complementa Nodari e Guerra (2003) que, além disso, a informação no rótulo possibilita a rastreabilidade, pois, em casos de efeitos na saúde humana, os produtos rotulados seriam facilmente identificados e recolhidos.

Um alimento só é liberado se for seguro, mas ainda assim deve constar no rótulo as informações que propiciem à população decidir sobre o consumo de acordo com seus valores culturais, políticos e/ou éticos. No Brasil, o Decreto 4.680, de 24 de abril de 2003, estabelece que tanto os produtos embalados como os vendidos a granel ou in natura, que contenham ou que sejam produzidos a partir de organismos geneticamente modificados, com presença acima do limite de 1% do produto, deverão ser rotulados e o consumidor deverá ser informado sobre a espécie doadora do gene no local reservado para a identificação de ingredientes (BRASIL, 2003).

Para que o consumidor possa identificar o produto embalado que contém OGM em sua composição é exigido que contenha no rótulo da embalagem, em destaque, no painel principal e em conjunto com o triângulo com a letra “T”, conforme ilustrado na Figura 2. Se faz necessário também uma das expressões: “(nome do produto) transgênico”, “Contém (nome do ingrediente) transgênico)” ou “produto produzido a partir de (nome do produto) transgênico” (BRASIL, 2003).



Figura 2: Símbolo indicativo de conteúdo transgênico em embalagens de alimentos

Porém, é de senso comum que não é facilmente identificado nas prateleiras do supermercado um produto que contém OGM na sua formulação de ingredientes. Esse fato se dá pelo não conhecimento do consumidor dessa regulamentação e a falta de informação para que consiga identificar o símbolo, que por muitos ainda é despercebido.

De acordo com Andrade et al. (2009), em uma pesquisa feita pelo Instituto Brasileiro de Educação do Consumidor sobre Alimentos e Congêneres mostrou que o triângulo (Figura 2) foi associado por 72% dos consumidores a uma placa de trânsito e a perigo e atenção, em virtude da cor amarela. Em questionário aplicado a um grupo de 20 pessoas de maneira informal (via rede social) apresentou um resultado muito coerente com a afirmação anterior. Das 20 pessoas que responderam o questionário, 16 afirmaram não conhecer o símbolo e nunca o terem visto antes, dessas, 6 pessoas afirmaram que indica sinal de alerta ou perigo; Apenas 4 pessoas souberam responder qual a real função do símbolo e onde ele deve ser encontrado.

Os resultados de ambas as pesquisas mostram que as regulamentações sobre a rotulagem não atingiram o seu principal objetivo, o de oferecer informação e a oportunidade de escolha ao consumidor.

7. Considerações finais

Existem várias maneiras de se obter um produto geneticamente modificado, bem como, diversas finalidades para o desenvolvimento desses produtos. O uso de tecnologia para o desenvolvimento de OGM exige conhecimento amplo, além da estrutura do DNA das células, para que seja possível fazer essas modificações, é necessário também conhecer detalhadamente a função e todas as características do gene que será implantando e também do produto convencional.

Muitas tecnologias tem sido desenvolvidas nesse aspecto nos últimos anos, principalmente nos últimos 3 anos, a partir da liberação comercial de milho GM. Que pode favorecer a agricultura do país, de modo que ampliou a produtividade e tem como tendência passar a atender não só o desenvolvimento econômico, mas também a qualidade da alimentação de países que ainda apresentam elevado índice de pobreza e desnutrição. Para que essa perspectiva seja atingida, estão sendo desenvolvidas e avaliadas diferentes tipos de modificações genéticas para melhoria do valor nutricional desse cereal.

É demonstrado que o processo de avaliação para a liberação comercial de sementes e produtos geneticamente modificados destinados a alimentação humana e animal é muito rigoroso, mas ainda assim existem contradições políticas, culturais e religiosas quanto ao uso e comercialização desses produtos. Existem riscos quanto a esse tipo de cultura, mas que também são analisados e para evitar maiores conseqüências alguns cuidados dever tomados conforme as legislações vigentes.

Para que o consumidor esteja ciente do produto que está consumindo, é defendido pelo Código de Defesa do Consumidor, que seja informado se o produto que deseja adquirir

contém ou não produto GM. Foram comprovadas em algumas pesquisas, que somente a indicação na embalagem através da presença do símbolo indicativo não tem sido eficiente, visto que, aproximadamente 70% da população não sabe o significado do mesmo.

Com o avanço da ciência e da tecnologia, surgem muitas oportunidades de melhoria na agricultura mundial que enfrentam muitas controvérsias, essas que podem ser dadas pela falta de acesso às informações reais e completas da população em geral, apesar de elas estarem disponíveis para o livre acesso.

Referências

BRASIL. *Cadernos de Biossegurança e legislação.* Assessoria de Comunicação - Ministério da Ciência e Tecnologia - setembro/2002. Disponível em <http://www.ctnbio.gov.br/upd_blob/0000/8.pdf>. Acesso em 28 de outubro de 2011.

CARNEIRO, A. A.; CARVALHO, C. H. S.; CARNEIRO, N. P.; VASCONCELOS, M. J. V.; LOPES, M. A.; PAIVA, E. *Produção de plantas transgênicas de milho tropical via biobalística.* Congresso Nacional de Milho e Sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. Disponível em <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/484011/1/ProducaoPlantas.pdf>>. Acesso em 11 de outubro de 2011.

CTNBio. *Liberações comerciais de milho geneticamente modificados.2009* Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. Disponível em <<http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/14784.html>>. Acesso em 28 de outubro de 2011.

CTNBio. *Instrução Normativa n 20.* Dispõe sobre as normas para avaliação da segurança alimentar de plantas geneticamente modificadas ou de suas partes e dá outras providências. Publicada no DOU de 17 de janeiro de 2002. Disponível em <<http://www.anbio.org.br/legis/instrucao20.htm>>. Acesso em 28 de outubro de 2011.

CTNBio. *Parecer Técnico nº 1.100/2007.* Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. Disponível em <<http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/10931.html>>. Acesso em 28 de outubro de 2011.

CTNBio. *Resolução Normativa Nº 4, de 16 de agosto de 2007.* Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. Disponível em <<http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/4687.html>> . Acesso em 27 de Outubro de 2011.

CTNBio. *Guideline for the conduct of food safety assessment of foods derived from recombinant-DNA plants.* Comissão Nacional Técnica de Biossegurança, 2003. Disponível em <http://www.ctnbio.gov.br/upd_blob/0000/487.pdf>. Acesso em 27 de outubro de 2011.

BRASIL. *DECRETO N 4.680 2003* - Regulamenta o direito à informação, assegurado pela Lei no 8.078, de 11 de setembro de 1990. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/d4680.htm>. Acesso em 28 de outubro de 2011.

FOLHA DE SÃO PAULO. *Cientistas criam milho modificado com três genes.* Agência Estado, 2009. Disponível em <<http://www.estadao.com.br/noticias/geral,cientistas-criam-milho-modificado-com-tres-genes,361723,0.htm>>. Acesso em 27 de outubro de 2011.

GARCIA, J. J.; DUARTE, J. O. *Perspectivas do uso de sementes transgênicas na produção de milho no Brasil.* XLIV Congresso da SOBER. Sete Lagoas – Minas Gerais. Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 2006. Disponível em <<http://www.sober.org.br/palestra/5/179.pdf>>. Acesso em 11 de outubro de 2011.

HERNÁNDEZ, M. E. V.; ESQUIVEL, A. M. E. *Applied to foodstuffs derived from genetically-modified crops.* Revista Costarricense de Salud Pública vol. 17 no. 32 p. 52-57. 2008. Disponível em <<http://www.scielo.sa.cr/pdf/rcsp/v17n32/3759.pdf>>. Acesso em 28 de outubro de 2011.

LEITE, M. C. *A necessidade de identificação e rotulagem de alimentos geneticamente modificados.* Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Centro de Desenvolvimento Sustentável. 114p. 2003.

NODARI, R. O.; GUERRA, M. P. *Avaliação dos riscos ambientais de plantas transgênicas.* Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, V. 18, n.1, p.81-116, jan./abr. 2001.

NODARI, R. O.; GUERRA, M. P. *Plantas transgênicas e seus produtos: impactos, riscos e segurança alimentar (Biossegurança de plantas transgênicas)*. Revista de Nutrição Vol.16, nº 1. Campinas Jan/Mar. 2003. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52732003000100011>. Acesso em 28 de outubro de 2011.

PATTERNIANI, E. *Uma Percepção crítica sobre técnicas de manipulação genética*. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, V. 1, n.1, p.77-84, 2002. Disponível em <<http://rbms.cnpm.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/12/12>> . Acesso em 05 de Outubro de 2011.

PEDERSEN, J. *Application of substantial equivalence data collection and analysis*. Joint FAO/WHO Expert Consultation on Foods Derived from Biotechnology. Topic 2, 2000. Disponível em <<ftp://ftp.fao.org/es/esn/food/Bio-04.pdf>>. Acesso em 28 de outubro de 2011.

SILVA, G. J.; GUIMARÃES, C. T.; PARENTONI, S. N.; RABEL, M.; LANA, U. G. P.; PAIVA, E. *Produção de Aplóides andronegéticos em milho*. Documentos n. 81. Embrapa Milho e Sorgo – Sete Lagoas, Minas Gerais, 2009.

STONE, G.D. *The Anthropology of Genetically Modified Crops*. Annual Review of Anthropology, V.39, p.381-400. June 2010.

VASCONCELOS, V. D. B.; CARNEIRO, N. P. *Transformação genética de milho com construções gênicas contendo o gene AtDREB2A visando tolerância à seca*. Biblioteca Embrapa Milho e Sorgo – Sete Lagoas, Minas Gerais, 2010. Disponível em <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/855255/1/Transformacaoogenetica.pdf>>. Acesso em 11 de outubro de 2011.

VIEIRA, D. L. *Princípios da Precaução Versus Princípio da Equivalência Substancial e a Polêmica em Torno da Liberação dos Transgênicos no Brasil*. Consulta pública, 2007. Disponível em <http://www.pge.ac.gov.br/site/arquivos/bibliotecavirtual/revistas/revista05/Principio_daPrecaucao.pdf>. Acesso em 28 de outubro de 2011.

WATANNABE, E.; NUTTI, M. R. *Alimentos Geneticamente Modificados: Avaliação de segurança e melhorias de Qualidade em desenvolvimento*. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.1, n.1, p.1-14, 2002. Disponível em <http://www.cib.org.br/estudos/estudos_alimentares23.pdf>. Acesso em 28 de outubro de 2011.