Universidade de Brasília
Centro de Excelência em Turismo

ALIMENTOS TRANSGÊNICOS: VANTAGENS E BENEFÍCIOS

Hélio Felipe Machado

Monografia apresentada ao Centro de Excelência em Turismo da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Qualidade em alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Artur Mendes Bataus

Brasília

2004

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Centro de excelência em Turismo

Curso de Especialização em Qualidade em Alimentos

ALIMENTOS TRANSGÊNICOS: VANTAGENS E BENEFÍCIOS

Hélio Felipe Machado

Luiz Artur Mendes Bataus, Doutor em Biologia Molecular

Brasília, DF, 15 de junho de 2004

Machado, Hélio F.

Alimentos Transgênicos: Vantagens e Benefícios/Hélio F. Machado

18p.

Monografia (especialização) Universidade de Brasília. Centro de Excelência em Turismo. Brasília, 2004

Área de Concentração: Nutrição

ORIENTADOR: Luiz Artur Mendes Bataus

1- transgênico, 2- DNA, 3 – organismo Geneticamente Modificados. - Monografia

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos aqueles que de uma maneira ou outra contribuíram para que esta monografia fosse realizada. Em especial ao meu orientador, Prof. Dr. Luiz Artur Mendes Bataus, que com dedicação e apreço dispensou parte de seu tempo nessa difícil tarefa.

Quero também externar meus profundos agradecimentos a minha esposa que, com sabedoria e ternura soube compreender minhas dificuldades e me apoiar plenamente na execução desse trabalho.

Ao grupo CORAL, empresa em que trabalho, agradeço o apoio incondicional que me foi dado para realização desse curso.

ABREVIATURAS

- **DNA – Ácido desoxirribonucléico**
- **RNA – Ácido ribonucléico**
- **Tecnologia do DNA/RNA Recombinante – Tecnologia utilizada na transformação de plantas**
- **CTNBio – Comissão Técnica Nacional de Biossegurança**
- **Soja RR – Soja Roundap Red**

RESUMO

Organismos transgênicos ou organismos geneticamente modificados são plantas, animais ou microorganismos que têm seu código genético alterado, com o objetivo de alcançar melhoria em algum índice de desempenho. Sabe-se que hoje as plantas geneticamente modificadas oferecem variedades melhoradas e mais produtivas, traduzidas por plantas com menor custo de produção, resistentes a doenças e de maior valor nutricional. Os organismos geneticamente modificados (OGM) têm trazido muito temor à opinião pública e conseqüentemente, por falta de conhecimento, tem sido condenado seu consumo. Assim sendo, esse trabalho procura mostrar a importância dessa nova metodologia, como forma arrojada de auxiliar a agricultura na obtenção de alimentos mais completos e saudáveis ao homem. O objetivo desse trabalho também é o de ressaltar as vantagens dos alimentos transgênicos, capazes de surpreender a todos pela sua alta aplicabilidade.

Palavras Chaves: Transgênicos, DNA, organismos geneticamente modificados.

ABSTRACT

Transgenic organisms or genetically modified organisms are plants, animals or microorganisms that have its genome altered, with the objective of reaching improvement in some acting index. It is known that the plants genetically modified offer improved varieties and more productive, resulting in plants with smaller production cost, resistant to diseases and with larger nutritional value. The organisms genetically modified (OGM) have been bringing a lot of fear to the public opinion and consequently, for knowledge lack, its consumption has been condemned. Like this being, this work aim to show the importance of that new methodology, as heady form of aiding the agriculture in obtaining of more complete victuals and you greeted the man. The objective of this work is also it of standing out the advantages of the victuals transgenic, capable to surprise the whole ones for its high applicability.

Key-words: Transgenic, DNA, genetically modified organisms.

SUMÁRIO

1 Introdução 01

2 Objetivo 03

3 Discussão 04

3.1 Plantas geneticamente modificadas e suas aplicações 04

3.2 Plantas geneticamente modificadas: proteção contra pragas..... 06

3.3 Plantas geneticamente modificadas: melhoria na qualidade do produto..... 08

3.4 Plantas geneticamente modificadas: aumento da sustentabilidade do agricultor..... 10

3.5 Plantas geneticamente modificadas: produção de fármacos..... 11

4 Conclusões 14

5 Anexo 16

6 Referências bibliográficas 17

1 INTRODUÇÃO

Por milhares de anos, durante o processo de domesticação, as plantas têm sido selecionadas para o desenvolvimento de variedades mais produtivas ou mais adequadas para o consumo humano. Até o início deste século, o melhoramento de plantas era realizado ao acaso como uma arte, e não como ciência. Somente após o redescobrimento das leis de Mendel é que os princípios da genética foram reconhecidos e aplicados ao melhoramento de plantas. A maioria das variedades modernas, utilizadas para cultivo, originou-se da transferência de genes dentro da mesma espécie ou entre espécies relacionadas, através da hibridação sexual e posterior seleção. Algumas vezes, a espécie a ser melhorada não contém variabilidade genética suficiente para permitir o melhoramento desejado e conseqüentemente tem levado o melhorista a buscar novas tecnologias. Um dos pontos críticos do melhoramento convencional é a dependência da compatibilidade sexual entre a espécie que se pretende melhorar e a espécie doadora do gene que controla o caráter de interesse. Com os avanços obtidos na técnica do DNA recombinante e nos métodos de transformação genética de plantas, tornou-se possível introduzir no genoma de um determinado organismo genes de organismos filogeneticamente distantes, ampliando o "pool" gênico da espécie a ser melhorada, ultrapassando os limites impostos pela incompatibilidade sexual (Moda-Cirino, 2001).

As plantas geneticamente modificadas, conhecidas como plantas transgênicas, têm sido utilizadas como uma ferramenta no melhoramento de vegetais e possuem grande aplicabilidade. No entanto, atualmente, essas têm sido alvo de muitas discussões na comunidade em geral, especialmente a científica. Porém, acredita-se que o receio em relação ao uso de inovações dessa natureza irá desaparecer gradativamente à medida que a população for mais bem informada.

A introdução dos transgênicos, portanto, abre novas perspectivas para o melhoramento dos alimentos tornando-se fundamental para o desenvolvimento da agricultura e, certamente trará benefícios na luta contra a fome e a desnutrição, justificando assim as vantagens e benefícios para a população.

2 OBJETIVO

O presente trabalho visa o esclarecimento do que são os alimentos geneticamente modificados, bem como ressalta suas vantagens e benefícios ao ser humano.

3 DISCUSSÃO

3.1 Plantas Geneticamente Modificadas e suas Aplicações

As plantas geneticamente modificadas são aquelas que sofreram o processo de transformação genética utilizando-se as técnicas do DNA/RNA recombinante. Daí, serem também denominadas de transgênicas.

A ciência de plantas geneticamente modificadas está ainda em um estágio inicial, possibilitando a transferência de poucos genes em um "background" genético contendo milhares de genes. A tecnologia para desenvolver uma modificação de um gene particular está em estado recente, como também os métodos para avaliar os prováveis e atuais resultados dessas modificações. Atualmente, as características que mais prontamente são manipuladas usando a tecnologia do DNA recombinante, são aquelas controladas por um único e bem caracterizado gene (Moda-Cirino, 2001).

A primeira planta transgênica foi obtida em 1983 e a partir dessa data um aumento substancial de pesquisas e esforços ao redor do mundo estão sendo direcionados para essa área, tanto em setores públicos como privados. Em 2000, a área global cultivada com plantas transgênicas foi superior a 44 milhões de hectares (CTNBIO, 2004).

Globalmente, cerca de 40 plantas geneticamente modificadas estão liberadas para plantio e comercialização. Os EUA cultivaram cerca de 70% do total, a Argentina 14%, o Canadá 9%, a China 3% e outros 9 países, 4%. Os cultivos transgênicos de maior expressão foram soja (53%), milho (27%), algodão (9%) e canola (8%) (Pereira, 2001) .

Os principais genes inseridos conferem às plantas tolerância a herbicidas (69%), resistência a insetos (21%), a combinação de tolerância a herbicida e resistência a insetos (7%) e resistência a vírus (3%). Em pequena escala, estão os cultivos de plantas transgênicas que conferem melhor qualidade aos alimentos, e em desenvolvimento, plantas para obtenção de fármacos (James, 1999).

No Brasil, cerca de 700 hectares foram cultivados com plantas transgênicas, em experimentos de campo. A soja resistente ao herbicida glifosato (soja RR) obteve parecer favorável para comercialização, emitido pela CTNBio, estando o plantio sob julgamento. As liberações planejadas de plantas transgênicas no país, analisadas caso a caso, estão listadas no quadro 1 (CTNBIO, 2004).

Atualmente existe uma grande área de plantas transgênicas cultivadas no mundo sendo que, devido à grande pressão que a comunidade Européia está fazendo com relação ao uso de plantas transgênicas, houve uma pequena diminuição de área plantada no cultivo de 1999 para a safra de 2000 nos Estados Unidos.

Basicamente, a primeira geração de plantas transgênicas está relacionada à melhoria de características agronômicas, ou seja, resistência a insetos e doenças, e tolerância a herbicidas. A capacidade de variedades transgênicas aumentar a produtividade e reduzir os custos de produção tem sido demonstrada nos casos de plantas resistentes a vírus, insetos, herbicidas, em que a taxa de aumento na produção é da ordem de 5% a 10%, e de alguns herbicidas, até 40% (Herrera-Estrella, 1999).

Outras modificações que incluem aumento na absorção de nutrientes, tolerância a estresse abiótico como seca, calor, salinidade, toxicidade de alumínio, etc., encontram-se em estudo e poderão ser importantes para países em desenvolvimento, onde o principal objetivo é aumentar rendimentos com uma redução de insumos. A fixação simbiótica de nitrogênio em cereais também está sendo explorada (Silva-Filho & Falco, 2001).

3.2 Plantas Geneticamente Modificadas: proteção contra pragas

De acordo com Pereira (2001) os principais genes disponíveis para transformação de plantas são os que conferem resistência a herbicidas ou a pragas (BT – *Bacillus Thurigiensis*). Contudo, gradativamente começam a surgir outros genes que alteram características de qualidade dos alimentos. No futuro, outros genes que afetam características agronômicas mais complexas, como resistência a estresses, além de características específicas como óleos com cadeias menos saturadas e proteínas vegetais mais equilibradas poderão ser explorados (quadro 1).

Como pode ser notado, são diversas as contribuições da biotecnologia; entre elas estão: o aumento da produtividade, da qualidade; a redução de custos e o aumento da sustentabilidade do agricultor, já que essas novas tecnologias podem colaborar na implantação de sistemas produtivos ambientalmente mais seguros (Pereira, 2001).

Quadro 1. Tipos e origem de genes que estão sendo introduzidos em plantas cultivadas (Pereira, 2001).

MODIFICAÇÃO GENÉTICA	PRODUTO TRANSGÊNICO	ORIGEM DO GENE	PLANTA MODIFICADA
Resistência à pragas			
Vários insetos pragas	Proteína inseticida de BT	*B. thurigiensis*	Algodão, milho
Vários insetos pragas	Inibidores de tripsina	*V. unguiculata*	Fumo
Caruncho	Proteína arcelina	*P. vulgaris*	Inseticida natural
Resistência a fungos			
Alternária longipes	Quitinase	*S. marscens*	Fumo
Rhizoctonia solani	Endoquitinase	*P. vulgaris*	Fumo e feijão
Resistência a vírus			
Mosaico dourado	Parte do vírus	Geminivirus	Feijão e tomate
Estresses abióticos			
Tolerância a cádmico	Metaltothionein proteins	Rato	Fumo
Proteção contra geada	Proteína antifreeze	*P. americanus* (peixe)	Tomate, fumo
	Glicerol 3 P. acetiltransferase	*A. thaliana*	Fumo
Herbicida			
Resistência glifosato	EPSP Synthase e Glyphosate oxydose	Várias plantas e Microorganismos	Soja, algodão, milho, tomate, Feijão, milho, Batata
Resistência Glufosinato	Glufosinato de amônio	*Klebsiella ozaenae*	
Bromoxynil Bromixilase	Nitrilase-esperifica		
Qualidade do produto			
Aumento de manitol	Manitol dihidrogenase	*Escherichia coli*	Fumo
Aumento de proteína	Ovallumina	Galinha	Alfafa
Aumento de vitamina A		*Erwinia uredovora*	Arroz
		Narcissus pseudonarcissus	
Químicos especiais			
Soro-albumina (as)	Humana	*Homo sapiens*	Batata
Cor de flor	Dihidroflovonal 4 reductase	*Zea mays*	Petunia

3.3 Plantas Geneticamente Modificadas: melhoria na qualidade do produto.

Uma nova geração de plantas transgênicas começa a despontar no mercado, resultado das pesquisas e do seqüenciamento de genes de espécies de interesse agronômico: os denominados Projetos Genomas. O seqüenciamento dos genes e o estudo de suas funções permitem a manipulação de processos metabólicos visando à obtenção de alimentos de melhor qualidade. Dentre os produtos em desenvolvimento, convém ressaltar a melhoria da qualidade de diferentes óleos, e também a alteração da composição dos nutrientes, particularmente sobre níveis de proteína, aminoácidos essenciais e outros micronutrientes (Kishore & Shewmarker, 1999; Facciotti et al., 1999).

A primeira característica introduzida alterando a qualidade do produto, foi o desenvolvimento do tomate longa vida. A identificação e manipulação de genes que codificam enzimas envolvidas com o amadurecimento de frutos, tem permitido a obtenção de plantas transgênicas de várias espécies apresentando frutos com coloração, textura, tempo de armazenamento e características de processamento melhorados (Grierson e Schuch, 1994).

Outros exemplos incluem modificações genéticas para alterar a quantidade de diferentes ácidos graxos nas plantas. A canola com alta produção de ácido láurico, um ácido graxo normalmente não presente nesta espécie, foi a primeira cultura geneticamente modificada visando alterações nos ácidos graxos, a ser comercializada. O desenvolvimento de sementes de soja com aumento na concentração de ácidos graxos polinsaturados e decréscimo na produção de ácidos graxos monoinsaturados, providenciando a produção de alimentos mais saudáveis, também ilustram exemplos de modificação nas características das sementes. Modificações no genoma da soja têm levado ao aumento na produção de isoflavonas, que estão associadas à redução do colesterol. Outro enfoque é a utilização de plantas de soja para a produção de ácido vernólico e ácido ricinólico, derivados do ácido oléico que são utilizados na fabricação de tintas, plásticos e lubrificantes, eliminando a necessidade de modificações químicas que produzem

resíduos que poluem o ambiente. A utilização de plantas como fábricas para a produção do ácido graxo gama linolênico também vem sendo estudada (Mazur et al., 1999).

A modificação genética também tem sido empregada para aumentar a quantidade de proteínas específicas. Diferentes estratégias têm sido utilizadas para aumentar o nível de certos aminoácidos ou proteínas. Em alguns casos basta aumentar a expressão de alguns genes endógenos; em outros casos, genes modificados ou sintéticos são introduzidos ou o ciclo de biossíntese do aminoácido é alterado. Obtenção de milho com alto teor de lisina, para ser utilizado na alimentação animal (Mazur *et al*., 1999), plantas transgênicas de diversas espécies de leguminosas com uma elevação no teor de metionina ao redor de 5 a 10% do total de proteína na semente (Muntz *et al*., 1998 citado por Moda-Cirino, 2001), ilustram as mudanças que continuamente estão sendo efetuadas no metabolismo das plantas através da engenharia genética.

A melhoria na qualidade de um produto, visando o processamento industrial, já é uma realidade. A melhoria da qualidade da farinha de trigo para panificação tem sido obtida através da alteração da expressão de genes que codificam sub unidades de glutenina de alto peso molecular (HMW-GS) (Moda-Cirino, 2001). Progressos também têm sido obtidos no sentido de controlar os danos causados pela germinação dos grãos nas espigas na pré-colheita. Trigo transgênico expressando proteínas capazes de inibir a ação de enzimas hidrolíticas, ou que codificam inibidores de alfa amilase tem sido obtido (Henry et al., 1994).

Muitas plantas possuem compostos naturais que possuem propriedades tóxicas, como a solanina em batata e glicosídeos cianogênico em mandioca. Estudos visando reduzir o acúmulo de limarina, um glicosídeo cianogênico presente em raízes e folhas de mandioca vêm sendo realizados. Recentemente o ciclo de síntese e o sítio celular de armazenamento de limarina foram detectados, em adição as enzimas cianogênicas limarase e hidroxinitrileliase, e os respectivos genes que as codificam foram clonados. Muitas questões referentes a síntese,

transporte e acúmulo de glicosídeos cianogênicos estão sendo estudados e posteriormente irão contribuir para o desenvolvimento de plantas transgênicas com reduzidos teores de cianogênio (Moda- Cirino, 2001).

3.4 Plantas Geneticamente Modificadas: aumento da sustentabilidade do agricultor.

A degradação de micotoxinas em plantas como uma estratégia para melhorar a qualidade de grãos está sendo empregada. As fumosinas são micotoxinas produzidas por *Fusarium moniliforme* e em algumas espécies relacionadas, as quais causam doenças em espigas de milho. Essas toxinas, fumosinas, causam grande impacto na cadeia alimentar, afetando a saúde humana, animal e vegetal. Genes que codificam enzimas responsáveis pela degradação da fumosina foram isolados de fungos e bactérias, e através da super expressão dos mesmos em plantas, alimentos mais seguros para o consumo humano e animal poderão ser obtidos (Duvick, *et al*., 1997).

Algumas das pesquisas com transgênicos estão sendo direcionadas para a adição de genes que conferem características com pouco valor comercial, mas com um grande valor social. O arroz (*Oryza sativa* L.), constitui a principal fonte de alimento para mais de dois bilhões de pessoas e não contém beta caroteno no endosperma das sementes, que é um precursor da vitamina A. Com o suporte da Fundação Rockefeller a engenharia genética foi utilizada como uma ferramenta para possibilitar a síntese de beta caroteno no endosperma das sementes.

A modificação genética do arroz para produzir beta-caroteno no grão que posteriormente é convertido em vitamina A no organismo humano, resultou no arroz transgênico denominado de "golden rice". Esse arroz geneticamente modificado apresenta uma coloração amarelo dourada e contém beta caroteno suficiente para suprir as necessidades de vitamina A na dieta de pessoas como os Asiáticos, por exemplo, que têm o arroz como a principal fonte de alimento. Com a mesma finalidade de melhorar a qualidade nutricional do arroz é que genes que aumentam consideravelmente a disponibilidade de ferro também foram

incorporados. A melhoria na composição de aminoácidos também foram obtidos, através da incorporação de um gene de ervilha (*Pisum sativum*) que codifica a síntese de legumina (Leg A), tendo como promotor o gene da glutelina do arroz (Gt1). A análise da segregação da legumina em plantas transgênicas sugeriu herança mendeliana monogênica, sendo que a proteína de reserva de sementes de grãos de leguminosas foram expressas no endosperma de sementes de arroz transgênicos (Moda-Cirino, 2001).

As plantas transgênicas são economicamente atrativas e eficientes como uma alternativa para o sistema que envolve microorganismos na produção de biomoléculas (Parizzoto et al., 2000). Avanços na biotecnologia tornaram possível a exploração de plantas como biorreatores para a produção de proteínas, carboidratos e lipídeos.

3.5 Plantas Geneticamente Modificadas: produção de fármacos.

Finalmente, a terceira geração de plantas transgênicas, com previsão para entrar no mercado em meados da próxima década, tem por objetivo a produção de produtos de interesse industrial (plástico biodegradável, lubrificantes industriais, matéria-prima para detergentes, enzimas de interesse industrial etc.) ou farmacêutico (vacinas, hormônios, anticorpos, fatores de coagulação, entre outros), ou seja, o uso de plantas como reatores biológicos para a produção de biomoléculas (biorreatores).

Plantas transgênicas que expressam proteínas para uso farmacêutico ou industrial representam uma alternativa econômica para os sistemas tradicionais de produção através da fermentação. Vandekerckhove et al. (1989) realizaram um dos trabalhos pioneiros nesse ramo, onde o neuropeptídio leu-encefalina (um analgésico opióide) foi produzido em *Brassica napus* (canola), como parte de uma proteína de reserva da semente, a albumina 2S. Outras proteínas usadas como

fármacos já foram sintetizadas em plantas, como o fator de crescimento epidérmico, eritropoietina, interferon, proteína C humana, glucocerebrosidase, entre outras (Goddijn & Pen, 1995; Cramer et al., 1996).

As plantas transgênicas também estão sendo testadas para a produção de antígenos vacinais. Diversas abordagens têm sido usadas para obtenção de vacinas a partir de plantas, sendo as “vacinas comestíveis” as mais promissoras, pela redução nos custos e facilidade de administração, uma vez que dispensariam todos os recursos necessários para a produção e distribuição das vacinas (Langridge, 2000). Buscando demonstrar que proteínas produzidas em plantas transgênicas são capazes de induzir resposta imune nos animais, Mason et al. (1992) introduziram, em tabaco, o gene codificador da proteína de superfície do vírus da hepatite B (HBV), ligado a um promotor constitutivo. Os autores revelaram através de imunoensaios a presença da proteína viral em extratos das folhas transformadas, indicando a viabilidade da expressão de antígenos exógenos em plantas para uso em vacinas. Posteriormente, Thanavala et al. (1995) demonstraram que a proteína viral obtida nos extratos das folhas transformadas era capaz de induzir resposta imune “in vivo”.

A mesma estratégia foi utilizada na produção dos antígenos vacinais da toxina termolábil (LT) de *Escherichia coli* enteropatogênica e toxina colérica (CT) de *Vibrio cholerae*. Segundo Parizzoto et al. (2000), Haq et al. (1995) demonstraram a formação espontânea de estruturas pentaméricas LT-B idênticas às naturais, em batatas transgênicas. Os antígenos recombinantes produzidos em batatas foram capazes de produzir resposta imune e proteção parcial em camundongos (Mason et al., 1998) e no homem (Tackett et al., 1998). Tubérculos de batata transgênicos expressando um antígeno bacteriano, estimulou respostas imunológicas humoral e mucosal quando foram consumidos como alimentos. Plantas transgênicas expressando antígenos para hepatite B, diarréia bacteriana (*Escherichia coli*) e diarréia virótica (Norwalk vírus) foram relatadas. Estes resultados evidenciam o uso de plantas como um veículo para a produção de vacinas.

Fragmentos do gene que codifica a beta caseína, uma proteína do leite humano, foram introduzidos em batata (*Solanum tuberosum*) sobre o controle do promotor bidirecional manopinasintetase que é induzido por auxina, sendo utilizado *Agrobacterium tumefaciens* como vetor. A presença do DNA humano que codifica a beta caseína foi detectada através de PCR e southern blot. A beta caseína foi identificada nas folhas e nos tubérculos (Moda-Cirino, 2001). Plantas de batata transgênicas que sintetizam insulina humana também foram obtidas, sendo que futuramente poderá ser utilizada por pacientes diabéticos (Arakawa *et al*., 1998). Como já mencionado, futuramente, com o avanço nas pesquisas genômicas, a gama de genes com potencial para desenvolver novas cadeias bioquímicas em plantas irá aumentar. Brevemente teremos o desenvolvimento dos alimentos curados, onde fatores que causam alergias serão removidos (Moda-Cirino, 2001).

4 CONCLUSÕES

Pelas características que podem ser alteradas através da engenharia genética, pode-se concluir que a aplicabilidade das plantas transgênicas são imensas, porém uma das grandes polêmicas é como maximizar o seu potencial de uso e ao mesmo tempo minimizar os riscos.

Uma vez que a pesquisa é de grande importância na área em questão, o Brasil não pode se render à alienação tecnológica e continuar utilizando tecnologias ultrapassadas, que contribuam para a poluição de seus solos com inseticidas e outros defensivos agrícolas altamente residuais. Excluir os produtores brasileiros das novas tecnologias, que são seguras, representa um desserviço à produção de alimentos no país. É importante sim, que os produtos desenvolvidos pela biotecnologia continuem sendo rigorosamente avaliados para que então possam ser oferecidos com segurança à população. Pode-se concluir que:

- A afirmação de que os transgênicos fazem mal à saúde e ao meio ambiente, tem sido feita de forma irresponsável, sem que haja nenhuma comprovação técnico-científica que sustente essas informações.
- A comercialização de produtos transgênicos e sua rotulagem esbarra em uma série de disputas econômicas, entravando a liberação desses produtos.
- Estudos comprovam que os alimentos geneticamente modificados não causam nenhum tipo de risco para a saúde humana ou para o meio ambiente.
- Os alimentos geneticamente modificados podem ser considerados instrumentos mais eficientes à disposição da ciência para enfrentar os desafios alimentares das próximas décadas.

- O desenvolvimento de plantas geneticamente modificadas implica sobremaneira na utilização racional dos recursos naturais através dos benefícios tecnológicos.
- Os alimentos geneticamente modificados precisam ser vistos como uma alavanca para a agricultura e um parceiro na luta contra a fome, as doenças e as adversidades que conduzem à miséria humana.

5 ANEXO.

Maiores informações sobre Organismos Geneticamente Modificados podem ser obtidos através dos sites.

http:www.usda.gov/biotech/OECD/usregs.htm

http:www.mct.gov.br

http://www.cntbio.gov.br

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

CNTBIO. Normas técnicas. Disponível em < http://www.cntbio.gov.br> Acesso em março de 2004.

CRAMER, C.L.; Weissenborn, D.L.; Oishi, K.K.; Grabau, E.A.; Bennett, S.; Ponce, E.; Grabowski, G.A.; Radin, D.N. Bioproduction of human enzymes in transgenic tobacco. **Annals of New York Academy of Sciences**, v.792 p. 62-71, 1996

DUVICK, J. *et al*., **Proceedings of the 3 rd Intenational Symposium Daisen, Tottori**, Japan, 24 – 29 August, 1997. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands. p. 369 – 381, 1998.

FACCIOTTI, M.T.; Bertain, P.B.; Yuan, L. Improved stearat phenotype in trangenic canola expressing a modified acul-acyl carrier protein thiosterase. **Nature Biotechnology**, v.17, p.593-597, 1999.

GODDIJN, O.J.M. & Pen, J. Plants as biorreactors. **Trends in Biotechnology**, v. 13, p. 379-387, 1995.

GRIERSON, D.; & Schuch, W. **The production and uses of genetically transformed plants**, Chapman & hall Ltd. , London, UK, p. 53-62, 1994.

HAQ, T.A.; Mason, H.S.; Clements, J.D.; Arntzen, C.J. Oral immunization with a recombinant bacterial antigen produced in transgenic plants. **Science** v. 268, p. 714-716, 1995.

HENRY, R. J. *et al*., **Proceedings of the Royal Australian Chemistry Institute, Cereal Chemistry Division Symposium on Improvement of Cereal Quality by Genetic Engineering**, Sydney, Australia, 12 – 16 September 1993. Plenum publishing Corporation, New York, USA, p. 129 – 132, 1994

HERRERA-ESTRELLA, L. Trangenic plants for tropical regions: Some considerations about their development and their transfer to the small farmer. **Procedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.** v.96, p. 5978-5981, 1999.

JAMES, C. **Global Review of Commercialized Transgenic Crops: 1998**. ISAAA Briefs Nº 12. ISAAA: Itahaca, NY, pp 8, 1999.

JAMES, C. **Global Status of Commercialized Transgenic Crops: 1999**. ISAAA Briefs Nº 17. ISAAA: Itahaca, NY, pp 65, 2000.

KISHORI, G.M. ; Shewmarker, C.. Biotechnology: enhancing human nutrition in developing and developed worlds. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v.96, p.5968-5972, 1999.

MASON, H.S.; Lam, D.M.K.; Arntzen, C.J. Expression of hepatitis B surface antigen in transgenic plants. **Proceedings of the National Academy of Sciences USA**. v. 24, p.11745-11749, 1992.

MAZUR, B. *et al*., Gene discovery and product development for grain quality traits. **Science**, v. 285, p. 372 – 375, 1999.

MODA-CIRINO, V. Plantas Transgênicas: perspectivas e uso. In: **Anais do I Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas**. Goiânia, 2001.

MODA-CIRINO, V. *Mini Curso sobre Biossegurança* In: **Anais I Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas**. Goiânia, 2001a.

PARIZZOTO, E.A.; De Luca, P.C.; Jungmann, L.; Kemper, E.L.; Silva, A.C; Leite, A. Plantas como biorreatores. **Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**. Ano III, n.17, Nov-Dez, p. 12 – 17, 2000.

PEREIRA, P.A.A. Plantas Transgênicas: perspectivas e uso. In: **Anais do I Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas**. Goiânia, 2001.

SILVA-FILHO, M.C. & Falco, M.C. Plantas Transgênicas no Melhoramento. In: Nass, L.L.; Valois, A.C.C., Melo, I.S. de; Valadares-Inglis, M.C. **Recursos Genéticos & Melhoramento: Plantas**, p.1011-1056, 2001.

THANAVALA, Y.; Yang, Y.F.; Lyons, P.; Mason, H.S.; Arntzen, C. Immunogenicity of transgenic plant-derived hepatitis B. **Proceedings of the National Academy of Sciences USA**, v.92, p. 3358-3361, 1995.

TAYLOR, S.L. Nutrition Abstracts and Reviews, Series A, **Human and Experimental**. v.11, p. 1163-1168, 1997.

VANDEKERCKHOVE, J.; Van Damme, J.; Van Lijsebettens, M.; Botterman, J.; De Block, M.; Vandewielle, M.; De Clerq, A.; Leemans, J.; Van Montagu, M.; Krebbers, E. Enkephalins produced in transgenic plants using modified 2S seed storage proteins. **Bio/Techonology** v.7, p. 929-932, 1989.