



**Universidade de Brasília  
CET- Centro de Excelência em Turismo**

**Pós-graduação *Lato Sensu***

**Curso de Especialização em Tecnologia de Alimentos**

**Rayane Balsamo**

**A importância qualitativa e quantitativa da soja transgênica  
para a segurança alimentar**

Brasília-DF  
Fevereiro, 2007



**Universidade de Brasília  
CET- Centro de Exelência em Turismo**

**Pós-graduação *Lato Sensu***

**Curso de Especialização em Tecnologia de Alimentos**

**RAYANE BALSAMO**

**A IMPORTÂNCIA QUALITATIVA E QUANTITATIVA DA  
SOJA TRANSGÊNICA PARA A SEGURANÇA ALIMENTAR**

**Monografia apresentada como requisito parcial  
à obtenção do título de especialista em  
Tecnologia de Alimentos, Curso de  
Especialização em Tecnologia de Alimentos do  
Centro de Exelência em Turismo da  
Universidade de Brasília.**

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Cristina Maria  
Monteiro Machado**

**Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Linda G. Reis**

**Brasília – DF  
Fevereiro 2007**

**Universidade de Brasília  
CET- Centro de Exelência em Turismo**

**RAYANE BALSAMO**

**A IMPORTÂNCIA QUALITATIVA E QUANTITATIVA DA  
SOJA TRANSGÊNICA PARA A SEGURANÇA ALIMENTAR**

**Monografia apresentada como requisito parcial  
à obtenção do título de especialista em  
Tecnologia de Alimentos, Curso de  
Especialização em Tecnologia de Alimentos do  
Centro de Exelência em Turismo da  
Universidade de Brasília.**

**Aprovada em:     /     /**

---

**Profª. Drª. Cristina Maria Monteiro Machado  
Vínculo institucional  
Orientadora**

**BALSAMO, Rayane**

**A importância Qualitativa e Quantitativa da Soja Transgênica para a Segurança Alimentar / Rayane Balsamo.**

**Monografia – Curso de Especialização em Tecnologia de Alimentos.**

**Brasília – DF, 5 de Fevereiro de 2007.**

**Orientadora: Cristina Maria Monteiro Machado**

**1. Soja Transgênica    2. Segurança Alimentar    3. Food Security  
4. Food Safety**

### **DEDICATÓRIA**

Dedico esse trabalho a minha família, especialmente meus irmãos Sandor e Yuri e minha mãe que me lembra todos os dias, com o seu exemplo, que a vontade e a perseverança são essenciais em um caminho de sucesso.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha orientadora e Professora Doutora Cristina Machado pelo apoio de extrema disponibilidade em me ajudar neste trabalho e também a professora Doutora Linda G. Reis que me iniciou no que diz respeito ao mundo da biotecnologia e seus vários aspectos .

**EPÍGRAFE**

“Impossível significa somente que você ainda não encontrou a solução”.

Anônimo

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo mostrar as implicações qualitativas e quantitativas da soja transgênica para a segurança alimentar. A segurança alimentar é analisada sob dois ângulos de aplicação. O primeiro é o qualitativo (*food safety*) que busca oferecer produtos livres de contaminação química, biológica, física ou de outras substâncias, que põem em risco a saúde do homem e assegura alimentos saudáveis para o consumidor. O segundo (*food security*) significa garantir o acesso ao alimento que supra as calorias diárias necessárias para cada ser humano, para assim poder erradicar a fome da maioria da população do globo. Nesse contexto, analisou-se o tema alimentos transgênicos, dando especial atenção à soja transgênica. A pesquisa bibliográfica foi realizada por meio de um estudo exploratório sobre os conceitos de segurança alimentar, alimentos geneticamente modificados, de fome, bem como sobre os conceitos de qualidade alimentar (*food safety*) e quantidade alimentar (*food security*), que possibilitou a discussão teórica deste trabalho. A partir da análise da literatura conclui-se que as características funcionais da soja transgênica são as mesmas da soja convencional, além de não existirem estudos afirmando ou negando os danos que a soja transgênica causaria ao consumidor. Por outro lado, a soja transgênica não erradicaria a fome, devido à distribuição desigual alimentos no mundo, pois o aumento da produção alimentar, por si só, não basta para melhorar a segurança alimentar.

Palavras-chave: Soja Transgênica, Food Safety, Food Security, Segurança Alimentar.

## ABSTRACT

The aim of this monographic work is to show the qualitative and quantitative implications of the transgenic soy for the safety of the alimentation. The alimentation safety is analyzed under two angles. The first is the qualitative (food safety) that propose to offer products free from chemical, biological, physics and other substances contamination, that put in risk the man's health and it assures healthy for the consumers. The second (food security) it means to guarantee the access to the food that supplies the necessary daily calories for each human being, in order to eradicate the hunger of most of the population of the globe. In that context, the theme of transgenic was analyzed with special attention to the transgenic soy. The bibliographical research was accomplished through an exploratory study on alimentation safety's concepts, organism genetically modified, of hunger, as well as on the concepts of food safety and food security. That made possible the theoretical discussion of this work. Starting from the analysis of the literature it is concluded that the functional characteristics of the transgenic soy are the same of the conventional soy. Besides, the literature does not confirm or deny the damages that the transgenic soy would cause to the consumer. On the other hand, the transgenic soy would not eradicate the hunger; due to the unequal distribution of the food in the world, and also because of the increase of the food production, by itself, is not enough to improve the food supply.

Keywords: Transgênic soy, Food Safety, Food Security .

**SIGLAS, SÍMBOLOS E ABREVIATURAS**

COSMEA	Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CTNBIO	Comissão Técnica Nacional de Biossegurança
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
IBASE	Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
ISO	International Standard Organization
OGM	Organismos Geneticamente Modificados
ONU	Organização das Nações Unidas
MEC	Ministério da Educação
MS	Ministério da Saúde
RIMA	Relatório de Impacto no Ambiente
SEAB	Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná
UnB	Universidade de Brasília
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Objetivos.....	15
1.1.2 Geral.....	15
1.1.3 Específicos .....	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	16
2.1 As dimensões - qualitativa e quantitativa - da segurança alimentar .....	16
2.2 O transgênico: resultado de um processo biotecnológico.....	18
2.2.1 O transgênico: um alimento geneticamente modificado .....	21
2.3 A soja: um alimento milenar.....	22
2.3.1 A soja no Brasil.....	23
2.4 A soja transgênica e a segurança alimentar .....	27
2.4.1 O controle do plantio e do consumo da soja transgênica no Brasil .....	27
2.4.2 Aspectos qualitativos da soja transgênica para a segurança alimentar.....	29
2.4.3 Aspectos quantitativos da soja transgênica como subsidio da segurança alimentar .....	33
3 METODOLOGIA .....	38
4 CONCLUSÃO .....	39
5 REFERÊNCIAS .....	40

## 1 INTRODUÇÃO

Um quarto da população mundial está exposto à insegurança alimentar, ou seja, não tem acesso às calorias diárias necessárias para ter uma vida ativa e saudável. Que seja visto sob o prisma dos princípios éticos ou humanitários, a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) dita que a segurança alimentar significa garantir que todas as pessoas tenham acesso, a qualquer momento, ao alimento de que necessitam para levar uma vida saudável e ativa (GEORGE, 2000).

Nas últimas décadas as descobertas de novas biotecnologias vegetais resultantes dos avanços das ciências da vida nas áreas de enzimas e células imobilizadas, de DNA recombinante, de fusão celular, de anticorpos monoclonais, possibilitaram descobrir os organismos geneticamente modificados (OGM), conhecidos como transgênicos (REIS, 1999). Os alimentos transgênicos segundo o INMETRO (2002), são aqueles que foram geneticamente alterados, em laboratório, para adquirir resistências a pragas, agrotóxicos ou outras finalidades. Por meio de técnicas de engenharia genérica é possível manipular as características genéticas de um organismo, introduzindo material hereditário de outras espécies.

Estes alimentos vêm sendo anunciados como um recurso de amplas possibilidades de solucionar o problema de segurança alimentar, não só em termos de quantidade suficiente para alimentar aqueles que não têm ainda esse direito, mas também em termos de qualidade nutricional (REIS, 1999).

Nesse contexto, as potencialidades das revolucionárias biotecnologias transgênicas têm gerado perspectivas animadoras de garantia de segurança qualitativa e quantitativa de alimentos para a maioria da população do globo que em pleno século XXI, perece de fome (REIS, 1996).

No ponto de convergência dessa questão, encontramos a soja. Essa planta milenar já conhecida pelos chineses a mais de 2.500 anos antes de Cristo tem propriedades nutricionais excepcionais para um vegetal, pois é rica em proteínas de alto valor biológico (PERREIRA, 2003). Ao mesmo tempo a cultura da soja está sujeita, durante todo o seu ciclo, ao ataque de diferentes espécies de insetos

capazes de causar perdas significativas no rendimento da cultura e por isso necessitam ser controlados. Apesar de os danos causados na cultura da soja serem, em alguns casos, alarmantes, não se indica a aplicação preventiva de produtos químicos, pois, além do grave problema de poluição ambiental, a aplicação desnecessária eleva os custos da lavoura e contribui para o desequilíbrio populacional dos insetos (EMBRAPA SOJA, 2006). Em perspectiva de melhorar a produção e diminuir os custos além de mercado foi desenvolvida a soja geneticamente modificada mais conhecida como transgênica (ECHEBERRIA, 2001).

Em função disso, existem vários tipos de soja transgênicas sendo desenvolvidas atualmente. A mais conhecida e plantada comercialmente é uma planta que recebeu, por meio de técnicas da biotecnologia, um gene de um outro organismo capaz de torná-la tolerante ao uso de um tipo de herbicida, o glifosato<sup>1</sup>. Essa novidade chegou ao campo pela primeira vez nos Estados Unidos, na safra de 1996. No ano seguinte, os agricultores argentinos também já aderiram à novidade (EMBRAPA, 2006).

No Brasil, o histórico da introdução da soja transgênica começa com a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBIO) que em 1997 autoriza, pela primeira vez, a realização de testes de campo para fins de pesquisa com a soja transgênica *Roundup Ready* (RR), tolerante ao herbicida glifosato. No mesmo ano é negada a autorização do plantio comercial enquanto não regulamentar a comercialização de OGMs, pois não foram realizados estudos de impacto ambiental. Em 1998, a CTNBIO exige que as atividades de cultivo sejam monitoradas. A instrução abre oportunidade para registro comercial de cinco cultivares RR junto ao Ministério da Agricultura. Em 1999, o IBAMA (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente) ingressa na ação movida pela Greenpeace pela necessidade da apresentação dos Estudos de Impacto Ambiental. Em 2000, o plantio para fins de estudos científicos continua autorizado baseado nas normas de biossegurança. Em 2002, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) aprova resolução que obriga o licenciamento ambiental e o EIA-RIMA (Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto no

---

<sup>1</sup>O glifosato é um produto comumente utilizado pelos agricultores no controle de plantas daninhas e limpeza de áreas antes do plantio de uma cultura. Suas moléculas se ligam a uma proteína vital da planta, impedindo seu funcionamento e ocasionando sua morte.

Ambiente) para liberação de qualquer produto geneticamente modificado no ambiente (EMBRAPA 2006).

Por esses motivos existem várias interfaces que podem ser destacadas quando se fala de alimentos transgênicos. Entre eles existem estudos sobre os parâmetros de alergenicidade, toxicidade bem como o surgimento de patógenos alimentares resistentes e alteração na qualidade nutricional desses alimentos que são destacados pela sua importância em relação à segurança alimentar do consumidor (NODARI e GUERRA, 2003).

Portanto, neste trabalho monográfico serão mostradas as implicações não só qualitativas como também quantitativas da produção da soja transgênica na segurança alimentar do homem e do meio ambiente. Neste sentido, o estudo se fundamenta nas seguintes questões:

- quais são as implicações da produção da soja transgênica em termos quantitativos e qualitativos na segurança alimentar?
- as características quantitativas da soja transgênica suprem as necessidades fundamentais da sua concepção como alimento?
- as características qualitativas da soja transgênica garantem a saúde do consumidor?

Este trabalho monográfico é dividido em cinco partes: A primeira parte é a introdução onde se contextualiza o tema da soja e da segurança alimentar. A segunda parte, faz a revisão de literatura. Esta abrange uma análise histórica e panorâmica sobre a soja como um alimento de grande importância para a saúde. Trata também das implicações da soja transgênica na segurança alimentar seja de forma qualitativa (*food safety*) tanto quantitativa (*food security*). Na terceira parte, descreve-se a metodologia usada para produzir o presente trabalho monográfico. Na quarta parte a conclusão responde a questão problema do trabalho e finalmente, lista-se, na quinta parte as referências bibliográficas.

Neste sentido, o estudo se fundamentará na seguinte questão: quais são as implicações da produção da soja transgênica em termos quantitativos e qualitativos na segurança alimentar?

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.2 Geral

Esta pesquisa bibliográfica tem como objetivo mostrar as implicações qualitativas e quantitativas da soja transgênica na segurança alimentar.

### 1.1.3 Específicos

- Mostrar como a soja transgênica se desenvolveu a partir da evolução das biociências;
- Examinar o processo biocientífico de desenvolvimento da soja transgênica como uma nova biotecnologia;
- Analisar as qualidades nutricionais da soja transgênica para a segurança alimentar do homem;
- Avaliar se os alimentos transgênicos podem contribuir para a erradicação da fome no mundo.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 AS DIMENSÕES - QUALITATIVA E QUANTITATIVA - DA SEGURANÇA ALIMENTAR

A segurança alimentar é um conceito que aparece sob dois enfoques de aplicação: o qualitativo (*food safety*) e o quantitativo (*food security*).

O primeiro é qualitativo, quer significar a garantia de alimentos seguros para o consumidor, no âmbito da saúde coletiva. Em função disso, Spers & Kassouf (1996) definem um alimento seguro qualitativamente como livre de contaminação química (agrotóxicos), biológica (organismos patogênicos), física ou de outras substâncias que põem em risco a saúde do homem, do animal e do meio ambiente.

Para a FAO (1994) o conceito de *food safety* “é a garantia em se consumir um alimento isento de resíduos que prejudiquem ou causem danos à saúde”.

A segurança alimentar e a relação entre o alimento e a saúde humana concretizam-se quando ela se expressa em melhoria da qualidade de saúde e de vida do ser humano. Nesta perspectiva, a segurança alimentar vai muito além da garantia de uma quantidade diária suficiente de alimentos para todos (CUNHA, 2005).

É importante notar que hoje, no mundo, os problemas de saúde decorrentes da ingestão de uma dieta qualitativamente inadequada são tão graves quanto aos problemas decorrentes da falta absoluta de acesso aos alimentos. Os alimentos ingeridos têm que ser de boa qualidade do ponto de vista higiênico-sanitário e nutricional. Ademais, a composição da dieta e a qualidade de vida são fundamentais para um bom estado nutricional e para a preservação da saúde (MALUF, *et al.*, 1996).

A partir desse princípio, a garantia do direito à alimentação adequada implica em diversos objetivos de políticas, tendo em vista a amplitude e a abrangência das questões envolvidas na garantia permanente da alimentação e nutrição a todos os cidadãos. Em linhas gerais a solução desse problema envolve quatro diferentes conteúdos e campos de políticas quanto à garantia: 1) a da produção e da oferta de produtos provenientes da agricultura; 2) do direito de acesso aos alimentos; 3) de

qualidade sanitária e nutricional dos alimentos; e 4) de conservação e controle da base genética do sistema agroalimentar, que se refere à falta de acesso. Grosso modo, os dois primeiros conteúdos se vinculam aos temas relacionados à expressão inglesa *food security*, enquanto que os demais refletem as discussões expressas no âmbito do termo *food safety* (PESSANHA, 1998).

Portanto no que se refere ao segundo enfoque, o quantitativo (*food security*) a Internacional Standard Organization (ISO) (2005) refere-se à segurança alimentar como a totalidade das características de um produto ou serviço que suportam a sua capacidade para satisfazer necessidades específicas ou implícitas. Isso quer dizer que a quantidade alimentar é o direito de acesso ao alimento que supra as calorias diárias necessárias para cada ser humano com o objetivo de erradicar a fome da maioria da população do globo, dando-lhe a garantia de uma saúde e, portanto de qualidade de vida.

É importante evidenciar que, numa perspectiva mundial de *food security*, a média das disponibilidades energéticas alimentares por pessoa é estimada em 2.720 quilo-calorias por dia, com a seguinte composição: 66% de glicídios, 23 % de lipídios e 11% de proteínas. Os países industrializados lideram a lista, com 3.340 quilo-calorias por dia contra os 2.060 quilo-calorias por dia dos países mais pobres. Nos países em transição, a média quilo-caloria foi calculada em 2.850 quilo-caloria por dia (FAO, 1996).

Após estas considerações o uso da soja transgênica pode estar ligado intimamente ao conceito de segurança alimentar nos dois enfoques analisados. Em função disso, no que diz respeito às características qualitativas da soja transgênica existem vários prós e contras.

As primeiras discussões que surgiram sobre os alimentos transgênicos e a segurança alimentar qualidade se origina do conceito de transgênico, ou seja, um organismo transgênico quando, por meio de técnicas de engenharia genética, é adicionado material genético de espécies diferentes. O debate surge, pois a presença de genes originários de um outro organismo, introduzindo material hereditário de outras espécies de seres vivos (vegetais ou animais) nos alimentos

pode provocar riscos à saúde e ao meio ambiente, além de suscitar questões econômicas, sociais e éticas (INMETRO, 2006).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) (2006) no que diz respeito à atenção pública existe o aspecto do risco da equação risco-benefício. A pouca confiança do consumidor nos alimentos transgênicos. Essencialmente os consumidores questionam a validade das avaliações de risco, tanto com relação a riscos à saúde do consumidor como ao meio ambiente, mantendo um enfoque especial nos efeitos em longo prazo. Outros tópicos para debate pela organização dos consumidores incluem a alergenicidade e a resistência antimicrobiana. Até o momento não existem pesquisas que afirmam nem negam o risco do consumo de alimentos transgênicos para a saúde humana.

Ao mesmo tempo devemos tratar o enfoque quantitativo para a segurança alimentar no uso da soja transgênica. Inicialmente os alimentos transgênicos surgiram também para suprir a fome com o aumento da produção de alimentos visto a diminuição do custo de produção da soja transgênica e conseqüentemente o menor custo do produto final. Isso porque esta planta é tolerante a um tipo específico de herbicida e/ou resistente a insetos, assim pode-se reproduzir o consumo de agroquímicos convencionais (MONSANTO, 2004).

Esta é uma visão simplista visto que de acordo com Van Der Weid (2005) o problema da fome e da miséria não é a escassez de alimentos, mas a má distribuição de riqueza produzida.

## 2.2 O TRANSGÊNICO: RESULTADO DE UM PROCESSO BIOTECNOLÓGICO

As ciências e as tecnologias da vida tornaram-se, ao longo dos séculos, os elementos vitais das relações científicas e tecnológicas internacionais. À medida que estas relações foram se consolidando os seus valores passaram a determinar o desenvolvimento econômico e social das sociedades participantes do progresso destes setores (REIS, 2001).

Os processos biotecnológicos tiveram sua primeira aplicação pelo ser humano por volta do ano 4.000 a.C. , quando as antigas civilizações gregas e

egípcias utilizavam leveduras para fermentar cerveja, vinhos e pães. Esses processos não tiveram grandes avanços, passando por um período de estagnação biotecnológica. Mas no final do século XIX, com a descoberta da lei da hereditariedade, pelo austríaco Gregor Mendel, que, através de seus experimentos com ervilhas, verificou-se a transmissão de características de geração para geração (FISCHER, 2002).

As descobertas realizadas ao longo dos séculos serviram de fundamento para a intensificação dos estudos do início do século XX no campo do melhoramento genético controlado de plantas (REIS, 1996).

Nos anos 1950, com a descoberta da estrutura de dupla hélice do DNA, pelos cientistas - James Watson e Francis Crick - passou-se a entender “como as informações genéticas eram armazenadas nas células, como estas informações eram duplicadas e como eram transmitidas de geração para geração” (SILVA, 2001, p. 28).

Assim, FISCHER, (2002) enfatiza que as mudanças introduzidas no campo da genética, desde a descoberta da estrutura do DNA nos anos 50, e a clonagem de animais, culminada com a produção em laboratório da ovelha Dolly, em 1997 marcam a emergência da genética como ciência que começa a inter-relacionar a vida à economia de mercado.

O grande desafio de produzir novas e revolucionárias biotecnologias começou; superada a fase de experimentação pura e os temores iniciais sobre as potencialidades de perigo da engenharia genética, as novas biotecnologias passam da ficção para a realidade com a qual devem enfrentar não só os centros de pesquisa acadêmicos e industriais, como os consumidores. Depois de um período de maturação científica, todos - pesquisadores, empresários e governos - começaram a querer participar do sonho de transformar a natureza, sob forma de genes, em novos produtos, bens e serviços de origem vegetal susceptíveis de entrar no mercado agroalimentar, farmacêutico global. Essas técnicas de manipulação da vida transformaram o perfil do sistema de pesquisas biocientíficas e biotecnológicas em nível nacional e internacional, vale dizer, de produção de biociências e de biotecnologias vegetal e animal (REIS, 1996).

Nas últimas décadas, as descobertas de novas biotecnologias vegetais resultantes dos avanços das ciências da vida nas áreas de enzimas e células imobilizadas, de DNA recombinante (DNAr), de fusão celular, de anticorpos monoclonais, possibilitaram descobrir os organismos geneticamente modificados (OGM), conhecidos como alimentos transgênicos. Estes vêm sendo anunciados como um recurso de amplas possibilidades para solucionar o problema de segurança alimentar, não só em termos de quantidade suficiente para alimentar aqueles que não têm ainda esse direito, mas também em termos de qualidade nutricional (SILVA, 2001).

Em 1982, houve a primeira aplicação comercial desta técnica, com a produção em ampla escala da insulina humana para o tratamento da diabetes, sendo este o primeiro produto comercial obtido por meio da “moderna” biotecnologia (FISCHER, 2002).

Em 1994, passou a ser comercializado, nos Estados Unidos, o primeiro alimento geneticamente modificado. Tratava-se do tomate *Flavr-Savr*, com amadurecimento retardado (tomate longa vida), o qual permitia a sua colheita no tempo certo e aumento no tempo de estocagem, tanto no varejo, como na residência do consumidor (EMBRAPA, s.d.).

O Brasil é um dos países com o maior potencial para a geração de plantas transgênicas do planeta. Isso porque sua diversidade de fauna, flora e microorganismos o colocam no patamar de um dos maiores centros de megadiversidade biológica. Estima-se que este país possui cerca de 20% do total existente de biodiversidade do planeta. No caso de plantas superiores, o Brasil possui cerca de cinquenta e cinco mil espécies, o que corresponde ao redor de 21% do total de 267 mil espécies já classificadas em todo o mundo. Esta alta concentração de genótipos revela o elevado número de genes tropicais e genomas funcionais, com cerca de 16,5 bilhões de genes. Em complementação a essa riqueza *in situ*, o país é possuidor de um largo acervo de genótipos conservados *ex situ*, com mais de 250 mil acessos de recursos genéticos disponíveis para a prospecção molecular e a utilização em programas de melhoramento genético e em outras ciências afins (VALOIS, 1998).

Dessa forma, biodiversidade vegetal do Brasil se constitui em uma significativa vantagem comparativa na área de alimentos funcionais, como é o caso da soja. Essas possibilidades têm aventado ótimas expectativas para o desenvolvimento estudos nos centros de pesquisa- públicos e privados - do país (REIS, 2000).

### 2.2.1 O transgênico: um alimento geneticamente modificado

A história das ciências da vida mostra que a modificação genética de plantas por meio das técnicas de biotecnológicas é uma prática milenar que se consolida, no século XXI, com a técnica de transgêna de plantas (REIS, 2002).

A palavra transgênico indica transformação, modificação ou alteração da carga genética (animal ou vegetal) por meio de técnicas genéticas específicas (FIORATI, *et al* 2003).

Os alimentos transgênicos são aqueles que sofreram, por intermediário de técnicas de Engenharia Genética, alterações na sua estrutura, onde alguns de seus genes são distintas dos que possuíam na estrutura natural (FISCHER, 2002).

A Lei nº. 8974 de 5 de janeiro de 1995 art. 3º, inciso IV, conceitua organismos geneticamente modificados (OGM) como “organismos cujo material genérico tenha sido modificado por qualquer técnica de engenharia genética” (FISCHER 2002).

Assim, transgênico é qualquer organismo que tenha sido modificado geneticamente por meio das técnicas e métodos da Engenharia Genética, que introduz em um organismo, uma ou mais seqüências de DNA original dos de uma outra espécie ou mesmo a seqüência modificada do DNA da mesma espécie. (FIORATI *et al*, 2003).

Portanto, desde a manipulação dos genes, em laboratório, até chegar ao mercado, o desenvolvimento de uma planta transgênica envolve, de acordo com a EMBRAPA (2000, p, 74) basicamente as seguintes etapas:

- “identificação e caracterização do gene de interesse (característica desejada)”;

- introdução do gene na planta a ser transformada; obtenção do evento-elite (planta transgênica expressando a característica gene no nível desejado);
- introdução do evento elite no programa de melhoramento;
- testes experimentais de biossegurança; produção de sementes;
- “lançamento das sementes no mercado”

Paralelamente, ocorrem etapas fundamentais referentes aos aspectos da propriedade intelectual, segurança alimentar e ambiental dos produtos transgênicos que serão lançados no mercado. O processo completo leva de cinco a sete anos e necessita de participação de equipe multidisciplinar altamente capacitada (EMBRAPA,1999).

As pesquisas que conduzem esse processo biocientífico com plantas modificadas estão sendo utilizadas como biofábricas, para que produzam, por exemplo, anticorpos contra vírus e bactérias (vacinas), fatores de crescimento, insulina e outros fármacos de interesse econômico e social (VALOIS, 2001).

A disponibilidade de produtos geneticamente melhorados deverá também aumentar incluindo não somente a produção de plantas contendo características que beneficiam os agricultores (tolerância a herbicidas, resistência a doenças, insetos e fatores bióticos e abióticos) como também características que beneficiam os consumidores (plantas com modificação de teores de óleo, enzimas, proteínas, vitaminas) (EMBRAPA, 2000).

### 2.3 A SOJA: UM ALIMENTO MILENAR

Para melhor entender como a soja pode auxiliar na quantidade e qualidade da segurança alimentar, é necessário fazer um breve histórico sobre esse grão milenar, analisando algumas suas características.

A soja pertence à família *Leguminosae*, subfamília *Faboideae* e ao gênero *Glycine* é um grão silvestre que tem origem na China Antiga. As primeiras citações do grão aparecem no período entre 2883 e 2838 a.C. quando a soja era considerada sagrada ao lado do arroz, do trigo, da cevada e do milho. Um dos primeiros

registros do grão está no livro *Pen Ts'ao Kong Mu*, que descrevia as plantas da China ao Imperador Sheng-Nung (PERREIRA, 2003).

Assim, desde o ano 2.838 a.C. que a soja é mencionada como um dos principais produtos alimentícios da civilização chinesa. Sendo, portanto, um dos mais antigos cultivos mundo. A partir da China, a soja foi levada para diversos países e hoje é considerada um dos alimentos mais importantes para a saúde da humanidade (EMBRAPA, 1999).

Apesar de ser conhecida e consumida pela civilização oriental por milhares de anos, a soja só foi introduzida na Europa no final do século XV, como curiosidade, nos jardins botânicos da Inglaterra, França e Alemanha (MEDEIROS, 2004).

A soja que hoje cultivamos é muito diferente da de outrora, pois eram plantas rasteiras que se desenvolviam na costa leste da Ásia, principalmente ao longo do rio Yangtse, na China. A manipulação genética da soja foi uma evolução que começou com o aparecimento de plantas oriundas de cruzamentos naturais entre duas espécies de soja selvagem que foram domesticadas e melhoradas por cientistas da antiga China (EMBRAPA, 2003).

Esse processo, que começou pelos chineses produziu, ao longo dos tempos, mutações naturais resistentes a certos ambientes de cultivo, tais como solo, condições hídricas e climáticas diferentes, bem como os primeiros cruzamentos e melhoramentos desta leguminosa que daria origem a muitas variedades, as quais se encontram na China. Pelas suas ricas propriedades nutricionais, a soja é a principal fonte de proteínas da dieta chinesa e desempenha um importante papel nas indústrias agro-alimentícias da China (SILVA, 2001).

### **2.3.1 A soja no Brasil**

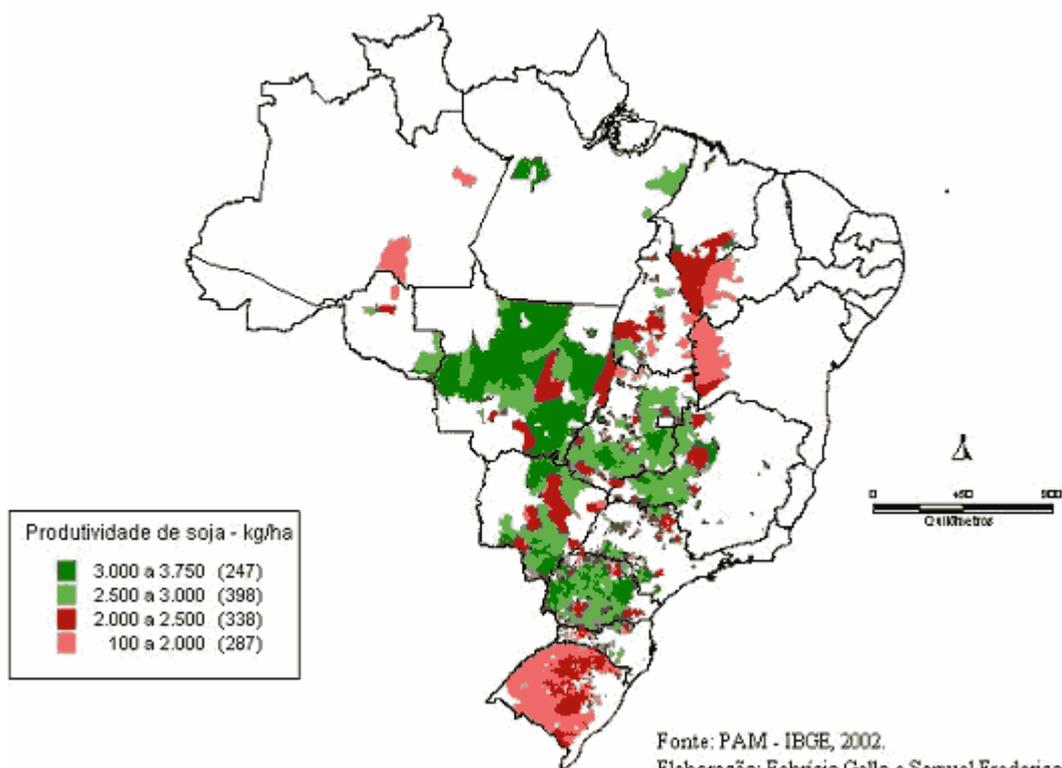
A soja só foi introduzida no Brasil em 1882. Primeiro na Bahia, depois em São Paulo, no ano de 1892, chegando no Rio Grande do Sul, em 1900 (ECHEBERRIA, 2001).

No final da década de 1960, dois fatores internos impulsionaram o Brasil a investir na produção comercial da soja, o que mais tarde influenciaria o mercado

mundial de sua produção. O primeiro deles ocorreu quando o trigo era ainda a principal cultura do Sul do Brasil. O rápido desenvolvimento da cultura da soja na região sul do Brasil deve-se à necessidade de o agricultor ter que reaproveitar a infra-estrutura da lavoura de trigo, que ficava ociosa nas estações mais quentes do ano, e a conseqüente necessidade de encontrar uma leguminosa para substituí-lo nesse período. O segundo fator é que nesse período, o Brasil também iniciava um esforço para produzir suíno e ave para o mercado. Essa produção gerou uma demanda de consumo para o farelo de soja. A produção da soja passou, assim, a ser uma necessidade estratégica (MEDEIROS 2003 e VALOIS, 2000).

A explosão do preço da soja no mercado mundial, em meados de 1970, despertou ainda mais o interesse dos agricultores e do próprio governo brasileiro nesse produto. Isso porque, o país se beneficia de uma vantagem competitiva em relação aos outros países produtores deste produto, pois o escoamento da safra brasileira ocorre na entressafra americana, quando os preços atingem as maiores cotações. Assim, desde então, o país passou a investir em ciência e tecnologia para adaptação da cultura da soja às condições brasileiras (MEDEIROS 2003).

#### Produtividade de soja por município em 2002 - kg/ha



fonte: <http://www.comciencia.br/200407/noticias/2/soja.htm>

Todo o programa de melhoramento da soja está alicerçado em ampla variabilidade genética que permita a obtenção de novas cultivares com maior adaptação as diferentes condições ambientais, mais produtivas e especialmente mais resistentes as pragas, as doenças e às condições adversas. A cultura da soja no Brasil tem utilizado os genes, especialmente trazidos dos Estados Unidos, como fonte para a obtenção das cultivares que tornaram o país o segundo maior produtor de soja do mundo (EMBRAPA, 1999).

Na Tabela 1 a seguir são mostrados, em ordem decrescente de quantidade produzida no Brasil em 2005 segundo os principais produtos, a área plantada, a área colhida, o rendimento médio e a participação da cultura no total da produção de cereais, leguminosas e oleaginosas segundo o IBGE (2005).

TABELA 1: Principais cereais, leguminosas e oleaginosas produzidos no Brasil

Produtos	Área plantada (ha)	Área colhida (ha)	Produção obtida (t)	Rendimento médio (kg/ha)	Varição absoluta da quantidade produzida em relação ao ano anterior (t)	Valor da produção (1 000 R\$)
<b>Total</b>	<b>49.179.980</b>	<b>47.650.065</b>	<b>112.696.930</b>	-	<b>(-) 6.792.944</b>	<b>48.206.453</b>
Soja (em grão)	23.426.731	22.948.849	51.182.050	2.230	1.632.109	21.758.251
Milho (em grão)	12.258.232	11.558.556	35.134.330	3.039	(-) 6.653.228	9.464.896
Aroz (em casca)	3.998.233	3.915.667	13.191.885	3.369	(-) 85.123	4.993.658
Trigo (em grão)	2.363.390	2.360.696	4.658.790	1.973	(-) 1.160.056	1.413.409
Feijão (em grão)	3.965.673	3.748.407	3.021.495	806	54.488	3.475.850
Algodão herbáceo (1)	1.265.553	1.258.308	2.309.681	1.836	(-) 83362	6.072.515
Sorgo granífero (em grão)	814.457	788.186	1.520.539	1.929	(-) 638.333	279.863
Aveia (em grão)	369.961	367.921	522.428	1.419	62.902	152.305
Cevada (em grão)	144.511	144.511	326.251	2.257	(-) 70.909	113.045
Amendoim (em casca)	136.207	135.834	314.906	2.318	78.418	280.980
Triticale (em grão)	136.085	134.868	278.333	2.063	56.131	65.375
Mamona (baga)	242.057	230.911	168.059	727	29.314	95.675
Girassol (em grão)	48.668	47.792	60.735	1.270	(-) 16.601	36.023
Centeio (em grão)	4.683	4.543	6.109	1.344	1.794	2.356
Algodão arbóreo (1)	5.539	5.016	1.339	267	(-) 489	2.252

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Produção Agrícola Municipal, 2005.

(1) corteção de algodão. No caso do valor da produção a informação refere-se ao corteço mais a fibra.

A Embrapa Soja e a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia vêm trabalhando em colaboração para o aumento da disponibilidade, caracterização, avaliação e conservação da variabilidade genética da soja, a fim de oferecer e

manter os recursos genéticos que dão suporte aos trabalhos de melhoramento no país.

No ano de 1999, foram introduzidos da Austrália, alguns acessos de germoplasmas de soja perene, estudos realizados nos Estados Unidos, sugerem que estes podem conter genes de resistência a algumas doenças da soja anual (*Glycine max* L.). São eles: *Glycine clandestina*, *Glycine latrobeana*, *Glycine tabacina*, *Glycine tomentella*, *Glycine canascens*, *Glycine falcata* e *Glycine latifolia*. (EMPRAPA, 1999)

Assim, a soja (*Glycine max* (L) Merrill) é a cultura com maior área de cultivo no Brasil, com 17,4 milhões de hectares e a expansão de sua área de plantio deve-se principalmente ao bom momento comercial no país e no mundo e às facilidades de adaptação da soja em diferentes regiões e ambientes (CARPENTIERI-PÍPOLO *et al.*, 2005). O Brasil é considerado o segundo maior produtor de soja, pois é o responsável por 25% das 184 milhões de toneladas da safra mundial, depois dos Estados Unidos. A safra de 2003/2004 foi cultivada 21,2 milhões de hectares com uma produção de 49,8 milhões de toneladas e uma produtividade média de 2343 kg/ha (CONAB, 2004). Em 2005, com uma produção de 51,2 milhões toneladas de grãos, segundo dados do IBGE (2005) o Mato Grosso e Mato Grosso do Sul juntamente com Paraná e Goiás estão na lista dos Estados maiores produtores da cultura, representando 70,5% da produção nacional. Nesse sentido, O Mato Grosso é o principal produtor de soja (35% do total). Em seguida, aparecem Paraná (19%), Goiás (14%), Mato Grosso do Sul (7%), Minas Gerais (6%), Rio Grande do Sul e Bahia (com 5% cada um), São Paulo (3%), Maranhão (2%) e os demais estados produtores (5%). O valor da produção de soja em 2005 somou R\$ 21,758 bilhões. A tonelada custou, em média, R\$ 425,11, o que representou uma queda acentuada em relação a 2004, quando o valor era de R\$ 658,48. Os dez maiores municípios produtores de soja estão na Tabela 2.

Portanto, a soja comprovou, nas últimas décadas, que chegou para ficar na mesa do consumidor brasileiro. Primeiro foram os óleos e margarinas à base do produto, que aos poucos substituíram os derivados de amendoim, milho e algodão, até então as únicas alternativas à gordura animal. Hoje, a oleaginosa esta presente em uma infinidade de produtos, desde os leite de soja, as bebidas com suco de

fruta, farinhas e complementos alimentares, até sopas industrializadas, bombons, sorvetes, iogurtes, hambúrgueres, pratos congelados, pães, massas e biscoitos. (PERREIRA, 2003).

TABELA 2: Os dez maiores municípios produtores de soja no Brasil.

UF	Município	Área colhida (ha)	Produção obtida (t)	Rendimento médio (kg/ha)	Varição da produção em relação ao ano anterior (%)	Participação no total da produção nacional (%)	Valor da produção (1000 R\$)
MT	Sorriso	578.356	1.804.669	3.120	6,90	3,53	635.243
MT	Sapezal	376.577	1.166.679	3.098	22,16	2,28	480.963
MT	Campo Novo do Parecis	343.301	1.071.099	3.120	21,73	2,09	410.231
MT	Nova Mutum	333.780	1.068.156	3.200	24,83	2,09	432.069
MT	Diamantino	300.000	918.000	3.060	25,44	1,79	367.200
MT	Lucas do Rio Verde	221.906	744.436	3.355	40,95	1,45	285.119
BA	São Desidério	269.485	743.779	2.760	0,67	1,45	327.263
GO	Rio Verde	265.000	715.500	2.700	17,45	1,40	286.200
MT	Primavera do Leste	277.389	684.558	2.468	-7,08	1,34	280.669
MT	Campos de Júlio	214.915	627.767	2.921	25,85	1,23	244.829

Fonte: IBGE 2006

## 2.4 A SOJA TRANSGÊNICA E A SEGURANÇA ALIMENTAR

### 2.4.1 O controle do plantio e do consumo da soja transgênica no Brasil

O cultivo da soja geneticamente modificada no Brasil tem sido muito discutido desde 1995. As controvérsias sobre o consumo dos alimentos transgênicos conduziram o governo, a partir de então a criar uma legislação que controlasse o cultivo de plantas geneticamente modificadas, mais especificamente a soja transgênica. A Lei de Biossegurança (897/95) foi autorizada no Brasil, somente em caráter experimental. Em 1998 a CTNBIO (Comissão Técnica Nacional de Biossegurança) autorizou o cultivo da soja modificada *Roundup Ready*, da empresa de biotecnologia Monsanto para a venda ao público (CTNBIO, 2000).

Em função disso, existem vários tipos de soja transgênicas sendo desenvolvidas atualmente. A mais conhecida e plantada comercialmente é uma

planta que recebeu, por meio de técnicas da biotecnologia, um gene de um outro organismo capaz de torná-la tolerante ao uso de um tipo de herbicida, o glifosato<sup>2</sup>. Esse gene foi extraído de uma bactéria do solo, conhecida por *Agrobacterium*, e patentado por uma empresa privada. Estruturalmente, é muito parecido com os genes que compõem o genoma de uma planta. Quando inserido no genoma da soja, tornou a planta resistente à aplicação do herbicida. Essa novidade chegou ao campo pela primeira vez nos Estados Unidos, na safra de 1996. No ano seguinte, os agricultores argentinos também já aderiram à novidade. Com a nova tecnologia, ficou mais fácil para os agricultores controlarem a planta daninha sem afetar a soja (EMBRAPA, 2006).

O diferencial da soja transgênica *Roundup Ready* é que ela é uma planta mais resistente ao principal ingrediente do herbicida *Roundup* (também produzido pela Monsanto) o glifosato. Na soja comum, essa resistência é muito pequena e inibe a produção da proteína na soja. A soja modificada possibilita a síntese das proteínas mesmo sob altas doses de herbicida, o que em teoria deixa a planta mais resistente e, portanto mais produtiva (VALOIS, 2000).

Os três principais argumentos que têm sido apresentados para justificar a cultura da soja transgênica de tipo *Roundup Ready* (RR) no Brasil segundo Dias, (2005) se resumem em:

- a) eliminar a necessidade de aplicação de vários tipos de herbicidas, propiciando economia de custos;
- b) verificar a eficácia plena do herbicida *Roundup* (no extermínio de todo tipo de ervas e inços prejudiciais à soja), significando maior produtividade;
- c) a redução da contaminação ambiental, diante da eliminação da variedade de herbicidas que seriam utilizados em uma plantação convencional.

---

<sup>2</sup>O glifosato é um produto comumente utilizado pelos agricultores no controle de plantas daninhas e limpeza de áreas antes do plantio de uma cultura. Suas moléculas se ligam a uma proteína vital da planta, impedindo seu funcionamento e ocasionando sua morte.

Por outro lado, os que são contrários ao plantio da RR e de outros transgênicos questionam a falta de estudos imparciais e aprofundados sobre o impacto destes organismos na saúde e no meio ambiente, além de colocar em dúvida os propalados efeitos positivos sobre a economia individual e coletiva nacional, pois há um monopólio nesse sentido que ao permite uma visão objetiva (GREENPEACE, 2004).

As qualidades dos alimentos *in natura* e industrializados nas várias fases de transformação em geral e da soja transgênica em particular estão essencialmente asseguradas pelas políticas públicas dos órgão governamentais competentes (MARIUZZO, 2005).

Assim, o que se tem discutido é o fato que não existe ainda um denominador comum para a questão entre as duas correntes: aqueles que são a favor e os que são contra o plantio e uso da soja transgênica. Na verdade os efeitos – negativos e positivos – da soja transgênica para o consumidor e o meio ambiente somente saberemos no futuro .

#### **2.4.2 Aspectos qualitativos da soja transgênica para a segurança alimentar**

Segundo Yamada (2003) a grande quantidade de ferro e de proteína estimulou o aumento do uso e do consumo da soja. As pesquisas com a soja têm mostrado que essas propriedades nutricionais têm capacidade de recuperação de indivíduos anêmicos. No passado, os estudos sobre a soja baseavam-se somente na sua quantidade de ferro total, não considerando as frações solúveis (mais biodisponíveis) das insolúveis (que são mais difíceis de serem absorvidas). Portanto, o consumo da soja como alimento vem aumentando, consideravelmente nos últimos anos, graças à divulgação das suas propriedades funcionais, como o teor de óleo e proteína do grão, as quais na segunda década do século XX, começam a despertar o interesse das indústrias alimentícias do mundo (MEDEIROS, 2004).

O êxito na aceitação de produtos especiais, como os alimentos funcionais, reside nas evidências sobre os efeitos saudáveis de certas substâncias contidas nos alimentos, reforçando a idéia de que a alimentação é um fator crítico para a

manutenção da saúde e redução do risco de certas doenças. Os alimentos funcionais, entre os vários conceitos existentes, podem ser definidos como “alimentos que contêm níveis significativos de componentes ativos biologicamente que trazem benefícios à saúde, além da nutrição básica”. Outra definição seria “substância que pode ser um alimento ou parte de um alimento que proporciona benefícios médicos ou de saúde, incluindo a prevenção e tratamento de doenças” (CANDIDO, CAMPOS, CÂNDIDO, 1995, p. 193).

Em sua grande maioria, os compostos bioativos podem ser ingeridos através dos alimentos *in natura* ou, então, isolado e inserido em outro produto. Os carotenóides são encontrados em frutas e verduras e desempenham funções na prevenção de câncer da próstata, pulmão e cólon e participam da constituição do pigmento macular da retina humana (GRUENWALD e FREDER, 2001; BRUNO e WILDMAN, 2001; POLAZZA *et al.*, 2002).

A soja, entre os alimentos de origem vegetal, é um grão que possui um dos maiores teores de proteína e uma elevada quantidade de ferro (de 9 a 13 mg/100g), que possui boa biodisponibilidade. O termo biodisponibilidade, relacionado ao ferro, é a fração do ferro alimentar capaz de ser absorvida pelo trato gastrointestinal e subsequentemente armazenada e incorporada ao grupo heme da hemoglobina (BIANCHI *et al.*, 1992).

O ferro dos alimentos de origem animal é mais bem absorvido do que o de alimentos de origem vegetal, mas são esses últimos que contribuem com 90% da ingestão dietética desse mineral nos países desenvolvidos e com até 100% nos países em desenvolvimento (BIANCHI *et al.*, 1992).

As isoflavonas da soja reduzem o risco de doenças cardiovasculares, osteoporose, mal de Alzheimer, câncer de mama, esôfago, próstata, pulmão e cólon retal (CANDIDO, CAMPOS, 1996 p. 99)

Por essas características a soja é um alimento que é nutricionalmente qualitativamente interessante em termos de segurança alimentar.

Por outro lado é essencial entender se existem diferenças na composição da soja convencional respeito à soja transgênica. Cromwell *et al* (2002) avaliou,

comparativamente, o uso da soja tolerante ao herbicida glifosato (soja *Roundup Ready*) e de um cultivar de soja convencional na alimentação de porcos. As análises indicaram que a composição das duas cultivares foi similar (considerando perfil de aminoácidos, fósforo, cálcio, fibra e gordura). O ganho de peso dos animais a partir da alimentação com rações contendo os dois tipos de soja não apresentou diferenças. Carcaças foram avaliadas por ultra-sonografia e não foram verificadas diferenças entre animais que consumiram soja GM e soja convencional. Os resultados deste estudo, claramente, indicam que a soja RR e convencional são essencialmente equivalentes na composição e no valor nutricional para o crescimento e para a performance de suínos.

Em média, a soja possui 40% de proteínas, 20% de lipídios (óleo), 5% de minerais e 34% de carboidratos (açúcares como glicose, frutose e sacarose, fibras e os oligossacarídeos como rafinose e estaquiose) e não possui amido (EMBRAPA 2006).

A soja transgênica, por ser um alimento manipulado geneticamente pode gerar suspeita para o consumidor quando a sua qualidade e os efeitos danosos que podem aparecer com o passar dos anos. Isso porque, ainda não existem dados científicos negando ou afirmando, os efeitos maléficos ou benéficos dos alimentos geneticamente modificados para a saúde (ECHEVERRIA, 2001).

Segundo tal formulação, os impactos dos OGMs e de seus derivados como os alimentos transgênicos não podem ser previstos em sua totalidade. Contudo, os riscos à saúde humana incluem aqueles inesperados, toxicidade, alergias e intolerância. No ambiente, as conseqüências são a transferência lateral de genes, a poluição genética e os efeitos prejudiciais a organismos não-alvo (NODARI e GUERRA, 2003)

Dados objetivos dão boas e más notícias respeito a estes alimentos para os consumidores. A boa notícia é que desde 1996, quando os OGMs chegaram ao mercado norte-americano, milhões de pessoas consumiram esses produtos sem que uma onda de doenças tenha varrido o país. A má notícia é que ninguém sabe ao certo o que pode acontecer no futuro. Os transgênicos, como frutos da biotecnologia, podem estar sujeitos a variações não-previstas ou detectadas em

curto e médio prazo. Em 1989, uma epidemia da síndrome de eosinofilia-mialgia (que provoca dor muscular e aumento dos leucócitos) causou a morte de 37 pessoas e a invalidez de outras 1.500 nos EUA. O FDA, agência americana que regula remédios e alimentos, ligou os casos a um complemento alimentar, o triptofano L, produzido por bactérias geneticamente modificadas. Os testes prévios realizados pelo fabricante, a empresa japonesa Showa-Denko, não haviam detectado a capacidade de essa bactéria criar um aminoácido extremamente tóxico. (AMOURIM, 2003).

É falacioso o argumento de que a sempre citada agência americana FDA tenha atestado sobre a segurança alimentar de plantas transgênicas, porque esta agência não conduziu teste algum a este respeito e, numa simplificação surpreendente, liberou essas plantas para o cultivo com base no conceito de equivalência substancial. Por este conceito, plantas transgênicas são equivalentes às não-transgênicas, além disso, a legislação americana não prevê a rotulagem e, assim, não é possível avaliar os efeitos desses produtos na cadeia alimentar (GUERRA, 2003).

Além das toxicidade, o tipo de risco relaciona-se às reações adversas dos alimentos derivados de OGM, de acordo com os efeitos, podem ser classificados em dois grupos: alergênicos e intolerantes. Os alimentos alergênicos causam a hipersensibilidade alérgica. O segundo grupo responde por alterações fisiológicas, como reações metabólicas anormais ou idiossincráticas e toxicidade. Existe ainda uma série de outros riscos à saúde humana que devem ser analisados com os protocolos adequados. No caso da variedade transgênica *Soja Roundup Ready*, os testes realizados não foram suficientes para discriminar as possíveis variações nas 16 proteínas alergênicas presentes na soja. Foram comparados os perfis protéicos de variedades transgênicas e não transgênicas de soja e observaram, *in vitro*, um aumento de 26,7% no teor do inibidor de tripsina, considerado alergênico (NODARI e GUERRA, 2003).

Vale a pena ressaltar que no Brasil, segundo um estudo da Embrapa Soja (2004), foi interrompido o desenvolvimento de uma variedade de soja com um gene da castanha-do-pará, mais eficiente para a alimentação do gado. Como havia um

histórico de alergia ao fruto, foram feitos testes com a soja modificada e o soro de pessoas alérgicas e ocorreu à mesma reação.

Completando essas exemplificações é importante mencionar que a maioria das plantas transgênicas de primeira geração contém genes de resistência a antibióticos. É conhecido o exemplo da estreptomicina em suínos; após um ano de aplicação nos animais, genes de resistência à estreptomicina estavam presentes nos plasmídeos de bactérias que viviam na garganta e estômago dos suínos. Uma das implicações disto é que, embora a frequência de transformação e, conseqüentemente, a transferência horizontal em bactérias sejam extremamente baixas, os genes de resistência a antibióticos inseridos em plantas transgênicas poderão ser transferidos para bactérias humanas, constituindo-se um risco a ser considerado (NODARI e GUERRA, 2003).

Recentemente, diversos casos de absorção de Ácido Desoxirribonucléico (DNA) por células eucariotas foram registrados. Conforme foi demonstrado, o DNA contido na alimentação de ratos não era totalmente destruído no trato gastrintestinal poderia alcançar a corrente sanguínea e ser temporariamente detectado nos leucócitos ou células do fígado. Existem indícios de que o DNA ingerido possa alcançar células de fetos de ratos (HO 1998 citado por NODARI e GUERRA, 2003).

Com base nessa prospectiva, em prática os alimentos transgênicos devem ser submetidos a rigorosos controles e, se forem aprovados nos exames, o produto é então liberado para comercialização. A partir deste momento ele deve ser monitorado com o objetivo de conhecer os efeitos não-intencionais que por ventura ocorrerem. Desse modo pode-se deduzir que quando se modifica o DNA, você cria uma característica específica, mas também pode produzir algo que não foi previsto (AMOURIM, 2003).

#### **2.4.3 Aspectos quantitativos da soja transgênica como subsídio da segurança alimentar**

Sabe-se que, ainda em pleno século XXI, cerca de vinte e cinco por cento da população mundial ainda está exposta à insegurança alimentar, pois não tem acesso às calorias diárias necessárias para ter uma vida ativa e sã. Isso se consideramos a

problemática sob o prisma dos princípios éticos ou humanitário, da Organização das Nações Unidas para agricultura e Alimentação (FAO) que dita que a segurança alimentar significa garantir que todas as pessoas tenham o acesso, a qualquer momento, ao alimento de que necessitam para levar uma vida saudável e ativa (FAO, 1996).

Esta definição é um tanto utópica, faz duvidar que qualquer país por mais rico e socialmente exemplar que seja um dia poderá garantir a todos os seus cidadãos uma total “segurança alimentar”. Algumas opções políticas no entanto conduzem mais seguramente a isso do que outras (GEORGE, 2000).

Observa-se ainda que a realidade atual aponta para o fato de que o problema principal da fome não está na oferta de alimentos. No mundo há hoje suficiente comida para alimentar a todos de forma adequada, mas a dificuldade de acesso aos alimentos é que impede a eliminação da fome. Muitos dos países com fome endêmica não conseguem produzir o suficiente para sua alimentação e não dispõem de recursos para importá-los. Em outros países é a baixa renda que impede as pessoas de se alimentarem convenientemente. É o caso do Brasil, onde 13,7 milhões passam fome e outros 40 milhões se alimentam de forma insuficiente ou desequilibrada (VON DER WEID, 2005).

Para tanto, segundo Maluf *et al.* (1996, p.7)

o objetivo da segurança alimentar implicaria combinar ações assistencial-compensatórias frente a questões emergenciais como a fome, com políticas de caráter estruturante visando assegurar o acesso aos alimentos sem comprometer parcela substancial da renda familiar; a disponibilidade de alimentos de qualidade, originados de formas produtivas eficientes, porém, não excludentes e sustentáveis e divulgação de informações ao consumidor sobre práticas alimentares saudáveis e possíveis riscos à saúde, mediados pelo alimento.

Por isso, Hoffman afirma que (1994, p.1)

nas economias mercantis, em geral, e particularmente na economia brasileira, o acesso diário aos alimentos depende, essencialmente, de a pessoa ter poder aquisitivo, isto é, dispor de renda para comprar os alimentos. Uma parcela substancial da população brasileira tem rendimentos tão baixos que a coloca, obviamente, em uma situação de insegurança alimentar.

A alimentação constitui-se no próprio direito à vida. E, por isto, sobrepõe-se a qualquer outra razão que possa justificar sua negação, seja de ordem econômica ou

política. Negar este direito é, antes de tudo, negar a primeira condição para a cidadania, que é a própria vida. (MALUF, *et al.*, 1996)

As condições presentes e futuras do uso da soja transgênica para a segurança alimentar deverá, antes de mais nada, ter respeito ao meio ambiente, condições adequadas de comércio, ou seja, concorrência, estudos mais aprofundados sobre os efeitos colaterais a longo prazo que podem causar para quem consome e respeito da biodiversidade e biossegurança (MENDONÇA-HAGLER, 2001).

Nesse contexto, pergunta-se se o “mundo” pode alimentar uma população de X bilhões de pessoas no próximo futuro. Este mesmo “mundo” é capaz de alimentar 6, 8, 10, bilhões de pessoas, por pouco que se coloque nisso o preço ao mesmo tempo financeiro e político. Tudo depende também por “alimentar” (GEORGE, 2000). Trata-se de fornecer uma ração calórica básica com uma pequena dose de proteínas vegetais, ou uma cozinha variada e rica em carne (ou seja, em calorias concentradas)?

Assim, a Conferência Mundial de Alimentação reconheceu que para enfrentar o problema da fome é necessário aumentar a oferta de alimentos a preços acessíveis nos países com déficit de produção, ficando as importações como uma solução acessória para momentos de crise (VON DER WEID, 2005). Será que os alimentos transgênicos podem resolver este problema?

Nessas circunstâncias, os transgênicos são propagadas sob o argumento de, além de não agredirem o ambiente, contribuem para a saúde, inclusive por ajudar a erradicar o uso de pesticidas na agricultura. Já que uma das características dos transgênicos é a capacidade de ser mais resistentes às condições climáticas e ambientais críticas e, também ser mais facilmente cultivadas. Esse fator poderia, teoricamente, diminuir os custos de produção dos alimentos e, conseqüentemente possibilitando uma maior acessibilidade do mesmo para a maioria da população do mundo, ou seja, aumentar a produtividade das culturas, a preços mais baixos. (PINAZZA e ALIMANDRO 1998).

E é justamente isso que as empresas multinacionais produtoras de transgênicos afirmam que estes produtos são capazes de fazer. No entanto, desde a

comercialização do primeiro alimento transgênico, nos EUA, em 1996, estudos e resultados práticos vêm evidenciando que esta afirmação pode ser uma falácia (VON DER WEID, 2005).

Pesquisas recentes indicam que os dois cultivos transgênicos mais difundidos no mundo, respectivamente, soja resistente a herbicida (*Roundup Ready*, ou RR) e milho Bt, resistentes a uma lagarta, não têm produtividades mais altas que as variedades convencionais equivalentes e não reduziram o uso de agrotóxicos. Quanto à economia de custos, após resultados favoráveis nos dois ou três primeiros anos, a soja transgênica perdeu competitividade em comparação com a convencional (ECHEBERRIA, 2001). Inicialmente a soja RR resultou em uma economia na aplicação destes agrotóxicos não tanto porque a quantidade tivesse diminuído, mas também porque o número das aplicações reduziu-se e facilitou-se o seu emprego, reduzindo os custos de mão de obra e do uso de equipamentos e também porque o *Roundup* teve seu preço barateado. Entretanto, o surgimento de ervas daninhas resistentes implicou em um aumento das quantidades e do número de aplicações de herbicidas e, muitas vezes na necessidade de usar outros herbicidas para os quais a soja transgênica não tem defesa, anulando as suas vantagens na simplificação da aplicação (VON DER WEID, 2005).

No Brasil, o que se refere à produtividade e o custo de produção da soja transgênica respeito à soja convencional, cabe destacar que os dados da Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná (SEAB) (2005) evidenciam que a soja transgênica não oferece maior produtividade. Segundo tal formulação, a soja convencional brasileira tem maior produtividade que a soja transgênica americana, produzindo na safra 2004 a média de 2.820 kg/ha, enquanto os americanos produziram 2.280 kg/ha. De fato, os produtores do Rio Grande do Sul que utilizaram soja transgênica na safra 2003/2004 produziram 1.400 kg/ha, produtividade muito menor que a da soja convencional do Paraná, que na mesma safra teve rendimento de 2.550 kg/ha nas mesmas condições de climáticas de estiagem daquela safra.

Além das diferenças no manejo da soja convencional e transgênica, outro indicador que precisa ser observado pelos produtores é o custo de produção. A Embrapa Soja (2004), avaliou que os fatores que fazem à diferença são o potencial de produtividade das cultivares convencional e transgênica, o custo diferenciado das

sementes e dos herbicidas e também a taxa tecnológica, que é o valor pago a detentora da patente para uso da tecnologia.

Em função disso, apesar de a soja RR ser opção para lavouras com alta infestação de plantas daninhas, já existem relatos, de plantas resistentes e tolerantes ao glifosato. Para evitar esses problemas, é importante que se faça rotação de mecanismos de ação de herbicidas e até a rotação de culturas, o que irá facilitar a rotação de herbicidas (EMBRAPA SOJA, 2004). Com a experiência dos EUA que tiveram um aumento massivo da utilização de um só herbicida que fez aumentar a resistência das ervas daninhas, o que levou os agricultores a usarem maiores quantidades do glifosato para compensarem sua perda de eficácia agrônômica.

Pode-se afirmar então que os transgênicos podem, na melhor das hipóteses, beneficiar durante algum tempo os produtores (empresas multinacionais), todavia resta a pergunta se elas podem cumprir auxiliar a erradicar a fome da maioria da população do globo?

### 3 METODOLOGIA

A técnica de pesquisa bibliográfica, de natureza qualitativa e descritiva foi usada para desenvolver este trabalho monográfico. A partir da coleta de informações e dados secundários publicadas em artigos de revisão, artigos de pesquisa, relatórios de pesquisa (dissertações e teses), entrevistas, Anais e textos diversos extraídos de revistas, jornais, banco de dados na internet (Capes, *google* acadêmico), *web-sites* da internet, livros, documentos, dentre outros, em cinco idiomas diferentes (português, inglês, italiano, espanhol e francês). Buscou-se as informações especializadas em agricultura e ciência e biotecnologia objetos desse estudo.

A pesquisa bibliográfica foi realizada em duas etapas: a primeira etapa foi feito um estudo exploratório sobre os conceitos de segurança alimentar, alimentos geneticamente modificados, de fome, bem como sobre os conceitos de qualidade alimentar (*food safety*) e quantidade alimentar (*food security*). Estes foram os conceitos discutidos na fundamentação teórica deste trabalho. Na segunda etapa foi desenvolvida a redação das partes constitutivas do trabalho, onde constam os elementos que fundamentam o estudo proposto.

#### 4 CONCLUSÃO

Com base na revisão de literatura revisada, determinou-se que em termos qualitativos a soja transgênica é equivalente nutricionalmente à soja convencional. Em relação às possíveis reações alérgicas ou de intolerância, como a soja transgênica foi introduzida como alimento só em 1996, não existem estudos a longo prazo que sejam conclusivos se o consumo desse tipo de alimento causaria danos à saúde do homem. No que se refere aos dados quantitativos, não se comprovou um aumento da produtividade da soja transgênica em relação à convencional.

Uma vez que não se determinou diferenças para a segurança alimentar, seja em aspectos qualitativos ou quantitativos, a decisão de uso da soja transgênica será devida a outros aspectos, como diferenças no manejo, grau de infestação de plantas daninhas na lavoura, possível dependência dos agricultores com o monopólio das empresas sementeiras cujos direitos de patente pertencem às multinacionais, questões de mercado internacional (os países europeus, grandes importadores de soja, mantêm posição de cautela em relação ao consumo de produtos alimentícios transgênicos).

De qualquer forma, devemos lembrar que a erradicação da fome por meio do aumento da produtividade de alimentos por qualquer tecnologia que seja, é uma questão utópica. Segundo a FAO a segurança alimentar é garantir que todas as pessoas tenham acesso a qualquer momento ao alimento de que necessitam para levar uma vida saudável e ativa. Isso ocorre quando existe alimento suficiente durante todo ano a preços acessíveis para todos. O aumento da produção alimentar e até mesmo a melhora da qualidade nutricional dos alimentos, por si só, não bastam para melhorar a segurança alimentar. Pergunta-se: de que serve o mercado repleto de alimentos se muitos não têm acesso a eles?

## 5 REFERÊNCIAS

AMORIM, C. Transgênicos - os dois lados da moeda. **Revista Galileu**, Novembro 2003 - Número 148. Disponível em: <http://revistagalileu.globo.com/>. Acesso em: 26 de janeiro de 2007

BIANCHI, M. L. P.; SILVA, H. C.; OLIVEIRA, J. E. D. Considerações sobre a biodisponibilidade do ferro dos alimentos. **Archivos Latino-americanos de Nutricion**, Caracas, v. 42, n. 2, p. 94-100, 1992.

BRUNO, R.S.; WILDMAN, R.E.C.. Sources, properties and nutraceutical potential of lycopene. **Journal of Nutraceuticals, Funtional and Medical Foods**, v. 3, n.2, p. 9-23, 2001. Abstract CAB

CANDIDO, L. M.; CAMPOS, A. M. Alimentos funcionais – uma revisão. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e tecnologia de Alimentos**, v. 29, n.2, p. 193-203, 1995.

CANDIDO, L. M.; CAMPOS, A. M. Alimentos funcionais. In: **Alimentos para fins especiais: dietéticos**. São Paulo: Livraria Varela, p. 86-110, 1996.

CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; GASTALDI, L. F.; PÍPOLO, A. E. **Correlações fenotípicas entre caracteres quantitativos em soja**. Seminário: Ciências Agrárias, Londrina, v. 26, n. 1, p. 11-16, jan./mar. 2005

CONAB. **Primeiro levantamento de intenção de plantio safra 2004/2005**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 18 jun. 2006.

CROMWELL, G.L.; LINDEMANN, M.D.; RANDOLPH, G.H.; PARKER, G.R.; COFFEY, R.D.; LAURENT, K.M.; ARMSTRONG, C.L.; MIKEL, W.B.; STANISIEWSKI, E.P.; HARTNELL, G.F. Soybean meal from Roundup Ready or conventional soybeans in diets for growing-finishing swine. **Journal of Animal Science** vol. 80, pp. 708-715, 2002.

CTNBio, 2000. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. Disponível em: <http://www.cntbio.gov.br>, acesso em: 25 de agosto de 2006.

CUNHA, R., Segurança alimentar: um conceito em construção, **revista eletrônica Com Ciência**, n. 69, set. 2005, disponível em: [www.comciencia.br/reportagens/2005/09/11](http://www.comciencia.br/reportagens/2005/09/11)

DIAS, L.M. et al. **Soja transgênica no Brasil: anotações sobre a legislação de plantio, comercialização e direitos da propriedade intelectual**. Disponível em: <http://www.agronline.com.br/artigos/artigo.php?id=248>. Acesso em: 12 de dezembro de 2006.

ECHEVERRIA, T.M., **Cenário do amanhã: sistemas de produção de soja e os transgênicos** (Doutorado de Economia)., Instituto de Filosofia e Ciências Humanas Faculdade de Economia. Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/projetos/index.php3?sec=bioco:75>. Acesso em: 15 de outubro de 2006.

EMBRAPA SOJA, **Soja transgênica**, 2004, Disponível em: [http://www.cnpso.embrapa.br/box.php?op\\_page=114&cod\\_pai=27](http://www.cnpso.embrapa.br/box.php?op_page=114&cod_pai=27), Acesso em: 24 de janeiro de 2007

EMBRAPA SOJA, Sistemas de produção 11, **Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil 2007** Londrina: set. 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Relatório anual**. Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1999.

FAO, Agriculture and food security, Food for All Rome. In: **World Food Summit**. Nov. 1996

FIORATI, D *et al.* **Os alimentos transgênicos**. 2003, disponível em: [www.dbi.uem.br/transgenicos.pdf](http://www.dbi.uem.br/transgenicos.pdf), acesso em: 12 de junho de 2006.

FISCHER, K.F.C., A problemática dos alimentos transgênicos e o direito do consumidor à informação. In: **Caderno da Escola de Direito e Relações Internacionais da Faculdade do Brasil**. Mar.-Ago./2002.

GEORGE, S., A opção pela segurança alimentar. In: **Revista Label France**, n. 38, jan.2000, p.32-34.

GREENPEACE, **Soja – um tesouro nacional chinês ameaçado pela engenharia genética**, Ago. 2004, disponível em: [www.greenpeace.com.br](http://www.greenpeace.com.br), acesso em: 20 de junho de 2005.

GRUENWALD , J.; FREDER, J.. Lycopene: the most natural nutraceutical. **Agro Food Industry Hi Tech**, v.12, n. 5, p.35-38; 2001.

HOFFMANN, R., A Insegurança Alimentar no Brasil, **Revista Cadernos de Debate**, UNICAMP, Vol. II / 1994, p. 1-11.

INMETRO, **Saúde e segurança do consumidor**, 2002 disponível em: [www.inmetro.gov.br](http://www.inmetro.gov.br), acesso em: 30 de dezembro de 2006.

MALUF, R.S., MENEZES, F., VALENTE, F.L., Contribuição ao Tema da Segurança Alimentar no Brasil, **Revista Cadernos de Debate Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação da UNICAMP** Vol. IV 1996, páginas 66-88

MARIUZZO, D. **A certificação como garantia de segurança alimentar**, revista eletrônica Con Ciência, n.69, set. 2005 disponível em: [www.comciencia.br/reportagens/2005/09/16](http://www.comciencia.br/reportagens/2005/09/16), acesso em: 27 de novembro de 2006

MEDEIROS, L., **Comparativo de custos de produção entre a soja convencional e a soja transgênica na safra 2002/2003-Rio Grande do Sul**. Disponível em: [www.capes.gov.br/portogues/](http://www.capes.gov.br/portogues/) . acesso em: 01 de agosto de 2006.

MENDONÇA-HAGLER, L.C.S. Biodiversidade e biossegurança. **Revista biotecnologia ciência e desenvolvimento**. Ano III, n°.18, jan./fev 2001.

MONSANTO, **Transgênicos**: Para ter uma opinião tem que ter informação. Disponível em: [www.monsanto.com.br](http://www.monsanto.com.br). Acesso em: 20 de dezembro de 2006.

NODARI R. O.; GUERRA M. P. ,Plantas transgênicas e seus produtos: impactos, riscos e segurança alimentar (Biossegurança de plantas transgênicas) **Revista de Nutrição**, Campinas, 16(1):105-116, jan./mar., 2003

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS) 2006 **Formulários de Espécies incluídas no Regime de Proteção** Disponível em: <http://www.who.int/foodsafety/publications/biotech/20questions/en/> acesso em: 10 de janeiro de 2007

PERREIRA, L.C.J., Competividade da soja para exportação. In: **caderno de Pós-graduação em administração de empresas**. São Paulo: v.3, n.1, p.40, 2003.

PESSANHA, L.D.R. Transgênicos, Recursos Genéticos e Segurança Alimentar: O debate por trás da judicialização da liberação da Soja RR. In: **II Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade. agricultura riscos e conflitos ambientais**. Campinas, mai 2004.

PINAZZA, L.A., ALIMANDRO, R.A., A Segunda Revolução Verde. **Agroanalysis**, Rio de Janeiro, v.18, n.10, p.37-43, 1998.

REIS, L.G., **La coopération pour le développement: l'enjeu des biotechnologies dans la coopération scientifique et technologique entre l'Union Européenne et le Brésil**. (1996) Tese de Doutorado em Ciências Políticas. Université de la Sorbonne Nouvelle Paris III.

REIS, L.G. As Novas Biotecnologias Vegetais no Contexto de Interdependência Norte-Sul de Biorecursos, **Revista UNIVERSA**, Fev. 98, vol. 06 pp. 108-116.

REIS, L.G. O desenvolvimento sustentado das biotecnologias vegetais via parcerias horizontais. In: II Simpósio de Recursos Genéticos para a América Latina e Caribe. Recursos Genéticos: Segurança Alimentar para o Terceiro Milênio. **Anais...** Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999.

REIS, L.G. The Cooperation for sustainable development of plant biotechnology. In: Evento da Federação Europeia de Biotecnologia. 9º. Congresso Europeu de Biotecnologia com o trabalho. **Anais.:**, Bruxelas, Bélgica 11-15 de julho de 2000.

REIS, L.G. A cooperação para o desenvolvimento sustentável das ciências e tecnologias da vida vegetal. In: 53ª. Reunião da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, **Anais...** Salvador-Ba, 2001.

SILVA, J.A. Alimentos transgênicos: aspectos ideológicos, ambientais, econômicos, políticos e jurídicos. In: SANTOS, Maria Celeste C. L. (org.). Biodireito: ciência da vida, os novos desafios. **Revista dos Tribunais** São Paulo:, 2001. p. 328.

SPERS, E.E., KASSOUF,A.L., A abertura de mercado e a preocupação com a segurança dos alimentos. **Higiene dos alimentos**, São Paulo, v.10, n.46, p.16-26, 1996.

VALOIS, A.C.C. Importância dos transgênicos para a agricultura. In: **Caderno de Ciência e Tecnologia**, Brasília, vol.18 no.1, jan.-ab.2001, p. 27-53.

VAN DER WEID, J.M., Transgênicos matariam a fome no mundo?, **revista eletrônica Con Ciência**, n.69, set. 2005 disponível em: [www.comciencia.br/reportagens/2005/09/11](http://www.comciencia.br/reportagens/2005/09/11). acesso em: 01 de novembro de 2006.

YAMADA, L.T.P., et al. Composição química e conteúdo de ferro solúvel em Soja [Glycine Max (L.) Merrill], **Ciência e agrotécnica** ., Lavras. V.27, n.2, p.406-413, mar./abr., 2003