

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

JÊNNEFER RODRIGUES ALVES COTTA

**A POTENCIALIDADE DA BIOFORTIFICAÇÃO DE ALIMENTOS
COMO FERRAMENTA NO COMBATE À ANEMIA FERROPRIVA:
UMA REVISÃO**

**VOLTA REDONDA
2017**

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**A POTENCIALIDADE DA BIOFORTIFICAÇÃO DE ALIMENTOS
COMO FERRAMENTA NO COMBATE À ANEMIA FERROPRIVA:
UMA REVISÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Nutrição do
UniFOA como requisito à obtenção do título
de Bacharel em Nutrição.

Acadêmica: Jênefer Rodrigues Alves Cotta

Orientador: Prof. Me. Marcelo Augusto
Mendes da Silva

**VOLTA REDONDA
2017**

FICHA CATALOGRÁFICA

Bibliotecária: Alice Tação Wagner - CRB 7/RJ 4316

C846p Cotta, Jênefer Rodrigues Alves.
A potencialidade da biofortificação de alimentos como ferramenta
no combate à anemia ferropriva: uma revisão. / Jênefer Rodrigues
Alves Cotta. – Volta Redonda: UniFOA, 2017.

26 p. II.

Orientador(a): Marcelo Augusto Mendes da Silva

Monografia (TCC) – UniFOA / Curso de Nutrição, 2017

1. Nutrição - TCC. 2. Biofortificação. 3. Ferro – alimentos vegetais. I. Silva, Marcelo Augusto Mendes da. II. Centro Universitário de Volta Redonda. III. Título.

CDD 613

FOLHA DE APROVAÇÃO

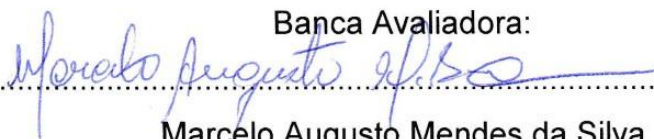
Trabalho de Conclusão de Curso intitulado:

A potencialidade da biofortificação de alimentos como ferramenta no combate a anemia ferropriva: uma revisão

Elaborado por Jênefer Rodrigues Alves Cotta apresentado publicamente perante a Banca Avaliadora, como parte dos requisitos para conclusão do Curso de Nutrição.

Aprovada em 24 de maio de 2017

Banca Avaliadora:



Marcelo Augusto Mendes da Silva

Mestre, Centro Universitário de Volta Redonda



Paula Alves Leoni

Mestre, Centro Universitário de Volta Redonda



Margareth Lopes Galvão Saron

Doutora, Centro Universitário de Volta Redonda

A Deus, aos meus pais e ao Rafael, e a todos aqueles são apaixonados pela Ciência da Nutrição e estão sempre em busca de adquirir novos conhecimentos para que através disso, possam ajudar aqueles que precisam de cuidados, orientação e assistência nutricional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que é fiel e sempre manteve a sua aliança comigo (Deuteronômio 7:9).

Agradeço a Jesus Cristo, o Rei que me proporcionou viver a realização de um sonho.

Agradeço também ao Espírito Santo, que sempre esteve comigo em todos os momentos.

Agradeço aos meus pais Carmelinda e José Horácio, que sempre me incentivaram a prosseguir e a nunca desistir dos meus sonhos.

Agradeço ao meu esposo Rafael, que esteve ao meu lado me apoiando em todos os momentos.

Agradeço ao Mestre professor Marcelo Mendes que foi um excelente orientador e me deu todo o suporte necessário para a realização deste trabalho.

Agradeço aos meus avós Eunice, José Rodrigues, Perpétua e Sebastião, por suas contribuições na minha formação.

Agradeço a todos os professores que estiveram comigo nessa jornada, transmitindo seus conhecimentos e contribuindo para minha formação.

Enfim agradeço a todos os amigos que de alguma maneira contribuíram para a formação desse trabalho direta ou indiretamente.

“É melhor conseguir sabedoria do que ouro;
é melhor ter conhecimento do que prata”.

Bíblia Sagrada

RESUMO

A anemia acarretada pela deficiência de ferro é a mais comum das carências nutricionais, com maior prevalência em crianças e mulheres. De acordo com a OMS, cerca de 20 a 30 % da população mundial que se encontra na fase adulta, apresenta deficiência de ferro. A biofortificação é uma ferramenta para melhorar a qualidade nutricional dos alimentos, por meio de melhoramento genético convencional, principalmente em relação a micronutrientes como minerais e vitaminas, os quais incorporados à dieta auxiliam a suprir sua deficiência comumente encontrada em populações mais carentes. O objetivo deste trabalho foi fazer uma revisão na literatura sobre a biofortificação, com destaque para o incremento do teor de ferro em alimentos de origem vegetal. Os alimentos biofortificados apresentam uma composição maior de vitaminas e minerais podendo complementar as já existentes intervenções em nutrição. Além disso, uma característica relevante da biofortificação agrônômica em relação às outras técnicas utilizadas no combate à fome oculta é que, quando desenvolvida e implantada, ela é sustentável e não necessita modificar os hábitos alimentares das pessoas. Conclui-se com este trabalho é que a biofortificação tem um potencial muito grande e pode ser usada como ferramenta no combate não só da anemia ferropriva, mas também na prevenção de várias outras carências nutricionais. Todavia é necessário que o alimento biofortificado faça parte da alimentação usual da população e apresente um baixo custo.

Palavras-chave: Biofortificação; Ferro; Alimentos vegetais.

ABSTRACT

Anemia caused by iron deficiency is the most common nutritional deficiency, with a higher prevalence in children and women. According to the WHO, about 20 to 30% of the world's adult population is iron deficient. Biofortification is a tool to improve the nutritional quality of foods through conventional genetic improvement, especially in relation to micronutrients such as minerals and vitamins, which are incorporated into the diet and help to meet the deficiency commonly found in the most deprived populations. The objective of this work was to review the literature on biofortification, with emphasis on the increase of iron content in foods of plant origin. Biofortified foods have a greater composition of vitamins and minerals and can complement existing nutrition interventions. In addition, a relevant feature of agronomic biofortification in relation to other techniques used to combat hidden hunger is that, when developed and implemented, it is sustainable and does not need to change people's eating habits. It is concluded with this work that biofortification has a great potential and can be used as a tool in the fight against not only iron deficiency anemia, but also in the prevention of several other nutritional deficiencies. However, it is necessary that the biofortified food is part of the population's usual diet and presents a low cost.

Keywords: Biofortification; Iron; Vegetable foods.

LISTA DE SIGLAS

OMS Organização Mundial de Saúde

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	MÉTODOS.....	13
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1	Biofortificação de Alimentos	14
3.2	Ferro.....	15
3.2.1	Absorção e transporte do Ferro	15
3.2.2	Homeostase do Ferro	17
3.2.3	Armazenamento do Ferro	17
3.2.4	Anemia Ferropriva	17
3.3	Estudos Realizados de Biofortificação de Alimentos visando o enriquecimento com Ferro.....	18
4	CONCLUSÃO.....	22
	REFERÊNCIAS.....	24

1 INTRODUÇÃO

Estima-se que mais de 840 milhões de pessoas não ingerem alimentos em volumes suficientes para suprir as demandas diárias básicas de energia, no entanto há uma estimativa ainda maior no que se refere à deficiência de micronutrientes, pois bilhões de pessoas padecem com os resultados da deficiência de micronutrientes devido ao fato de não possuírem acesso a alimentos ricos em minerais e vitaminas, tais como hortaliças, frutas e carnes em quantidades que sejam suficientes (DELLA LUCIA; NOVAES; SANTANA, 2012).

A deficiência de ferro é apontada como um mal de origem nutricional de maior predominância. De acordo com a OMS, cerca de 20 a 30 % da população mundial que se encontra na fase adulta, apresenta deficiência de ferro. A entidade relata ainda que as mulheres e crianças são os grupos mais vulneráveis (RODRIGUES; JORGE, 2010).

O ferro e o zinco apresentam uma atuação importante no desenvolver das funções no metabolismo dos seres humanos, as deficiências desses micronutrientes podem ocasionar anemia, diminuição da capacidade de trabalho, distúrbios no sistema de defesa e dependendo da severidade, pode levar a óbito (MINGUITA et al., 2015).

A ANVISA (1998) conceitua que um alimento fortificado é todo alimento ao qual foi adicionado de um ou mais nutrientes essenciais que estão contidos naturalmente ou não no alimento, objetivando-se reforçar o seu valor nutritivo e /ou prevenir/corrigir deficiência(s) demonstrada(s) em um ou mais nutrientes, na alimentação da nação ou em grupos específicos.

Segundo Bassinello et al. (2014):

A biofortificação de alimentos é uma ferramenta para melhorar a qualidade nutricional dos alimentos, por meio de melhoramento genético convencional, principalmente em relação a micronutrientes como minerais e vitaminas, os quais incorporados à dieta auxiliam a suprir sua deficiência comumente encontrada em populações mais carentes.

No Brasil, o projeto responsável pela biofortificação é o BIOfort, o qual é coordenado pela Embrapa que possui unidades pesquisadoras em diversos lugares

do país. Esse projeto tem como foco o melhoramento genético de alimentos considerados básicos na alimentação brasileira tais como o arroz, milho, mandioca, batata-doce, abóbora, trigo, feijão e feijão caupi, e visa diminuir a desnutrição e proporcionar a garantia da segurança alimentar através da elevação dos teores de micronutrientes na dieta dos mais carentes (BETEMPS, 2015).

A Biofortificação realizada pela Rede BioFORT caracteriza-se processo de beneficiamento convencional, que aumenta a quantidade de micronutrientes, como ferro, zinco e pró-vitamina A dos alimentos. Um vegetal é cruzado com outro de mesma espécie, não sucedendo mistura dos genes de outro organismo ao genoma do vegetal, sendo indispensável a efetuação de repetidos cruzamentos até que alcance o cultivar otimizado desejado (SNA, 2014).

O objetivo deste trabalho foi fazer uma revisão na literatura sobre a biofortificação, com destaque para o incremento do teor de ferro em alimentos de origem vegetal.

2 MÉTODOS

A pesquisa realizada se deu em forma de revisão bibliográfica, baseando-se em estudos relevantes para a contribuição do entendimento do tema abordado. Foram utilizados como descritores: Biofortificação; Ferro; Alimentos vegetais; com referências de 2000 a 2017. A busca foi realizada em site de bases de dados como: Scientific Eletronic Library Online (SCIELO), Google Acadêmico e Livros que continham assuntos relacionados a pesquisa, páginas virtuais relevantes, consideradas como importantes ferramentas de pesquisa.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Biofortificação de Alimentos

A biofortificação é uma técnica eficiente como estratégia no combate da fome oculta que é caracterizada exatamente pela deficiência de nutrientes fundamentais, tais como Ferro, Zinco, vitamina A, que são de extrema importância para o bom desenvolvimento e funcionamento do organismo humano. Dentre as causas principais da fome oculta são citadas as dietas pobres, com baixa variedade de alimentos, e a pouca qualidade nutricional dos alimentos (SBCS, 2016).

De acordo com Gonçalves et al. (2015), os trabalhos desenvolvidos de biofortificação visam aumentar as quantidades de micronutrientes específicos em locais das plantas que sejam comestíveis, através do aprimoramento convencional e genético, do manejo agrônomo e da transgenia.

Segundo a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (2016) a biofortificação de alimentos representa um melhoramento nutricional de alimentos no campo, no decorrer do seu processo produtivo, podendo ser realizado de duas formas: através do beneficiamento genético das culturas (transgenia ou convencional) e/ou através do manuseio da cultura, em específico da adubação, sendo que o enriquecimento dos alimentos através do beneficiamento genético chama-se **biofortificação genética**, e o enriquecimento dos alimentos através do manejo da cultura chama-se **biofortificação agrônoma**.

Os alimentos biofortificados apresentam uma composição maior de vitaminas e minerais podendo complementar as já existentes intervenções em nutrição, proporcionando assim uma forma sustentável e de custo baixo que alcança populações com pouco acesso a sistemas convencionais de saúde e de mercado (NUTTI; CARVALHO; WATANABE, 2006).

No Brasil o projeto o qual é liderado pela Embrapa têm o apoio de programas internacionais como o HarvestPlus e AgroSalud, os quais consideram a aceitação dos produtos pelos consumidores, os seus hábitos alimentares a retenção de nutrientes após a preparação dos alimentos, assim como a boa produtividade no

campo, a resistência a pragas e doenças e os mecanismos de comercialização (EMBRAPA, 2008).

Segundo a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (2016) uma característica relevante da biofortificação em relação às outras técnicas utilizadas no combate à fome oculta é que, quando desenvolvida e implantada, ela é sustentável e não necessita modificar os hábitos alimentares das pessoas, no entanto vale ressaltar que a biofortificação genética constitui um método mais caro e de um prazo mais longo, compreendendo a qualidade nutricional dos alimentos como um dos alvos do processo continuado de melhoria das culturas, já a biofortificação agrônômica é um método mais acessível e de realização rápida, alterando apenas o manejo da cultura em específico a adubação.

3.2 Ferro

O ferro é um micronutriente muito importante para o organismo humano, pois ele exerce funções vitais no metabolismo dentre as quais são citadas: a liberação de energia na cadeia de transporte de elétrons, cofator em algumas reações enzimáticas, transporte e armazenamento de oxigênio dentre outras, sendo ele encontrado em maior quantidade na hemoglobina (A PAIVA; RONDÓ; GUERRA-SHINOHARA, 2000).

Na dieta, o ferro pode ser encontrado em dois tipos diferentes: na forma orgânica ou ferro heme e inorgânica ou ferro não-heme. O ferro heme é encontrado na mioglobina e hemoglobina, sendo oriundo de peixes, aves e carnes em geral, é mais biodisponível e não é tão afetado pela dieta quando o ferro não-heme. Já o ferro não-heme é encontrado basicamente nos alimentos vegetais, nos cereais e em outros alimentos. Os mecanismos de biodisponibilidade e a absorção das duas formas de ferro, heme e não-heme, diferem-se. (CARVALHO; BARACAT; SGARBIERI, 2006).

3.2.1 Absorção e transporte do Ferro

Determinados fatores favorecem a absorção intestinal do ferro, como a presença de agentes solubilizantes, acidez e como os açúcares. O volume de ferro

absorvido é regulado pela necessidade do organismo, ou seja, em situações em que há falta de ferro ou aumento da necessidade ocorre elevação maior da absorção de ferro. Para suprir a esse aumento na demanda, ocorre uma maior expressão das proteínas relacionadas nesse processo, como a proteína transportadora de metal bivalente (DMT-1) e a ferroportina (FPT) (GROTTO, 2008).

Segundo Henriques e Cozzolino 2009 o equilíbrio do ferro é controlado inicialmente pela absorção que ocorre no intestino, sendo que o estado nutricional da pessoa no que se refere ao ferro é um ponto determinante para o grau de absorção do mesmo podendo ela ser fracionada em 3 etapas:

1ª etapa: o ferro solúvel do lúmen é incorporado pela célula da mucosa, na região apical, participando receptores específicos como transportador de metal bivalente (DMT-1) para o ferro não-heme e também por receptores de ferro heme tal como a proteína de membrana proteica carreadora do heme (HCP1) que proporciona a absorção do ferro como metaloporfirina intacta.

2ª etapa: na parte interna da célula da mucosa o ferro heme recebe a ação da heme oxigenase, liberando o ferro da porfirina e segue a incorporação em repartições funcionais ou de armazenamento, como a ferritina.

3ª etapa: o ferro é conduzido para o plasma por meio da membrana basolateral (serosa), possivelmente envolvendo um homólogo da ceruloplasmina ou é retirado do organismo quando a célula intestinal é descamada. O ferro não-heme é absorvido na forma ferrosa, logo a presença de composto redutores no lúmen no decorrer da absorção será positivo, embora haja evidências da absorção do ferro heme por difusão na extensão de membranas lipídicas, permeia a membrana através de receptores específicos, por meio de transporte saturável em um processo que utiliza carreador.

Ainda segundo Henriques e Cozzolino 2009 o ferro absorvido somente se acumula na célula intestinal até que haja apoferritina livre, quando a ferritina na célula da mucosa intestinal estiver carregada com ferro, o mesmo não mais será captado no lúmen intestinal. O processo de transferência do ferro para a circulação através da membrana basolateral da célula da mucosa ainda não foi completamente esclarecido, mas o que se sabe é que ela só se dará se houver apotrasferrina livre

no plasma e intermédio de uma proteína de membrana a ferroportina 1 (FPN1). Se a transferrina estiver carregada com ferro, o mesmo permanecerá na célula da mucosa intestinal ligado a ferritina até o momento em que a célula for descamada.

3.2.2 Homeostase do Ferro

A equilíbrio do ferro é regulado através de dois mecanismos principais: o intracelular, conforme a quantidade de ferro que a célula possui, e o mecanismo sistêmico. Geralmente o ferro é eliminado do organismo através da descamação das células intestinais e epidermais, das secreções corpóreas ou sangramento menstrual. O controle do balanço do ferro necessita de uma comunicação entre os sítios de absorção, utilização e de estoque. Essa comunicação é feita pela HPN a qual é um hormônio peptídeo circulante que tem um papel regulatório fundamental na homeostase do ferro, coordenando o uso e também o estoque do ferro com a sua aquisição (GROTTO, 2010).

3.2.3 Armazenamento do Ferro

Na repartição de ferro no organismo, o que entra nas células pode ser introduzido aos compostos funcionais (mioglobina e hemoglobina por exemplo), ser guardado como ferritina, ou até mesmo usado para regular o metabolismo pós transcricional de ferro na célula. Os mamíferos possuem um valor significativo de proteínas que simplificam a captação, o uso e o armazenamento de ferro de forma estável e o transporte. As denominadas proteínas reguladoras de ferro (IRPs) são aquelas em que cuja síntese cria uma rede homeostática que possibilita a aplicação das propriedades essenciais do ferro de forma simultânea a diminuição de seus potenciais poderes tóxicos (HENRIQUES; COZZOLINO, 2009, p. 572-573).

3.2.4 Anemia Ferropriva

Segundo a OMS a anemia é definida como:

Um estado em que a concentração de hemoglobina do sangue é anormalmente baixa em consequência da carência de um ou mais nutrientes essenciais, qualquer que seja a origem dessa carência.

A anemia causada pela deficiência de ferro, é resultado de um grande período de balanço negativo em relação a quantidade de ferro biologicamente disponível e a necessidade orgânica desse. A anemia acarretada pela deficiência de ferro é a mais comum das carências nutricionais, com maior prevalência em crianças e mulheres (JORDÃO; BERNARDI; BARROS FILHO, 2009).

Dentre as consequências da anemia ferropriva destacam-se: redução da capacidade de aprendizado, redução da produtividade no trabalho, atraso do crescimento, desânimo, diminuição significativa de habilidade cognitiva, baixo peso ao nascer e mortalidade perinatal. Os sintomas da deficiência de ferro não são específicos, e necessitam de exames laboratoriais (sangue) para confirmação do diagnóstico de anemia ferropriva, porém alguns sinais e sintomas podem ser observados como: menor disposição para o trabalho, falta de apetite, palidez de pele e mucosas (parte interna do olho, gengivas), fadiga generalizada, dificuldade de aprendizagem nas crianças, apatia (BRASIL, 2004).

3.3 Estudos Realizados de Biofortificação de Alimentos visando o enriquecimento com Ferro

Barbosa (2015) realizou um estudo no qual selecionou 31 linhagens elites de feijão-caupi para biofortificação de ferro e zinco. Como resultado, todas as linhagens apresentaram alto teor de ferro e seis destas (19,25%), apresentaram alto teor de zinco. Todavia, as linhagens MNC04-762F-9, MNC04-792F-146 e MNC04-769F-55 apresentaram maior potencial para serem lançados como cultivares biofortificadas para ferro e zinco no grão.

Minguita et al. (2015) objetivando a produção de massas alimentícias de maior densidade nutricional, utilizaram como base, uma mistura de três matérias-primas biofortificadas: arroz, feijão e trigo. Os pesquisadores observaram que em relação ao grupo controle (que não era biofortificado) houve um aumento significativo de ferro, zinco e proteína, além de melhorar as propriedades tecnológicas das massas, tais como: menor tempo de cozimento, maior ganho de peso e volume.

Souza (2013) executou um estudo contendo mudas de 20 acessos de trigo. O objetivo foi avaliar os efeitos da aplicação de Fe, Zn e Se no crescimento e acúmulo de nutrientes, estudar os efeitos dos tratamentos e suas interações com os demais nutrientes, definir potenciais linhagens para ser utilizada na Biofortificação agrônoma. O resultado obtido foi que as plantas foram mais susceptíveis quando submetidas a doses de 150 μM de ferro e que para recomendação em Biofortificação são indicados os acessos EMB14; EMB34; EMB38; e BRS264. O autor ressaltou que experimentos que envolvam outras espécies e culturas que fazem parte da dieta da população são recomendados para o desenvolvimento dessa técnica e diminuição relacionados à segurança alimentar.

Moura (2011) realizou um estudo objetivando avaliar populações segregantes de feijão-caupi para a biofortificação dos teores de ferro, zinco e proteína nos grãos. Foram feitos cruzamentos entre os genótipos parentais BRS Xiquexique (P1), IT-98K-205-8 (P2) e IT-97K-1042-3 (P3), contendo os seus recíprocos (P1 x P2, P2 x P1, P1 x P3 e P3 x P1) e retrocruzamentos das gerações F1 com P1. As gerações F1, que são resultantes dos cruzamentos e dos retrocruzamentos, foram avançadas para as gerações F2 e F3. Os genótipos parentais e as populações F3 foram avaliados em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. Foram avaliados: teor de proteína, teor de ferro e teor de zinco. Os caracteres nutricionais apresentaram baixo componente genético na expressão do fenótipo, exceto o teor de proteína, em que a seleção fenotípica é mais eficiente. Maior sucesso na biofortificação dos teores de proteína poderá ser obtido por meio da seleção dentro da população F3C4. A população F3RC4 apresenta maior potencial para o desenvolvimento de cultivares biofortificadas para os teores de zinco e ferro nos grãos de feijão-caupi.

Guirra et al. (2015) objetivando avaliar a germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de tomate submetidas às fontes de ferro e zinco, utilizando técnicas de biofortificação agrônômica realizaram um estudo o qual o delineamento usado foi totalmente casualizado, constituído de 9 tratamentos e 4 repetições de 25 sementes. Utilizaram como fonte dos nutrientes Sulfato de Ferro e o Sulfato de Zinco. Os tratamentos foram formados de 0, 5, 10, 15 e 20% de zinco e 0, 5, 10, 15 e 20% de ferro extraídos pela cultura até a colheita. As características avaliadas foram e cinética de germinação e porcentagem, além da coleta de cinco

plântulas para determinação do comprimento da parte aérea e raiz, massa fresca e seca da plântula. Os resultados demonstraram que o incremento de dosagens de ferro e de zinco nas sementes não foram positivos, diminuindo a germinação e não proporcionando um desenvolvimento de plântulas.

Carvalho et al. (2011) realizaram um estudo objetivando verificar através de cruzamentos dialélicos de 8 genótipos de feijão-caupi com elevado teor de ferro, zinco e proteína indicados para a obtenção de populações segregantes promissoras, tendo em vista o desenvolvimento de linhagens biofortificadas. Com base na capacidade de combinação, os genótipos parentais MNC05-843B-88, IT97K-1042-3 e Pretinho mostraram-se como os mais indicados para melhorar o teor de proteína. Para incrementar os teores de ferro e zinco nos grãos de feijão-caupi, os parentais mais recomendados foram Pretinho e IT89K-205-8, respectivamente.

Wartha et al. (2015) executaram um estudo objetivando caracterizar quimicamente batata doce biofortificada *in natura* e cozida e avaliar sua aceitação por pré-escolares. Foram utilizadas amostras cultivares biofortificadas de batata doce. Foram determinados composição centesimal, ferro, carotenoides e zinco e avaliadas características tecnológicas tais como rendimento e tempo de cocção. Dentre os resultados obtidos houve aumento no teor de proteínas das batatas biofortificadas *in natura* (2,2g) e cozida (1,6g) quando comparadas às convencionais *in natura* (1,5g) e cozida (1,0g). As propriedades tecnológicas foram mantidas, com maciez superior para a amostra biofortificada, significativo incremento de beta-caroteno, assim como aumento do conteúdo de ferro quanto comparada à batata doce convencional. As notas atribuídas no teste de aceitação se situaram na região positiva da escala (4,2).

Junqueira-Franco et al. (2015) realizaram um estudo o qual tinha por objetivo avaliar a biodisponibilidade do ferro de variedades de feijão comum BRS Estilo e biofortificado BRS Pontal no homem. Participaram desse estudo 29 voluntários, os quais foram divididos em 2 grupos: O Grupo CB (13 indivíduos) receberam 100g de feijão comum (BRSEstilo) cozido e o Grupo BB (16 indivíduos) receberam 100g de feijão biofortificado BRS Pontal, cozido. Após o consumo foi conduzida a avaliação isotópica de ferro, para a medida da incorporação de ferro no eritrócito. Os

resultados mostraram não haver diferença significativa entre a biodisponibilidade de dois grupos.

Martino et al. (2015) desenvolveram um estudo com o objetivo de estudar o efeito de combinações de feijão e arroz, alvos para biofortificação, com culturas contendo alto conteúdo de carotenoides (batata doce e abóbora) sobre a biodisponibilidade de ferro, expressão gênica de proteínas envolvidas no metabolismo do ferro e o efeito antioxidante. Os resultados encontrados foram que os grupos testes apresentaram valores semelhantes de eficiência de regeneração da hemoglobina, sendo maior do que o grupo controle, exceto para o grupo feijão BRS Pontal. Os animais que receberam uma dose adicional de carotenoides pró-vitamina A teve maior expressão de DMT-1 e DcytB. O grupo alimentado somente com feijão BRS Pontal mostrou menor capacidade antioxidante total do plasma. A combinação de arroz e feijão, alvos para a biofortificação, com culturas contendo elevado conteúdo de pró-formadores de vitamina A, aumentou a expressão gênica de proteínas envolvidas no metabolismo de ferro, favorecendo a sua biodisponibilidade e a capacidade antioxidante.

Costa et al. (2015) realizaram um estudo o qual teve o objetivo de determinar as concentrações de ferro, zinco e proteína em formulações de baião-de-dois elaborados a partir de arroz integral e feijão-caupi biofortificados. Eles analisaram amostras de 5 formulações de baião-de-dois: Baião Padrão (arroz polido comercial + feijão-caupi comercial); Baião Controle (arroz integral comercial + feijão-caupi comercial); Baião 1 (arroz integral Chorinho + feijão-caupi BRS Aracê); Baião 2 (arroz integral Chorinho + feijão-caupi BRS Tumucumaque); e Baião 3 (arroz integral Chorinho + feijão-caupi BRS Xiquexique). Foram realizadas análises das concentrações de proteínas, ferro e zinco das cinco formulações de baião-de-dois. Os resultados obtidos foram que em relação à concentração de proteínas, destacaram-se os Baião 2 (8,08%) e 3 (8,24%), que foram similares ao baião padrão (7,90%), a concentração de ferro destacou-se o Baião Controle (6,76 mg 100g⁻¹) e a concentração de zinco os Baião 1 (3,88 mg 100g⁻¹), 2 e 3, que apresentaram médias maiores que o padrão e o controle.

4 CONCLUSÃO

Conclui-se com este trabalho que a biofortificação tem um potencial muito grande e pode ser usada como ferramenta no combate, não só da anemia ferropriva, mas também na prevenção de várias outras carências nutricionais. Todavia, é necessário que o alimento biofortificado faça parte da alimentação usual da população e apresente um baixo custo.

Pode-se relacionar este trabalho ao trecho da carta escrita por Pero Vaz de Caminha ao rei Miguel de Portugal sobre suas primeiras impressões sobre o Brasil, na época do descobrimento, e que originou a expressão “Em se plantando tudo dá”, e que pode ser observada a seguir:

Nela (a terra) até agora, não pudemos saber que haja ouro, nem prata, nem coisa alguma de metal ou ferro; nem lho vimos. Porém a terra em si é de muito bons ares, assim frios e temperados, como os de Entre Doiro e Minho, porque neste tempo de agora os achávamos como os de lá. Águas são muitas; infindas. E em tal maneira é graciosa que, querendo-a aproveitar, **dar-se-á nela tudo**, por bem das águas que tem.

Esta relação pode ser feita pelo fato de que o Brasil nos dias de hoje e nas devidas proporções, contribui de maneira significativa para a produção de uma grande variedade de alimentos em relação aos outros países do mundo e conseqüentemente pode ter um papel fundamental na prevenção e cura da anemia ferropriva por meio da biofortificação.

O que se espera destes projetos de biofortificação é que não fiquem somente em relatos acadêmicos de teses, dissertações ou em periódicos, mas que esses alimentos biofortificados descritos nas pesquisas, possam ser realmente utilizados pelos agricultores e consumidos pela população.

Torna-se evidente a necessidade de implantação de políticas públicas que motivem, capacitem e deem condições ao pequeno agricultor de produzir tais alimentos, principalmente nas regiões mais carentes do país.

Os autores do trabalho têm a consciência de que não basta somente fortificar um determinado alimento para se acabar com a anemia ferropriva. É necessário também que a população tenha acesso a uma alimentação adequada, ao

saneamento básico, a um trabalho digno, a um sistema de saúde que funcione e a uma educação de qualidade.

REFERÊNCIAS

A PAIVA. A; RONDÓ, P. H; GUERRA-SHINOHARA, E. M. Parâmetros para avaliação do estado nutricional de ferro. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 34, n. 4, p.421-426, ago., 2000.

ANVISA. Agência nacional de vigilância sanitária. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/portarias/31_98.htm>. Acesso em: 29 Abr. 2017.

BARBOSA, C. Z. M. C. D. **Seleção de linhagens elite de feijão-caupi (Vigna unguiculata (L.) Walp.) para biofortificação de ferro e zinco**. 2015. 78 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Alimentos e Nutrição, Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI, 2015.

BASSINELLO, P. Z. et al. Disponibilidade de ferro e zinco em feijão comum para estratégia de biofortificação. In: **Congresso Nacional De Pesquisa De Feijão**. Tecnologias para a sustentabilidade da cultura do feijão. Londrina: IAPAR, 2014. Disponível em: <<http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=991701&biblioteca=va zio&busca=991701&qFacets=991701&sort;=&paginaAtual=1>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

BETEMPS, C. Embrapa. Notícias. Alimentos biofortificados buscam reduzir a desnutrição da população. **Alimentos biofortificados buscam reduzir a desnutrição da população**. 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/3254365/alimentos-biofortificados-buscam-reduzir-a-desnutricao-da-populacao>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Coordenação-geral da Política Nacional de Alimentação e Nutrição. **Anemia**. 2004. Disponível em: <<http://bvsms.saude.gov.br/bvs/dicas/69anemia.html>>. Acesso em: 27 abr. 2017.

CARVALHO, L. C. B. et al. Embrapa. **Avaliação de populações biofortificadas em feijão-caupi por meio de cruzamentos dialélicos**. 2011. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/897374/avaliacao-de-populacoes-biofortificadas-em-feijao-caupi-por-meio-de-cruzamentos-dialelicos>>. Acesso em: 28 abr. 2017.

CARVALHO, M. C.; BARACAT, E. C. E.; SGARBIERI, V. C. Anemia Ferropriva e Anemia de Doença Crônica: Distúrbios do Metabolismo de Ferro. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas SP, v. 13, n. 2, p.54-63, 2006.

COSTA, N.Q; et al. Embrapa. **Concentrações de ferro, zinco e proteínas em formulações de baião-de-dois elaboradas a partir de arroz integral e feijão-caupi biofortificados**. 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1052668/concentracoes-de-ferro-zinco-e-proteinas-em-formulacoes-de-baião-de-dois-elaboradas-a-partir-de-arroz-integral-e-feijao-caupi-biofortificados>>. Acesso em: 27 abr. 2017.

DELLA LUCIA, C. M.; NOVAES, J. F.; SANT'ANA, H. M. P. Os desafios da fortificação de alimentos. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, [s.l.], Universidade Federal do Paraná, v. 30, n. 2, p.198-198, dez. 2012.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Ministério da Agricultura. **Biofortificação no Estado do Maranhão**. 2008. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/416741/biofortificacao-no-estado-do-maranhao>>. Acesso em: 26 abr. 2017.

GONÇALVES, A. S. F et al. Uso da biofortificação vegetal: uma revisão. **Cerrado Agrociências**, Patos de Minas, v. 6, p.75-87, dez. 2015. Disponível: <<http://revistaagrociencias.unipam.edu.br/documents/57126/1028593/Artigo+8+-+Uso+da+++biofortificação+vegetal+-+uma+revisão.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2017.

GROTTO, H. Z. W. Metabolismo do ferro: uma revisão sobre os principais mecanismos envolvidos em sua homeostase. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia**, São Paulo, v. 30, n. 5, p.390-397, out. 2008.

_____. Fisiologia e metabolismo do ferro. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia**, São Paulo, v. 32, p.08-17, jun. 2010.

GUIRRA, K. S. et al. Germinação de sementes de tomateiro tratadas com fontes de ferro e zinco para biofortificação agrônômica. **Scientia Plena**, [s.l.], v. 11, n. 10, p.1-7, 9 out. 2015.

HENRIQUES, G. S; COZZOLINO, S. M. F. Ferro. In: COZZOLINO, Silvia M. Franciscato. **Biodisponibilidade de nutrientes**. 3. ed. Barueri: Manole, 2009. Cap. 26. p. 571-572.

JORDÃO, R. E.; BERNARDI, J. L. D.; BARROS FILHO, A. A. Prevalência de anemia ferropriva no Brasil: uma revisão sistemática. **Revista Paulista de Pediatria**, [s.l.], v. 27, n. 1, p.90-98, mar. 2009.

JUNQUEIRA-FRANCO, M. V. M.; et al. **Iron absorption from biofortified beans evaluated by stable isotopes**. 2015. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1027871>>. Acesso em: 28 abr. 2017.

MARTINO, H. S. D. et al. **Rice and beans targeted for biofortification combined with high carotenoid content crops (sweet potato and pumpkin) regulate transcriptional mechanisms increasing iron bioavailability.** 2015. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1027950>>. Acesso em: 27 abr. 2017.

MINGUITA, A. P. S. et al. Produção e caracterização de massas alimentícias a base de alimentos biofortificados: trigo, arroz polido e feijão carioca com casca. **Ciência Rural**, [s.l.], v. 45, n. 10, p.1895-1895, out. 2015. FapUNIFESP(SciELO). Disponível: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010384782015001001895&lng=pt&nrm=iso&tlng=en>. Acesso em: 24 abr. 2017.

MOURA, J. O. **Potencial de populações segregantes de feijão-caupi para biofortificação e produção de grãos.** 2011. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Genética e Melhoramento, Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI, 2011.

NUTTI, M.; CARVALHO, J. L. V.; WATANABE, E. a biofortificação como ferramenta para combate a deficiências em micronutrientes. **Workshop Internacional De Geologia Médica**, Rio de Janeiro, 2005. Geologia médica no Brasil: efeitos dos materiais e fatores geológicos na saúde humana e meio ambiente. Rio de Janeiro: CPRM, Serviço Geológico do Brasil, 2006. p. 43-47. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/994883>>. Acesso em: 26 abr. 2017.

OMS. Organização Mundial de Saúde. **Lucha contra la anemia nutricional, especialmente contra la carência de hierro:** Informe ADI/OIEA/OMS. Série de Informes Técnicos, 580. Genebra: OMS, 1975.

RODRIGUES, L. P.; JORGE, S.R.P.F. Deficiência de ferro na mulher adulta. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia**, São Paulo, v. 32, p.49-52, jun. 2010.

SBCS. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (Viçosa MG). **A biofortificação em debate.** 2016. Editado pela Secretaria Executiva da SBCS. Disponível em: <http://www.sbc.org.br/wp-content/uploads/2016/10/vol42_n2.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2017.

SNA. Sociedade Nacional de Agricultura. **Biofortificados podem ser uma das soluções para insegurança alimentar no mundo.** 2014. Elaborado por equipe SNA/RJ. Disponível em: <<http://sna.agr.br/biofortificados-podem-ser-uma-das-solucoes-para-inseguranca-alimentar-no-mundo/>>. Acesso em: 26 Abr. 2017.

SOUZA, G. A. **Biofortificação da cultura do trigo com zinco, selênio e ferro**: explorando o germoplasma brasileiro. 2013. 113 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Ciências do Solo, Universidade Federal de Lavras, Lavras MG, 2013.

WARTHA, E. R. S.A; et al. **Características química, tecnológica, nutricional e sensorial de batata-doce biofortificada**. 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/web/mobile/publicacoes/-/publicacao/1028056/caracteristicas-quimica-tecnologica-nutricional-esensorial-de-batata-doce-biofortificada>>. Acesso em: 28 abr. 2017.