



Agricultura Transgênica como Ferramenta para o Desenvolvimento Sustentável e Econômico

Transgenic Agriculture as a Tool for Sustainable and Economic Development

Andressa Correia Ferro⁽¹⁾; Alice Karla Lopes Paixão⁽²⁾;
José Atalvânio da Silva⁽³⁾

⁽¹⁾ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3668-5956>; Universidade Estadual de Alagoas- UNEAL/Graduando em Licenciatura em Química, BRAZIL, E-mail: andressaferro@alunos.uneal.edu.br;

⁽²⁾ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8512-0612>; Universidade Estadual de Alagoas- UNEAL/Graduando em Licenciatura em Química, BRAZIL, E-mail: alicepaixao@alunos.uneal.edu.br;

⁽³⁾ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5916-2130>; Universidade Estadual de Alagoas- UNEAL/ Coordenador e Docente do curso de Licenciatura em Química, BRAZIL, E-mail: atalvanio.silva@uneal.edu.br;

Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

Recebido em: 07 de dezembro de 2020; Aceito em: 23 de março de 2021; publicado em 31/05/2021. Copyright© Autor, 2021.

RESUMO: A biotecnologia aplicada na agricultura fornece meios para fortalecer, melhorar e proteger as plantas contra a ação de intempéries, pragas e agentes patológicos que poderiam afetar a planta no seu processo de desenvolvimento. A transformação genética das plantas traz a possibilidade da validação funcional dos genes individualmente selecionados, como a exploração direta dos transgênicos no melhoramento genético. Tendo em vista o fato de que o Brasil é um dos maiores produtores de alimentos transgênicos, o objetivo deste trabalho é trazer informações acerca da biotecnologia como uma ferramenta auxiliar para o desenvolvimento da agricultura, buscando ressaltar os pontos fortes e aspectos mais importantes dessa área. Ao produzir este artigo, visou-se analisar os trabalhos científicos realizados na área da biotecnologia aplicada em plantas transgênicas, suas vantagens e benefícios na agricultura. Ao analisar os dados obtidos nos trabalhos científicos revisados, conseguiu-se identificar que os alimentos transgênicos trazem várias vantagens para a agricultura e para a economia, como por exemplo: resistência a pragas e doenças; aumento da produtividade; redução de custos; diminuição do uso de pesticidas, herbicidas e defensores; maior tolerância à condições ambientais e climáticas; introdução de características novas à espécie a partir da alteração do genoma e geração de anticorpos nessas espécies transgênicas.

PALAVRAS-CHAVE: Biotecnologia. Geneticamente Modificado. Sustentabilidade.

ABSTRACT: Applied biotechnology in agriculture provides means to strengthen, improve and protect plants against the action of bad weather, pests and pathological agents that could affect the plant in its development process. The genetic transformation of plants brings the possibility of the functional validation of individually selected genes, such as the direct exploitation of transgenics in genetic improvement. In view of the fact that Brazil is one of the largest producers of transgenic foods, the objective of this work is to bring information about biotechnology as an auxiliary tool for the development of agriculture, seeking to highlight the strengths and most important aspects of this area. On producing this article, the aim was to analyze the scientific work carried out in the area of biotechnology applied to transgenic plants, their advantages and benefits in agriculture. By analyzing the data obtained in the scientific papers reviewed, it was possible to identify that transgenic foods have several advantages for agriculture and the economy, such as: resistance to pests and diseases; increased productivity; cost reduction; decreased use of pesticides, herbicides and defenders; greater tolerance to environmental and climatic conditions; introduction of new characteristics to the species from the alteration of the genome and generation of antibodies in these transgenic species.

KEYWORDS: Biotechnology. Genetically Modified. Sustainability.

INTRODUÇÃO

A biotecnologia pode ser definida como uma alteração em processos biológicos ou em organismos vivos, direcionada a obtenção de um novo bem, processo ou produto. Entre as décadas de 1970 e 1980 deu-se início a biotecnologia moderna, unindo aos conhecimentos existentes as ferramentas tecnológicas e áreas diversas da ciência para buscar a inovação em diversos setores. A Biotecnologia atual envolve, principalmente, o uso do DNA, ou ADN na sigla em português (ALVESY, et al., 2018).

O isolamento de genes é uma técnica dominada pela ciência, atualmente, a fim de obter uma planta transgênica. Para isso é necessária a inserção do gene isolado em células vegetais. A natureza já realiza esse processo antes mesmo de o homem se tornar o astro mundial. Dessa forma, isso não se trata de uma invenção humana, e sim o homem apenas aprendeu a usar uma ferramenta oferecida pela própria natureza (MARIANO, 2003, p.119). Para melhor compreensão do que foi mencionado, pode-se observar na Figura 1 como ocorre tal processo de produção de uma planta transgênica.

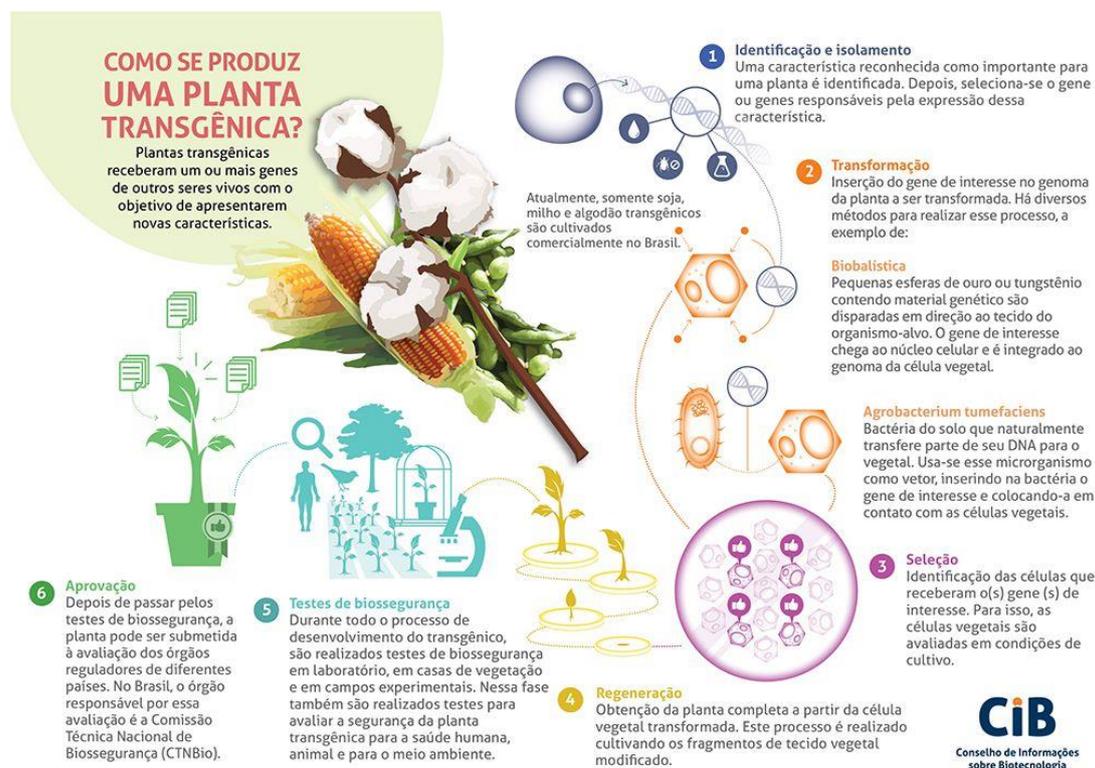


Figura 1: Como se Produz uma Planta Transgênica?

Fonte: Conselho de Informações sobre Biotecnologia- CIB.

A figura 1 explica como ocorre a produção de uma planta transgênica bem como o processo de inserção do gene isolado nestas plantas. O processo é composto por seis passos: (1) identificação e isolamento do gene; (2) transformação: inserção do gene no genoma da planta; (3) Seleção: processo de identificação das células que receberam os genes; (4) Regeneração: Obtenção da planta a partir da célula vegetal transformada; (5) Testes de biossegurança e (6) Aprovação.

No ramo alimentar, a biotecnologia visa fornecer meios para proporcionar o aumento da produção agrícola através da aplicação do conhecimento molecular da função dos genes e das redes regulatórias envolvidas na tolerância a estresse, desenvolvimento e crescimento, deste modo, “desenhando” novas plantas (TAKEDA e MATSUOKA, 2008).

A transformação genética pela qual as plantas passam ocasiona na possibilidade de uma validação funcional dos genes que são selecionados de forma individual, como a exploração direta dos transgênicos no melhoramento genético. O transgênico é um organismo que sofreu uma modificação genética, recebendo um gene de outro organismo, tal alteração confere ao mesmo uma série de características que antes não possuía. É possível realizar a transferência de genes para plantas, de outros cultivares ou de microrganismos ou animais. Os avanços científicos sobre a manipulação genética vêm causando uma revolução de conhecimentos, dando origem a novas áreas do conhecimento como a biotecnologia (CARDOSO, 2016).

No mundo, segundo o Ministério da Ciência e Tecnologia (2010), os dados retratam que apenas 2,4% da área agrícola mundial usam sementes transgênicas, e cerca de 80% dos transgênicos estão concentrados em apenas três países, sendo estes Estados Unidos, Argentina e Brasil; e desses, somente os EUA plantam 50% dos transgênicos do mundo; menos de 3% da área agrícola da Índia e da China são plantadas com sementes transgênicas, sendo que prevalece o algodão (LEITE e MUNHOZ, 2013). Os alimentos transgênicos são cultivados, principalmente, por sua alta performance para amenizar problemas desencadeados devido as variações climáticas e prevenção a novas pragas e doenças.

O Brasil possui 26% da área global de biotecnologia agrícola, destacando-se as culturas da soja, do milho e do algodão. A área plantada de soja e algodão aumentou no ano de 2017, devido a rentabilidade, preços favoráveis, alta demanda do mercado interno e externo e disponibilidade das sementes (ISAAA, 2018).

Estes dados mostram que, ao longo do tempo, os alimentos transgênicos vêm ganhando destaque e espaço na agricultura brasileira, bem como em outros países. Neste sentido, surgiu a necessidade de se realizar um estudo revisando a literatura publicada que trata da agricultura biotecnológica e os transgênicos no período de 2004 a 2020. O objetivo é trazer mais informações acerca da biotecnologia e sua contribuição na agricultura dos transgênicos mostrando os pontos fortes debatidos a respeito do uso destas sementes modificadas geneticamente.

PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Foram realizadas pesquisas bibliográficas através das seguintes plataformas de busca: Google Acadêmico, base Scielo, The International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (*ISAAA*) e Portal Embrapa com foco no assunto, sendo consultados artigos, livros e pesquisas publicadas no período entre 2004 a 2020 que revelassem dados e argumentos acerca do tema desejado. As palavras-chave para identificar os artigos utilizados foram: Biotecnologia, Desenvolvimento, Agricultura transgênica, Transgênicos.

Pela dificuldade de se encontrar trabalhos com esta temática, foram selecionados quinze (15) trabalhos acadêmicos e um (1) site informativo a respeito do trabalho biotecnológico na agricultura. O objetivo era encontrar publicações que mostrassem tanto a evolução biotecnológica, quanto ligantes entre biotecnologia e transgênicos na agricultura, buscando ressaltar sua ajuda e relevância no desenvolvimento como um todo para a sociedade atual. Foram desconsideradas as pesquisas em outros idiomas que não o português, pesquisas duplicatas no site, pesquisas que não estavam de acordo ao tema e trabalhos com mais de 15 anos de publicação. Assim, resultou no total de doze (12) artigos que serviram de suporte para o trabalho aqui apresentado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para Alves, 2004, a evolução humana e o processo da seleção natural são os responsáveis, através dos tempos, pelas modificações naturais que os seres vivos vêm passando, mediante processos genéticos como mutações, interações gênicas e outros.

As atividades agrícolas existem a pelo menos 10.000 anos a.C., e através dos anos as metodologias agrícolas vem se transformando; as plantas cultivadas passaram por modificações genéticas naturais que permitiram sua adaptação a diferentes ambientes, sem perdas drásticas de sua produtividade. Isso favoreceu um aumento da diversidade de produtos obtidos através das atividades agrícolas. O avanço do conhecimento humano acerca do funcionamento de diferentes sistemas que são responsáveis por sustentarem a vida na Terra permitiu o desenvolvimento de técnicas que possibilitaram o aumento da oferta de alimentos e a melhoria da dieta humana, ao menos para a parcela da população que dispõe de acesso à alimentação nutricionalmente equilibrada (ASSAD e ALMEIDA, 2004).

Algo que vem assombrando os mais diversos pesquisadores através dos anos é o iminente esgotamento dos recursos naturais devido ao processo de crescimento populacional. Estima-se que os métodos atuais de produção agrícola não permitirão que a produção de alimentos seja aumentada o suficiente de forma a ser capaz de alimentar a toda a população em alguns anos, considerando que desde a atualidade já existe um problema relativo à falta de uma distribuição adequada de alimentos.

De acordo com Araújo (1975, apud ALMEIDA, et al.; 2005), no Brasil, a partir da década 1970, foi adotado um padrão agrícola orientado, fundamentalmente, para a integração vertical e para o incremento da produção mediante aumentos de produtividade. Essa mudança ocorreu sem chegar a substituir totalmente o tradicional padrão de expansão agrícola. A produção tradicional não é, e nem poderia ser imediatamente substituída. Foi implementado naquela época, um processo de substituição gradativa. Esse momento de mudança é conhecido como Revolução Verde, e a partir dele, houve a facilitação e melhora nos meios de produção de uma grande parte dos grãos. Hoje em dia é a biotecnologia que exerce esse papel de seleção e aprimoramento dos recursos.

A definição dada a agricultura por opositores a biotecnologia agrária é que a agricultura seria constituída apenas por atividades que recorrem ao processo natural da produção, o qual não pode ser transformado em uma produção industrial, ou seja, agricultura é tudo aquilo que ainda não virou parte da indústria (ALMEIDA, et al., 2005) portanto, a agricultura biotecnológica não é considerada pelos mesmos como agricultura realmente.

Para adentrar-se no assunto agrobiotecnologia, é necessário abordar o momento em que a biotecnologia é definida pela primeira vez. Em 1914, Karl Ereky, engenheiro agrícola húngaro, acaba por desenvolver um plano de criação de suínos buscando a substituição das práticas tradicionais por uma indústria agrícola capitalista baseada no conhecimento científico. A primeira definição de biotecnologia veio de Ereky (1919), sendo considerada “a ciência e os métodos que permitem a obtenção de produtos a partir de matéria-prima, mediante a intervenção de organismos vivos” (MALAJOVICH, 2012).

O marco da divisória entre a Biotecnologia clássica e a Biotecnologia moderna é uma série de experiências que foram realizadas por H. Boyer e S. Cohen que, em 1973, levaram a uma transferência de um gene de sapo a uma bactéria. Então a partir deste momento passa a ser possível mudar o programa genético de um organismo vivo transferindo-lhe genes de uma outra espécie. (MALAJOVICH, 2012)

A biotecnologia está constantemente abrindo portas para o desenvolvimento, sendo uma complexa rede de conhecimentos no qual ciência e tecnologia se juntam e complementam uma à outra. Isso leva a um cenário onde se é possível efetuar a produção de uma série de variedades vegetais mais produtivas, a fabricação de novos alimentos, o tratamento do lixo, a produção de enzimas e os antibióticos, biocombustíveis e vários outros produtos.

No campo da genética vegetal os avanços têm como efeito reduzir a dependência excessiva da agricultura das inovações mecânicas e químicas, que foram os pilares da revolução verde. A biotecnologia nesse contexto resulta no aumento da produtividade, redução dos custos para a produção, a produção de alimentos com uma melhor qualidade e também o desenvolvimento de práticas que sejam menos agressivas com o meio ambiente.

Assim, atualmente, a maior contribuição que a biotecnologia moderna oferece à agricultura é a possibilidade da criação de uma nova variedade de espécies a partir da

transferência de genes entre duas outras espécies distintas. Esta transferência visa o desenvolvimento de uma planta com um atributo de interesse econômico, como é o caso das plantas resistentes a uma série de vírus, pragas ou mudanças climáticas, sendo a semente resultante deste processo conhecida como um Transgênico. De acordo com o Portal Embrapa, os Organismos Geneticamente Modificados, ou simplesmente GMs conhecidos também como transgênicos são as respostas da ciência para os problemas que afetam a humanidade.

Quando se refere a agricultura, os transgênicos ofertam como maior benefício para a humanidade a produção de plantas melhoradas geneticamente, fornecendo todo um suporte que é necessário para as atuais e futuras exigências para uma agricultura mais sustentável, para uma maior demanda de produtos e para a preservação dos recursos naturais. Futuramente, a inserção de características antes ausentes na planta pode agregar valor aos seus produtos, multiplicando a renda do agricultor e diminuindo o êxodo rural. A transformação genética pode ser o motor de uma transformação social (CARRER, et al., 2010).

Atualmente, o uso de transgênicos vem ganhando espaço cada vez mais na agricultura. O gráfico 1, por exemplo, mostra a área plantada com transgênicos no mundo, por cultura (ISAAA, 2018):

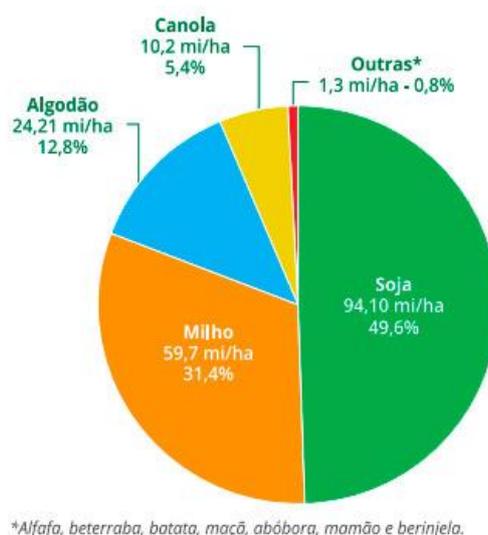


Gráfico 1: Área plantada com transgênicos no mundo, por cultura.

Fonte: ISAAA, 2018

Observando o gráfico 1, segundo dados do Serviço Internacional para Aquisição de Aplicações em Agrobiotecnologia (ISAAA), em 2017 foram cultivados cerca de 189,8 milhões de hectares com culturas transgênicas. Onde a soja foi a responsável por metade da área (49,6%), deixando as outras culturas com os outros 50% da área, como milho com 31,4%, algodão com 12,8%, canola com 5,4% e outras culturas correspondendo a 0,8%.

O Brasil acaba por ser o segundo maior produtor de transgênicos, perdendo apenas para os EUA, como pode ser visto na figura 2, que indica o top 5 de áreas plantadas com transgênicos no mundo:

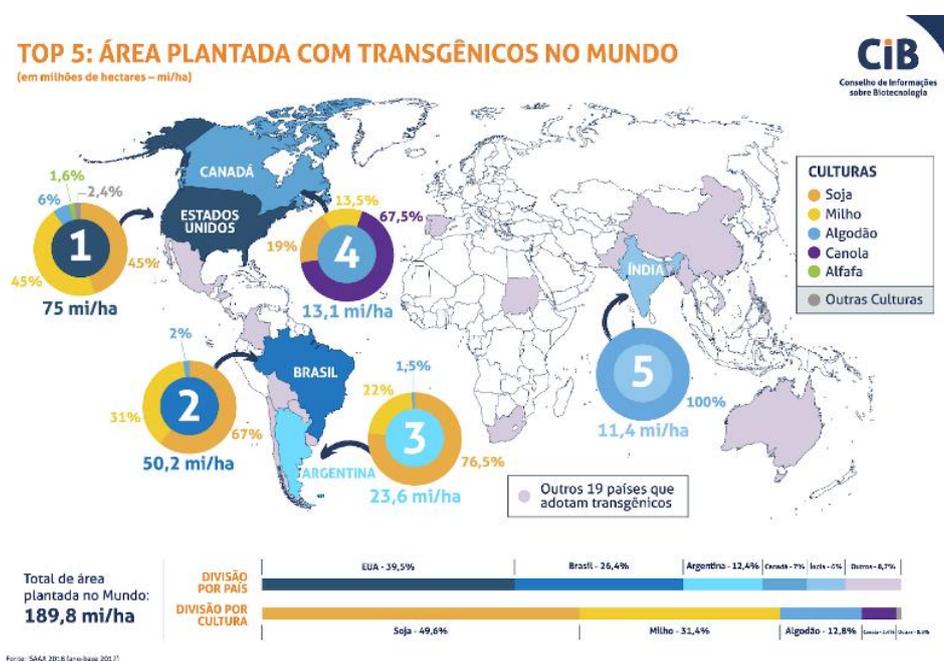


Figura 2: Top 5 Áreas plantadas com transgênicos no mundo.

Fonte: ISAA, 2018

Ainda segundo dados do Serviço Internacional para Aquisição de Aplicações em Agrobiotecnologia (ISAAA), em 2017 os EUA lideravam o plantio com 39,5% da área plantada no mundo, seguido pelo Brasil que realizou o plantio da segunda maior área de cultivos transgênicos do mundo, sendo responsável por 26,4% da área global de biotecnologia agrária; Argentina aparece com 12,4%, Canadá com 7%, Índia com 6% e 8,7% das áreas de cultivo restantes se dividem entre demais países. Com relação a divisão por cultura, vemos a soja como a principal e ocupando 49,6% do total de área agrícola, em segundo lugar o milho com 31,4%, o Algodão ocupa a terceira posição com

12,8%, em quarto a Canola ocupando 5,4%, e as demais culturas que dividem o quinto lugar com 0,8% da área agrícola.

Há a aprovação de 67 países para o cultivo dos geneticamente modificados (GM), seja para fins de consumo humano e animal, plantio comercial ou a geração de sementes. Isso tem um grande impacto positivo para a segurança alimentar, sustentabilidade e para encarar as mudanças climáticas, como mostra a figura 3:



Figura 3: Contribuição dos Transgênicos para a Segurança Alimentar, Sustentabilidade e no Combate às Mudanças Climáticas (entre 1996-2016)

Fonte: ISAA, 2018.

A figura 3 apresenta que os cultivos desenvolvidos pela biotecnologia são adotados por todo o mundo devido aos seus benefícios ambientais, de saúde humana e animal e também socioeconômicos. A contribuição em escala global da agricultura transgênica entre os anos de 1996 e 2016 atingiu 186,1 bilhões de dólares para aproximadamente 17 milhões de agricultores em todo o mundo, sendo a maior parte em países em desenvolvimento. Isto mostra o quanto a biotecnologia pode contribuir com países que, apesar de possuírem grande território apresentam distribuição desigual de alimentos, seja em regiões como na América Latina ou na África, onde a questão da fome ainda é um fator a ser vencido.

Quando se discutem os prós e contras a respeito dos transgênicos, é possível notar que os argumentos comumente utilizados para justificar as críticas ao seu uso são: o

aumento das alergias dado à expressão de novas proteínas e formação de compostos resultantes do gene inserido ao alimento; aumento das substâncias tóxicas, devido à introdução de genes que são responsáveis por regular a produção de toxinas utilizadas naturalmente como um sistema de defesa pelos organismos; elevação da concentração de agrotóxicos nos alimentos, dado o fato da maioria dos transgênicos ser resistente à ação dos defensivos agrícolas, o que leva a um aumento dos agrotóxicos e, conseqüentemente, seus resíduos nos alimentos e o desequilíbrio no ecossistema.

Sendo outra preocupação o fato de os transgênicos serem ou não seguros, a Lei Brasileira de Biossegurança (11.105/05), que é responsável por regular as atividades com transgênicos e da Biotecnologia num geral, é considerada uma das leis mais rigorosas do mundo. Tal legislação determina que, desde o momento de sua descoberta até chegar a ser um produto comercial, um transgênico é obrigatoriamente sujeito a muitos estudos, afim de garantir a segurança alimentar e ambiental do produto final. É somente depois de analisado e aprovado pela CTNBio (Comissão Técnica Nacional de Biossegurança) que o produto se destina ao mercado. Sendo assim, a produção de transgênicos é uma atividade legal e legítima, regida por uma legislação específica e que envolve rígidos critérios de biossegurança.

Mas também é fundamental observar os pontos defensivos aos transgênicos, é inegável sua contribuição para o aumento da oferta de alimentos mais nutritivos e rentáveis, oferecendo uma possibilidade de redução de substâncias indesejadas e também a diminuição da quantidade de perda nos campos de cultivo devido a sua resistência a mudanças climáticas e outros fatores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas informações obtidas através do processo de revisão bibliográfica, é possível constatar que por mais que exista uma certa resistência e preconceito em relação a biotecnologia transgênica a mesma possui o potencial para alimentar a população mundial, gerar emprego e renda. O uso dos OGM's vem a ser uma alternativa para o uso do genótipo em casos onde o melhoramento genético natural não é capaz de gerar um resultado apropriado as condições desejadas.

Além dos benefícios econômicos, com o aumento da produtividade e a eficiência no controle de pragas, os alimentos geneticamente modificados têm maior valor nutricional que os alimentos convencionais e também apresentam maior tempo de armazenamento. Existem também algumas preocupações efetivas, como a possibilidade de poluição do solo e dos lençóis freáticos, o surgimento e/ou desenvolvimento de plantas e animais resistentes a múltiplos pesticidas e a possibilidade de empresas multinacionais monopolizarem a tecnologia genética.

Devido à importância dos alimentos para os grupos de consumidores, as políticas relacionadas aos cultivos geneticamente modificados devem sempre se basear em opiniões não ideológicas e em informações de base científica profunda. É necessário expandir as pesquisas relacionadas a esse tema para que a população possa usar esse conhecimento para quebrar certos preconceitos e começar a aproveitar os benefícios potenciais que essa tecnologia se propõe a proporcionar.

REFERÊNCIAS

1. ALMEIDA, Gustavo Calixto Scoralick de; LAMOUNIER, Wagner Moura. **Os alimentos transgênicos na agricultura brasileira: evolução e perspectivas**. Organizações Rurais & Agroindustriais, Lavras, v. 7, n. 3, p. 345-355, 2005; Acesso em: 25 nov. de 2020. ISSN: 1517-3879. DOI: [10.22004/ag.econ.43932](https://doi.org/10.22004/ag.econ.43932)
2. ALVES, Gilcean Silva. **A biotecnologia dos transgênicos: Precaução é a palavra ordem**. Revista Holos, 2004. DOI: <https://doi.org/10.15628/holos.2004.33>
3. ALVES, Nathalia Guimarães. Vargasz, Marco Antônio. Britto, Jorge Nogueira de Paiva. **Interações universidade-empresa: um estudo exploratório sobre as empresas de biotecnologia em saúde**. Revista Econômica, v. 20, n. 1, 2018. 31 p. DOI: <https://doi.org/10.22409/economica.20i1.p388>
4. ASSAD, Maria Leonor Lopes; ALMEIDA, Jalcione. **Agricultura e Sustentabilidade: Contexto, Desafios e Cenários**. Ciência & Ambiente, n. 29, 2004. p.15-30. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228718155_Agricultura_e_sustentabilidade Acesso em: 18. Nov. 2020
5. CARDOSO, Douglas Navas. **Alimentos transgênicos: uma abordagem de ciência, tecnologia e sociedade**. Monografia (Graduação) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Campus Inhumas, Curso de Licenciatura em Química, 2016. 49 p. Disponível em: <https://repositorio.ifg.edu.br/bitstream/prefix/176/1/INSTITUTO%2>

- [oFEDERAL%20DE%20EDUCA%C3%87%C3%83O%201.pdf](#) Acesso em: 26. Nov. 2020.
6. CARRER, Helaine; BARBOSA, André Luiz; RAMIRO, Daniel Alves. **Biotecnologia na agricultura**. Estud. av. vol.24 no.70 São Paulo, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142010000300010>.
 7. ISAAA – The International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications. Situação global dos cultivos transgênicos em 2017. CIB – Conselho de Informações sobre Biotecnologia. Resumo executivo 2018. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4448754/mod_resource/content/1/15306214042018-07-03-ISAAA-Resumo-Executivo%20%281%29.pdf Acesso em: 20. Nov. 2020.
 8. LEITE, Débora Silva; MUNHOZ, Letícia Leite. **Biotecnologia e melhoramento das variedades de vegetais: cultivares e transgênicos**. Veredas do Direito, Belo Horizonte, v.10, n.19, p.23-44; Janeiro/Junho de 2013. Disponível em: https://egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/biotecnologia_e_melhoramento_das_variedades_de_vegetais.pdf Acesso em: 26. Out. 2020.
 9. MALAJOVICH, Maria Antonia. **Biotecnologia 2011**. Rio de Janeiro, Edições da Biblioteca Max Feffer do Instituto de Tecnologia ORT, 2012.
 10. Perguntas e respostas – Portal Embrapa. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-transgenicos/perguntas-e-respostas>. Acesso em: 25. Nov. 2020.
 11. REIS, Aparecida Bruna. et al. **ALIMENTOS TRANSGÊNICOS**. Saúde em Foco, Edição n°: 08, p. 420-432, 2016. Disponível em: https://portal.unisepe.com.br/unifia/wp-content/uploads/sites/10001/2018/06/041_alimentos_transgenicos.pdf Acesso em: 26. Out. 2020.
 12. TAKEDA, Shin.; MATSUOKA, Makoto. **Genetic approaches to crop improvement: responding to environmental and population changes**. Nature Reviews Genetics, v.9, p.444-57, 2008. DOI: [10.1038/nrg2342](https://doi.org/10.1038/nrg2342)