

ATUALIZAÇÕES EM PROMOÇÃO DA SAÚDE 2



ORGANIZADORES

AVELAR ALVES DA SILVA
LENNARA PEREIRA MOTA
PAULO SÉRGIO DA PAZ SILVA FILHO



ATUALIZAÇÕES EM PROMOÇÃO DA SAÚDE 2



ORGANIZADORES

AVELAR ALVES DA SILVA
LENNARA PEREIRA MOTA
PAULO SÉRGIO DA PAZ SILVA FILHO





O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial do SCISAUDE. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.



LICENÇA CREATIVE COMMONS

A editora detém os direitos autorais pela edição e projeto gráfico. Os autores detêm os direitos autorais dos seus respectivos textos. ATUALIZAÇÕES EM PROMOÇÃO DA SAÚDE 2 de [SCISAUDE](https://www.scisaude.com.br) está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/). (CC BY-NC-ND 4.0). Baseado no trabalho disponível em <https://www.scisaude.com.br/catalogo/atualizacoes-em-promocao-da-saude-2/75>

2024 by SCISAUDE

Copyright © SCISAUDE

Copyright do texto © 2024 Os autores

Copyright da edição © 2024 SCISAUDE

Direitos para esta edição cedidos ao SCISAUDE pelos autores.

Open access publication by SCISAUDE



ATUALIZAÇÕES EM PROMOÇÃO DA SAÚDE 2

ORGANIZADORES

Dr. Avelar Alves da Silva

<http://lattes.cnpq.br/8204485246366026>

<https://orcid.org/0000-0002-4588-0334>

Me. Paulo Sérgio da Paz Silva Filho

<http://lattes.cnpq.br/5039801666901284>

<https://orcid.org/0000-0003-4104-6550>

Esp. Lennara Pereira Mota

<http://lattes.cnpq.br/3620937158064990>

<https://orcid.org/0000-0002-2629-6634>

Editor chefe

Paulo Sérgio da Paz Silva Filho

Projeto gráfico

Lennara Pereira Mota

Diagramação:

Paulo Sérgio da Paz Silva Filho

Lennara Pereira Mota

Revisão:

Os Autores



Conselho Editorial

Ana Flavia de Oliveira Ribeiro	Elane da Silva Barbosa	Juliane Maguetas Colombo Pazzanese
Ana Florise Morais Oliveira	Francine Castro Oliveira	Júlia Maria do Nascimento Silva
André de Lima Aires	Giovanna Carvalho Sousa Silva	Kaline Malu Gerônimo Silva dos Santos
Angélica de Fatima Borges Fernandes	Heloísa Helena Figuerêdo Alves	Laíza Helena Viana
Camila Tuane de Medeiros	Jamile Xavier de Oliveira	Leandra Caline dos Santos
Camilla Thaís Duarte Brasileiro	Jean Carlos Leal Carvalho De Melo Filho	Lennara Pereira Mota
Carla Fernanda Couto Rodrigues	João Paulo Lima Moreira	Luana Bastos Araújo
Daniela de Castro Barbosa Leonello	Juliana Britto Martins de Oliveira	Maria Isabel Soares Barros
Dayane Dayse de Melo Costa	Juliana de Paula Nascimento	Maria Luiza de Moura Rodrigues
Maria Vitalina Alves de Sousa	Raissa Escandiusi Avramidis	Wesley Romário Dias Martins
Maryane Karolyne Buarque Vasconcelos	Renata Pereira da Silva	Wilianne da Silva Gomes
Paulo Sérgio da Paz Silva Filho	Sannya Paes Landim Brito Alves	Willame de Sousa Oliveira
Mayara Stefanie Sousa Oliveira	Suellen Aparecida Patricio Pereira	Naila Roberta Alves Rocha
Michelle Carvalho Almeida	Thamires da Silva Leal	Neusa Camilla Cavalcante Andrade Oliveira
Márcia Farsura de Oliveira		



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Atualizações em promoção da saúde 2 [livro eletrônico] / organização Avelar Alves da Silva, Paulo Sérgio da Paz Silva Filho, Lennara Pereira Mota. -- Teresina, PI : SCISAUDE, 2025.
PDF

Vários autores.

Bibliografia.

ISBN 978-65-85376-61-7

1. Promoção da saúde 2. Saúde - Brasil 3. Saúde pública 4. Sistema Único de Saúde (Brasil) I. Silva, Avelar Alves da. II. Silva Filho, Paulo Sérgio da Paz. III. Mota, Lennara Pereira.

25-251718

CDD-613

Índices para catálogo sistemático:

1. Saúde : Promoção da saúde : Ciências médicas 613

Eliane de Freitas Leite - Bibliotecária - CRB 8/8415



10.56161/sci.ed.20250217



978-65-85376-61-7



SCISAUDE

Teresina – PI – Brasil

scienceesaude@hotmail.com

www.scisaude.com.br



APRESENTAÇÃO

A promoção da saúde é um pilar essencial para a construção de sociedades mais saudáveis e resilientes. Com o avanço das pesquisas e a necessidade de abordagens cada vez mais integradas e interdisciplinares, "**Atualizações em Promoção da Saúde 2**" surge como uma obra fundamental para profissionais, pesquisadores e estudantes que desejam aprofundar seus conhecimentos sobre o tema.

Este livro reúne uma série de estudos atualizados, abordando estratégias inovadoras, políticas públicas, desafios contemporâneos e práticas bem-sucedidas na promoção da saúde. A diversidade dos temas tratados reflete a amplitude desse campo, explorando desde a atenção primária até a implementação de tecnologias na saúde, passando por programas de prevenção, educação em saúde e análise epidemiológica.

Com uma linguagem clara e fundamentação científica rigorosa, "**Atualizações em Promoção da Saúde 2**" é uma leitura indispensável para aqueles que buscam compreender as novas tendências e contribuir para a efetivação de ações voltadas ao bem-estar da população.

Este livro não apenas compartilha conhecimento, mas também incentiva a reflexão crítica e a aplicação de estratégias baseadas em evidências para um futuro mais saudável e sustentável.

Boa Leitura!!!



CAPÍTULO 1.....	9
ASSISTÊNCIA DE ENFERMAGEM BASEADA NA TEORIA DO AUTOCUIDADO PARA PACIENTES COM EPIDERMÓLISE BOLHOSA	9
10.56161/sci.ed.20250217C1	9
CAPÍTULO 2.....	17
AVALIAÇÃO CLÍNICA E FARMACOTERAPÊUTICA EM ESCLEROSE MÚLTIPLA: ESTUDO DE CASO EM HOSPITAL UNIVERSITÁRIO	17
10.56161/sci.ed.20250217C2	17
CAPÍTULO 3.....	27
BIOTECNOLOGIA E BIOFORTIFICAÇÃO: SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS PARA COMBATER A DEFICIÊNCIA NUTRICIONAL GLOBAL.....	27
10.56161/sci.ed.20250217C3	27
CAPÍTULO 4.....	36
EDUCAÇÃO EM SAÚDE E EDUCAÇÃO PERMANENTE EM SAÚDE: ESTRATÉGIAS PARA FORTALECIMENTO DO SUS	36
10.56161/sci.ed.20250217C4	36
CAPÍTULO 5.....	49
SAÚDE SEXUAL NA ADOLESCÊNCIA: DESAFIOS E ESTRATÉGIAS NA PREVENÇÃO DAS ISTs E DO HIV/AIDS.....	49
10.56161/sci.ed.20250217C5	49



CAPÍTULO 3

BIOTECNOLOGIA E BIOFORTIFICAÇÃO: SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS PARA COMBATER A DEFICIÊNCIA NUTRICIONAL GLOBAL

BIOTECHNOLOGY AND BIOFORTIFICATION: SUSTAINABLE SOLUTIONS TO COMBAT GLOBAL NUTRITIONAL DEFICIENCY

 10.56161/sci.ed.20250217C3

Thálita Cristyne de Oliveira Alves

Universidade Federal do Espírito Santo

Orcid ID do autor <https://orcid.org/0009-0001-9111-9896>

Lorena Pereira Ferreira

Universidade Federal do Oeste do Pará

Orcid ID do autor <https://orcid.org/0009-0005-2973-415X>

Luiz Lucas de Souza

Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Orcid ID do autor <https://orcid.org/0009-0006-7932-5300>

Gabriel Alexandre Clemente Amaral

Universidade Federal da Paraíba

Orcid ID do autor <https://orcid.org/0000-0002-6047-4844>

Valter Oliveira de Souto

Instituto Federal de Santa Catarina

Orcid ID do autor <https://orcid.org/0000-0001-8944-4860>

Weveron Pereira de Medeiros

Universidade Federal do Espírito Santo

Orcid ID do autor <https://orcid.org/0000-0001-9193-894X>

Carlos Eduardo Assis da Silva

Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro

Orcid ID do autor <https://orcid.org/0000-0003-1353-299X>

Willian Bonne Monteiro dos Santos

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Orcid ID do autor <https://orcid.org/0000-0001-9599-5423>



Fernanda De Jorge Gouvêa

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Orcid ID do autor <https://orcid.org/0000-0001-6102-926X>

Joellington Marinho de Almeida

Fundação Espírito-santense de Tecnologia

Orcid ID do autor <https://orcid.org/0000-0003-4747-1398>

RESUMO

A biofortificação é uma estratégia inovadora e sustentável que utiliza avanços biotecnológicos para combater a deficiência nutricional global. Este estudo abordou a importância da biofortificação como ferramenta para enriquecer alimentos básicos, como arroz, milho e trigo, com micronutrientes essenciais, como ferro, zinco e vitamina A, promovendo benefícios à saúde pública, especialmente em populações vulneráveis. A introdução destacou a relevância do tema diante da prevalência de desnutrição crônica e deficiências de micronutrientes, reforçando o papel da biotecnologia no enfrentamento desse desafio global. A metodologia consistiu em uma revisão integrativa de literatura, com busca realizada na base de dados PubMed, incluindo artigos publicados entre 2020 e 2025. Utilizaram-se descritores controlados do MeSH e termos livres, como "Biotechnology" e "Food Security", para refinar os resultados. Foram incluídos artigos originais e revisões sistemáticas que abordassem a biofortificação e seus impactos nutricionais. Estudos não relacionados diretamente ao tema ou sem texto completo foram excluídos. Os resultados demonstraram que a biofortificação agrônômica e o uso de ferramentas como CRISPR-Cas9 têm ampliado a concentração de micronutrientes em alimentos básicos, contribuindo para a redução de deficiências nutricionais em regiões de baixa renda. Programas como o HarvestPlus evidenciaram sucesso na implementação de culturas biofortificadas, como o arroz dourado e a batata-doce rica em β -caroteno. Além disso, os resultados apontaram contribuições significativas para a sustentabilidade, ao reduzir a necessidade de fertilizantes químicos e minimizar a pressão sobre terras agrícolas. Destaca-se também os desafios regulatórios e culturais que limitam a adoção da biofortificação em larga escala. Conclui-se assim que a biofortificação é uma solução eficaz e viável para melhorar a saúde pública e reduzir a insegurança alimentar global. Investimentos em pesquisa, políticas públicas e conscientização da população são essenciais para maximizar seu impacto, garantindo um futuro mais saudável e sustentável para comunidades vulneráveis.

PALAVRAS-CHAVE: Biofortificação; Biotecnologia; Segurança Alimentar; Sustentabilidade; Deficiência Nutricional.

ABSTRACT

Biofortification is an innovative and sustainable strategy that uses biotechnological advances to combat global nutritional deficiency. This study addressed the importance of biofortification as a tool to enrich staple foods, such as rice, corn, and wheat, with essential micronutrients, such as iron, zinc, and vitamin A, promoting public health benefits, especially in vulnerable populations. The introduction highlighted the relevance of the topic given the prevalence of chronic malnutrition and micronutrient deficiencies, reinforcing the role of biotechnology in addressing this global challenge. The methodology consisted of an integrative literature review, with a search carried out in the PubMed database, including articles published between 2020 and 2025. Controlled MeSH descriptors and free terms, such as "Biotechnology" and "Food Security", were used to refine the results. Original articles and systematic reviews that addressed biofortification and its nutritional impacts were included. Studies not directly related



to the topic or without full text were excluded. The results demonstrated that agronomic biofortification and the use of tools such as CRISPR-Cas9 have increased the concentration of micronutrients in staple foods, contributing to the reduction of nutritional deficiencies in low-income regions. Programs such as HarvestPlus have demonstrated success in implementing biofortified crops, such as golden rice and sweet potatoes rich in β -carotene. In addition, the results indicated significant contributions to sustainability, by reducing the need for chemical fertilizers and minimizing pressure on agricultural lands. Regulatory and cultural challenges that limit the adoption of biofortification on a large scale are also highlighted. Thus, it is concluded that biofortification is an effective and viable solution to improve public health and reduce global food insecurity. Investments in research, public policies and public awareness are essential to maximize its impact, ensuring a healthier and more sustainable future for vulnerable communities.

KEYWORDS: Biofortification; Biotechnology; Food Security; Sustainability; Nutritional Deficiency.

1. INTRODUÇÃO

A alimentação é uma necessidade básica que sustenta a saúde e o bem-estar global. Contudo, a desnutrição crônica e as deficiências de micronutrientes continuam a impactar negativamente milhões de pessoas em todo o mundo, especialmente em populações de baixa renda. Entre as estratégias modernas para enfrentar esse problema, a biofortificação, apoiada por avanços biotecnológicos, destaca-se como uma solução sustentável para enriquecer alimentos básicos com nutrientes essenciais, melhorar o sistema imunológico e combater a insegurança alimentar (Nataraj et al., 2020). Um sistema imunológico enfraquecido aumenta a suscetibilidade a patógenos, resultando em doenças como câncer e infecções virais, reforçando a necessidade de soluções nutricionais eficazes e acessíveis (Kim et al., 2022).

Entre as estratégias para alcançar a segurança nutricional, a biofortificação se destaca como a mais sustentável e viável, especialmente em populações de baixa renda. Ao enriquecer alimentos básicos, como arroz, milho e trigo, com micronutrientes essenciais, essa abordagem promove melhorias nutricionais diretamente nas práticas agrícolas. Diferente da suplementação e fortificação industrial, a biofortificação utiliza avanços biotecnológicos, como a bioengenharia e a edição genômica, para oferecer soluções integradas ao sistema alimentar global (Dhaliwal et al., 2022).

Atualmente, mais de 800 milhões de pessoas enfrentam desnutrição crônica, enquanto 2 bilhões sofrem de deficiências de micronutrientes, o que representa um grave desafio à saúde pública global (WFP, 2020; Sheoran et al., 2022). A biofortificação surge como uma abordagem econômica, eficiente e adaptada para populações de baixa renda, enriquecendo alimentos básicos, como arroz, trigo e milho, com vitaminas e minerais essenciais. Utilizando ferramentas



biotecnológicas avançadas, essa estratégia oferece uma alternativa sustentável às soluções tradicionais, como suplementação e fortificação industrial, especialmente em regiões com acesso limitado a alimentos diversificados (Avnee et al., 2023).

Além disso, a biofortificação supera barreiras enfrentadas por outras estratégias, como a suplementação médica e a diversidade alimentar, ao integrar o enriquecimento nutricional diretamente nas práticas agrícolas. Com o suporte de biotecnologias avançadas, essa solução apresenta benefícios sustentáveis de longo prazo, contribuindo para a melhoria da saúde pública e a redução da insegurança alimentar (Shahzad et al., 2021).

Por meio de avanços em biotecnologia, como engenharia genética e edição genômica, a biofortificação tem transformado culturas básicas em fontes mais ricas de micronutrientes essenciais, como ferro, zinco e vitamina A. Essa abordagem melhora significativamente a biodisponibilidade de nutrientes nos alimentos consumidos por populações vulneráveis. Além disso, sua viabilidade econômica torna-a uma ferramenta poderosa para combater a deficiência nutricional em regiões onde outras formas de suplementação ou fortificação não são práticas (Avnee et al., 2023).

Figura 1: Comparação da concentração de β -caroteno no arroz convencional versus arroz dourado biofortificado, demonstrando os benefícios nutricionais da biofortificação.

	Convencional	Biofortificada
Arroz 	Em média, 12mg de zinco e 2mg de ferro por quilo de arroz branco polido	Média de 18mg de zinco e 4mg de ferro por quilo de arroz branco polido
Batata-doce 	Em cultivares de polpa branca, até 10 microgramas de betacaroteno por grama de raízes frescas	Média de 115 microgramas de betacaroteno por grama de raízes frescas
Feijão 	Em média, 50mg de ferro e 30mg de zinco por quilo	Em média, 90mg de ferro e 50mg de zinco por quilo
Mandioca 	Em variedades de polpa branca não há teores expressivos de betacaroteno	Até 9 microgramas de betacaroteno por grama de raízes frescas
Milho 	Em média, 4,5 microgramas de pró-vitamina A por grama de milho em base seca	Até 9 microgramas de pró-vitamina A por grama de milho em base seca

Fonte: (Disner; Myfarm, 2021)

Concluindo, a biotecnologia desempenha um papel crucial na viabilização da biofortificação como uma solução prática e sustentável para enfrentar a deficiência nutricional



global. Ao enriquecer alimentos básicos com nutrientes essenciais, essa abordagem não apenas melhora a saúde pública, mas também promove a resiliência dos sistemas alimentares. Investir continuamente em pesquisa e desenvolvimento biotecnológico é fundamental para impulsionar avanços na biofortificação e garantir um futuro mais saudável e sustentável para populações vulneráveis.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa consiste em uma revisão integrativa da literatura, com o objetivo de compilar as informações mais atuais sobre os progressos biotecnológicos utilizados na biofortificação, considerada uma estratégia sustentável para enfrentar a deficiência nutricional em escala global. A metodologia adotada foi desenhada para assegurar a validade científica e a relevância das informações examinadas.

A busca foi realizada exclusivamente na base de dados PubMed, utilizando descritores controlados do Medical Subject Headings (MeSH) e termos livres, como: "Biotechnology", "Food, Fortified", "Micronutrients", "Functional Food", "Food Security", "Nutritional Sciences", "Agricultural Biotechnology" e "Dietary Supplements". Esses descritores foram combinados de forma a refinar os resultados e garantir a inclusão de artigos diretamente relacionados ao tema.

Foram considerados artigos publicados entre 2020 e 2025, em um total de 60 artigos garantindo a atualidade das informações e refletindo os avanços mais recentes em biotecnologia aplicada à biofortificação. Os critérios de inclusão englobaram estudos originais e revisões sistemáticas que abordassem diretamente a biofortificação de alimentos básicos, seus impactos nutricionais, sustentabilidade e aplicação prática em populações vulneráveis.

Foram excluídos 30 artigos que não apresentavam o texto completo, incluindo publicações não científicas, como editoriais e comentários, além de estudos que não abordavam alimentos biofortificados. O processo de seleção dos estudos ocorreu em três etapas, com a exclusão de 10 artigos em cada fase: inicialmente, foram analisados os títulos e resumos; em seguida, realizou-se a leitura integral dos artigos pré-selecionados; por fim, foram incluídos apenas aqueles que atendiam aos critérios previamente estabelecidos.

Embora a revisão tenha sido robusta, reconhece-se que a escolha de apenas uma base de dados (PubMed) e a delimitação temporal podem limitar a abrangência dos resultados. No entanto, essa abordagem permitiu focar nos estudos mais relevantes e atualizados, assegurando a qualidade e a relevância das evidências apresentadas.



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

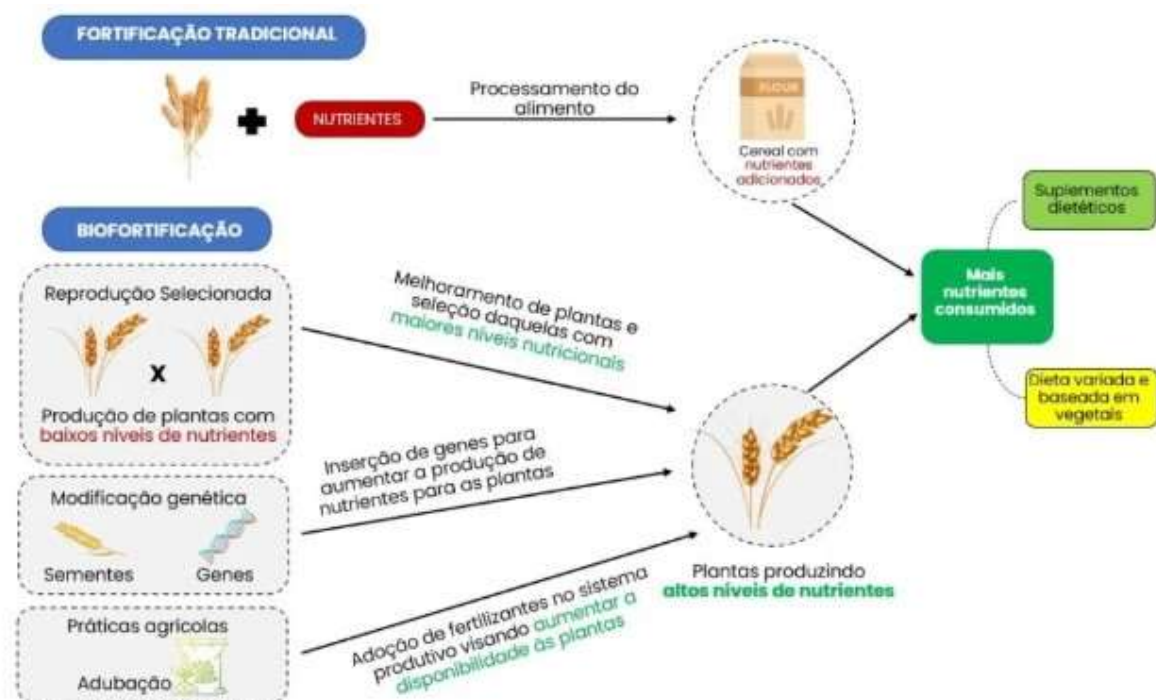
A biofortificação agronômica, em particular, tem se mostrado promissora devido à sua simplicidade e viabilidade. Como destacado, o uso de fertilizantes ricos em micronutrientes, como ferro e zinco, melhora significativamente a concentração desses elementos nas culturas agrícolas. Essa prática já demonstrou sucesso em países como a Turquia e a Finlândia, onde a aplicação de zinco e selênio, respectivamente, aumentou os níveis desses nutrientes nas plantas e reduziu deficiências nas populações (Bhardwaj et al., 2022). Por outro lado, ferramentas como CRISPR-Cas9 permitiram modificações genéticas direcionadas, aumentando a concentração de micronutrientes e a resistência das plantas a condições adversas. Exemplo disso é a batata-doce biofortificada com β -caroteno, que impactou positivamente a saúde infantil na África do Sul (Koç; Karayığit, 2022).

O melhoramento genético convencional tem possibilitado o desenvolvimento de variedades de culturas, como arroz, milho e trigo, com teores aumentados de provitamina A, Fe e Zn. Iniciativas como o programa HarvestPlus têm gerado variedades de alimentos básicos que atendem às necessidades diárias de micronutrientes em populações de risco. Apesar dos avanços, essa abordagem enfrenta limitações devido à complexidade genética e ao tempo necessário para o desenvolvimento de novas variedades (Dhaliwal et al., 2022).

Esse melhoramento convencional tem, de fato, desempenhado um papel fundamental na biofortificação de alimentos básicos, como arroz, milho e trigo, ao aumentar os níveis de micronutrientes essenciais como provitamina A, ferro e zinco. Programas como o HarvestPlus representam um avanço significativo nesse campo, pois têm conseguido levar essas variedades enriquecidas para populações que mais precisam. No entanto, é importante reconhecer que essa abordagem não está isenta de desafios. A complexidade genética envolvida nesse processo e o longo tempo necessário para desenvolver novas variedades podem limitar a rapidez com que essas soluções chegam às comunidades vulneráveis. Isso evidencia a necessidade de investimentos contínuos em pesquisa e inovação para superar essas barreiras e potencializar os impactos positivos dessa estratégia.

Figura 2: Métodos de Biofortificação





Fonte: (Boschiero, 2024)

Outro ponto relevante é a contribuição da biofortificação para a sustentabilidade. A redução do uso de fertilizantes químicos e a diminuição da pressão por expansão de terras agrícolas são aspectos positivos dessa abordagem. Isso se alinha não apenas à segurança alimentar, mas também aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, especialmente no que diz respeito ao combate à fome e à promoção de uma agricultura responsável.

Os impactos positivos da biofortificação sobre a saúde pública são evidentes, com reduções significativas nas deficiências de micronutrientes, particularmente em áreas com acesso limitado a dietas diversificadas. Estudos indicam que o consumo regular de alimentos biofortificados melhora a imunidade, o desenvolvimento cognitivo e a capacidade laboral, contribuindo para o rompimento do ciclo de pobreza associado à má nutrição (Dhaliwal et al., 2022).

Apesar dos avanços, barreiras regulatórias e a aceitação pública são desafios recorrentes. A colaboração entre instituições e a educação da população podem ampliar a adoção dessas tecnologias. A biofortificação também se alinha à sustentabilidade ao reduzir o uso de fertilizantes químicos e mitigar a pressão por expansão de terras cultiváveis (Ofori et al., 2022).

A biofortificação mediada por biotecnologia representa uma abordagem viável e sustentável para enfrentar a deficiência nutricional global. Além de reduzir as desigualdades no acesso a nutrientes essenciais, estas soluções contribuem para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, promovendo a segurança alimentar e o bem-estar em comunidades mais



necessitadas. No entanto, avanços mais rápidos dependerão de um esforço conjunto entre ciência, política e sociedade, além de investimentos consistentes em pesquisa e educação para ampliar a aceitação e o impacto dessas tecnologias.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A biofortificação, impulsionada por inovações biotecnológicas, se estabelece como uma abordagem viável e sustentável para combater as deficiências nutricionais em escala global, principalmente entre as populações mais vulneráveis. Este estudo ressaltou que alimentos biofortificados, como arroz, milho e trigo enriquecidos com micronutrientes essenciais, têm o potencial de diminuir de forma significativa as carências de ferro, zinco e vitamina A, resultando em melhorias na saúde pública. Os dados demonstram que a aplicação de tecnologias como CRISPR-Cas9, biofortificação agrônômica e melhoramento genético tradicional tem ampliado as oportunidades de enriquecer alimentos básicos, ajudando a mitigar doenças associadas à desnutrição e fortalecendo sistemas alimentares mais sustentáveis.

Embora tenham sido feitos progressos, o estudo destacou desafios significativos, como obstáculos regulatórios, resistência cultural e restrições no desenvolvimento de novas variedades biofortificadas. Esses aspectos ressaltam a importância de uma colaboração mais intensa entre pesquisadores, autoridades governamentais e entidades internacionais, a fim de assegurar que essas tecnologias sejam amplamente adotadas e aceitas. Ademais, é fundamental que existam programas educativos e políticas públicas sólidas para aumentar a conscientização e a aceitação da biofortificação, principalmente em comunidades que teriam maior benefício dessas inovações.

Em suma, a biofortificação emerge não só como uma alternativa para garantir a segurança alimentar, mas também como uma estratégia para impulsionar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, ao unir saúde, sustentabilidade e inovação tecnológica. Este estudo destaca a relevância de persistir nos investimentos em pesquisa e desenvolvimento, assegurando que a biofortificação se estabeleça como uma abordagem viável e impactante para elevar a qualidade de vida das comunidades em todo o globo.

REFERÊNCIAS

AVNEE et al. Biofortification: an approach to eradicate micronutrient deficiency. **Frontiers in Nutrition**, v. 10, p. 1233070, 14 set. 2023.

BHARDWAJ, A. K. et al. **Agronomic biofortification of food crops: An emerging opportunity for global food and nutritional security - PMC**. Disponível em: <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9780467/>>. Acesso em: 20 jan. 2025.



BOSCHIERO, B. N. **Biofortificação de alimentos no Brasil e no mundo**. Disponível em: <<https://agroadvance.com.br/blog-biofortificacao-alimentos-biofortificados/>>. Acesso em: 21 jan. 2025.

DHALIWAL, S. S. et al. Biofortification—A Frontier Novel Approach to Enrich Micronutrients in Field Crops to Encounter the Nutritional Security. **Molecules**, v. 27, n. 4, p. 1340, 16 fev. 2022.

DISNER, E.; MYFARM. **Biofortificação de alimentos - O que é? Como funciona?** Disponível em: <<https://www.myfarm.com.br/biofortificacao/>>. Acesso em: 21 jan. 2025.

KIM, J. H. et al. Immunomodulatory functional foods and their molecular mechanisms. **Experimental & Molecular Medicine**, v. 54, n. 1, p. 1–11, 25 jan. 2022.

KOÇ, E.; KARAYIĞIT, B. Assessment of Biofortification Approaches Used to Improve Micronutrient-Dense Plants That Are a Sustainable Solution to Combat Hidden Hunger. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 22, n. 1, p. 475–500, 2022.

NATARAJ, B. H. et al. Postbiotics-parabiotics: the new horizons in microbial biotherapy and functional foods. **Microbial Cell Factories**, v. 19, p. 168, 20 ago. 2020.

OFORI, K. F. et al. Improving nutrition through biofortification—A systematic review. **Frontiers in Nutrition**, v. 9, p. 1043655, 9 dez. 2022.

SHAHZAD, R. et al. Biofortification of Cereals and Pulses Using New Breeding Techniques: Current and Future Perspectives. **Frontiers in Nutrition**, v. 8, p. 721728, 7 out. 2021.

SHEORAN, S. et al. Current Status and Potential of Biofortification to Enhance Crop Nutritional Quality: An Overview. **Sustainability**, v. 14, n. 6, p. 3301, jan. 2022.

WFP. (2020). **COVID-19 e as 5 principais ameaças que representa para a segurança alimentar global**. Disponível em: <<https://www.wfpusa.org/articles/covid-19-and-global-food-security/>> Acesso em: 21 Jan 2025.

