

Área: Sustentabilidade | Tema: Produção Sustentável

## O USO DA BIOFORTIFICAÇÃO DE ALIMENTOS NO COMBATE A DEFICIÊNCIA DE MICRONUTRIENTES

### THE USE OF FOOD BIOFORTIFICATION IN COMBATING MICRONUTRIENT DEFICIENCY

Andrei De Souza Da Silva, Vanessa Costa, Priscila Dors e Mari Lúcia Campos

#### RESUMO

A biofortificação de alimentos é uma nova ferramenta que vem sendo utilizada na luta de combate à fome. Esta técnica se baseia no enriquecimento de alimentos com micronutrientes específicos, tornando os alimentos rico neste. São duas as técnicas mais utilizadas para se obter a biofortificação: a biofortificação genética e a biofortificação agrônômica. A biofortificação genética se baseia em seleção de linhagem que possuam potencial para acumular quantias maiores do micronutriente que se deseja enriquecer. Já a biofortificação agrônômica visa o enriquecimento dos alimentos através de técnicas de manejo da cultura, interferindo principalmente nos processos envolve adubação. No contexto atual o foco da biofortificação de alimentos, tanto genética quanto agrônômica busca a melhoria da qualidade nutricional dos alimentos focando principalmente em nutrientes como ferro, zinco, iodo, selênio e vitamina A. A deficiência destes nutrientes causa a chamada fome oculta, que está relacionada com a falta de nutrientes específicos e não necessariamente ao volume energético de alimentos consumido pela população. A biofortificação de alimentos demonstra ser uma maneira eficiente de combater esta doença, sendo que esta técnica tem se consolidado e ganhado força nos últimos anos, e assim ajudado a melhorar a vida de milhares de pessoas em todo o planeta.

**Palavras-Chave:** biofortificação, deficiência de micronutrientes, alimentação, fome oculta, manejo da adubação.

#### ABSTRACT

The biofortification of a new tool that has been used in the fight against hunger. This technique is based on enriching foods with specific micronutrients, making foods rich in this. Two techniques are most used to obtain a biofortification: a genetic biofortification and an agronomic biofortification. Genetic biofortification is based on the selection of a potential lineage for larger accumulated amounts of the micronutrient to be enriched. Already an agronomic biofortification aims at the enrichment of the food through techniques of crop management, interfering mainly in the processes involving fertilization. In the current context, the biofortification of foods, both genetics and agriculture, seeks the nutritional nutritional quality of foods with an emphasis on iron, zinc, iodine, selenium and vitamin A. related to the energy consumed by the population. Food biofortification is an effective way to combat this disease, which has been consolidated and strengthened in recent years, and has thus helped to improve people's lives across the globe.

**Keywords:** biofortification, micronutrient deficiency, feeding, hidden hunger, management of fertilization.

**Eixo temático: Sustentabilidade**

## **O USO DA BIOFOTIFICAÇÃO DE ALIMENTOS NO COMBATE A DEFICIÊNCIA DE MICRONUTRIENTES**

### **THE USE OF FOOD BIOFOTIFICATION IN COMBATING MICRONUTRIENT DEFICIENCY**

#### **RESUMO**

A biofortificação de alimentos é uma nova ferramenta que vem sendo utilizada na luta de combate à fome. Esta técnica se baseia no enriquecimento de alimentos com micronutrientes específicos, tornando os alimentos rico neste. São duas as técnicas mais utilizadas para se obter a biofortificação: a biofortificação genética e a biofortificação agrônômica. A biofortificação genética se baseia em seleção de linhagem que possuam potencial para acumular quantias maiores do micronutriente que se deseja enriquecer. Já a biofortificação agrônômica visa o enriquecimento dos alimentos através de técnicas de manejo da cultura, interferindo principalmente nos processos envolve adubação. No contexto atual o foco da biofortificação de alimentos, tanto genética quanto agrônômica busca a melhoria da qualidade nutricional dos alimentos focando principalmente em nutrientes como ferro, zinco, iodo, selênio e vitamina A. A deficiência destes nutrientes causa a chamada fome oculta, que está relacionada com a falta de nutrientes específicos e não necessariamente ao volume energético de alimentos consumido pela população. A biofortificação de alimentos demonstra ser uma maneira eficiente de combater esta doença, sendo que esta técnica tem se consolidado e ganhado força nos últimos anos, e assim ajudado a melhorar a vida de milhares de pessoas em todo o planeta.

**Palavras-chave:** biofortificação, deficiência de micronutrientes, alimentação, fome oculta, manejo da adubação.

#### **ABSTRACT:**

The biofortification of a new tool that has been used in the fight against hunger. This technique is based on enriching foods with specific micronutrients, making foods rich in this. Two techniques are most used to obtain a biofortification: a genetic biofortification and an agronomic biofortification. Genetic biofortification is based on the selection of a potential lineage for larger accumulated amounts of the micronutrient to be enriched. Already an agronomic biofortification aims at the enrichment of the food through techniques of crop management, interfering mainly in the processes involving fertilization. In the current context, the biofortification of foods, both genetics and agriculture, seeks the nutritional nutritional quality of foods with an emphasis on iron, zinc, iodine, selenium and vitamin A. related to the energy consumed by the population. Food biofortification is an effective way to combat this disease, which has been consolidated and strengthened in recent years, and has thus helped to improve people's lives across the globe.

**Keywords:** biofortification, micronutrient deficiency, feeding, hidden hunger, management of fertilization.

## 1. INTRODUÇÃO

O crescente aumento da população mundial já é visto como um problema em potencial para as próximas décadas, sendo estimado o patamar de nove bilhões de pessoas para o ano de (GODFRAY et al., 2010). Neste contexto, o volume de alimento requerido por este número expressivos de pessoas será consideravelmente maior do que atualmente é fornecido, porém, este problema já vem sendo resolvido com os crescentes aumentos de produtividade, melhorias na distribuição dos alimentos e renda (ALVES e LUDKA, 2017). Desta forma, a subnutrição deixa de ser o problema de algumas comunidades e a alimentação de má qualidade ganha força pela falta de micronutrientes específicos (JUNQUEIRA e PEETZ, 2000).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (2014) estima-se que a fome oculta caracterizada pela deficiência subclínica de micronutrientes, tais como vitamina A, ferro, iodo e zinco atinja aproximadamente dois bilhões de pessoas. Estando presente inclusive em populações que tem acesso há quantias adequadas de alimentos, porém com balanço nutricional inadequado.

Na busca por alternativas de enriquecimento dos alimentos surgiu o conceito de biofortificação, criado na década de 90 por Howarth Bouis, e baseia-se no enriquecimento dos alimentos a campo durante seu processo produtivo. Esta técnica pode ser desenvolvida basicamente de duas maneiras: (I) pelo melhoramento genético das culturas, conhecida como biofortificação genética ou (II) pelo manejo da cultura, atuando basicamente no manejo da adubação, conhecido como biofortificação agrônômica (VERGÜTZ et al., 2016). Howarth Bouis também foi responsável pela criação do programa *HarvestPlus* que coordena ações de biofortificação de alimentos em diversas regiões do planeta.

Os programas de biofortificação são focados em alimentos tidos como a base da alimentação das populações, tais como arroz, trigo, mandioca, batata e milho (VERGÜTZ et al., 2016). No Brasil, a EMBRAPA criou a Rede Biofort, a qual já beneficiou mais 2500 famílias das regiões Nordeste, Sudeste e Sul com alimentos ricos em pró-vitamina A, ferro e zinco (SANTOS, 2015). A rede Biofort foi criada em 2004 como resultado do programa *HarvestPlus* Brasil (BOLIANE, 2012), com pesquisa de biofortificação direcionada a alimentos básicos como feijão, arroz, milho, feijão caupi, mandioca, batata doce, trigo e abóbora (GONÇALVES et al., 2015).

Neste sentido, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a literatura disponível sobre biofortificação de alimentos e compreender os principais aspectos que envolvem o tema afim de gerar conteúdo e discussões pertinentes.

## 2. METODOLOGIA

Para a elaboração deste material se procedeu a construção de uma revisão bibliográfica na qual a pesquisa foi de caráter descritivo do tipo qualitativo. Se utilizou as principais plataformas de busca para filtragem dos materiais, sendo elas Scielo, Bireme e Medline. Os descritores utilizados foram: biofortificação, deficiência de micronutrientes, alimentação, fome oculta e manejo da adubação (de forma individual ou combinada) sendo estudos com idioma em português e inglês.

Foram realizadas pesquisas na literatura através da análise de periódicos publicados nas principais revistas nacionais e internacionais relacionadas ao tema. Foram acessados 45 artigos, sendo excluídos todos aqueles com período de publicação maior que 10 anos, e destes foram selecionados 18 que apresentaram informações consideradas pertinentes ao tema.

## 3. RESULTADOS

### 3.1 BIOFORTIFICAÇÃO DE ALIMENTOS

A biofortificação de alimentos é uma prática utilizada com o intuito de aumentar a concentração de elementos essenciais nos alimentos (vitaminas e minerais) e assim ofertar a população através da mesma quantidade de alimento consumida anteriormente volume consideravelmente maior de nutrientes e vitaminas (MORAES et al., 2012).

#### 3.1.1 BIOFORTIFICAÇÃO GENÉTICA

A biofortificação genética busca a melhoria da qualidade dos alimentos através do melhoramento convencional de plantas e/ou transgênia/biotecnologia e vem demonstrando grande potencial para melhorar a concentração de nutrientes e vitaminas nos alimentos (GRAHAM, 2003). Esta prática busca o desenvolvimento de cultivares que combinem níveis mais elevados de micronutrientes e vitaminas essenciais, sem que ocorra alteração do seu desempenho agrônomico. Este método é visto como um procedimento caro e com resultados a longo prazo devido as diversas etapas que o processo exige (VERGUTZ et al., 2016). Contudo, após o desenvolvimento da tecnologia, este método pode oferecer de forma sustentável e de baixo custo os micronutrientes para as pessoas que consomem os produtos (GARCIA-BAÑUELOS et al., 2014).

Um dos grandes diferenciais da biofortificação genética é a possibilidade de enriquecimento dos alimentos não somente com elementos minerais (Fe e Zn), mas também a seleção de plantas com potencial de produção de vitaminas e outros produtos essenciais aos seres humanos (VERGUTZ et al., 2016).

#### 3.1.2 Biofortificação agrônômica

A biofortificação agrônômica é utilizada como uma prática complementar para enriquecimento dos alimentos, focando na nutrição das plantas com elementos específicos como Zn, Fe, Se e I. Para alcançar os objetivos da biofortificação agrônômica, o uso de fertilizantes compõe um dos principais métodos aplicados a esta técnica que pode ser realizado por meio da adubação via solo (FAROOQ et al., 2018), tratamento de sementes (CARMONA, 2018) ou foliar (CAKMAK e KUTMAN, 2018; FAROOQ et al., 2018; LI et al., 2018). Porém, a utilização de práticas somadas principalmente a adubação via solo e foliar tem demonstrados resultados mais promissores para alguns nutrientes como Zn (SHIVAY et al., 2015; GOMES-CORONADO et al., 2016; POBLACIONES e RENGEL, 2016; SAHA et al., 2017)) e Fe (ACIKSOZ et al., 2011; DUKPA et al., 2017). Contudo, a nível de campo muitas vezes a aplicação via foliar representa uma operação extra na cultura, o que embute um custo adicional ao cultivo e, portanto, deve ser bem avaliada quanto a sua viabilidade agrônômica (ALMEIDA e CECÍLIO FILHO, 2016).

A biofortificação agrônômica, em alguns casos, além de aumentar a concentração do micronutriente específico, pode produzir produtos tidos como secundários ao efeito esperado, como vitaminas e aminoácidos. Alguns estudos têm verificado aumento destes produtos específicos, tais como lipídeos em batata doce (SÁ NOLÊTO et al., 2015), aminoácidos essenciais em alface biofortificada com zinco (BARRAMEDA-MEDINA et al., 2017) e açúcares e proteínas em arroz que recebeu doses de selênio com o intuito de biofortificação (OLIVEIRA, 2016).

### 3.2 FOME OCULTA

A fome oculta é definida como a deficiência subclínica de micronutrientes, sendo a vitamina A, ferro, zinco e iodo os principais elementos causadores desta doença (OMS, 2014). Estes micronutrientes têm um papel importante na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), as quais são de alto impacto no Brasil (ARAUJO et al., 2013). Os minerais são essenciais para as funções orgânicas, seja em forma iônica, seja como constituintes de

compostos como hormônios, enzimas e proteínas teciduais, perfazendo cerca de 4% do peso corporal total (RAMIRES, 2014).

A insegurança alimentar pode ser detectada por diversas manifestações, desde fome, desnutrição e carências específicas como também pelo excesso de peso e doenças decorrentes da alimentação inadequada (CORRÊA, 2007). A fome oculta surge como resultado destes processos que se manifestam através da inadequação alimentar quantitativa ou qualitativa (MALUF, 2006) e resulta em prejuízos no desempenho cognitivo e capacidade de trabalho (FAO, 2012). Moraes et al. (2014) estudaram componentes da insegurança alimentar e tentaram, através de uma escala, mensurar os níveis de insegurança nos lares brasileiros. Os autores identificaram que é um desafio a quantificação deste problema em função da complexidade e do extenso número de fatores associados a este fenômeno. Assim sendo, nenhum indicador, isoladamente, consegue abranger as múltiplas dimensões da insegurança alimentar e nutricional.

### 3.3 FOCO NUTRICIONAL

Acredita-se que alguns alimentos tidos como a base da alimentação mundial, tais como milho, mandioca e arroz não possuam quantias adequadas de micronutrientes e que não seriam capazes de suprir as necessidades diárias daquelas populações tidas em situação de risco (GONÇALVES et al., 2015). Neste contexto, os programas de biofortificação tem buscado aumentar os teores de micronutrientes essenciais nas principais partes comestíveis destes alimentos, com o intuito de aumentar o suprimento para estas populações em risco. Um exemplo da necessidade de enriquecer estes alimentos é o auto teor de pró-vitamina A encontrado nas folhas de arroz e que não são encontrados nos grãos (TANG, 2010), sendo importante buscar alternativas que possibilitem a mudança deste balanço, favorecendo a concentração no grão e não nas folhas.

Os trabalhos para melhoria das condições nutricionais dos alimentos em todo o mundo vêm ganhando força e a cada dia maior é o número de publicações com este enfoque. Nutrientes como Zn, Fe e Se ganham especial atenção em pesquisas através da biofortificação agrônômica, pela possibilidade do manejo deste através da adubação, o que facilita e aumenta as possibilidades de manejo com foco nestes nutrientes. Os trabalhos também têm envolvido as mais diversas culturas, mostrando que a pesquisa tem avançado e buscado novas fronteiras.

## 4. CONCLUSÕES

A análise das publicações pôde demonstrar que a segurança alimentar e nutricional atualmente visa suprir muito além da demanda energética, focando na qualidade nutricional, sendo a biofortificação uma ferramenta para suprir a deficiência de micronutrientes. Esta pesquisa também permitiu verificar que o tema ainda requer maior volume de pesquisas nesta área para verificar a eficiência e viabilidade da utilização da biofortificação de alimentos. No entanto, esta técnica tem potencial para mitigar aqueles problemas relacionados a deficiências nutricionais que envolvem as populações mundiais.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACIKSOZ, S. B.; YAZICI, A.; OZTURK, L.; CAKMAK I. Biofortification of wheat with iron through soil and foliar application of nitrogen and iron fertilizers. **Plant soil**. v.349, p.215-225, 2011.

ALMEIDA, H. J.; CECILIO FILHO, A. B. **Nutrição e Adubação de Hortaliças: Biofortificação de hortaliças e saúde global – um enfoque para selênio, zinco, ferro e iodo**. 1 ed. São Paulo: FUNEP, 2016.

ALVES, W. W.; LUDKA, V. M. The many famine faces: a geographic discussion of famine from the territory concept. **Geographia Opportuno Tempore**, v. 3, n. 2, p. 204-214, 2017.

ARAÚJO, M. C.; BEZERRA, I. N.; BARBOSA, F. S.; JUNGER, W. L.; YOKOO, E. M.; PEREIRA, R. A.; SICHIERI, R. Consumo de macronutrientes e ingestão inadequada de micronutrientes em adultos. **Rev. Saúde Pública**, v. 47, n. 1, p. 177-89, 2013.

BARRAMEDA-MEDINA, Y.; LENTINI, B. M.; ESPOSITO, S.; RUIZ, M. J.; BLASCO, B. Zn-biofortification enhanced nitrogen metabolism and photorespiration process in green leafy vegetable *Lactuca sativa* L. **J. Sci. Food agric.**v.97, p.1828-1836, 2017.

BOLIANI, E. **Adubação e biofortificação**: caracterização química e física do arroz (*Oryza sativa* L.). 2012. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2012.

CAKMAK, I.; KUTMAN, U.B. Agronomic biofortification of cereals with zinc: a review. **European Journal of Soil Science**, v.69, p.172–180. 2018.

CARMONA, V.M.V. **Fortificação da batata e biofortificação agrônômica da beterraba com zinco**. 2018. 60 f. Tese (Doutorado em produção vegetal) – Universidade Estadual Paulista – Câmpus de Jaboticabal, São Paulo, 2018.

DUKPA, P.; CHATTERJE, E, R.; SUBBA, S.K. Soil and foliar iron fertilization on terrestrial Water spinach (*Ipomoea reptans*) for Biofortification. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**. v.6, n.6, p.1327-1330, 2017.

FAROOQ, M.; ULLAHA, A.; REHMAN. A.; NAWAZA A., NADEEM, A.; WAKEEL, A.; NADEEM, F.; SIDDIQUE, K.H.M. Application of zinc improves the productivity and biofortification of fine grain aromatic rice grown in dry seeded and puddled transplanted production systems. **Field Crops Research**, v.216, p.53–62, 2018.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). **The State of food insecurity in the world**. Economic growth is necessary but not sufficient to accelerate reduction of hunger and malnutrition. Rome: FAO; 2012.

GARCÍA-BAÑUELOS, M. L.; SIDA-ARREOLA, J. P.; SÁNCHEZ, E. Biofortification - promising approach to increasing the content of iron and zinc in staple food crops. **Journal of Elementology**, v. 19, n. 3, p. 865-888, 2014.

GODFRAY, H. C. J.; BEDDINGTON, J. R.; CRUTE, I. R.; HADDAD, L.; LAWRENCE, D.; MUIR, J. F.; PRETTY, J.; ROBINSON, S.; THOMAS, S.M.; TOULMIN, C. Food security: The challenge of feeding 9 billion people. **Science**, v. 327, n. 5967, p.812-818, 2010.

GOMEZ-CORONADO, F.; POBLACIONES, M.J.; ALMEIDA, A.S.; CAKMAK, I. Zinc (Zn) concentration of bread wheat grown under Mediterranean conditions as affected by genotype and soil/foliar Zn application. **Plant Soil**, v.401, p.331–346, 2016.

GONÇALVES, A.S.F.; GONÇALVES, W.M.; SILVA, K.M.J.; OLIVEIRA, R.M. The biofortification vegetable use: a review. **Cerrado agrociências**, n. 6, p.75-87, 2015.

LI, C.; WANG, P.; LOMBI, E.; CHENG, M.; TANG, C.; HOWARD D. L.; MENZIES, N. W.; KOPITTKE, P. M. Absorption of foliar-applied Zn fertilizers by trichomes in soybean and tomato. **Journal of Experimental Botany**, v.69, n.10, p.2717–2729, 2018.

MALUF, R. S. Segurança alimentar e fome no Brasil - 10 anos da Cúpula Mundial de Alimentação. Centro de Segurança Alimentar e Nutricional. Rio de Janeiro: CERESAN; 2006. (Relatórios técnicos, n. 2 CERESAN).

MORAES, D. C.; DUTRA, L. V.; FRANCESCHINI, S. C. C.; PRIORE, S. E. Food insecurity and anthropometric, dietary and social indicators in Brazilian studies: a systematic review. **Ciênc. Saúde coletiva**, v.19, n.5, 2014.

MORAES, M.F.; PASCOALINO, J.A.L.; ALVES, S.J.F.; NUTTI, M.R.; CARVALHO, J.L.V. Biofortificação – alternativa à segurança nutricional. *Informações agronômicas*, n. 140, 2012.

OLIVEIRA, K.S. **Biofortificação de arroz (*Oryza sativa L.*) em selênio e implicações na composição nutricional**. 2016, 209 f. Dissertação (Doutorado em qualidade alimentar) - Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2016.

Organización Mundial de la Salud (OMS). *Documento final de la Segunda Conferencia Internacional sobre Nutrición: Declaración de Roma sobre la Nutrición*. Roma: OMS; 2014.

POBLACIONES, M.J.; RENGEL, Z. Soil and foliar zinc biofortification in field pea (*Pisum sativum L.*): Grain accumulation and bioavailability in raw and cooked grains. **Food Chemistry**, v.212, p.427–433, 2016.

RAMIRES, A. D. **Influência do cálcio e magnésio sobre o ganho de peso corporal: uma abordagem experimental com ratos wistar em crescimento**. 2014. 55f. Dissertação (Mestrado em Saúde e Desenvolvimento) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2014.

SÁ NOLÊTO, D. C.; SILVA, C. R. P.; COSTA, C. L. S.; UCHÔA, V. T. Caracterização físico-química de batata-doce (*ipomoea batatas l.*) comum e biofortificada. **Ciência Agrícola**, v.13, n.1, p. 59-68, 2015.

SAHA, S.; CHAKRABORTY, M.; PADHAN, D.; SAHA, B.; MURMUB, S.; BATABYAL, K.; SETH, A.; HAZRA, G.C.; MANDAL, B.; BELLE, R.W. Agronomic biofortification of zinc in rice: Influence of cultivars and zinc application methods on grain yield and zinc bioavailability. **Field Crops Research**, v.210, p.52–60, 2017.

SANTOS, R. **Biofortificação aumenta combate contra a fome oculta em Minas Gerais**. 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/noticia/2799275/biofortificacao-aumenta-combate-contr-a-fome-oculta-em-minas-gerais>>. Acessado em: 12 de junho 2018.

SHIVAY, Y.S.; PRASAD, R.; SINGH, R.K.; PAL, M. Relative Efficiency of Zinc-Coated Urea and Soil and Foliar Application of Zinc Sulphate on Yield, Nitrogen, Phosphorus, Potassium, Zinc and Iron Biofortification in Grains and Uptake by Basmati Rice (*Oryza sativa L.*). **Journal of Agricultural Science**; v.7, n.2, 2015.

TANG, G. Bioconversion of dietary provitamin A carotenoids to vitamin A in humans. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 91, n. 5, p.1468S-1473, 2010.

VERGUTZ, L.; SILVA, M.C.S.; LUZ, J.M.R.; KASUYA, M.C.M. A biofortificação em debate. *Boletim informativo*, v.42, n.2, 2016.