

Biofortificação de alimentos e sua relação com a segurança alimentar e nutricional: prós e contras

Food biofortification and its relationship with food and nutrition security: pros and cons

Biofortificación de alimentos y su relación con la seguridad alimentaria y nutricional: pros y contras

Recebido: 02/06/2022 | Revisado: 16/06/2022 | Aceito: 18/06/2022 | Publicado: 30/06/2022

Zandra Lorena Coutinho de Melo Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9799-4093>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: zandracoutinho@gmail.com

Saint Clair Lira Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2738-2972>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: saint.lira@ifrn.edu.br

Resumo

A principal finalidade da biofortificação é aumentar o valor nutritivo de alimentos básicos específicos. Alguns pesquisadores defendem que a biofortificação configura-se como uma importante estratégia ao combate a desnutrição e a fome oculta. Outros, no entanto, diferem a ela maciças críticas, apontam-na como uma técnica que não promove a nutrição humana e nem a segurança alimentar. Essas divergências a respeito do emprego da biotecnologia e o uso da engenharia genética na produção de alimentos é uma das principais polêmicas que vem sendo debatidas na contemporaneidade. Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi elaborar uma revisão da literatura para discutir os aspectos positivos e negativos sobre a biofortificação de alimentos. Para o desenvolvimento das investigações, utilizou-se como metodologia pesquisas em bibliotecas digitais, com os descritores “biofortificação”, “nutrição”, “fome oculta”, “segurança alimentar”, obtendo como resultado 48 trabalhos, sendo lidos e analisados os seus respectivos resumos e introduções, selecionados para a discussão 27 produções científicas, publicados nos últimos 20 anos em língua portuguesa. Ao final da pesquisa, concluiu-se que a biofortificação de alimentos, apesar de possuir vários atributos positivos é uma estratégia complementar a outras intervenções já em vigor e que deve estar inserida em um contexto que contemple um sistema alimentar integrado, uma vez que a desnutrição, a fome oculta e a segurança alimentar e nutricional estão diretamente relacionadas às questões sociopolíticas e socioambientais.

Palavras-chave: Biofortificação de alimentos; Segurança alimentar e nutricional; Saúde; Fome oculta.

Abstract

The main purpose of biofortification is to increase the nutritional value of specific staple foods. Some researchers argue that biofortification is an important strategy to combat malnutrition and hidden hunger. Others, however, criticize it massively, pointing it out as a technique that does not promote human nutrition or food security. These divergences regarding the use of biotechnology and the use of genetic engineering in food production is one of the main controversies that have been debated in contemporary times. Therefore, the objective of the present study was to prepare a literature review to discuss the positive and negative aspects of food biofortification. For the development of investigations, research in digital libraries was used as a methodology, with the descriptors "biofortification", "nutrition", "hidden hunger", "food security", resulting in 48 works, being read and analyzed their results. respective abstracts and introductions, selected for discussion 27 scientific productions, published in the last 20 years in Portuguese. At the end of the research, it was concluded that food biofortification, despite having several positive attributes, is a complementary strategy to other interventions already in place and that it must be inserted in a context that contemplates an integrated food system, since malnutrition, hidden hunger and food and nutrition security are directly related to socio-political and socio-environmental issues.

Keywords: Food biofortification; Food and nutrition security; Health; Hidden hunger.

Resumen

El objetivo principal de la biofortificación es aumentar el valor nutricional de alimentos básicos específicos. Algunos investigadores argumentan que la biofortificación es una estrategia importante para combatir la desnutrición y el hambre oculta. Otros, sin embargo, la critican masivamente, señalándola como una técnica que no promueve la nutrición humana ni la seguridad alimentaria. Estas divergencias en cuanto al uso de la biotecnología y el uso de la

ingeniería genética en la producción de alimentos es una de las principales controversias que se han debatido en la época contemporánea. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue preparar una revisión de la literatura para discutir los aspectos positivos y negativos de la biofortificación de alimentos. Para el desarrollo de las investigaciones se utilizó como metodología la investigación en bibliotecas digitales, con los descriptores “biofortificación”, “nutrición”, “hambre oculta”, “seguridad alimentaria”, dando como resultado 48 trabajos, siendo leídos y analizados sus respectivos resultados. resúmenes e introducciones, seleccionados para discusión 27 producciones científicas, publicadas en los últimos 20 años en portugués. Al final de la investigación, se concluyó que la biofortificación de alimentos, a pesar de tener varios atributos positivos, es una estrategia complementaria a otras intervenciones ya existentes y que debe insertarse en un contexto que contemple un sistema alimentario integrado, ya que la desnutrición, oculta el hambre y la seguridad alimentaria y nutricional están directamente relacionados con cuestiones sociopolíticas y socioambientales.

Palabras clave: Biofortificación de alimentos; Seguridad alimentaria y nutricional; Salud; Hambre oculta.

1. Introdução

A alimentação é uma necessidade básica, essencial e indispensável para o ser humano. É através dela que o corpo consegue absorver os inúmeros nutrientes advindos dos alimentos e assim manter sua funcionalidade. No entanto, estima-se que aproximadamente sete milhões de brasileiros não conseguem consumir a quantidade mínima necessária diária de alimentos e conseqüentemente de nutrientes, levando a desnutrição, ao desequilíbrio nutricional e até a fome (IBGE, 2019; Duarte, 2021).

A nutrição da população mundial e a deficiência de vitaminas e minerais são consideradas um problema de saúde pública e a dificuldade de acesso aos alimentos repercute na segurança alimentar dos povos. De acordo com o relatório da ONU de 2021, cerca de 12% da população global foi indiscutivelmente atingida pela insegurança alimentar no ano de 2020, equivalendo a 928 milhões de pessoas, 148 milhões a mais do que ano anterior (Duarte, 2021).

De acordo com Duarte (2021), a deficiência de vitaminas e minerais (micronutrientes) parece ser maior do que a deficiência de proteínas, carboidratos e gorduras (macronutrientes). Esse fenômeno e suas conseqüências numéricas são chamados de fome oculta, a qual é caracterizada pela escassez permanente de determinados constituintes nutritivos, em sua rotina alimentar. A falta desses micronutrientes essenciais compromete a saúde e o funcionamento do corpo, afetando muitas vezes, de modo silencioso, as pessoas de qualquer idade, sexo, raça e condição social (Soccol et al, 2021).

Para Soccol et al (2021), a falta de elementos minerais essenciais para o corpo humano pode desencadear, por exemplo, distúrbios do sistema imunológico. Doenças como anemia, que colocam o indivíduo em estado de fraqueza, sonolência e letargia, comprometendo a sua capacidade laboral e cognitiva são, geralmente, decorrentes das deficiências de ferro, zinco e vitamina A, entre outros micronutrientes, configurando-se, portanto como um sério problema de saúde, que podem, inclusive, levar à morte, em casos mais graves.

Sabendo-se então, que a alimentação é primordial para a vida e sobrevivência humana e que parte dos problemas de saúde está relacionada com o meio em qual se vive, inevitavelmente, ao se pensar em saúde, pensa-se na produção de alimentos ou em um modelo agroalimentar, que seja capaz de suprir as deficiências de nutrientes imprescindíveis para o bom funcionamento do organismo, bem como atender o aumento populacional e o contexto de desnutrição e segurança alimentar (Menegassi et al, 2018; Maurício, 2021; Soccol et al, 2021).

Considerando essa problemática mundial, ocorreram em 1993 os primeiros estudos sobre biofortificação de alimentos. A biofortificação de alimentos é um processo de melhoramento genético somado às técnicas agrônomas e biotecnológicas que objetiva agregar maiores teores de micronutrientes, tais como, vitamina A, zinco, ferro, iodo, entre outros, aos alimentos base, como milho, arroz, feijão, feijão-caupi, mandioca, batata doce, trigo, abóbora (Soccol, et al, 2021).

No Brasil, a biofortificação iniciou em 2003 por meio de uma parceria firmada entre o programa Harvestplus e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e seu principal propósito é amenizar a fome oculta. Acredita-se que a produção e distribuição de alimentos biofortificados é uma maneira de contribuir para o desenvolvimento agrícola e para

Segurança Alimentar Nutricional (SAN) (Duarte, 2021).

Todavia, com o desenvolvimento de uma Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (PNSAN) começaram a surgir diversos questionamentos aos alimentos biofortificados. Algumas pesquisas têm levantado questionamentos sobre o tema: se por um lado existe o pressuposto que a biofortificação pode incentivar a agricultura e trazer segurança alimentar, por outro, questionam-se os possíveis riscos a agrobiodiversidade e a contaminação de culturas pelo uso de sementes biofortificadas, impactos ambientais diversos e conflitos de interesses sociopolíticos (Loureiro et al, 2018; Manos e Wilkinson, 2016).

Assim, diante desse cenário e considerando as pesquisas já existentes sobre a temática, o objetivo principal desse estudo é realizar uma revisão da literatura sobre os prós e os contras da biofortificação de alimentos, e ainda discutir se o uso dessa tecnologia poderia ser considerado como uma solução ou um problema para a Segurança Alimentar e Nutricional (SAN).

2. Metodologia

O presente trabalho trata-se de uma revisão da literatura elaborada com o auxílio de bases de dados bibliográficas. Os artigos científicos, monografias, dissertações, teses, e documentos foram pesquisados nas seguintes bases de dados: Scielo (Scientific Electronic Library Online), Google Acadêmico, Portal de Periódicos da Capes e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), utilizando os descritores: “biofortificação”, “nutrição”, “fome oculta”, “segurança alimentar”, totalizando 48 artigos encontrados.

Após a leitura de seus respectivos resumos e introdução selecionou-se 27 artigos, que estavam alinhados com a questão norteadora dessa pesquisa, optando por artigos em língua portuguesa publicados nos últimos 20 anos.

3. Resultados e Discussão

A fome oculta é um problema de saúde pública e acomete aproximadamente dois bilhões de pessoas no mundo (Nutti, 2016; Loureiro et al, 2018). Conceitua-se fome oculta a deficiência de nutrientes essenciais para o desenvolvimento e bom funcionamento do organismo, tais como, ferro, zinco, iodo e vitamina A. Sua origem é decorrente de dietas pobres, com baixa variedade de alimentos, acesso e consumo a alimentos de pequena qualidade nutricional (Duarte, 2021; Vergutz, 2016).

De acordo com Loureiro et al (2018), a despeito do aumento dos índices de sobrepeso e obesidade na população, ainda há uma maior prevalência das consequências relacionadas à desnutrição e a escassez de nutrientes específicos. Diante desse contexto, de prover a ingestão de nutrientes imprescindíveis para a conservação do metabolismo, somado ao aumento da população e ao cenário de desnutrição no mundo, em 1993 começaram os primeiros estudos na área de biofortificação de alimentos (Soccol, et al, 2021).

A biofortificação é uma técnica utilizada para o enriquecimento nutricional dos alimentos produzidos no campo. A biofortificação de cultivares pode ocorrer de duas formas: através do melhoramento genético das culturas (convencional ou transgenia), denominada de biofortificação genética ou através de técnicas e estratégias de adubação, chamada de biofortificação agrônômica (Vergutz, 2016).

Na biofortificação genética convencional há o cruzamento de plantas da mesma espécie que possuem as melhores características em um determinado aspecto como, por exemplo: alto teor nutritivo e maior capacidade de absorção de nutrientes do solo. Através de combinações entre esses cultivares, são gerados alimentos mais nutritivos, produtivos e resistentes (Loureiro et al, 2018).

O processo de biofortificação por transgenia consiste em alterar geneticamente um organismo, ou determinadas características e atributos através da inserção de genes modificados em laboratórios objetivando “fortalecer” o alimento, de maneira, que ele seja menos suscetível a intempéries ambientais próprias de cada espécie e também com o intuito de aumentar

a sua produtividade, tanto nos aspectos qualitativos, quanto também nos quantitativos (Soccol et al, 2021).

Já na biofortificação agrônômica ocorre o processo de enriquecimento nutritivo do solo e das plantas no período do seu desenvolvimento, através da utilização de adubos minerais. A aplicação de tais adubos depende da composição do solo, mobilidade do mineral na terra e na capacidade da planta armazená-lo em suas partes comestíveis, portanto, é uma técnica que não necessita de seleção genética prévia. Além da adubação via solo, destacam-se outras técnicas agrônomas adotadas para melhorar o teor de minerais nos cultivares, tais como: rotação de culturas, irrigação e aplicação de biofertilizantes (fungos micorrizos), tratamento de sementes e aplicação foliar (Loureiro et al, 2018).

As pesquisas em biofortificação fazem parte dos programas HarvestPlus, apoiado pela Fundação Bill e Melinda Gates (BMFG), além do Banco Mundial, e do AgroSalud, em parceria com a Agência Canadense para o Desenvolvimento Nacional – CIDA. A finalidade desses programas é aumentar o valor nutricional dos cultivares alimentares básicos e distribuir sementes enriquecidas em nutrientes entre as populações que vivem e tiram o seu sustento da agricultura de subsistência e desse modo minimizar as deficiências nutricionais garantindo a segurança alimentar (Loureiro et al, 2018).

No Brasil, os programas de biofortificação começaram entre os anos 2000-2003 através da EMBRAPA, que instituiu uma rede de pesquisas denominada de BioFort em parceria com o HarvestPlus. Atualmente a rede BioFort integra 15 unidades da EMBRAPA, distribuídas pelo território nacional e visam garantir a segurança nutricional da população brasileira (Duarte, 2021). No Brasil, os cultivares biofortificados são: trigo, feijão, feijão-caupi, arroz, batata-doce, milho, abóbora e mandioca, com maiores concentrações de pró-vitamina A, carotenoides, além de ferro, iodo e zinco (Vergutz et al., 2016).

Grande parte das culturas do projeto de biofortificação no Brasil é resultado de cruzamento de plantas da mesma espécie a partir de variedades que existem na natureza, ou seja, a rede BioFort concentra seus estudos e pesquisas na biofortificação genética convencional (Vergutz et al., 2016).

De acordo com Pedraza e Sales (2015) aproximadamente 20,3% dos brasileiros apresentam risco de consumo insuficiente de vários nutrientes e as populações das periferias urbanas, moradores de zonas rurais, principalmente do norte e nordeste do país, as gestantes, crianças e idosos formam o principal grupo de risco.

Deficiência de vitamina A, ferro, zinco, iodo prevalecem ainda hoje na população brasileira (Teixeira, 2010). Cerca de 2,4 milhões de crianças apresentam deficiência de algum desses nutrientes. Cerca de 5 milhões de crianças brasileiras entre 1 a 4 anos estão com anemia, porém a anemia ferropriva atinge não somente pessoas de baixo poder aquisitivo, desnutridas e em vulnerabilidade social, mas também grupos populacionais, que possuem demanda aumentada de ferro, como por exemplo, as gestantes (Amarante et al, 2015).

Estudos apontam que a deficiência de zinco em crianças brasileiras é prevalente, variando entre 11,2 e 16,2%, configurando-se como um problema de saúde pública. A deficiência de zinco e ferro pode acarretar vários problemas para a saúde do ser humano. A escassez de zinco, se prolongada, pode levar a anorexia, alterações de comportamento, memória e aprendizagem, além de alterações no metabolismo da glicose – insulina (Pedraza & Sales, 2015; Soccol et al, 2021). Já a deficiência de ferro pode levar ao desenvolvimento da anemia ferropriva, capaz de ocasionar diminuição da produtividade nas atividades do dia a dia, cansaço extremo, sonolência, alterações cognitivas, mortalidade, além de morbidade (Soccol et al, 2021).

O uso da biofortificação, portanto seria justificado pela sua capacidade de auxiliar no combate às deficiências dos micronutrientes que afetam grandes grupos populacionais, além disso, alguns pesquisadores defendem que a biofortificação pode contribuir para o desenvolvimento e a Segurança Alimentar Nutricional (SAN) (Loureiro et al, 2018).

No caso da anemia ferropriva, por exemplo, as condições socioeconômicas contribuem, até hoje para sua prevalência no país, principalmente, entre crianças de 1 a 4 anos. Além dos fatores socioeconômicos já mencionados, o baixo consumo em alimentos fontes de ferro são as principais causas da doença, no entanto, a anemia ferropriva não se limita apenas à população

de baixa renda ou aos que sofrem com desnutrição, mas também afeta os grupos populacionais que crescem rapidamente, tais quais, as crianças ou grupos, que possuem demanda por ferro aumentadas, tais quais, as gestantes (Amarante, 2015; Loureiro et al, 2018).

O Ministério da Saúde utiliza suplementação com medicamentos à base de sais de ferro como estratégias de prevenção e tratamento da anemia. Os estudos revelam que tais medidas conseguem diminuir a ocorrência de anemia ferropriva, principalmente, nesses grupos populacionais. Em 2012 e 2013, o ENFAC – Estudo Nacional da Alimentação Complementar mostrou a efetividade do uso do sachê de micronutrientes em pó quando acrescentado à alimentação infantil, além de ações voltadas a atenção básica, orientações e estímulo à alimentação saudável. Nesse cenário, a prevalência da anemia ferropriva foi 38% menor nas crianças que receberam a fortificação. Em comparação ao grupo controle, que não recebeu a fortificação, a deficiência de ferro foi 20% menor no grupo que utilizou o sachê na alimentação (Ministério da Saúde, 2013, Loureiro et al, 2018).

No entanto, o Inquérito Nacional de Alimentação (INA) e a Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) entre os anos de 2008 a 2009 apontam que as deficiências nutricionais, em grande parte, não são oriundas do consumo insuficientes de alimentos, pois apenas 2,7% dos adultos brasileiros possuem baixo peso. Eles atribuem as deficiências nutricionais dessa população ao acesso a uma alimentação de baixa qualidade nutricional, pouco consumo de alimentos in natura, como frutas e vegetais, além de consumo insuficiente de cereais, leguminosas, leites e derivados, em detrimento de demasiada ingestão de alimentos ultraprocessados, ricos em sódio (Loureiro et al, 2018).

A fortificação de alimentos não foi se quer mencionada pelos pesquisadores, pois eles atribuem a ela mais prejuízos do que benefícios, uma vez que, ela não seria capaz de promover a adequação do consumo dos nutrientes em questão, e foi apontada, na verdade como um complicador, pois estimula negativamente os sujeitos a terem uma alimentação pouco diversificada, saudável e equilibrada (Loureiro et al, 2018).

Esse mesmo pesquisador aponta outras pesquisas realizadas no litoral paulista, na cidade de Ilha Bela. Os estudos mostraram que a prevalência da anemia em crianças da pré-escola era em torno de 25,6% da população estudada, e no Maranhão houve surtos de beribéri, doença ocasionada pela deficiência de vitamina B1 e por uma dieta pobre, cujos alimentos mais consumidos, geralmente, eram: mandioca, arroz e farinha.

Diante dos dados cabe uma reflexão: será que a biofortificação de alimentos poderia ser uma estratégia de saúde pública para resolver ou minimizar esses indicadores?

Loureiro et al (2018) em seus estudos ressalta que muitos dos autores estudados por ele não acreditam na biofortificação como uma estratégia capaz de promover a adequação do consumo de tais nutrientes e consequentemente diminuir a prevalência de doenças por carências nutricionais. Muitos consideram que tais recursos seria um agravante, pois para eles, os indivíduos necessitam de alimentos nutritivos, mas que, sobretudo, respeitem os costumes, hábitos e tradições alimentares, além de promover um sistema agrícola que respeite a agrobiodiversidade e não vise apenas os lucros advindos da produtividade dos cultivares biofortificados.

O grande questionamento é: como ter uma alimentação diversificada, saudável e equilibrada em um país tão desigual? Como melhorar e fornecer adequadamente uma alimentação que minimize os problemas causados pela deficiência nutricional nos grandes grupos populacionais, como crianças, idosos e gestantes? Ou ainda, como fazer tudo isso chegar aos moradores das zonas rurais, os moradores do norte e nordeste do país, as pessoas das periferias urbanas, grupos específicos, como quilombolas, indígenas? Pedraza e Salles (2015) apontam que o acesso a educação nutricional, suplementação da população vulnerável, fortificação e biofortificação de alimentos seriam estratégias válidas a serem empregadas com o intuito de reduzir as carências nutricionais e seus respectivos impactos.

Se para alguns estudiosos, a biofortificação não é uma boa estratégia para suprir as carências nutricionais, para outros,

apresenta várias vantagens, entre elas: alta cobertura populacional, não modifica negativamente os hábitos alimentares e ainda possui baixo risco de toxicidade (Zancul, 2004, apud Duarte, 2021).

Carvalho (2009) e Duarte (2021) elencam as três principais vantagens da biofortificação de alimentos: estratégia sustentável capaz de prover alimentos básicos, mas de melhor qualidade nutricional para as populações carentes, podem auxiliar de maneira significativa na redução de deficiências de micronutrientes em áreas rurais, baixo custo, quando comparado a outros programas de suplementação e fortificação de alimentos.

Um outro aspecto a ser considerado é que a biofortificação pode ajudar na segurança alimentar da população. Sendo alimentos de valor nutricional elevado e que compõe o cardápio básico das famílias, os alimentos biofortificados podem ser incluídos na merenda escolar como um caminho para combate da desnutrição e do desequilíbrio nutricional. Sendo, portanto, uma estratégia no combate à fome oculta (Duarte, 2021).

O projeto Cooperar e Crescer desenvolvido no município de Cachoeira do Sul- RS tem por objetivo a produção e a distribuição de alimentos biofortificados entre as pessoas em vulnerabilidade econômica e social, especialmente, aquelas em idade escolar. Sabe-se que projetos como esses, desenvolvidos em escolas públicas, são capazes de contribuir para diminuir o colapso alimentar que vem sendo vivenciado por diversas famílias, em meio à crise econômica e sanitária intensificadas em 2020 pela pandemia do Covid-19 (Duarte, 2021).

Esses projetos podem estimular toda a comunidade escolar (pais, alunos e professores) a produzirem e consumirem seu próprio alimento. Além disso, a merenda escolar tem um papel fundamental na realidade de algumas crianças brasileiras, pois muitas vezes é a principal e única refeição consumida no dia (Mota et al, 2013, Duarte, 2021).

A biofortificação de alimentos e sua introdução na merenda escolar é uma estratégia para reduzir as carências nutricionais, uma vez que, a maioria dessas crianças estão em insegurança alimentar e nutricional e sua refeição principal, geralmente, ocorre na escola, sendo importante que essa refeição tenha um aporte nutricional elevado (Vieira, 2021).

O projeto Cooperar e Crescer também apresenta outros pontos relevantes, como a disponibilização de alimentos excedentes da merenda escolar para o Mesa Brasil - SESC e a Rede Nacional de Banco de Alimentos. Essa ação beneficiou diversas famílias de Cachoeira do Sul que estavam em vulnerabilidade social e assim conseguiram garantir diariamente refeições de melhor qualidade nutricional (Duarte, 2021).

No projeto Cooperar e Crescer os alimentos biofortificados foram os cultivares de mandioca, milho, feijão e batata doce. Os alunos participaram ativamente, acompanhando todo o ciclo e desenvolvimento das plantas, além de consumir tais alimentos na própria merenda escolar. Para Mantelli (2014), projetos dessa natureza, são um importante instrumento de ação social, pois une comunidades, transforma hábitos alimentares e os alunos envolvidos passam a ser multiplicadores dos conhecimentos aprendidos em suas respectivas comunidades.

Em relação aos resultados, o projeto contribuiu para o fortalecimento dos hábitos alimentares saudáveis e estimulou o consumo de frutas e verduras, reforçando assim, o papel da escola na educação nutricional desses alunos. Cerca de 53,6% dos estudantes desconheciam o assunto, já que o tema é pouco divulgado na mídia. O projeto alcançou metas animadoras. Em apenas quatro meses de doações, os relatórios apontam que as doações para o banco de alimentos beneficiaram 962 pessoas, com distribuição de aproximadamente 768,5 quilos de alimentos, elevando o desenvolvimento educacional e cultural dessas pessoas, além de contribuir para a segurança alimentar dos estudantes e para as demais comunidades atendidas pelo Programa Mesa Brasil (Duarte, 2021).

Moraes et al (2012), defendem que as técnicas utilizadas na biofortificação agrônômica elevam, sobretudo, os teores de zinco, ferro, iodo e selênio nos cultivares. Estudos em crianças apontaram a prevalência da deficiência de zinco entre 11,2% e 16,2%, configurando-se, portanto como um desafio para a saúde pública (Pedraza; Sales, 2015; Soccol, 2021). Em se tratando do ferro, Loureiro et al (2018) apontam que aproximadamente 5 milhões de crianças entre 1 e 4 anos de idade tem

anemia por deficiência desse mineral. Nesse cenário, a biofortificação pode ser utilizada como maneira de aumentar esses elementos nutricionais (Soccol, 2021).

Em outros estudos, percebeu-se que a mandioca por meio da fertilização com zinco apresentou maiores teores do mineral, principalmente em suas folhas, até mesmo mais que em suas raízes. E o milho biofortificado mostrou maiores concentrações em teores de ferro, sendo possível, agregar mais nutrientes as plantas e assim complementar esses nutrientes à dieta da população (Corguinha, 2015, Oliveira, 2019).

Em suas pesquisas, Souza (2017) relata que vários cultivares de feijão caupi, vem sendo desenvolvidos no nordeste brasileiro, por meio do melhoramento genético clássico, objetivando a preeminência de características agrícolas almejadas. Estudos com o feijão BRS Guariba, grãos verdes, revelaram maior potencial como fonte biofortificada de zinco (30,04 µg/g) e ferro (53,22 µg/g) que outras 19 linhagens estudadas.

Lovato et al (2018) em suas elucidações apontaram que algumas análises de cultivares biofortificadas de feijão (BRS Pontal e BRS Esplendor) apresentaram maiores teores de ferro (8,16 mg.100 g⁻¹, 8,25 mg.100 g⁻¹), diferindo estatisticamente das cultivares comerciais de feijão carioca e preto. Essa análise também mostrou que os teores de potássio e magnésio também eram superiores aos do feijão convencional. Já quando realizada a comparação entre os grãos crus e cozidos, algumas análises, não apontaram diferenças estatísticas significativas, sendo uma provável justificativa, a variação da composição química dos cultivares, em virtude dos fatores edáficos e climáticos ou ainda perdas em decorrência da digestão ácida, uma das metodologias empregada nas análises.

Nesse estudo, ainda foi observada uma redução lipídica dos grãos biofortificados em relação às variedades comuns, quando submetidos à cocção. Considerando que a composição de ácidos graxos, principalmente, os insaturados presente no feijão, é fundamental para a nossa saúde, esse dado, poderia ser considerado uma desvantagem da biofortificação. Esse achado sinaliza a necessidade de aprimoramento das técnicas empregadas para regular melhor os nutrientes dos cultivares, entretanto, não invalida o consumo de feijão biofortificado, pois a ingestão dessa leguminosa seria uma estratégia adicional para combater as carências nutricionais, a incidência e prevalência da anemia em determinados grupos da população brasileira.

Sawasaki (2020) estudou os efeitos positivos da suplementação com farinha de folha de batata doce biofortificada sobre o metabolismo, adiposidade e estresse oxidato em ratos wistar machos e verificou que as folhas de BDPA (batata-doce de polpa alaranjada) podem estimular de maneira positiva na melhora da resposta inflamatória, apresentando redução no perfil lipídico e diminuição do acúmulo de gorduras nos adipócitos. Os compostos fenólicos, principalmente, as antocianinas, presentes nas folhas da BDPA, parecem reduzir a resistência à insulina, a inflamação e o estresse oxidativo nos tecidos musculares e no tecido adiposo.

Ainda com Sawasaki (2020), a adição da folha de BDPA na dieta humana poderia contribuir para saúde, sobretudo, no combate aos radicais livres e a prevenção de doenças crônicas relacionadas ao estresse oxidativo, como, diabetes, hipertensão, câncer e cardiopatias. O uso das folhas de BDPA seria também uma maneira de utilizar uma parte do vegetal, que geralmente é ignorada e descartada pela falta de conhecimento em relação ao seu valor nutricional, além de ser uma maneira de contribuir para a redução do desperdício dos recursos naturais e financeiros, desde que, haja também, a inativação dos fatores antinutricionais, para não comprometer a absorção de diversos minerais importantes à saúde.

Dias (2021) relatou diversos estudos, como os realizados por Cerretani, os quais, vegetais biofortificados podem ser um melhor recurso do que a iodização de sal. Em pesquisas com batatas biofortificadas, onde foram elaboradas preparações como bolinhos, torta de vegetais e focaccia (uma espécie de pão) observaram boa estabilidade do iodo no processo de elaboração dessas iguarias, especialmente, na confecção do pão focaccia.

As três preparações também apresentaram um valor final de iodo satisfatório, corresponde a um intervalo de 33,3% a 52,7% do valor diário preconizado para adultos por porção individual. Embora seja necessário testar mais preparações, a fim

de, compreender melhor os mecanismos de estabilidade do iodo e seus efeitos nas variadas composições alimentares, esses resultados mostraram que o uso das batatas biofortificadas pode constituir uma boa fonte em iodo, em detrimento ao uso do sal iodado, com a vantagem de não aumentar o teor de sódio da alimentação.

Diante de todo esse contexto é inegável que a biofortificação de alimentos é um assunto que divide opiniões. De um lado, os apoiadores, e do outro, os críticos. Estes defendem que a biofortificação de alimentos traz inúmeras consequências negativas, tais como, favorecimento de concentração de renda e terras, danos ao meio ambiente, riscos à saúde humana pelo uso de organismos geneticamente modificados, dependência internacional em relação à produção de sementes utilizadas e baixo incentivo a adoção de hábitos alimentares saudáveis (Loureiro et al, 2018).

Para Procópio (2020) o uso de mais tecnologia na produção agrícola é norteado pelo discurso de combate à fome e à escassez de alimentos, mas na verdade o emprego dessa tecnologia no país parece ter fins majoritariamente comerciais e para fortalecer os investimentos, interesses e negócios com o Harvest Plus, financiador da biofortificação no Brasil e líder mundial no desenvolvimento de grãos biofortificados.

Ainda de acordo com o autor citado, o termo biofortificação sugere que os alimentos possam estar “fracos” e necessitam de incrementos tecnológicos capazes de fortifica-los, porém ele ressalta que a técnica pode eliminar as características inerentes do alimento em detrimento do desequilíbrio de outros micronutrientes essenciais.

Loureiro et al (2018) também reforça que os opositores à biofortificação corroboram com as ideias acima ao se enfatizar que o enriquecimento de um alimento por um nutriente específico pode causar a diminuição significativa de teores de outros nutrientes, como, por exemplo, a diminuição dos níveis de ácidos graxo em uma variedade de feijão, fato esse já apresentado nesse trabalho, nos estudos descritos por Lovato et al (2018).

As carências nutricionais e a fome teria sua origem na pobreza e nos maus hábitos alimentares, não sendo relacionadas diretamente ao teor de um micronutriente presente em um alimento específico. A própria biofortificação seria identificada como um sistema de retroalimentação, sustentando os velhos e já conhecidos problemas do país, além de colaborar com a concentração de renda e terras e enriquecimento dos “donos” das sementes biofortificadas (Loureiro et al, 2018).

Além disso, os opositores evidenciam que as políticas públicas referentes à biofortificação estão envoltas por conflitos de interesses entre as principais potências mundiais e ainda ressaltam as controvérsias que envolvem o sistema alimentar e nutricional.

No Brasil, por exemplo, eles alegam que os programas de biofortificação vêm sendo inseridos em vários estados brasileiros, sem consulta pública, sem estudos das carências nutricionais por regiões, sem participações de equipes de saúde e de movimentos sociais, sem estudos sobre os possíveis riscos à saúde humana, sem qualquer tipo de controle regulatório, bem como, sem pesquisas que objetivem identificar os impactos sociais, econômicos, nutricionais e ambientais destes alimentos uma vez inseridos em nossa sociedade e seu real custo benefício (Loureiro et al, 2018; Procópio, 2020).

4. Conclusão

A biofortificação, inquestionavelmente, representa nos dias atuais um cenário de embate. De um lado, muitos questionamentos sobre as consequências do uso da biotecnologia e da engenharia genética nos cultivares e na produção de alimentos. Do outro, a escassez de alimentos que assola o Brasil e o mundo. A falta de alimentos básicos na mesa, a desnutrição, a fome oculta e a insegurança alimentar parece ser o cenário perfeito de disputa entre as grandes empresas do capital estrangeiro que hasteiam suas bandeiras de patrocinadoras ou investidoras em torno do problema.

A dicotomia existente em torno do tema, parafraseando Lima (2020), possibilita refletir sobre diversas questões: a garantia de alimentos à população deveria implicar em prejudicar a saúde, a nutrição humana e a agrobiodiversidade? Para atender as demandas da produção de alimentos, que só aumentam ano após ano, as gerações futuras pagarão por qual preço?

Haverá mais pessoas doentes ou mais pessoas famintas? Poderá existir um caminho mais ponderado entre os modelos agroprodutivos atuais e as necessidades básicas: comida, saúde, segurança alimentar e meio ambiente?

Entende-se que a biofortificação de alimentos apresenta vários aspectos positivos, inclusive já mencionados nesse trabalho, mas não podemos ignorar que esse modelo também tem contribuído para a promoção de diversos conflitos socioambientais.

Acredita-se, portanto, que a biofortificação de alimentos deve estar inserida em um contexto que contemple um sistema alimentar integrado, complementando as diversas outras intervenções já em curso no combate à desnutrição. É imprescindível haver controle, fiscalização, mais investimentos em pesquisas, métodos validados, bem como, reduzir o uso de defensivos químicos, fornecer mudas aos pequenos produtores locais, para que todos os envolvidos na cadeia produtiva sejam realmente beneficiados, fortalecendo ações e/ou projetos que contribuam efetivamente para a Segurança Alimentar Nutricional (SAN) da população mais necessitada.

Referências

- Amarante M. K., Otiçosa A, Sueiro A. C., Oliveira C. E. C., & Carvalho S. R. Q. (2015). Anemia ferropriva: uma visão atualizada. *Biossaúde*. 17(1), 34-45.
- Carvalho, A. F. U. et al. (2012). Nutritional ranking of 30 Brazilian genotypes of cowpeas including determination of antioxidant capacity and vitamins. *Journal of Food Composition and Analysis*, 26(1-2), 81–88.
- Corguinha, A. P. B. (2015). Biofortificação de mandioca: perspectivas para o enriquecimento com ferro e zinco. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais. http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/10467/1/TESE_Biofortifica%20c3%a7%20a3o%20de%20mandioca%20perspectivas%20para%20o.pdf.
- Dias, L. P. P. de O. (2021). Estado nutricional em iodo em crianças dos 3 aos 10 anos de idade. Dissertação (Mestrado em Segurança) – Universidade de Lisboa. Faculdade de Medicina Veterinária.
- Duarte, V. da L. (2021). Alimentos biofortificados na merenda escola: relato sobre o projeto cooperar e crescer. Cachoeira do Sul.
- IBGE. (2019). Síntese de indicadores sociais. <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101678.pdf>.
- Lima, R. O. (2020). Somos os filhos da (r) evolução? agrotóxicos, transgênicos, biofortificação e conflitos socioambientais face a segurança alimentar e ambiental. *Confluências*, 22(1), 120-141.
- Loureiro, M. P. et al. (2018). Biofortificação de alimentos: problema ou solução. *Segur. Aliment. Nutr.*, 25(2), 66-84.
- Lovato, F. et al. (2018). Composição centesimal e conteúdo mineral de diferentes cultivares de feijão biofortificados (*Phaseolus vulgaris* L.). *Brazilian Journal of Food Technology*, 21, e2017068.
- Manos, M. G. L., & Wilkinson, J. (2016). Mapeamento de controvérsias socio-técnicas: o caso da biofortificação de alimentos básicos no Brasil. In: Atas do 5o Congresso Ibero-Americano em investigação qualitativa, Porto: CIAIQ.
- Mantelli, J. (2014). Educação pela agroecologia: horta escolar. *Revista de Geografia Agrária*, 9(17).
- Mauricio, M. S. (2021). A relação: agronomia, saúde e nutrição humana. TCC (Curso de graduação em agronomia). Universidade Federal da Paraíba.
- Menegassi, B., Almeida, J. B., Olimpio, M. Y. M., Bunharo, M. S. M., & Langa, F. R. (2018). A nova classificação de alimentos: teoria, prática e dificuldades. *Ciência & Saúde Coletiva*, 23(12), 4165-4176.
- Ministério da Saúde. (2013). Programa nacional de suplementação de ferro: manual de condutas gerais. Brasília.
- Moraes, M. F. et al. (2012). Biofortificação: alternativa à segurança alimentar e nutricional. *Informações agrônômicas*, (140), 9-15.
- Mota, C. H. et al. (2013). Consumo da refeição escolar na rede pública municipal de ensino. *R. bras. Est. pedag., Brasília*, 94(236), 168-184.
- Nutti, M. (2016). Alimentos biofortificados – uma área com aplicação inovadoras e promissoras. https://aditivosingredientes.com/upload_arquivos/201601/2016010171360001453470224.pdf.
- Oliveira, F. S. de. (2019). Biofortificação agrônômica do milho verde com ferro e zinco. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) - Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande. <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/riufcg/14288/FLAVIO%20SARMENTO%20DE%20OOLIVEIRA%20e2%80%93%20DISSERTA%20c3%87%20c3%83O%20PPGHT%202019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Pedraza, D. F., & Sales, M. C. (2015). Deficiência de zinco: diagnóstico, estimativas do Brasil e prevenção. *Nutrire*. 40(3):397-408.
- Procópio, J. L. K. (2020). A experiência da agricultura familiar na UFOP e na região dos inconfidentes. Monografia (Curso de graduação em engenharia de produção). Universidade Federal de Ouro Preto.

Sawazaki, E. K. M. (2020). Efeitos positivos da suplementação com farinha de folha de batata-doce biofortificada, adiposidade e estresse oxidativo em ratos wistar machos. Dissertação (Mestrado em ciências aplicada à saúde). Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Campus de Francisco Beltrão.

Soccol, C. P. et al. (2021). Alimentos biofortificados no Brasil e sua importância no combate à fome oculta. IFSC: Câmpus Xanxerê.

Souza, E. L. (2017). Cookies enriquecidos de oleina de palma bruta (*Elaeis guineenses*) e farinha de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) walp) para alimentação escolar: aspectos nutricionais, tecnológicos e sensoriais. Dissertação (Mestrado em alimentos, nutrição e saúde). Universidade Federal da Bahia.

Teixeira, R. A. (2010). Deficiência de vitamina A e fatores associados em crianças e adolescentes em dois municípios do semiárido de Minas Gerais. Tese (Doutorado). Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais.

Vergutz, L. et al. (2016). Biofortificação de alimentos: saúde ao alcance de todos. In: Fernandes, R. B. A. (Editor Chefe). Boletim informativo Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 32(1) SBCS.

Vieira, V. B., Piovesan, N., & Bordin, V. (2021). *Nutrição sob a ótica teórica e prática 2*. Atena.

Zancul, M. S. (2004). Fortificação de alimentos com ferro e vitamina A. *Revista USP Medicina*. 37(1/2), 45-50.