
Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani

Trabalho de Graduação

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA “PAULA SOUZA”

FACULDADE NILO DE STÉFANI DE JABOTICABAL - SP (Fatec-JB)

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM BIOCOMBUSTÍVEIS

**O IMPACTO DA BIOTECNOLOGIA NA AGRICULTURA:
TRANSGÊNICOS**

KENYA EDUARDA SILVA

PROF. ORIENTADOR: Prof. Dr. FÁBIO CAMIOTTI

JABOTICABAL, S.P.

2022

KENYA EDUARDA SILVA

**O IMPACTO DA BIOTECNOLOGIA NA AGRICULTURA:
TRANSGÊNICOS**

Trabalho de graduação (TG) apresentado à Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB), como parte dos requisitos para a obtenção do título de Tecnólogo ou Tecnóloga em **Biocombustíveis**

Orientador: **Prof. Dr. Fábio Camilotti**

JABOTICABAL, S.P.

2022

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

SILVA, Kenya Eduarda

O IMPACTO DA BIOTECNOLOGIA NA AGRICULTURA: Transgênicos /
Kenya Eduarda Silva.— Jaboticabal: Fatec Nilo de Stéfani, 2022. 23 p.

Orientador: **Prof. Dr. Fábio Camilotti**

Trabalho (graduação) – Apresentado ao Curso de Tecnologia em
Biocombustíveis, Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani - Jaboticabal, 2022.

1. Agricultura. 2. Biossegurança. 3. Biotecnologia. 4. Transgênicos. I.
CAMILOTTI, F. II. O IMPACTO DA BIOTECNOLOGIA NA
AGRICULTURA: Transgênicos.

KENYA EDUARDA SILVA

**O IMPACTO DA BIOTECNOLOGIA NA AGRICULTURA:
transgênicos**

Trabalho de Graduação (TG) apresentado à Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB), como parte dos requisitos para a obtenção do título de Tecnólogo ou Tecnóloga em Biocombustíveis

Orientador: Prof. Dr. Fábio Camilotti

Data da apresentação e aprovação: 14/11/2022

MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Fábio Camilotti

Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB) – SP - Brasil

Profa. Dra. Viviane Formice Vianna

Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB) – SP – Brasil

Prof. Julio Cesar de Souza

Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB) – SP - Brasil

Local: Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB)

Jaboticabal – SP – Brasil

Dedico este trabalho a minha família pelo apoio. Aos docentes por todo conhecimento que foi passado e a todas outras pessoas que fizeram parte da minha trajetória ao longo do curso.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, que fez com que meus objetivos fossem alcançados, permitindo que eu tivesse saúde e determinação para não desistir.

Também agradeço a minha família por todo apoio, incentivo e principalmente ao meu filho Arthur que foi minha maior inspiração e motivação para concluir mais essa etapa.

Agradeço aos meus colegas de turma, principalmente a Micaela, a Quesi, o Reginaldo e o Lucas.

Agradeço em especial meu orientador Fábio Camilotti, pelo carinho, paciência, conselhos, sua sabedoria, e por me aceitar, você é incrível e sempre ficará marcado na minha vida.

Também agradeço aos demais professores, e todo corpo docente da Fatec Nilo de Stéfani-Jaboticabal por formarem essa família tão acolhedora.

“A persistência é o caminho do êxito.”

(Charles Chaplin)

SILVA, Kenya Eduarda. **O Impacto da Biotecnologia na Agricultura: plantio de transgênicos**. Trabalho de Graduação. Centro Estadual de Educação Tecnológica “Paula Souza”. Faculdade de Tecnologia de Jaboticabal. 23 p. 2022.

RESUMO

O artigo presente em formato de revisão bibliográfica tem como objetivo abordar os pontos positivos e negativos da tecnologia empregada dentro da agricultura. A história e evolução da biotecnologia auxiliando o homem no campo que facilitou a compreensão da produção desses alimentos, e como isso pode ser vantajoso para a economia brasileira e para o meio ambiente que através de melhoramento genético, permite a redução de agrotóxicos que são nocivos para o ambiente. Apesar de ser considerada um marco no avanço tecnológico na produção de plantas geneticamente modificadas fazendo que sejam mais resistentes a pragas, herbicidas e outros fatores, esses métodos de transgenia são muito discutidos dentro da população em relação ao seu consumo e risco. No entanto, a partir da abordagem desse tema, todos os pontos que abrangem os alimentos transgênicos serão caracterizados demonstrando informações que apesar das discussões, os alimentos representam grandes benefícios na agricultura e para a população em termos nutricionais.

Palavras-chave: Agricultura. Biossegurança. Biotecnologia. Transgênicos.

SILVA, Kenya Eduarda. **O Impacto da Biotecnologia na Agricultura: plantio de transgênicos**. Trabalho de Graduação. Centro Estadual de Educação Tecnológica “Paula Souza”. Faculdade de Tecnologia de Jaboticabal. 23 p. 2022.

ABSTRACT

The present article in the format of a bibliographical review aims to address the positive and negative points of the technology used in agriculture. The history and evolution of biotechnology helping man in the field that facilitated the understanding of the production of these foods, and how this can be advantageous for the Brazilian economy and for the environment that through genetic improvement, allows the reduction of pesticides that are harmful to the environment. Despite being considered a milestone in the technological advance in the production of genetically modified plants, making them more resistant to pests, herbicides and other factors, these methods of transgenics are much discussed within the population in relation to their consumption and risk. However, from the approach of this theme, all the points that cover the transgender foods will be characterized demonstrating information that despite the discussions, the foods represent great benefits in agriculture and for the population in nutritional terms.

Keywords: Agriculture. Biosecurity. Biotechnology. Transgenic.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Bt	<i>Bacillus thuringiensis</i>
CIB	Conselho de Informações Sobre Biotecnologia
CIBio	Comissão Interna de Biossegurança
Conab	Companhia Nacional de Abastecimento
CTC	Centro de Tecnologia Canavieira
CTNBio	Comissão Técnica Nacional de Biossegurança
Fatec-JB	Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani de Jaboticabal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
OGMs	Organismos Geneticamente Modificados

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1 Discussão sobre os riscos e benefícios da planta transgênica	20
2.2 Cana-de-açúcar transgênica	22
3 CONCLUSÃO	23
REFERÊNCIAS	24

1 INTRODUÇÃO

A biotecnologia é uma ciência ainda recente que engloba diversas áreas do agronegócio, incluindo melhoramento genético, bioinformática, logística e entre outros. A sua base é usar o conhecimento sobre os processos biológicos e sobre as propriedades dos seres vivos para resolver problemáticas referente dentro das lavouras, isso implica o desenvolvimento de novos cultivares que auxiliam no melhoramento genético das plantas, tratamento de suas sementes, manejo biológico de pragas e doenças, qualidade nutricional, além da rentabilidade da produção da mesma (CARRER *et al*, 2010).

Em primeiro momento, ela esteve concentrada na questão da saúde humana e animal, em que se utilizou microrganismos para fabricação de antibióticos, dando origem a Biotecnologia 1.0, que simbolizou um grande passo para a medicina, permitindo que várias doenças pudessem ser tratadas com facilidade. Em 1969, a descoberta das endonucleases de restrição, enzimas capazes de reconhecer uma pequena sequência de pares de base no DNA, tornou possível a manipulação do material genético. Mas foi na década de 1970 que ocorreu o início das metodologias de uso do DNA recombinante e do sequenciamento que proporcionaram grandes avanços na ciência da agricultura, iniciando a Biotecnologia 2.0 (JOÃO, 2021).

Segundo o Conselho de Informações sobre a Biotecnologia (CIB 2016), a primeira cultura transgênica que entrou no Brasil foi a soja, oriundas da Argentina e trazidas para o Rio Grande do Sul. A cultivar demonstrou sucesso no plantio e aumentou as exigências para a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio). Os transgênicos possuem suma importância na economia dentro de um país, proporcionando uma rentabilidade na produtividade e redução de gastos com insumos.

Por suas características, muitos associam à engenharia genética como “Segunda Revolução Verde”, considerada por alguns a necessidade para alimentar a crescente população, esse aumento da produção alimentar é objetivo da maioria dos países, uma vez que se espera que a população mundial aumente para quase 10 bilhões até 2050. Pensando dessa forma, os alimentos transgênicos necessitam dessas características adicionais envolvendo a resistência de pragas, tolerância à herbicidas, tolerância para períodos de secas rigorosas, qualidade nutricional e em menores proporções (SAVIOLLI, 2021).

Portanto, pensando nas variedades de transgenia que são obtidas pela biotecnologia atual, o trabalho tem como objetivo abordar informações de como esses procedimentos são

feitos, trazendo informações importantes que são discutidas pela população sobre seus benefícios ou malefícios em relação ao seu consumo.

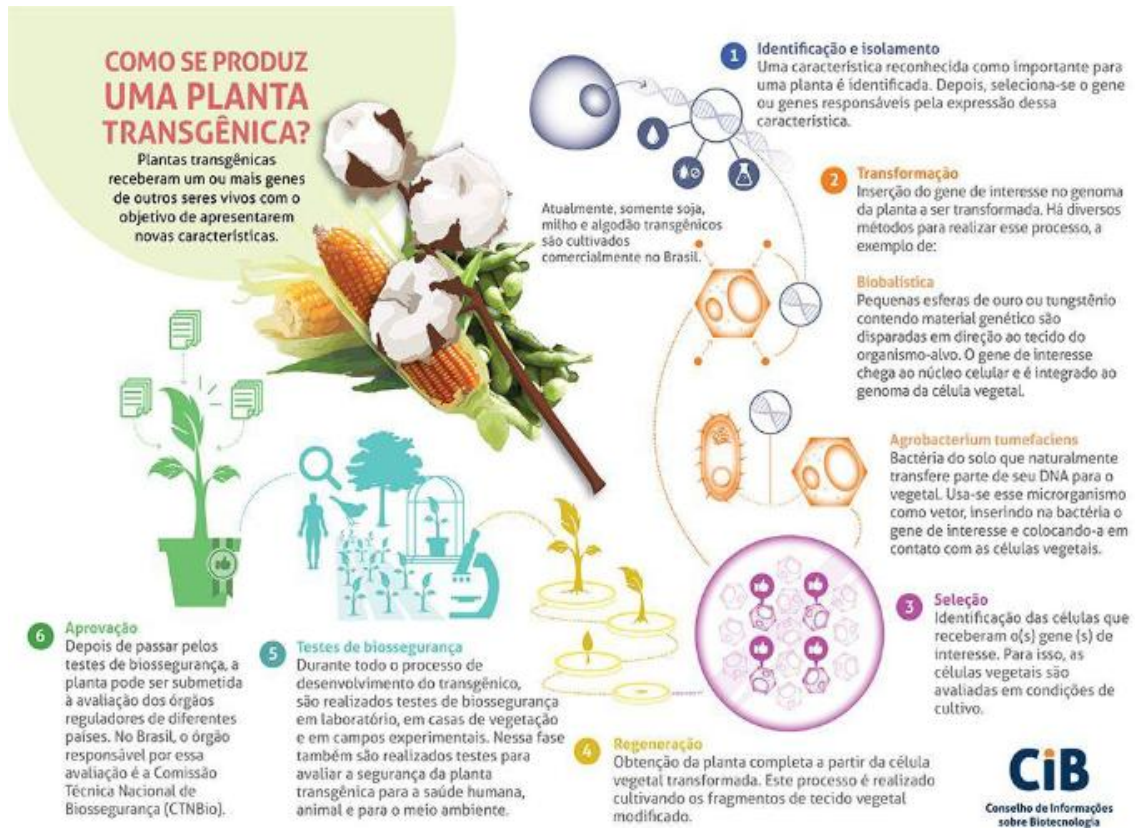
2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

No pensamento de manusear DNA e RN, a produção de plantas transgênicas é um processo muito mais controlado e conhecido, permitindo o desenvolvimento de novos cultivares mais rapidamente do que nos métodos convencionais. O princípio básico da cultura de tecidos é a aplicação da totipotência, ou seja, regenerar plantas a partir de células isoladas não diferenciadas, ou a partir de órgãos e tecidos vegetais. Tais células, podendo dividir-se e se diferenciar, isso proporciona a regeneração dessa parte da planta, dessa forma outros indivíduos podem ser produzidos a partir de uma única célula ou de várias tornando-se um clone. A principal dificuldade da cultura de tecidos é identificar para cada espécie, o meio de cultura mais apropriado para que ocorra a divisão celular, momento e local apropriado (OLIVEIRA *et al*, 2022).

Considerando que a biotecnologia atual envolve o uso do DNA, o isolamento do gene é uma técnica que possui como finalidade dentro do atual contexto informativo, obter uma planta transgênica. Para isso é necessário a inserção do gene isolado, ou seja, o gene de interesse (Figura 1). Referente em como ocorre a produção de uma planta transgênica e sua inserção do gene isolado, esse processo é composto por seis passos como pode ser observado na figura; Identificação e isolamento do gene de interesse, transformação desse genoma, identificação das células, regeneração da planta com a célula vegetal transformada, teste de biossegurança e aprovação para comercialização e consumo, explicando como ocorre a produção de uma planta transgênica, já que a biotecnologia envolve em sua maior parte, o uso do DNA (Figura 2) (FERRO & PAIXÃO, 2021).

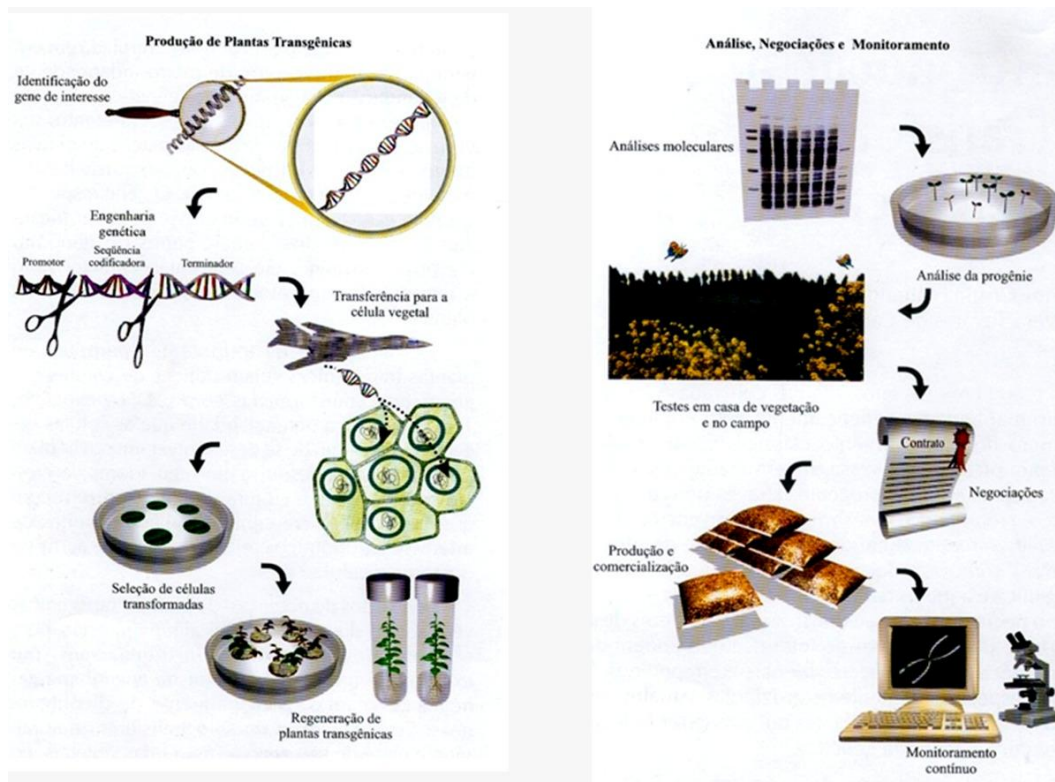
Ao se referir aos métodos atuais que aceleram os processos de melhoramento genético, inicia a biotecnologia 4.0, onde o termo é a solução para a necessidade de informações em tempo real, que garante rapidez e eficiência nas tomadas de decisão, incluindo as informações sobre os programas de melhoramento de plantas e o investimento necessário para a obtenção de uma nova cultivar, além dos questionamentos e projetos para uma agricultura sustentável que preserve o meio ambiente e proporcione segurança alimentar para a população (CARRER *et al*, 2010).

Figura 1. Produção de uma planta transgênica.



Fonte: Conselho de Informações sobre Biotecnologia (2022).

Figura 2. Produção da planta transgênica e processos necessários para ser aprovado no mercado.



Fonte: BRASILEIRO & CARNEIRO (2015).

Segundo BARNEY e HESTERLY (2007) o uso da biotecnologia tem suas vantagens, nesse caso, a empresa que esteja investindo nessa estratégia agrícola e que obteve sucesso e eficiência no processo, é vista com vantagens competitivas dentro do mercado de comercialização de seus produtos. É um compromisso que se torna um propósito da empresa ao longo prazo e que estimula também as outras empresas locais ou mundiais a tomarem o desenvolvimento da biotecnologia proporcionando produtos de melhor qualidade que atenda aos critérios de produtos mais nutritivos para o consumidor, contribuindo para a redução da desnutrição, fome, beneficiando o meio ambiente com a redução de produtos agrícolas que acarretam em impactos ambientais. Por isso, cada organização ou empresa tem uma particularidade tecnológica estruturada em seu campo como manejo estratégico, isso faz com que a abordagem alcance um desempenho superior. Esse objetivo ao final do processo é visto como estratégico que lhe permite alcançar uma vantagem competitiva, ou seja, gerar mais valor econômico, entre o valor dos produtos, serviços pelos clientes da empresa e o custo total dos

produtos ou serviços. Essa vantagem competitiva pode ser temporária de curta duração, ou sustentável.

Segundo dados do Serviço Internacional para Aquisição de Aplicação em Agrobiotecnologia (ISAA, 2019), a alta comercialização de produtos transgênicos teve um aumento significativo, a taxa média de adoção de culturas transgênicas nos cinco principais países produtores de biotecnologia chegou perto da saturação, EUA com 95% (soja, milho e adoção de canola), Brasil com 94%, Argentina com 100%, Canadá com 90% e a Índia com 94%, o levantamento nesses países seria através da expansão de áreas de cultivos biotecnológicos, comercialização de novas culturas e suas características estratégicas para aumentar a produção de alimentos nutritivos, mitigando os problemas em relação ao meio ambiente e o surgimento das mudanças climáticas.

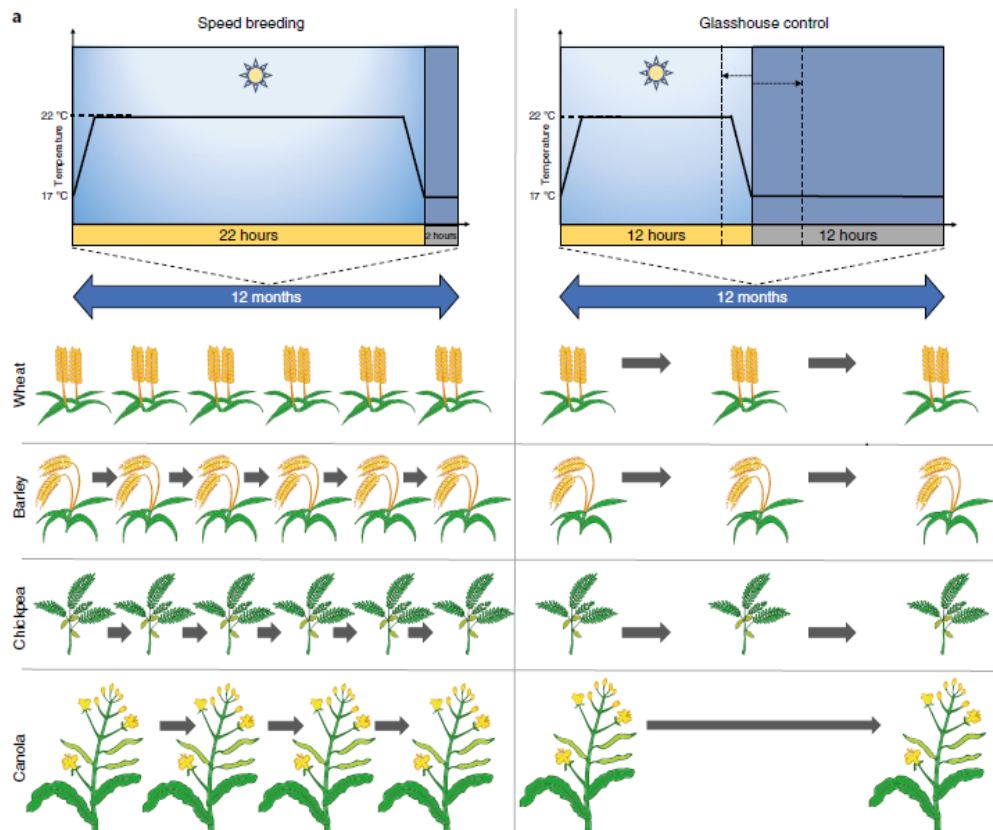
Dentro do mundo da biotecnologia existente, há uma variedades de aplicações que são consideradas inovações para agricultura, o que proporciona facilidade para a gestão da lavoura independente de sua cultura, um método muito utilizado é o *Speed Breeding* ou melhoramento rápido, que tem como finalidade fazer uma redução no ciclo da cultura, essa prática permite uso de condições artificiais controlando luz e temperatura facilitando o crescimento da planta, dessa forma, acelera seu ciclo de desenvolvimento em um curto período de tempo, reduzindo os intervalos entre as gerações e adiantando a seleção de progênies. Nesta abordagem o *Speed Breeding* é uma referência à biotecnologia 4.0, isto, porque está interligado as tomadas de decisão de forma eficiente com melhoramento de plantas com uma redução no tempo, além de investimentos necessários (WATSON *et al*, 2018).

Essa aplicação tem como vantagem garantir seis gerações ao ano, enquanto no campo ocorre o contrário, sendo realizada apenas uma única geração por ano ou duas gerações. Por isso, no método *Speed Breeding* a luz é ofertada constantemente aumentando seu fotoperíodo para 22 horas, além disso, sua temperatura também é mantida em torno de 22°C, acelerando seu crescimento. A primeira cultivar obtida através dessa aplicação foi uma variedade de trigo com proteína elevada e com tolerância à germinação pré-colheita, chegando ao mercado em 2018, com o nome de DS Faraday (LABORGENE, 2019).

O segredo conforme é demonstrado nos experimentos estudados para fazer a análise do crescimento da planta que utiliza o trigo, cevada, grão de bico e canola, é se uma cultivar estiver em uma estufa comparada com um fotoperíodo natural variável (10 a 16 horas) obterá apenas cerca de 2 a 3 gerações que podem ser alcanças por ano, enquanto o método discutido do *Speed Breeding* possibilita 4 a 6 gerações cultivadas em um ano. Essa simples integração de técnica entre *Speed Breeding* e SSD (*Single Seed Descent* ou descendência de uma única semente)

potencializa a aceleração de geração e linhagens para o melhoramento de plantas (Figura 3) (WATSON *et al*, 2018).

Figura 3. Experimento de comparação de gerações conforme o fotoperíodo.



Fonte: Watson *et al* (2018).

2.1 Discussão sobre os riscos e benefícios da planta transgênica

A biotecnologia se diferencia de outras indústrias por ser legalmente marcada por discussões éticas, epistemológicas e ontológicas que são tema tanto de pesquisa aplicada das ciências sociais e biológicas quanto ao debate mais amplo na sociedade. Por isso, o desenvolvimento de um novo produto alimentício não vai ao mercado sem ser feito inúmeros estudos e testes de segurança. No Brasil, a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), realiza todas as pesquisas que são controladas e normalizadas até a liberação comercial (CUCONATO & DOS SANTOS, 2022).

Souza (2019), aborda questões de biossegurança, análise de riscos de produtos biotecnológicos, mecanismos e instrumentos de monitoramento e rastreabilidade são necessários para assegurar proteção e integridade da saúde humana e os efeitos que podem ser

danosos ao meio ambiente. A maioria das plantas transgênicas de primeira geração contém genes com resistência a antibióticos, isso faz com que coloque em comparação com as doenças e situações dos últimos 20 anos, que surgiram doenças extremamente resistentes aos tratamentos convencionais, tuberculose, malária, cólera, difteria mais agressiva por parte dos microrganismos patogênicos. Isso demonstra que houve um decréscimo na eficiência dos antibióticos, por isso, uma das implicações disto é que, se esses genes de resistência a antibióticos inseridos em plantas transgênicas poderão ser transferidos para bactérias humana, constituindo-se um risco a ser considerado (NODARI & GUERRA, 2003).

Um segundo tipo de risco está relacionado as reações adversas dos alimentos derivados de Organismos Geneticamente Modificados, que de acordo com seus efeitos podem ser classificados em dois grupos: alergênicos e intolerantes. Os alimentos alergênicos causam a hipersensibilidade alérgica, enquanto os intolerantes respondem por alterações fisiológicas, como reações metabólicas, anormais ou idiossincráticas e toxicidade. Neste sentido, as liberações para o cultivo comercial de plantas transgênicas devem ser precedidas por estudos nutricionais e toxicológicos de longa duração. Essa discussão também é válida em relação a ameaça à diversidade biológica, a adição de um novo genótipo em uma comunidade de plantas pode proporcionar efeitos indesejáveis, como o deslocamento ou eliminação de espécies não domesticadas, exposição de espécies a novos patógenos ou agentes tóxicos, poluição genética, erosão da diversidade nativa e a interrupção da reciclagem de nutrientes e energia (DOUBLE, 1990; DEVOS *et al*, 2018).

Entretanto, é importante destacar que a segurança alimentar mediante ao consumo destes alimentos só se alcançará quando não representarem evidências científicas da ausência de efeitos negativos à saúde, entre outros efeitos negativos ainda precisam ser esclarecidos pela ciência (COSTA *et al*, 2011).

Em relação aos benefícios, o uso de transgênicos pode gerar uma planta resistente como já mencionado, a pesticida e herbicida, além de ser resistência as mudanças climáticas e ataques de pragas, dentre as vantagens preconizadas em seu plantio, obtém uma melhor colheita devido ao melhor combate a pragas e melhor proteção do meio ambiente devido ao uso de pesticida compatíveis ou redução dos mesmos. Em suma, proporcionando uma maior produção e produtividade, outra vantagem desses alimentos é a eficiência em relação a fontes nutricionais com maior durabilidade de armazenamento (EMBRAPA, 2016; DE BARROS *et al*, 2021).

A legislação brasileira dispõe ao consumidor o rótulo com descrição ou legenda do produto que deve estar estampada sobre a embalagem do alimento. E de acordo com COUTINHO *et al* (2007), a rotulagem dos alimentos visa orientar o consumidor sobre a

qualidade e quantidade dos constituintes nutricionais dos produtos, promovendo uma escolha de consumo ou não, por isso, diante do quadro de preocupação dos consumidores com os riscos dos produtos, a identificação dos OGMs (Organismos Geneticamente Modificados) adquire suma importância como um meio de descrição verídica do que está sendo consumido, se possui ou não riscos que possa apresentar à saúde humana.

O artigo 40 da lei 1.105/2005, no decreto de nº 4.680/2003, regulamenta a rotulagem dos alimentos transgênicos bem como em outras fontes legais, tornando-se presente em qualquer alimento que contenha mais que 1% de transgênicos. Além disso, o decreto nº 4.680/2003 prevê, que em seu art. 2º, tanto nos produtos embalados como nos vendidos a granel ou *in natura*, o rótulo de embalagem ou do recipiente em que estão contidos deve constar, no painel principal e em conjunto com o símbolo (Figura 4) a ser definido mediante ato do Ministério da Justiça, a seguinte expressão: “(nome do produto) transgênico”, “contém (nome do ingrediente) transgênico” ou “produto produzido a partir (nome do produto) transgênico” (BRASIL, 2003).

Figura 4. Símbolo indicativo nas embalagens de produtos transgênicos.



Fonte: Santos (2017).

2.2 Cana-de-açúcar transgênica

O aumento da produção de cana-de-açúcar tem sido possível principalmente pelo desenvolvimento de variedade melhoradas provenientes dos programas de melhoramento convencional, dessa forma, sua performance superior para o acúmulo de sacarose, beneficiando a necessidade alimentar e o mercado brasileiro de açúcar e etanol. Geralmente o desenvolvimento de uma nova variedade poderia levar de 12 a 15 anos, devido à complexidade do genoma e sua base genética, porém, com o crescente avanço do desenvolvimento

tecnológico principalmente na área da biologia molecular e genética, isso fez com que permitisse identificar genes potenciais de interesse agrônomo, como por exemplo, tolerância ou resistência ao estresse de seca ou melhoramento da sacarose presente no colmo, além disso, proporcionando a cultura a gerar mais biomassa residual que atualmente é vista como subproduto para queima e geração de energia, dessa forma, o resíduo é aproveitado ao invés de ser descartado, a biomassa também é matéria prima para produção de ração na pecuária, colocando-a como suplementação importante para os animais (DA CUNHA *et al*, 2015).

O primeiro trabalho de transformação genética de cana-de-açúcar foi público em 1987, foram gerados protoplastos resistentes ao antibiótico Canamicina utilizando a técnica de eletroporação que consiste em pulsos elétricos curtos de alta voltagem que modificam temporariamente a estrutura da membrana plasmática, induzindo a formação de poros ao longo da superfície, isso faz com que permita a entrada do gene exógeno e tratamento com PEG (polietileno glicol) (CHEN *et al*, 1987).

Outros exemplos de trabalhos que obtiveram sucesso ao trabalhar geneticamente com a cana-de-açúcar foi ARENCIBA *et al* (1998) que foi estudado a utilização da *Agrobacterium tumefaciens*, para transferir o gene de interesse obtendo plantas transgênicas com o gene *hptII* que confere às plantas tolerantes ao antibiótico higromicina que inibe a indução de calos e morfogêneses.

Recentemente foi identificado a expressão de um membro de SHN (ShSHN1) em colmos de cana-de-açúcar, determinada em tecidos de alta biomassa, que foi posteriormente expressados em arroz, resultando em uma planta com aumento de biomassa de até 340%, 209% a mais de pectina e 35% menos lignina, além de obter uma maior concentração na sacarificação, em torno de 60% em relação às plantas NT. Determinando que o SHN é um candidato de grande potencial para obtenção de plantas geneticamente modificadas, superando as limitações de produção dentro da indústria (MARTINS *et al*, 2018).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em base aos resultados através da revisão bibliográfica, é nítido que o assunto da transgenia é uma discussão que deixa toda população confusa em relação aos aspectos da ciência e ao consumo, isso porque a maioria desconhece ou possui receio da forma como a biotecnologia é utilizada para os produtos alimentícios, já que a ciência sempre aparece com novas notícias sobre os riscos e benefícios desses alimentos transgênicos que atualmente são muito comuns dentro da indústria, além disso, muitas pessoas o consomem sem menos

perceberem. Por isso, não há como dissociar as questões que abarcam a biossegurança e a biotecnologia mesmo que as Leis de Biossegurança como mencionada, obrigam inúmeros testes para esses alimentos antes de serem liberados ao comércio, por isso, é necessário o investimento em mais pesquisas nessa parte do campo, trazendo novas informações sobre os reais benefícios ou riscos que podem alavancar em seu consumo. Dessa forma, as pesquisas podem tirar mais dúvidas da população desde a produção em campo em determinada cultura, processo, desenvolvimento e fabricação de seus derivados.

Outro aspecto que deve ser discutido em conjunto são os fatores de produção e meio ambiente, pois, atualmente o mundo está enfrentando problemas em relação ao aumento populacional e a demanda de alimentos fazendo com que a biotecnologia seja uma alternativa viável pensando na conservação de matas nativas e florestas. O uso da biotecnologia faz com que haja uma maior produção em pequenas quantidades, isso significa que a biotecnologia pode ser uma alternativa de aumentar a produtividade e eficiência dentro da agricultura em um espaço relativamente pequeno, isso é devido ao fato dos cultivares serem modificados geneticamente para possuírem maiores concentrações de nutrientes, ou seja, maior qualidade nutricional e rentabilidade de corte dentro do campo visando o conceito de sustentabilidade, já que não será necessário inúmeros rodízios de culturas ou manejo agressivos que possam afetar o solo, essa alternativa faz com que haja mais espaços para proteção e conservação de fauna e flora já que as culturas transgênicas que são promissoras de uma produção mais eficiente não necessitam de tanto espaço para competir com florestas ou áreas protegidas. Ademais, tem a questão das pragas na agricultura que com o uso correto da biotecnologia, a planta se torna mais resistente a doenças, pragas e fatores climáticos que o mundo está sentindo devido as mudanças climáticas e do aquecimento global devido as ações antrópicas.

REFERÊNCIAS

- ARENCIBIA, A. D.; CARMONA, E. R.; TELLEZS, P.; CHAN, M. T.; YU, S. M. An efficient protocol for sugarcane (*Saccharum* spp. L.) transformation mediated by *Agrobacterium tumefaciens*. **Transgenic Research**, v.7, p. 213-222, 1998.
- BARNEY, Jay B.; HESTERLY, William S. Administração estratégica e vantagem competitiva, São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007. 344 p. Tradução de: Mônica Rosemberg.
- BRASIL. Decreto nº 4.680, de 24 de abril de 2003. Disponível em:<<https://dspace.mj.gov.br/handle/1/1354>>. Acesso em: 17 ago 2022.
- BRASILEIRO, Ana Cristina Miranda Brasileiro; CARNEIRO, Vera Tavares de Campos Carneiro: Manual de transformação genética de plantas, editoras técnicas. – 2. ed. rev. ampl. – Brasília. Embrapa, 2015.
- CARRER, H., Barbosa, A.L. & Ramiro, D. A. (2010). Biotecnologia na agricultura. Estudos avançados, 24(70), 149-164.
- CHEN, W. H.; GARTLAND, K. M. A.; DAVEY, M. R.; SOTAK, R.; GARTLAND, J. S.; MULLIGAN, B. J.; POWER, J. B.; COCKING, E. C. Transformation of Sugarcane protoplast by direct uptake of selectable chimeric gene. **Plant Cell Reports**, v. 6, p. 297- 301, 1987.
- CIB. Conselho de Informações sobre Biotecnologia (2022) Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/noticias/cib-lanca-o-guia--o-que-voce-precisa-saber-sobre-transgenicos-_90753.html>. Acesso em: 24 jul 2022.
- 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, 2011.
- COUTINHO, Janine Giuberti; RECINE, Elisabetta. Experiências internacionais de regulamentação das alegações de saúde em rótulos de alimentos. **Revista Panamericana de Salud Publica**, v. 22, n. 6, p. 432-437, 2007.
- CUCONATO, Paulo; DOS SANTOS, Dener Martins. Biossegurança, biotecnologia e biodireito: uma análise de discurso. **Revista Científica do UBM**, p. 70-84, 2022.
- DA CUNHA, B. A. D. B. et al. Biotecnologia aplicada ao sistema de produção da cana-de-açúcar. **Sistema de produção mecanizada da cana-de-açúcar integrada a produção de energia e alimentos**, 2015.

DE BARROS, Bárbara Maciel; DE OLIVEIRA, Bruna Moura; DA SILVA, Maria Cláudia. Alimentos transgênicos: Benefícios, malefícios e controvérsias. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 17, p. e86101724543-e86101724543, 2021.

DEVOS, Yann et al. Plantas híbridas de teosinto e milho × teosinto na Europa– avaliação de risco ambiental e implicações de manejo para milho geneticamente modificado. **Agricultura, ecossistemas e meio ambiente**, v. 259, p. 19-27, 2018.

DOEBLEY, J. Molecular evidence for gene flow among *Zea* species. *BioScience*, v.40, n.6, p.443-448, 1990.

EMBRAPA. Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. Alimentos Transgênicos Disponíveis em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agricultura_e_meioambiente/arvore>. Acesso em: 18 ago 2022.

FERRO, Andressa Correia; PAIXÃO, Alice Karla Lopes. Agricultura Transgênica como Ferramenta para o Desenvolvimento Sustentável e Econômico. **Diversitas Journal**, v. 6, n. 2, p. 2827-2838, 2021.

HO, Mae-Wan et al. Gene technology and gene ecology of infectious diseases. **Microbial Ecology in Health and Disease**, v. 10, n. 1, p. 33-59, 1998.

ISAAA – The International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications. Situação global dos cultivos transgênicos em 2019. Disponível em:< <https://croplifebrasil.org/wp-content/uploads/2020/12/ISAAA-2019-Executive-Summary-comp..pdf>>. Acesso em: 28 jul 2022.

JOÃO, Amanda Aparecida et al. Biotecnologia vegetal 4.0: uma abordagem sobre “Speed Breeding”. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, p. e87101220120-e87101220120, 2021.

Laborgene (2019). Speed breeding: conheça tudo sobre essa metodologia de aceleração no melhoramento de plantas. <https://www.laborgene.com.br/speedbreeding-conheca-tudo-sobre-essa-metodologia-de-aceleracao-no-melhoramento-de-plantas/>

MANTOANELLI, Graziela et al. Avaliação de rótulos e embalagens de alimentos infantis: bebida láctea, iogurte e queijo tipo "petit suisse". **Hig. aliment**, p. 21-8, 1999.

MARTINS, A.P.B. *et al.* Ectopic expression of sugarcane *SHINE* changes cell wall and improves biomass in rice. **Biomass And Bionergy**, v. 119, p.322-334, 2018.

NODARI, Rubens Onofre; GUERRA, Miguel Pedro. Plantas transgênicas e seus produtos: impactos, riscos e segurança alimentar (Biossegurança de plantas transgênicas). **Revista de Nutrição**, v. 16, p. 105-116, 2003.

OLIVEIRA, Hugo Vinicius Honorato de Sousa et al. TRANSGÊNICOS: ASPECTOS TÉCNICOS, LEGAIS E APLICAÇÕES EM CULTURAS AGRONÔMICAS. 2022.

RECH, E. Quando e como foi criada a Lei de Biossegurança no Brasil? In: CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA, 2016.

SANTOS, Tylla da Silva. Benefícios e riscos do consumo de alimentos transgênicos: revisão crítica da literatura. 2017.

SAVIOLLI, Larissa Queiroz. Agrotóxicos e transgênicos: benéficos ou prejudiciais?. 2021.

WATSON, Amy et al. Speed breeding is a powerful tool to accelerate crop research and breeding. **Nature plants**, v. 4, n. 1, p. 23-29, 2018.

SOUSA, Maria Betânia Valladão de. **A rotulagem dos alimentos transgênicos e o direito do consumidor à informação**. 2019. Dissertação de Mestrado. Brasil.

APÊNDICE A – TERMO DE ORIGINALIDADE

TERMO DE ORIGINALIDADE

Eu, Kenya Eduarda Silva, RG ██████████, CPF ██████████, aluno(a) regularmente matriculado(a) no **Curso Superior de Tecnologia em Biocombustíveis**, da Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB), declaro que meu trabalho de graduação intitulado **O IMPACTO DA BIOTECNOLOGIA NA AGRICULTURA: Transgênicos é ORIGINAL**.

Declaro que recebi orientação sobre as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que tenho conhecimento sobre as Normas do Trabalho de Graduação da Fatec-JB e que fui orientado sobre a questão do plágio.

Portanto, estou ciente das consequências legais cabíveis em caso de detectado PLÁGIO (Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, que altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais, publicada no D.O.U. de 20 de fevereiro de 1998, Seção I, pág. 3) e

assumo integralmente quaisquer tipos de consequências, em quaisquer âmbitos, oriundas de meu Trabalho de Graduação, objeto desse termo de originalidade.

Jaboticabal/SP, / /2022.

Kenya Eduarda Silva

Kenya Eduarda Silva