

CENTRO UNIVERSITÁRIO ATENAS

FABIANY SILVA CORREIA

CULTIVO DE ALIMENTOS TRANSGÊNICOS

Paracatu

2023

FABIANY SILVA CORREIA

CULTIVO DE ALIMENTOS TRANSGÊNICOS

Monografia apresentada ao curso de Agronomia do Centro Universitário Atenas, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Agronomia.

Área de Concentração: Ciências Sociais

Orientador: Prof^a. Dra. Anelise Avelar de Araújo

Paracatu

2023

C824d Correia, Fabiany Silva.
 Desenvolvimento dos alimentos transgênicos. /
 Fabiany Silva Correia. – Paracatu: [s.n.], 2023.
 30 f.: il.

Orientador: Prof^a. Msc. Camila Isabel Pereira Rezende.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) UniAtenas.

1. Biotecnologia. 2. Alimentos transgênicos. 3. DNA. I.
Correia, Fabiany Silva. II. UniAtenas. III. Título.

CDU: 631

FABIANY SILVA CORREIA

CULTIVO DE ALIMENTOS TRANSGÊNICOS

Monografia apresentada ao curso de Agronomia do Centro Universitário Atenas, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Agronomia.

Área de Concentração: Ciências Sociais

Orientador: Prof^a. Dra. Anelise Avelar de Araújo

Banca Examinadora:

Paracatu - MG, _____ de _____ 2023.

Prof^a. Dra. Anelise Avelar de Araújo
Centro Universitário Atenas

Prof^a. Ma. Irtes Aparecida Barros
Centro Universitário Atenas

Prof.^a Ma. Fernanda M^a Peres de Rosatto
Centro Universitário Atenas

Dedico esse trabalho de forma inicial a nosso senhor Jesus Cristo, dedico também aos meu país, pois sem eles nada seria possível, ao meu filho, por me fazer renascer, aos meus professores que me sempre me incentivaram para concluir essa trajetória, dedico de forma especial a minha a minha orientadora por toda a orientação a mim fornecida.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer a Deus por ter me dado força e confiança para acreditar no meu sonho e lutar por alcançar aquilo que acredito.

Não esqueço o papel que a Universidade teve ao longo de todo meu percurso e por isso agradeço os recursos e o apoio de todos que sempre me foi oferecido.

Aos professores e orientadores eu deixo uma palavra de gratidão porque reconheço a paciência e o esforço de todos sem exceção.

À minha família e a todos os amigos eu quero gritar bem alto meu agradecimento porque nunca duvidaram das minhas capacidades e tornaram possível a realização do meu grande objetivo.

A todas as pessoas que não mencionei eu quero deixar bem claro que não estão esquecidas: se me tocaram de algum modo podem ter certeza de que agradeço com toda intensidade.

“Não sabendo que era impossível, ele foi lá e fez”.

Jean Cocteau

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Obtenção de protoplastos	21
Figura 2- Transgenia pela utilização de plasmídeos – DNA recombinante	22

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA: Agência Nacional de Vigilância Sanitária

EIA: Estudo de Impactos Ambientais

OGM: Organismo Geneticamente Modificado

UNESCO: Organização das Nações Unidas para a Educação a Ciência e Cultura

CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente

EUA: Estados Unidos da América

DNA: Ácido Desoxirribonucleico

RESUMO

Ao longo de mais de uma década de legalização de alimentos transgênicos no Brasil, os brasileiros ainda demonstram desconfiança e falta de conhecimento do produto produzido por tecnologia de DNA recombinante. Durante um controle bibliográfico, o objetivo deste trabalho foi realizar uma pesquisa bibliográfica sobre alimentos transgênicos e as implicações de consumo na saúde humana, também foram realizados levantamentos pesquisas científicas que demonstrem a opinião da população brasileira com relação a esses alimentos e, em última análise, os riscos dos consumos desses alimentos. Essas abordagens foram revisadas no Google Acadêmico e no SciELO. Com relação aos resultados que geral, a população brasileira e a mundial ainda se sente insegura para consumir alimentos transgênicos e associar sua ingestão a maior risco adquirir doenças, bem como o conhecimento desses alimentos e extremamente pequeno comparado aos preconceitos. Ao contrário do que a população pensa, existem leis que visa regular o cultivo e a comercialização de alimentos transgênicos em um que cheguem à mesa do consumidor e garantam a mesma segurança que alimentos produzidos convencionalmente.

Palavras-chave: Alimentos transgênicos. Biotecnologia. Agronomia. Brasil. DNA. Alimentos geneticamente modificados.

ABSTRACT

Over more than a decade of legalization of transgenic foods in Brazil, Brazilians still demonstrate distrust and lack of knowledge of the product produced by recombinant DNA technology. During a bibliographical control, the objective of this work was to carry out a bibliographical research on transgenic foods and the implications of consumption on human health. Scientific research surveys were also carried out that demonstrate the opinion of the Brazilian population in relation to these foods and, in the final analysis, the risks of consumption of these foods. These approaches were reviewed on Google Scholar and SciELO. Regarding the general results, the Brazilian and global population still feels insecure about consuming transgenic foods and associating their intake with a greater risk of acquiring diseases, as well as the knowledge of these foods is extremely small compared to prejudices. Contrary to what the population thinks, there are laws that aim to regulate the cultivation and sale of transgenic foods so that they reach the consumer's table and guarantee the same safety as conventionally produced foods.

Keywords: Transgenic foods. Biotechnology. Agronomy. Brazil. DNA. Genetically modified foods.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA	14
1.3 HIPÓTESES	15
1.4 OBJETIVOS	15
1.4.1 OBJETIVO GERAL	15
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.5 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO	16
1.6 METODOLOGIA DO ESTUDO	16
1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO	17
2 ABORDAGEM HISTÓRICA ACERCA DA REVOLUÇÃO VERDE	18
3 A PRODUÇÃO E O CULTIVO DOS ALIMENTOS TRANSGÊNICOS	20
4 AS TÉCNICAS TRANSGENIAS	21
5 OS RISCOS DOS ALIMENTOS TRANSGÊNICOS PARA O MEIO AMBIENTE E A SAÚDE HUMANA EM RELAÇÃO À PRODUÇÃO E AO CONSUMO	24
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
7 REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

A biotecnologia é uma das ferramentas tecnológicas mais importantes do futuro e do presente. Suas aplicações contribuíram para a estruturação de novos sistemas econômicos e sociais, especialmente da manipulação às menores estruturas que compõem os seres vivos (MAPA, 2020).

O termo biotecnologia é o conjunto de procedimentos envolvendo manipulação de organismos vivos para fabricar ou modificar produtos.

Com os avanços da ciência e tecnologia, os bons resultados vêm sendo alcançados através da biologia molecular em várias indústrias, como por exemplo, agrícola, alimentar, farmacêutica, entre outros. No campo agroindustrial, organismos geneticamente modificados (OGMs) são considerados um passo importante para melhora e aumento do processo produtivo (RIBEIRO et al., 2019).

Os organismos transgênicos são organismos que sofreram uma alteração no genoma, introduzindo um gene de outra espécie. A produção de substâncias transgênicas, provocaram o crescimento da produtividade agrícola, proporcionando aumento quantitativo e qualitativo de alimentos geneticamente modificados (MARINHO, 2022).

Com o aumento dos problemas sociais surge, então, a necessidade de encontrar alternativas para controlar o problema da fome no mundo. A partir deste contexto, a revolução verde, que é um movimento científico baseado no uso, surgiu, começando assim a aparecer pesticidas, fertilizantes de solo, pesquisa e desenvolvimento de sementes e mecanização do cultivo para maximizar a produção de alimentos para abastecer a população (MATOS, 2021).

A agronomia-biotecnologia, ciência multidisciplinar que integra campos do conhecimento como biologia molecular, genética, microbiologia e procedimentos desenvolvidos está presente em temas relacionados à saúde, agricultura, meio ambiente meio ambiente e indústrias (QUESADA; LEMBO, 2021).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) define o alimento geneticamente modificado, como os organismos (animais ou microrganismos) em que o material (DNA) é alterado de uma forma que não ocorre naturalmente, sendo o material de conexão ou recombinante modificado (OMS, 2014). Os alimentos transgênicos são uma das inovações que surgiram da revolução Verde (SILVA, 2020).

Experimentos pioneiros realizados com cultivos geneticamente modificados foram feitos nos Estados Unidos e na França na década de 1986. No entanto, as culturas modificadas começaram a ser usadas em maior escala em 1996 com a introdução da soja *Roundup Ready* (SILVA, 2020).

O Brasil, que é o segundo maior produtor de alimentos transgênicos do mundo, tem soja como destaque, seguida de milho, algodão, canola e tomate. Altamente integrada aos processos produtivos e ao mercado consumidor e possui destacada nacional e internacionalmente pelo seu grande potencial de crescimento competitivo com outros países e expandindo a área de produção em todo o país (QUESADA; LEMBO, 2021).

O termo transgênico tornou-se popular entre as empresas de soja e gera inúmeras discussões à medida que as preocupações são levantadas em relação a estes tipos de produtos. No que diz respeito à segurança alimentar, ainda não se sabe como quais toxinas ou substâncias alergênicas em produtos modificados funcionam e quais teriam efeitos à longo prazo em relação ao meio ambiente, pois ainda não é possível prever efeitos adversos em diferentes ciclos de vida (MARINHO, 2022).

Atualmente, a agronomia genética ou tecnologia de DNA recombinante ou substâncias transgênicas permitem a introdução de propriedades desejáveis nas plantas (tolerância ou seca ou resistência a doenças, vida útil mais longa, eficiência, produção e produtividade) e os animais agregam o maior benefício alimentos diferentes (enriquecimento ou enriquecimento, maior valor nutricional), fazer diagnósticos mais rápidos e precisos, produzir vacinas, medicamentos ou medicamentos humanos e animais, inseticidas e produtos para uso agrícola, entre outros produtos úteis para a agricultura e os seres humanos através de bactérias, leveduras e outros microrganismos geneticamente modificados (MAPA, 2020).

Diante desse cenário, o objetivo deste trabalho é realizar uma revisão crítica da literatura para obter mais conhecimento sobre os benefícios e riscos dos alimentos transgênicos, que por sua vez é sobre um tema controverso devido à sua alteração genética.

1. 2 PROBLEMA DE PESQUISA

Quais os impactos da produção transgênica para a Agricultura considerando a resistência do consumidor final?

1.3 HIPÓTESES

Supõe-se que os Alimentos geneticamente modificados são organismos cujo material genético foi alterado através da engenharia genética para introduzir ou eliminar propriedades. E é graças aos avanços da biotecnologia que a produção alimentos geneticamente modificados aumentaram a produtividade da agricultura, proporcionando um aumento quantitativo e qualitativo da alimentação transgênico.

Acredita-se que eles já têm os benefícios desses organismos geneticamente modificados e estão bem estabelecidos, como a produção de plantas resistentes a pesticidas e mudanças climáticas, ataques de insetos e pragas, as plantas de que precisam menos pesticidas, alimentos com melhor conteúdo nutricional.

É possível que a Biotecnologia desenvolvendo organismos geneticamente modificados para produção causou mudanças drásticas na estrutura da agricultura através de sementes modificado com impactos em diversas áreas, principalmente nos aspectos econômicos e ambientais.

O alimento transgênico, como última hipótese pode ser a causa por seres vivos lançados no meio ambiente não são produtos criados pela natureza, portanto podem atravessar com outras espécies desenvolvendo culturas inesperadas que têm o potencial de eliminar um determinado gênero.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GERAL

Analisar o desenvolvimento dos alimentos transgênicos no Brasil e as implicações de consumo na saúde humana.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Abordar a parte histórica da criação dos alimentos transgênicos;
- b) Analisar a produção e o consumo transgênicos;
- c) Evidenciar técnicas de transgenias;
- d) Esclarecer os riscos que podem representar para o meio ambiente e a saúde humana em relação à produção e ao consumo.

1.5 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

Embora o Brasil seja o segundo maior produtor de transgênicos no mundo, a população brasileira ainda se preocupa com o consumo desse tipo de alimento. Muitas vezes o medo sobressai pelo consumo e esses medos são causados pela profundidade o desconhecimento que a população tem sobre os transgenes, o que é explicado, pelo menos em parte, pela falta de revisões científicas que se debrucem sobre eles quais são os alimentos transgênicos produzidos no Brasil e quais são os padrões regulamentar o cultivo e o consumo desses alimentos no país.

Faltam informações corretas sobre a realidade dos alimentos transgênicos, mediante isso como forma de evidenciar o tema e abordar referencial teórico se deu a escolha do tema, com o intuito principal de quebrar barreiras e demonstrar os benéficos existentes da produção e do consumo.

No contexto ambiental, os transgênicos podem prejudicar a biodiversidade local e agroecológicas, principalmente devido ao aumento do uso de agrotóxicos desde organismos, pois não têm uma defesa natural contra pragas, posteriormente ele também pode ocorrer perda ou alteração da herança genética.

Do ponto de vista econômico, não há consenso sobre a segurança de cultivos geneticamente modificados, mesmo com baixos custos de produção e alta produtividade, a aceitação do consumidor é necessária. Assim, em meio à incerteza, a agricultura orgânica praticada em alguns lotes rurais familiares ganha cada vez mais evidência, apresentando crescimento constante.

1.6 METODOLOGIA DO ESTUDO

A metodologia utilizada neste estudo foi uma reviso de literatura desenvolvido sob os princípios de um estudo exploratório sobre transgênicos. A metodologia utilizada para conduzir esta pesquisa foi uma revisão de literatura, método que consiste na síntese de estudos sobre um tópico específico ou revisão de opinião que analisa as evidências sobre o tópico (MANCINE e SAMPAIO, 2006).

São estudos em que os autores visam sintetizar dados disponíveis na literatura, mas não representam um projeto predefinido metodologias e podem ser desenvolvidas em diferentes temas (MANCINE e SAMPAIO, 2006).

De acordo com Gil (2010, p.29-31):

“A pesquisa bibliográfica é elaborada com base em material já publicado. Tradicionalmente, esta modalidade de pesquisa inclui material impresso como livros, revistas, jornais, teses, dissertações e anais de eventos científicos”. Sobre pesquisa documental, o autor supracitado afirma que “vale-se de toda sorte de documentos, elaborados com finalidades diversas [...] se recomenda que seja considerada fonte documental quando o material consultado é interno à organização”.

Foi realizada uma busca por artigos publicados em inglês e português nos anos de 2014 até o ano de 2023 nas bases de dados eletrônicas: SciELO e Google Acadêmico.

As listas de referências de cada artigo foram analisadas para recuperação outra publicação. Os critérios de inclusão foram: revistas sobre transgênicos que destacou o tema variedades transgênicas, biossegurança em e biotecnologia alimentar. As palavras-chave utilizadas para a pesquisa foram: Alimentos Transgênicos; Biossegurança em Transgenes; Biotecnologia; Modificação; Alteração e Organismos Geneticamente Modificados.

1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho é composto em sua estrutura de seis capítulos.

Inicialmente o primeiro capítulo evidencia a contextualização do tema, através da introdução e logo em seguida aborda o problema, hipóteses, os objetivos gerais e específicos, em seguida a justificativa, metodologia e a exposição bem como a estrutura desse trabalho.

O segundo capítulo tem como função abordar a parte histórica que diz respeito a criação dos alimentos geneticamente modificados e da revolução verde.

O terceiro tem como fonte evidenciar o referencial teórico sobre a produção e o cultivo dos alimentos transgênicos.

O quarto capítulo avalia as técnicas transgenias.

O quinto capítulo é constituído pela análise dos riscos dos alimentos transgênicos para o meio ambiente e a saúde humana em relação à produção e ao consumo.

O sexto capítulo trás os resultados obtidos com a pesquisa.

Por fim temos a composição da conclusão e as referências.

2 ABORDAGEM HISTÓRICA ACERCA DA REVOLUÇÃO VERDE

Para uma compreensão plena, é necessário situar o contexto histórico impactos gerados pela Revolução Verde, uma revolução a considerar, está trouxe um dos maiores avanços tecnológicos e científicos da história. O século XX foi marcado por grandes descobertas, sendo uma das principais a chegada da Revolução Industrial, que possibilitou o início da modernização dos processos produtivos passando da produção manual para as máquinas, descobrindo assim novas técnicas produção química e uso crescente de energia hidrelétrica e fumegante (QUESADA; LEMBO, 2021).

A partir disso, parte significativa da população rural migrou para cidades e com os avanços da medicina e melhoria da qualidade de vida ocorreu crescimento populacional. Isso deu origem a teorias demografia, como a Teoria Malthusiana desenvolvida por Thomas Malthus, que se argumentava que o crescimento populacional era uma progressão geométrica significativamente maior que a capacidade produtiva do solo, o que induz fome e pobreza (SERRA et al., 2016).

No cenário mundial entre o final da Segunda Guerra Mundial e durante a Revolução Industrial, o governo dos Estados Unidos da América e os grandes líderes capitalistas demonstraram crescente preocupação com o iminente problema da fome para as nações baseando as tecnologias da Revolução Verde desenvolvidas para poderem ser usadas com o intuito:

1- Conter comunistas que poderiam ser ativos em áreas rurais;

2- Atender às necessidades produção de alimentos em países desenvolvidos e, posteriormente, para criar um mercado entre os países em desenvolvimento e os países de primeira classe do mundo;

3- Alimentar o contingente de pessoas que migrou do campo para cidades para trabalhar na indústria. Diante disso, o discurso sobre aumentar a produção mundial de alimentos para acabar com a fome tornou-se essencial (DUTRA; SOUZA, 2022).

O nome Revolução Verde se deu porque o princípio básico era a produção de variedades de alimentos que poderiam ser cultivados em todo o mundo sob diferentes condições. Durante o período militar brasileiro, as estratégias foram muito

debatidas aumentar a produtividade agrícola e os avanços proporcionados pela Revolução Verde incentivos de crédito justificados oferecidos para estimular a produção agrícola (SERRA, 2016).

Indústrias desenvolvidas para atender a necessidade de insumos produtos agrícolas como máquinas e fertilizantes químicos e o mercado nacional interesse na produção de monoculturas como soja, milho, arroz e algodão destino da exportação (SERRA, 2016).

O Cerrado brasileiro, que se caracteriza como uma área do planeta com altitude de diversidade biológica e diversos endemismos de espécies, foi considerada a mais projetado para implementar um pacote de tecnologia impulsionado pela revolução Verde. É possível destacar seis práticas agrícolas básicas que evoluíram na região: cultivo intensivo, estabelecimento de monoculturas, aplicações fertilizantes, controle químico de pragas e manipulação genética de plantas (DUTRA; SOUZA, 2022).

3 A PRODUÇÃO E O CULTIVO DOS ALIMENTOS TRANSGÊNICOS

A ingestão cotidiana de hortaliças é exclusivamente importante para a saúde, possuindo fonte de vitaminas minerais e fibras, e seu uso em grau adequado transforma-se em um fator importante para proteção para mobilidade e mortalidade (WANG *et al.*, 2014).

Há um número crescente de defensores da agricultura orgânica entre os consumidores de hortaliças. Dessa forma, o setor vem ocupando cada vez mais espaço nas cadeias agrícolas brasileiras (ALMEIDA; JUNQUEIRA; DIAS, 2017). Mesmo com o aumento da produção orgânica no país, a demanda pela produção contínua superior à produção, criando um desafio constante para os produtores do setor. Esses tipos de consumidores, juntamente com a demanda por novos produtos alimentícios, começam a influenciar o processo produtivo, reduzindo o uso de agrotóxicos na produção agrícola convencional (SILVA *et al.*, 2021).

Nos últimos anos, os consumidores tornaram-se mais preocupados com suas escolhas alimentares. À medida que as dietas se tornaram mais baseadas em frutas e vegetais, o consumo desses alimentos aumentou. Nos supermercados, quitandas e mercearias, você encontra cada vez mais frutas e verduras lavadas, limpas e embaladas prontas para consumo. É um produto que combina conveniência e praticidade com processamento mínimo, e está captando a demanda do consumidor (SILVA *et al.*, 2021).

Os consumidores exigem cada vez mais alimentos saudáveis e a qualidade dos alimentos que consomem em termos de produção, protegendo o meio ambiente e as boas condições para os trabalhadores rurais (SILVA *et al.*, 2021).

4 AS TÉCNICAS TRANSGENIAS

É a principal técnica utilizada para manipulação genética de plantas e animais adicionando ácido desoxirribonucleico (DNA). Nesta técnica, o gene desejado é transferido para o organismo para ser modificado por vetor; uma ou mais cópias gene endógeno (gene já existente no genoma do organismo) ou gene exógeno (gene que pertence a outra espécie) (FERREIRA, 2019).

Além do uso de vetores é a transferência o DNA pode ocorrer diretamente no protoplasto ou por bombardeio de partículas (FERREIRA, 2019).

Existem alguns conceitos para entender melhor a técnica de adição de DNA importante enfatizar como as palavras gene, vetor e protoplastos porque tais as denominações pertencem ao campo da biologia e não do direito. Um gene é “cada uma das partículas cromossômicas” com alguma independência mútua (FERNANDES, 1993), ou seja, é um segmento da molécula de DNA.

Segundo Ferreira (2019), os vetores consistem em um agente “capaz de apoiar uma ou mais etapas no processo global de transferência de material genético para plantas ou partes delas, independentemente da sua origem.”

Os protoplastos são genericamente conceituados por Fernandes (2003), pois todos a parte viva do interior da célula, que consiste no núcleo, citoplasma e membrana plasmática, a parede celular é removida por uma enzima degradante (por exemplo, celulase).

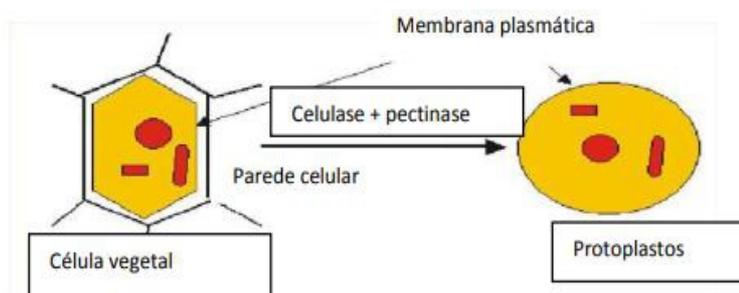


Figura 1- Obtenção de protoplastos

Fonte: PINTO, 2015.

Conforme figura 1 o procedimento esquemático de obtenção de protoplastos e célula vegetal. Por um lado, temos uma célula intacta e após ação das enzimas celulase e pectinase o resultado é uma célula vegetal sem parede celular, a chamada protoplastos. (FERREIRA, 2019).

Neste contexto, verificamos que a adição de DNA consiste simplesmente em adicionar a informação genética necessária a outro organismo usando vetores ou não. Segundo Pinto (2015), os vetores mais utilizados na transgênese de plantas são os plasmídeos, ou aqueles conhecidos como *Agrobacterium tumefaciens*. Plasmídeos são “moléculas duplas circulares de DNA capaz de se reproduzir independentemente do DNA cromossômico, de origem bacteriana”

As *Agrobacterium tumefaciens* pertence a microrganismos no solo, causando tumores nas raízes das plantas (PINTO, 2015). Desta forma é compreensível a técnica citada por Pinto (2015) quando ele acrescenta:

Com o auxílio de uma enzima de restrição (enzimas capazes de reconhecer e quebrar determinada sequência de DNA) é possível abrir o plasmídeo e introduzir nele um fragmento de DNA de outra espécie, que pode ser de uma célula humana, e responsável por determinada proteína. Depois que recebe o novo fragmento de DNA, o plasmídeo torna-se um DNA recombinante, isto é, uma molécula formada pela união de duas ou mais moléculas de DNA não encontradas juntas na natureza, e é introduzido na bactéria, que passa a produzir, uma proteína humana, como a insulina.

A figura 2 descreve todo o processo para obtenção de uma cepa transgênica usando plasmídeos de *Agrobacterium tumefaciens*, também chamado DNA recombinante:

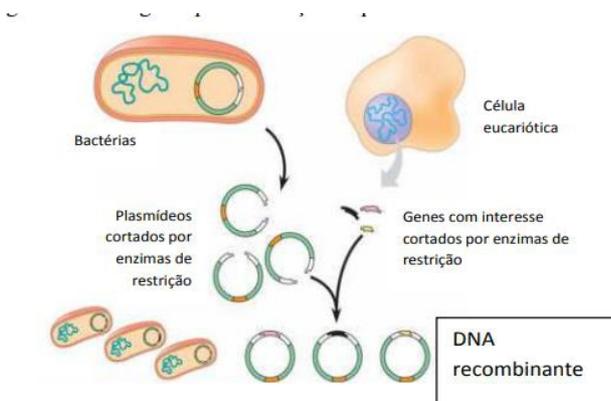


Figura 2- Transgênia pela utilização de plasmídeos – DNA recombinante
Fonte: PINTO, 2015.

Outros métodos não vetoriais, como transferência de genes, também podem ser usados direto para protoplastos e bombardeio de partículas. A transferência direta de genes para protoplastos pode ser feita via agentes químicos

(polietilenoglicol) ou um dispositivo específico denominado eletroporador. Para ambas as formas, espera-se que “a formação reversível de poros na membrana plasma”, por onde penetram moléculas estranhas de DNA (PINTO, 2015).

A parede celular é previamente removida conforme mencionado no conceito protoplastos. Quanto ao método de bombardeio de partículas, é o mais usado em até o momento. Este método, também chamado de biolítica, consiste em micro bombardeio com micropartículas de ouro ou tungstênio revestidas de DNA visando células a serem modificadas (FERREIRA, 2019).

Segundo Ferreira (2019) a microesferas cobertas localizada no DNA é acelerada por um gás transportador que projeta essas bolas contra as células, promove a entrada de DNA no núcleo das células bombardeadas, o DNA é integrado em genoma da célula alvo.

5 OS RISCOS DOS ALIMENTOS TRANSGÊNICOS PARA O MEIO AMBIENTE E A SAÚDE HUMANA EM RELAÇÃO À PRODUÇÃO E AO CONSUMO

O cultivo em grande escala de alimentos transgênicos poderia causar a propagação de transgenes, cujos efeitos, especialmente em componentes da biodiversidade, são difíceis de estimar e, pior, irreversíveis. A ameaça à biodiversidade devido à libertação destes organismos no ambiente resulta das propriedades específicas de cada transgenes. A inserção de uma variedade transgênica em uma comunidade vegetal pode causar diversos efeitos adversos, como alterações na dinâmica populacional ou eliminação de espécies não domesticadas; exposição de espécies a novos patógenos ou agentes tóxicos; gerando superervas daninhas ou superpestes; poluição genética; erosão da diversidade genética e perturbação da reciclagem de nutrientes e energia, entre outros (SERRA, 2016).

Alguns dos riscos previstos em relação às plantas transgênicas já estão efetivamente a ocorrer. A contaminação genética causada pela disseminação de pólen transgênico já é considerada um fato preocupante. Em meados de julho de 2005, tinham sido comprovados 72 casos de contaminação de gêneros alimentícios, alimentos para animais, sementes, espécies indígenas e selvagens, e 11 casos de libertação ilegal, afetando 27 países. Houve também 6 casos com efeitos agrônômicos negativos. Onde em média foram notificados um total de 89 casos envolvendo organismos geneticamente modificados (BRASIL, 2023).

Em vários casos, alimentos transgênicos de variedades não transgênicas foram detectadas nos Estados Unidos e no Canadá. O cultivo de variedades convencionais ou orgânicas de uma determinada espécie estão contaminados com variedades, como é o caso da contaminação da soja orgânica no Rio Grande do Sul (FERREIRA, 2023).

Vale destacar um caso no México e dois nos Estados Unidos. No primeiro caso, os transgenes contaminaram populações marginais e selvagens de milho. Vale destacar que o México é considerado o centro de origem do milho (BRASIL, 2023).

Nos Estados Unidos, em 2000, uma proteína codificada por um transgenes presente na variedade de milho transgênico *StarLink* foi detectada em produtos de consumo humano sem informações apropriadas no rótulo. Liberada apenas para

consumo animal, essa variedade possui um transgenes cuja proteína é potencialmente alergênica ao homem.

O segundo caso americano foi que o cultivo dessas plantas transgênicas causou a contaminação de outras variedades de milho em áreas vizinhas, cujos grãos eram vendidos para outros fins sem qualquer identificação relacionada aos transgênicos. Dois anos mais tarde, as culturas de soja no *Iowa* foram destruídas porque as plantas de milho transgênicas concebidas para produzir insulina a partir de sementes deixadas no campo após a colheita produziam pólen que poderia contaminar as culturas vizinhas. Desta forma existe a preocupação com a saúde humana sobre o alimento que contém hormônios for consumido constantemente (BRASIL, 2023).

Existem duas consequências imediatas para a contaminação resultante da introdução de variedades geneticamente modificadas. A primeira é o surgimento de conflitos entre agricultores e empresas ou entre os próprios agricultores. Caso um agricultor produza culturas orgânicas, a presença de qualquer contaminação, seja de pólen ou de sementes, é totalmente indesejável, pois, além de descaracterizar o produto, pode gerar ações judiciais por desvio de recursos por parte dos detentores do transgenes (FERREIRA, 2019).

A segunda é o cruzamento entre variedades transgênicas cultivadas continuamente ao lado das convencionais. Isto pode levar a alterações na natureza do produto que, dependendo do caso, podem levar a perdas financeiras e biológicas. Portanto, os agricultores não terão variedades transgênicas como opção extra, o que é muito promovido, porque então na produção agrícola, as variedades transgênicas e as variedades convencionais serão contaminadas com o transgenes a diferentes níveis. Desta forma, não serão criadas diversas lacunas no mercado. Haverá apenas um cujos efeitos econômicos serão imprevisíveis (FERREIRA, 2019).

Nesse contexto, o consumidor fica impedido de exercer o seu direito de escolha, pois tudo o que não for de origem agroecológica, completamente isolado de contaminação, pode ser transgênico. É por isso que a rotulagem é muito importante, porque é uma questão de democracia fornecer aos consumidores informação de qualidade que lhes permita escolher o que querem consumir (FERREIRA, 2019).

Dentre outros riscos já comprovados no cultivo de alimentos transgênicos, vale destacar:

(i) pesquisadores chineses verificaram que nos cultivos de algodão Bt houve diminuição na população de inimigos naturais parasíticos e na diversidade de insetos em geral;

(ii) variedades transgênicas de algodão e de soja resistentes ao herbicida a base de glifosate cultivadas nos Estados Unidos mostraram maior susceptibilidade a ataques de nematóides e *Fusarium sp*, respectivamente, em relação às convencionais;

(iii) transferência de vários transgenes de resistência a herbicidas para espécies de plantas daninhas;

(iv) impactos negativos em vários organismos não alvo (como mariposas e inimigos naturais de insetos); e

(v) contaminação de mel.

Em relação às plantas transgênicas, é possível afirmar que:

(i) não há controle sobre a expressão do transgene;

(ii) não há controle sobre a disseminação de pólen e sementes;

(iii) não há previsibilidade dos possíveis efeitos em organismos não alvo, na água e no solo;

(iv) não há previsibilidade dos possíveis impactos socioeconômicos e culturais. (BRASIL, 2023)

Neste contexto, os levantamentos dos estudos dos alimentos transgênicos apresentam duas características importantes. Por um lado, permitem que a análise de risco tenha um carácter técnico-científico e, por outro lado, apoiam o desenvolvimento do conhecimento e a inovação da sociedade humana e a forma eficaz de se alimentar. Consequentemente, o cumprimento da legislação representa uma promoção da investigação e do conhecimento, e não uma proibição (BRASIL, 2023).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quanto aos resultados podemos destacar que hoje, os alimentos transgênicos fazem parte dos grandes produtos diferentes com a intenção de adicionar novos recursos que afeta diversos setores da sociedade. Há um aumento cada vez maiores estudos experimentais visando o desenvolvimento de novos produtos com propriedades diferentes para adicionar propriedades diferentes aos alimentos.

Porém, além de esses alimentos apresentarem inúmeros benefícios, foi possível observar que eles podem causar riscos à saúde ao longo do tempo.

Durante este trabalho foi possível perceber que há uma preponderância estudos na literatura que tratam dos benefícios desses alimentos existem poucos estudos que avaliem e demonstrem possíveis danos consumo de alimentos transgênicos.

O autor Costa *et al.* (2021) avaliou a soja em seus estudos com ratos tolerante ao glifosato e não relatou efeitos negativos sobre ela desenvolvimento fetal, pós-natal e adultos dos testículos de ratos, bem como o desenvolvimento observação de mudanças no tamanho e peso da ninhada.

Já Drigza (2017) avaliou a segurança da proteína Cry 1C presente em arroz e algodão transgênicos, apenas proteína altamente tóxica para insetos e é produzido pela considerada bactéria *Bacillus thuringiensis* (Bt), tão seguro quanto não apresentou potencial alergênico ou tóxico em ratos.

No entanto, ainda existem muitas controvérsias quanto ao grau de segurança desses alimentos porque estudos têm mostrado resultados opostos em relação para *Bacillus thuringiensis* (DRIGZA, 2017).

Quanto as proteínas elas são estruturas estáveis até certo limite e podem ser mudanças na presença de diversos fatores como: variação no pH e mudança em temperatura. Lacorte (2018) observou que o processamento de proteínas com o objetivo de introduzir em produtos agrícolas como milho e soja conferir tolerância a herbicidas ou proteínas de controle de pragas insetos, tem redução total em sua atividade funcional, o que comprova essas proteínas em produtos processados são seguras porque perdem sua funcionam devido ao fato de sofrerem drasticamente com as forças físicas que levam à desnaturação e perda da função proteica.

Para Kramkowska *et al.* (2019), os riscos e benefícios desses alimentos ainda são muito controversos, devido à falta de evidências de efeitos negativos dos alimentos transgênicos no organismo humano. Portanto, os consumidores devem decidir se querem consumir o alimento ou não OGM porque devem ser devidamente rotulados e entregues informações de modificação confiáveis.

Essa preponderância de estudos apresentando os benefícios passou uma grande lacuna em termos de segurança porque não há muitos resultados de análises de longo prazo desses efeitos, com apenas alguns pesquisadores alcançaram resultados por meio de suas pesquisas impacto significativo sobre estes riscos.

Por fim, percebe-se que a indústria está muito interessada com o consumo de alimentos transgênicos, o que levanta fortes especulações sobre a falta de transparência dos estudos que avaliam o potencial e o risco para a saúde.

A melhor maneira de lidar com esses danos potenciais é proceder com cautela e desenvolver programas de pesquisa sistemáticos para melhor compreensão desses possíveis riscos. É um longo caminho para confirmar que comer esses alimentos é seguro ou quão ruim é para a saúde, por isso esse trabalho foi desenvolvido para evidenciar a necessidade e a análise dos alimentos transgênicos.

7 REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Os riscos dos alimentos transgênicos**. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/mmanoforum/item/7511-riscos.html>. Acesso em: 20 de outubro de 2023.
- COSTA, T. E. M. M. et al. **Avaliação de risco dos organismos geneticamente modificados**. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v.16, n.1, p.327-336, 2021.
- DRYZGA, M. D. et al. **Evaluation of the safety and nutritional equivalence of a genetically modified cottonseed meal in a 90-day dietary toxicity study in rats**. *Food and Chemical Toxicology* 45, 1994–2004, 2017.
- DUTRA, R. M. S.; SOUZA, M. M. O. **Cerrado, Revolução Verde e evolução do consumo de agrotóxicos**. *Sociedade & Natureza*, v. 29, p. 473-488, 2022.
- FERNANDES, Francisco. **Dicionário Brasileiro Globo**. 32. ed. São Paulo: Globo, 1993.
- FERREIRA, J. G. Técnicas de Eng. **Genética para produção de transgênicos**. *Saúde & Amb. rev.*, V. 4, n.2, p.40-46 – Duque de Caxias- SP -jul-dez 2019. Disponível em: publicacoes.unigranrio.br. Acesso em: 10 de outubro de 2023.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 184p.
- KRAMKOWSKA, M. et al. **Benefícios e riscos de alimentos geneticamente modificados**. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, Vol 20, No 3, 413–419, 2019.
- LACORTE, et al. Biobalística. In. TORRES, A.C.; CALDAS, L.S.; BUSO, J.A., ed. **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília: EMBRAPA-SPI/EMBRAPA-CNPQ, 2018.
- MANCINI M. C.; SAMPAIO, R. S. **Quando o objeto de estudo é a literatura: estudos de revisão**. *Rev. bras. fisioter*, São Carlos, v. 10, n. 4, p. 361 -472, out./dez. 2006.
- MAPA- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento **Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. Boletim Técnico Biotecnologia Agropecuária**. Brasília- Df. 2020.
- MARINHO, C. L. C. **Discurso polissêmico sobre plantas transgênicas no Brasil: estado da arte**. Tese (Doutorado) – Escola Nacional de Saúde Pública, Fiocruz, Rio de Janeiro. 2019.
- MATOS, A. K. V. **Revolução verde, biotecnologia e tecnologias alternativas**. *Cadernos da FUCAMP*, v. 10, n. 12, p. 1-17, 2021.
- OMS. Questions and answers – **Food, genetically modified**. 2014. Disponível em: <Food, genetically modified (who.int)>Disponível: <https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/food-genetically-modified>. Acesso em: 07 de maio de 2023.

PINTO, Luciano da Silva. **Obtenção de protoplastos**. Disponível em: SlidePlayer – carregue e compartilhe suas apresentações PowerPoint. 2015. Acesso em: 20 de outubro de 2023.

QUESADA, J. C. B.; LEMBO, T. **Percepção dos estudantes da área da saúde sobre biotecnologia e alimentos transgênicos**. *Journal of the Health Sciences Institute*, v. 32, n. 3, p. 229-234, 2021.

RIBEIRO I.G.; MARIN V.A. **A falta de informação sobre os Organismos Geneticamente Modificados no Brasil**. *Ciência & Saúde Coletiva*, 17(2):359- 368, 2022.

SERRA, L. S. et al. **Revolução Verde: reflexões acerca da questão dos agrotóxicos**. *Revista Científica do Centro de Estudos em Desenvolvimento Sustentável da UNDB*, v. 1, n. 4, p. 2-25, 2016.

SILVA, F. A. **Transgenia da área de alimentos: uma abordagem de desenvolvimento científico e de segurança alimentar**. 2020. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia-Bioquímica) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Araraquara, 2020.