

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA
Câmpus Xanxerê

CAROLINE PAGANI SOCCOL
LARYSSA REGINA COLETTI
LAURA ELIS PAGANI SCALCON
LETÍCIA VITÓRIA DA SILVA
SOFIA BIANCHI SCHMITZ

ALIMENTOS BIOFORTIFICADOS NO BRASIL E SUA IMPORTÂNCIA NO COMBATE À
FOME OCULTA

Xanxerê
Dezembro, 2021

CAROLINE PAGANI SOCCOL
LARYSSA REGINA COLETTI
LAURA ELIS PAGANI SCALCON
LETÍCIA VITÓRIA DA SILVA
SOFIA BIANCHI SCHMITZ

ALIMENTOS BIOFORTIFICADOS NO BRASIL E SUA IMPORTÂNCIA NO COMBATE À
FOME OCULTA

Trabalho Integrado ao Ensino
Médio apresentado ao Curso
Técnico em Alimentos do
Câmpus Xanxerê do Instituto
Federal de Santa Catarina para a
aprovação na disciplina de
Trabalho Integrador.

Orientadora: Prof^a Dr^a Manoela
Alano Vieira

Xanxerê
Dezembro, 2021

CAROLINE PAGANI SOCCOL
LARYSSA REGINA COLETTI
LAURA ELIS PAGANI SCALCON
LETÍCIA VITÓRIA DA SILVA
SOFIA BIANCHI SCHMITZ

ALIMENTOS BIOFORTIFICADOS NO BRASIL E SUA IMPORTÂNCIA NO COMBATE À
FOME OCULTA

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título em Técnico em Alimentos, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo indicada.

Xanxerê, 02 de dezembro de 2021.

Prof. Manoela Alano Vieira, Dr

Orientadora

Instituto Federal de Santa Catarina

Prof. Fernanda Teixeira Macagnan, Dr

Banca examinadora

Instituto Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Federal de Santa Catarina bem como aos profissionais da direção, administração e todo o seu corpo docente por nos proporcionar um ambiente de grandes aprendizados, fornecendo apoio nas mais diversas circunstâncias e sempre contribuindo para alcançarmos os nossos objetivos.

À nossa orientadora Manoela Alano Vieira por ter nos auxiliado na elaboração do projeto com todo seu esforço e dedicação, fornecendo apoio necessário, prestando auxílio nos momentos de dúvidas e compartilhando novas ideias para o melhor desenvolvimento da pesquisa.

Às professoras da nossa disciplina, Graciele de Oliveira Kuhn e Eliane Maria Zandonai Michielin, por prestarem apoio, contribuindo com diversas sugestões a fim de propiciar o desenvolvimento de um trabalho mais enriquecido e organizado.

A todos os demais docentes que de algum modo contribuíram na formação dos nossos conhecimentos, possibilitando aprendizados não somente para a vida profissional, mas também social. Além de integrar a interdisciplinaridade ao nosso currículo, aprimorando ainda mais o trabalho realizado.

Aos nossos responsáveis, por nos apoiarem em todos os momentos difíceis, sempre incentivando a busca pelos estudos de modo a alcançarmos os nossos objetivos, desejando o sucesso nas mais diversas ocasiões e nunca deixando-nos desistir.

Por último, queremos agradecer pelo trabalho em equipe que nos foi proposto. Com ele, diversas discussões puderam ser desenvolvidas, chegando em um acordo final com as opiniões de todas as participantes e assim fortalecendo ainda mais nossas relações.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 Objetivos	10
1.1.1 Objetivo geral	10
1.1.2 Objetivos específicos	10
2 METODOLOGIA	11
2.1 Revisão bibliográfica	11
2.2 Elaboração da cartilha	11
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3.1 Fome e desnutrição no Brasil	12
3.2 Biotecnologia	13
3.3 Biofortificação por melhoramento genético	14
3.4 Biofortificação por transgenia	15
3.5 Biofortificação por práticas agronômicas	17
3.6 Biofortificação em Alimentos	18
3.6.1 Biofortificação da Mandioca	19
3.6.2 Biofortificação do feijão comum e feijão-caupi	20
3.6.3 Biofortificação da batata doce	22
3.6.4 Biofortificação da abóbora	23
3.6.5 Biofortificação do arroz	24
3.6.6 Biofortificação do trigo	25
4 CONCLUSÃO	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
APÊNDICE A- Cartilha elaborada, apontando, de forma sucinta, as principais informações apresentadas no decorrer da revisão bibliográfica e está disponibilizada tanto para os alunos da área de alimentos como para os curiosos no assunto	40

RESUMO

Os problemas relacionados à deficiência alimentar vêm atingindo grande parte da população mundial, a qual não possui acessibilidade e recursos financeiros para garantir uma alimentação adequada. Sabe-se que é a partir da alimentação que se obtém nutrientes essenciais para o perfeito funcionamento do corpo. Como resultado do crescimento populacional e do conseqüente cenário de desnutrição no mundo, surgiu a biofortificação de alimentos, a qual consiste em um processo de melhoramento genético somado às técnicas agrônômicas e de biotecnologia. Dessa forma, o presente trabalho teve o objetivo de elaborar uma revisão bibliográfica sobre alimentos biofortificados no Brasil e uma cartilha informativa. A cartilha apresenta as principais informações desenvolvidas na revisão bibliográfica com o uso de ilustrações para torná-la mais didática, tendo estudantes e curiosos no assunto como seu público alvo. Portanto, diversas informações acerca da temática foram reunidas e organizadas visando ampliar os estudos sobre biofortificação. Com isso, essa tecnologia visa agregar maiores teores de vitamina A, ferro, zinco, entre outros nutrientes essenciais aos alimentos base, como arroz, feijão, mandioca, batata-doce, milho, abóbora e trigo, de modo a garantir maior valor nutricional à alimentação humana e, conseqüentemente, o bom funcionamento do organismo.

Palavras-Chave: Biotecnologia. Biofortificação. Fome. Nutrientes.

ABSTRACT

The problems related to food deficiency have affected the majority of the world population, who doesn't have accessibility and the financial resources to ensure adequate food. We know it is from food that the essential nutrients for the perfect functioning of the body are obtained. As a result of population growth and the consequent scenario of malnutrition in the world, food biofortification emerged, which consists of a process of genetic improvement added to agronomic and biotechnology techniques. Therefore, this study aimed to prepare a literature review on biofortified foods in Brazil and an informative booklet. The booklet presents the main information developed in the literature review using illustrations to make it more didactic, having students and people interested in the subject as its target audience. Therefore, different information about the subject were gathered and organized in order to expand the studies on biofortification. Thus, this technology aims to add higher levels of vitamin A, iron, zinc, among other essential nutrients to basic foods, such as rice, beans, cassava, sweet potatoes, corn, pumpkin and wheat, in order to ensure greater nutritional value to human food and, consequently, the proper functioning of the organism.

Keywords: Biotechnology. Biofortification. Hunger. Nutrients.

ÍNDICE DE TABELA

TABELA

Tabela 1: Problemas de saúde associados com as deficiências de micronutrientes.....	13
---	----

1 INTRODUÇÃO

Há muito tempo, os problemas relacionados à deficiência alimentar vem atingindo grande parte da população mundial da qual não possui recursos financeiros e acessibilidade para garantir uma alimentação adequada. Segundo Moratoya et al. (2013), é a partir da alimentação, que se obtém proteínas, vitaminas, minerais e nutrientes que são essenciais para o perfeito funcionamento do corpo. Fatores econômicos, psicossociais, éticos, políticos e culturais são alguns dos principais fatores que determinam a qualidade da refeição (ABRANDH, 2013).

Segundo Castro (2004, p.18 apud MAZETTO, MAIA, SIMONCINI, 2011) [...] “o fenômeno muito mais frequente e mais grave, em suas consequências numéricas, da fome parcial, da chamada fome oculta, na qual, pela falta permanente de determinados elementos nutritivos, em seus regimes habituais, grupos inteiros de população se deixam morrer lentamente de fome, apesar de comerem todos os dias” [...]. Com base no comentário de Castro, pode-se ressaltar que a fome oculta é um fenômeno silencioso. É a carência de micronutrientes essenciais na manutenção do funcionamento do corpo que afeta pessoas de qualquer idade, raça e classe social, sendo que, muitas delas, sem saber que sofrem com esse problema.

O ser humano requer mais de 22 elementos minerais, os quais podem ser fornecidos por uma dieta variada e adequada (BERDEJO, 2008). No entanto, segundo Loureiro et al. (2018), distúrbios no sistema imunológico, doenças como anemia e redução da capacidade de trabalho, são providas da deficiência de micronutrientes específicos, como zinco, vitamina A e ferro, caracterizado como um problema de saúde sério, e que pode levar à morte. Assim, vale destacar a importância desses e de outros nutrientes para o bem-estar populacional, e sua carência em alimentos presentes na dieta de grande parte dos indivíduos.

Perante a problemática de suprir a falta da ingestão de nutrientes importantes para a manutenção do metabolismo somado ao crescimento populacional e ao cenário de desnutrição no mundo, em 1993 se deu início aos estudos relacionados à área de biofortificação de alimentos (MANOS et al., 2016 apud WHITE e BROADLEY, 2005). Estes estudos estão em constante ampliação e em diversas partes do mundo, concentrando-se nos países da África, Ásia e América Latina (GOMES et al, 2016) e, segundo Manos et al., (2016) no Brasil, iniciou-se em 2003.

A biofortificação consiste em um processo de melhoramento genético somada às técnicas agronômicas e biotecnologia que visa agregar maiores teores de vitamina A, ferro, zinco, entre outros nutrientes essenciais aos alimentos base, como arroz, feijão, feijão-caupi, mandioca, batata-doce, milho, abóbora e trigo, produzidos com maior sustentabilidade, acessibilidade e baixo custo para produtores e consumidores, possibilitando assim, uma maior complementação nutricional destes alimentos (GOMES et al, 2016).

Portanto, a utilização da biofortificação une estratégias para combater problemas da desnutrição e torna os alimentos inseridos com grande frequência na mesa da população com maiores potenciais nutricionais e, conseqüentemente, diminuindo o quadro de doenças ocasionadas pelo déficit desses micronutrientes.

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo elaborar uma revisão sobre os alimentos biofortificados no Brasil, bem como seu auxílio no combate à desnutrição alimentar. A partir disso, foi desenvolvida também, uma cartilha acerca dessa temática.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Elaborar uma revisão bibliográfica sobre alimentos biofortificados no Brasil e sua importância como complementação nutricional no combate à fome oculta.

1.1.2 Objetivos específicos

- Elaborar uma revisão de literatura para proporcionar maiores informações acerca do tema biofortificado, principais conceitos, métodos, histórico, aplicabilidades, alimentos relacionados e sua contribuição no combate à fome oculta.

- Elaborar uma cartilha informativa contendo os principais assuntos desenvolvidos a respeito do tema biofortificação, promovendo o estudo de maneira didática para os alunos do curso Técnico em Alimentos do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) e também para demais estudantes, profissionais e comunidade em geral que pretendem ampliar os conhecimentos sobre biofortificação.

2 METODOLOGIA

2.1 Revisão bibliográfica

Foi elaborada uma revisão bibliográfica, descritiva, de ordem cronológica, feita a partir de pesquisas e levantamento de dados na literatura científica do ano de 1995 a 2021 . A pesquisa bibliográfica utilizou-se fundamentalmente das contribuições de diversos autores sobre o tema. Nesse sentido, o primeiro passo para o desenvolvimento da pesquisa bibliográfica consistiu na exploração das fontes documentais.

Para a identificação dos referenciais teóricos, foram utilizadas as expressões fome e desnutrição no Brasil, melhoramento genético, biofortificação no Brasil e no mundo, alimentos biofortificados e em todas as combinações possíveis. As publicações na área de biofortificados, foram acessadas a partir das plataformas de dados *Scientific Electronic Library Online (Scielo)*, *Google Acadêmico* e *Ita*.

2.2 Elaboração da cartilha

Como produto final da atividade de pesquisa, foi elaborada uma cartilha de caráter didático, apontando, de forma sucinta, as principais informações apresentadas no decorrer da revisão bibliográfica. A cartilha serve como material de estudo que facilita a aprendizagem dos estudantes da área de alimentos e curiosos no assunto abordado e discutido no trabalho integrador.

A cartilha poderá ser disponibilizada *online* e impressa e está presente no Apêndice A do trabalho.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Fome e desnutrição no Brasil

O Brasil colonial foi marcado como área de exploração e de produção agrícola. No entanto, já no século XVI desenvolveu-se a preocupação com as culturas alimentares em função da monocultura, que limitava os espaços para a produção de “mantimentos”. Durante o período de escravidão vivenciado pelo país, o dilema de utilizar essa mão de obra para comercializar alimentos para a exportação em condições não remuneradoras veio à tona. Desse modo, a produção de alimentos voltou-se mais ao auto-abastecimento das propriedades do que às demandas colocadas pelo mercado (BELINK et al., 2001).

Com o passar dos anos, problemas relacionados com a fome e desnutrição alimentar começaram a aparecer, acentuando-se de maneira rápida por todo o país. A fome parte de uma alimentação diária que não oferece a energia que o ser humano precisa para a manutenção do organismo e realização das suas atividades cotidianas, acarretando na desnutrição alimentar. Esta é descrita pela manifestação de sinais clínicos provenientes da inadequação da dieta, seja ela quantitativa ou qualitativa (MONTEIRO, 1995).

A fome e a desnutrição tornaram-se temas de constantes debates no Brasil. O início das discussões sobre tais temáticas veio a tona através de Josué de Castro, autor do livro “Geografia da Fome”, que rompeu com o silêncio existente entre as décadas de 1940 e 1950 e possibilitou a maior compreensão das problemáticas envolvidas ao unir aspectos biológicos, antropológicos, socioeconômicos e políticos (SOUZA, 2017).

A partir do início dos estudos sobre fome e conseqüentemente acerca da desnutrição, as dimensões dos campos de pesquisas ampliaram e com isso identificou-se que embora ocorram problemas relacionados ao sobrepeso e a obesidade, ainda é encontrado com maior assiduidade os distúrbios ligados a desnutrição e a escassez de determinados micronutrientes (LOUREIRO, 2018). De acordo com o relatório da ONU (Organizações das Nações Unidas) de 2018, “O Brasil está entre os 51 países mais suscetíveis à prevalência da desnutrição, ficando ao lado da Etiópia e Indonésia” (Folha de São Paulo, 2018).

Constata-se que os problemas de desnutrição alimentar ainda estão muito presentes na população brasileira de tal forma que se tornou necessário buscar novas perspectivas para solucionar esse problema, sendo a introdução da biofortificação uma

das alternativas. A tecnologia de biofortificação tende a atuar em um importante papel de redução das deficiências de micronutrientes apresentadas pela população. Tornando-se uma estratégia cientificamente possível de se proceder, além de ser complementar a outros processos para a erradicação das deficiências de micronutrientes (ZANCUL, 2004).

Além do mais, destaca-se a fome no país que, assim como a desnutrição, apresenta aumentos frequentes, ocasionando danos à população brasileira. Segundo o relatório do IBGE (2020) e IBGE (2021), a fome no Brasil que era de 10,3 milhões de pessoas em 2017 saltou para 19 milhões em 2020, e a insegurança alimentar disparou no Brasil, visto que, mais da metade da população não se alimenta como deveria.

Desse modo, um número elevado de pessoas ainda persistem com a fome no seu cotidiano, além de muitas outras enfrentarem o processo de desnutrição alimentar, sendo a tecnologia de biofortificação uma alternativa que visa proporcionar melhor qualidade de vida aos brasileiros.

Segundo dados apresentados pela EMBRAPA (2014) na Tabela 1, diversos problemas de saúde estão relacionados com a deficiência de vitamina A, Ferro, Zinco e Iodo, micronutrientes importantes para a manutenção de um metabolismo saudável.

Tabela 1: Problemas de saúde associados com as deficiências de micronutrientes

Vitamina A	Ferro	Zinco	Iodo
Cegueira, sistema imunológico deficiente, desenvolvimento fetal anormal, aumento da mortalidade infantil e materna.	Anemia, redução da capacidade cognitiva, redução da capacidade física e de produtividade, aumento mortalidade infantil e materna, complicações com o parto.	Diminuição da resistência a doenças infecciosas, desnutrição e comprometimento do crescimento em crianças e aumento da mortalidade infantil.	Alterações no desenvolvimento mental, danos cerebrais, menor peso ao nascer e aumento da mortalidade infantil.

Fonte: Embrapa, 2014.

3.2 Biotecnologia

A biotecnologia teve origem há mais de seis mil anos, a partir de informações coletadas sobre o uso de microrganismos em processos fermentativos para produzir cerveja e pão (CARRER, BARBOSA, RAMIRO, 2010). Ademais, segundo Faleiro, Andrade, Junior (2011), estima-se que em 8000 anos a.C, na Mesopotâmia, região oriental considerada o berço das civilizações, os povos selecionavam as melhores

sementes das melhores plantas para aumentar a colheita. Por conseguinte, o homem ao passar do tempo foi desenvolvendo novos métodos de se aprimorar a natureza, possibilitando o surgimento de novas tecnologias que embora pareçam ser de um período recente remontam a um tempo histórico antigo.

No ano de 1970, se deu início os estudos e desenvolvimento de metodologias sobre o uso de DNA recombinante além do seu sequenciamento, proporcionando grande e inúmeros avanços ao campo científico (CAREER, BARBOSA, RAMIRO, 2010). Sendo assim, a biotecnologia passou a ganhar maior espaço e ampliação nas diversas áreas de estudo, interligando ciência e tecnologia. A biotecnologia contempla áreas da ciência básica (biologia molecular, microbiologia, biologia celular e genética), além da ciência aplicada (técnicas imunológicas e bioquímicas) e de outras áreas tecnológicas (fermentações, separações, purificações, informática, robótica e controle de processos) (MALAJOVICH, 2016).

As diferentes técnicas desenvolvidas pela biotecnologia têm contribuído muito para os cultivares alimentares, possibilitando o desenvolvimento de métodos de biofortificação que auxiliam no bem-estar populacional, destacando-se o melhoramento genético (clássico ou molecular), a transgenia e as práticas agrícolas (fertilização) empregadas aos alimentos.

O termo biofortificação teve origem através do pesquisador do Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Steve Beebe. Segundo a entrevista de Steve concedida a Embrapa (2017), o termo surgiu quando estava em conversa com os representantes da Fundação Bill e Melinda Gates sobre aumentar os níveis de micronutrientes nos alimentos básicos da alimentação. Assim, foi sugerido que seria um processo semelhante à fortificação, mas usufruindo do melhoramento convencional.

3.3 Biofortificação por melhoramento genético

O melhoramento genético existe há milênios, desde o momento em que o homem deixou de ser nômade e passou a ser sedentário, iniciando o processo de agricultura. Essa tecnologia está sendo aperfeiçoada até então, principalmente após a redescoberta das leis de Mendel com o intuito de produzir, hereditariamente, indivíduos com características cada vez mais satisfatórias (FALEIRO, ANDRADE, JUNIOR, 2011).

Antes de aprofundar o conceito e características do melhoramento genético é de fundamental importância compreender a definição de gene. A partir dos princípios mendelianos, as definições iniciais dessa palavra e da própria genética, depois de muito

aperfeiçoamento ao longo dos anos, são mais genéricas, tendo em vista que o conhecimento da base genética da hereditariedade ainda era precário naquela época. Portanto, a definição de gene trata-se de uma sequência genômica (DNA ou RNA) responsável pela caracterização de moléculas funcionais (RNA ou proteínas) de forma direta, assim, possibilitando a diferenciação morfo fisionômica dos seres vivos (FERREIRA, FALEIRO, 2008).

Diante disso, o melhoramento genético baseia-se na observação do efeito coletivo dos genes em interação com o meio, possibilitando a formação das características individuais, sem que sejam conhecidos seus papéis na maquinaria celular. Essa tecnologia aplicada em plantas é o material genético selecionado ou intencionalmente alterado feito a partir de duas formas: pelo melhoramento genético clássico e pelo molecular (FERREIRA, FALEIRO, 2008).

O melhoramento genético clássico e molecular caracterizam-se por utilizar o cruzamento sexual e a seleção entre plantas de mesma espécie, e quando possível, com parentes propícios para a obtenção hereditária de plantas que possuem características desejáveis. O que diferencia o melhoramento clássico e o melhoramento molecular é que o primeiro utiliza apenas a seleção visual e o segundo conta com o auxílio de marcadores moleculares (FERREIRA, FALEIRO, 2008).

O melhoramento genético vegetal auxilia no aumento da produtividade, resistência à pragas e insetos, variabilidade e adaptação de plantas a diferentes ecossistemas. Este processo tem como grande desafio a produção de quantidade e qualidade de alimentos de forma a reduzir os impactos ambientais e o uso de defensivos agrícolas (ANDRADE, FALEIRO, JUNIOR, 2011).

Neste contexto, a biofortificação por melhoramento genético consiste na realização de processos de cruzamentos repetidos de plantas de mesma espécie até ocorrer a obtenção de cultivares com maiores potenciais nutritivos, aumentando os teores de nutrientes e vitaminas presentes (LOUREIRO, 2018). Sendo assim, a biotecnologia empregada na biofortificação abrange o melhoramento convencional e tende a desenvolver alimentos que forneçam benefícios de maneira mais acentuada à população.

3.4 Biofortificação por transgenia

A transgenia trata-se de um processo tecnológico recente, advindo a partir do desenvolvimento de pesquisas na área da engenharia genética. Estas, por sua vez,

ocorreram a partir do final do século XIX, em meados da década de 70, em função de importantes descobertas científicas (BENTHIEN, 2008; CHIARI e YADA, 2018).

Um produto transgênico nada mais é do que um organismo geneticamente modificado (OGM) que possui um gene que foi inserido de forma laboratorial/artificial. Essa técnica de mudança genética é utilizada para fortalecer o alimento tornando-o menos suscetível à escassez de água, pragas e doenças comuns àquela espécie, com a finalidade de aumentar a produtividade nos aspectos de qualidade e quantidade (ALMEIDA, LAMOUNIER, 2005).

A transgenia ocorre quando há a introdução controlada de ácidos nucleicos (genes) em um genoma receptor por meio da tecnologia do DNA recombinante. Sendo esse DNA encontrado no núcleo de uma célula ao qual possui informações genéticas que são responsáveis pelas características do alimento, tais informações são herdadas dos parentais após o cruzamento de genes. Considerando isso, a mistura de genes só pode ocorrer entre organismos da mesma espécie ou de espécies muito relacionadas geneticamente para que seja possível a reprodução (FALEIRO, ANDRADE, 2009).

Existem diferentes técnicas para a realização da transgenia, em geral elas podem ser divididas entre direta e indireta. Na transferência indireta, são usados como vetores bactérias a *Agrobacterium tumefaciens* e *Agrobacterium rhizogenes*, por exemplo. Estas, por sua vez, possuem a capacidade de mover naturalmente parte de seu DNA para as plantas, promovendo o crescimento destas. A partir disso, os genes nocivos dessas bactérias serão substituídos por outros de interesse, preservando a capacidade de transferência de DNA para a planta (FALEIRO, ANDRADE, 2009).

A transferência direta apresenta métodos físicos e químicos, na qual possuem o objetivo de romper a parede celular e ou a membrana plasmática a fim de permitir a entrada do DNA exógeno na célula. Exemplos de métodos utilizados na transferência desse DNA com efetividade são eletroporação de protoplastos consistindo em dar choques curtos em um campo elétrico de intensidade controlada induzindo a formação de poros na membrana celular. A transformação por polietilenoglicol, um químico que possibilita a passagem do DNA para dentro da célula e também a aceleração de partículas chamada de biobalística consistindo na aplicação de DNA em células alvos a partir de aparelhos de alta pressão a gás (SANTARÉM, 2000 apud FISK & DANDEKAR, 1993).

Portanto, para a execução da transgenia, é fundamental a realização de testes laboratoriais, casa de vegetação e o seguimento de todas as normas de segurança, para

que assim o elemento que passou pelo processo de transformação genética seja incorporado ao sistema produtivo. Sendo assim, para obter uma maior produtividade visando a qualidade e quantidade do vegetal, os esforços visam principalmente dois tipos de genes: resistência a herbicidas e resistência a insetos (FALEIRO, ANDRADE, 2009).

A biotecnologia por transgenia portanto envolve mudanças nos genes com objetivos variados, como: diminuição de combustíveis para a operação de máquinas, uma vez que com esse tipo de tecnologia é possível cultivar com sucesso e com menos insumos do tipo pesticidas, ocorre também alterações genéticas como resistência a enfermidades, insetos e a vírus, outras mudanças consideráveis são a tolerância à seca, que ajudam a aumentar o rendimento e a diminuir as perdas devido às mudanças climáticas (KLÜMPER e QAIM, 2014).

Usa-se da transgenia para a biofortificação quando não encontra-se variação genética do conteúdo de nutrientes nos vegetais e, em alguns casos, é potencialmente favorável, comparado ao melhoramento convencional. Tem-se como exemplo, o Golden Rice, o arroz que contém cerca de 37 $\mu\text{g/g}$ de carotenoides, dos quais 31 $\mu\text{g/g}$ são β caroteno (HIRSCHI, 2009).

3.5 Biofortificação por práticas agronômicas

A tecnologia da biofortificação realizada por práticas agronômicas também chamada de biofortificação por fertilização visa ampliar os teores de nutrientes e vitaminas na parte comestível das culturas de maneira a proporcionar maiores benefícios à saúde populacional (MORAES et al., 2012).

A técnica empregada na biofortificação agronômica consiste em aplicar adubos minerais e melhorar a solubilização e mobilização dos mesmos. Desse modo, para que seja viável o emprego dessa técnica, vários fatores são dependentes como a composição do solo, mobilidade do mineral e a capacidade da planta estar armazenando-o nas partes comestíveis. Sendo assim, além da técnica apresentada outros métodos também podem ser realizados a fim de promover a biofortificação agronômica possibilitando um menor custo, maior acessibilidade e resultados rápidos para os produtores. Com isso, destaca-se a adubação via solo, tratamento de sementes e aplicação foliar como métodos que contribuem para os processos da biofortificação por práticas agronômicas (LOUREIRO et al., 2018).

As técnicas empregadas na biofortificação agronômica aumentam, principalmente, os teores de zinco, ferro, selênio e iodo nos cultivares (MORAES et al., 2012), sendo o zinco

e o ferro os dois minerais mais utilizados. Desse modo, tal fato vem a ocorrer, pois a deficiência desses minerais apresenta-se em grande escala na população brasileira. O desenvolvimento de estudos com crianças mostrou que a prevalência da deficiência de zinco está entre 11,2% e 16,2%, caracterizando assim um problema para a saúde pública (PEDRAZA; SALES, 2015). Com relação ao ferro, no território brasileiro em torno de 5 milhões de crianças na faixa etária de 1 a 4 anos são portadoras de anemia pela falta de ferro (LOUREIRO et al, 2018).

Em vista disso, a deficiência de zinco e ferro acarreta diversos problemas para a saúde humana e por isso a biofortificação agronômica passa a ser utilizada como meio de aumentar esses componentes nutricionais. A deficiência de zinco, quando prolongada, pode provocar anorexia, intolerância à glicose em razão da diminuição da produção de insulina, além de transtornos de comportamento, aprendizado e memória (MAFRA; COZZOLINO, 2004).

O ferro quando presente em mínimas concentrações no organismo pode ocasionar mortalidade além de morbidade, diminuição na produtividade das atividades cotidianas e por consequência prejudicando o desenvolvimento mental fazendo com que os indivíduos tenham uma redução na capacidade de ter uma vida saudável e produtiva (WELCH et al, 2000).

A biofortificação agronômica tende a ser aplicada em alimentos de grande consumo pela população, como a mandioca e o milho. A mandioca, através da fertilização com zinco apresenta maiores teores desse micronutriente nas folhas do que nas raízes, o que apresenta-se como uma alternativa interessante para complementar zinco nas dietas da população (CORGUINHA, 2015). O milho é submetido a biofortificação agronômica para aumentar os teores de ferro, possibilitando assim, agregar maiores potenciais do micronutriente na planta (OLIVEIRA, 2019).

3.6 Biofortificação em Alimentos

Devido a demanda de alimentos seguros e mais nutritivos projetos de biofortificação começaram a ser desenvolvidos e assim os mesmos vem auxiliando de forma eficiente no combate a deficiência alimentar (fome oculta), que assola cerca de dois bilhões de pessoas ao redor do mundo. À vista disso, o campo de pesquisas acerca da biofortificação no Brasil está sendo liderado pela Empresa de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) que recebeu o nome de Rede BioFORT, tendo o apoio do programa Haverst

Plus. Sendo assim, esse programa conta com uma forte aliança de instituições de pesquisa que apresentam atuação na América Latina, África e Ásia através de recursos financeiros da Fundação Bill e Melinda Gates, Banco Mundial, além de agências internacionais de desenvolvimento (GOMES et al, 2016).

Além disso, existem também outras instituições próprias do Brasil que fazem parte da rede de pesquisas, sendo elas: Embrapa Agroindústria de Alimentos, Embrapa Arroz e Feijão, Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Embrapa Milho e Sorgo, Embrapa Hortaliças, Embrapa Meio-Norte, Embrapa Trigo, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ e Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro UFRRJ (NUTTI et al, 2009).

A Rede BioFORT, desde seu início, tem maiores estudos e concentrações no melhoramento genético convencional das culturas, ou seja, a biofortificação genética. A partir disso, conseguiu desenvolver cultivares melhoradas de trigo, feijão, feijão-caupi, arroz, batata-doce, abóbora e mandioca, com maiores concentrações de pró-vitamina A, carotenoides, além de ferro e zinco (VERGUTZ et al., 2016). Assim, a Rede BioFORT vai além de um conjunto de projetos de financiamento voltado para pesquisas, isso em razão de contemplar um grupo de gestores, cientistas e técnicos com forte relação a uma rede internacional que desenvolvem trajetórias tecnológicas e práticas de modo a interagir com a realidade produtiva vivida pelos agricultores familiares de diversas regiões, além de aproximações com políticas públicas vigentes sobre o aspecto da nutrição (MANOS, 2017).

3.6.1 Biofortificação da mandioca

Considerada uma importante fonte de calorias, a mandioca (*Manihot esculenta* Cranz) faz parte da dieta cotidiana de cerca de 1 bilhão de pessoas. Essa espécie é caracterizada por sua alta concentração de amido e fonte de energia em suas raízes tuberosas, sendo estas muito consumidas no mundo, seja para consumo humano, animal ou utilização nas indústrias (AGUIAR, SOUSA, LÔBO, 2013). Além de folhas ricas em proteínas, minerais e composições vitamínicas, a mandioca destaca-se pela sua facilidade de adaptação em solos e climas marginais de condições desfavoráveis (MONTAGNAC; DAVIS; TANUMIHARDJO, 2009, SOUZA, 2017).

A baixa produtividade do solo, influencia diretamente na alimentação da população que ali vive. Em áreas tropicais e subtropicais, onde muitas pessoas sofrem de

desnutrição, a dieta à base da mandioca é comum, justo pelo fato de seu cultivo ser flexível e adaptável (MONTAGNAC; DAVIS; TANUMIHARDJO, 2009). Assim, a biofortificação da mandioca é de extrema importância quando se trata na acessibilidade de populações que vivem em regiões onde, muitas vezes, prevalecem a seca, a pobreza e a desnutrição.

A disponibilidade de variabilidade genética da mandioca no Brasil é muito grande, o que ajuda na execução do melhoramento genético da espécie, pois é a partir dessa variabilidade que combinações gênicas são executadas para a obtenção de um novo genótipo mais adaptável e de melhor qualidade (VIEIRA, FIALHO, SILVA, 2013).

Além de programas voltados ao melhoramento genético para garantir melhor adaptação, rendimento e resistência à pragas da mandioca, nos últimos anos notou-se a presença de carotenoides de extrema importância na manutenção do metabolismo: betacaroteno nas raízes de coloração amarela e de licopeno nas raízes de coloração rosada. Assim, a Embrapa Cerrados utiliza dois métodos de melhoramento genético da mandioca: pela introdução e a seleção de acessos/variedades/clones de outros programas de melhoramento e as hibridações intraespecíficas (VIEIRA, FIALHO, SILVA 2013).

Portanto, o melhoramento genético dessa espécie nacional, garantirá não só um maior rendimento no produto final, mas também uma melhor fonte de energia acessível para as populações mundiais, sobretudo as marginalizadas (VIEIRA, FIALHO, SILVA 2013). A deficiência da vitamina A é considerada um problema grave mundial. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), mais de 250.000 crianças se tornam cegas a cada ano devido ao consumo insuficiente de alimentos ricos em vitamina A ou pró-vitamina A (MILAGRES, NUNES, PINHEIRO- SANT' ANA, 2007). Assim, o aumento de carotenoides pró-vitâmicos na mandioca, poderia significar um metabolismo mais saudável e uma diminuição de casos de cegueira.

O betacaroteno, também conhecido como pró-Vitamina A, é um antioxidante presente em alguns alimentos que, após o consumo, é convertido na própria vitamina. Por ser de extrema importância para a manutenção da vida e impossível de ser sintetizado, é necessário adquirir o betacaroteno através da alimentação (UENOJO, MARÓSTICA-JUNIOR, PASTORE, 2007).

3.6.2 Biofortificação do feijão comum e feijão-caupi

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* (L.)) e o feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) também são beneficiados com a tecnologia de biofortificação, uma vez que a utilização dos mesmos torna-se de fundamental importância para a saúde humana, na qual eleva-se os teores de ferro e zinco nos grãos (LOVATO et al., 2018).

O feijão é um dos alimentos que apresenta grande consumo pela população, visto que diversos potenciais nutricionais o constituem. Em vista disso, cita-se o alto conteúdo protéico e de carboidratos, elevadas concentrações de lisina, sendo essa com efeito complementar às demais proteínas, as fibras alimentares e a presença de vitaminas do complexo B (RIOS, ABREU, CORRÊA, 2003). Desse modo, identifica-se os inúmeros nutrientes que compõem o grão do feijão e que através do processo de biofortificação uma maior potencialidade será adquirida pelo mesmo.

Segundo Nutti et al. (2009), os estudos acerca da biofortificação dessa espécie iniciaram-se em 2006, através do projeto desenvolvido pela Embrapa Agroindústria de Alimentos e segundo Filho (2011), o feijão-caupi está adquirindo grande expansão nas regiões do Norte, Nordeste e Centro-Oeste brasileiro, tornando-se um componente de enorme importância para a dieta alimentar dessas populações.

A técnica utilizada para a biofortificação do feijão-caupi assim como para o feijão comum é o melhoramento genético convencional, ocorrendo a seleção de genótipos que apresentam maior acúmulo de nutrientes nos grãos (ALVES, 2017). Assim sendo, o uso dessa técnica tem como propósito enriquecer os grãos com nutrientes específicos, principalmente ferro e zinco, possibilitando agregar maiores teores em comparação com outros cultivares (PEREIRA et al, 2020). Em vista disso, o Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) constatou que no banco de germoplasma dos cultivares de feijão há presença de uma variabilidade genética suficiente para estar aumentando em 80% os teores de ferro e 50% os teores de zinco nos grãos (BEEBE; GONZALEZ; RENGIFO, 2000).

Existem outras técnicas, além do melhoramento genético convencional, utilizadas para possibilitar o processo de biofortificação aos cultivares de feijão, como as práticas agronômicas de adubação através da aplicação de zinco ao solo e nas folhas. Posto isto, estudos e experimentos foram desenvolvidos para comprovar o aumento dos teores de nutrientes no feijão-caupi e com isso demonstrar através dos resultados que é necessário ocorrer uma integração de potencial genético com o manejo da aplicação de zinco, ou seja, realizar a associação entre a biofortificação genética e agronômica, contribuindo para um maior aumento dos teores nutricionais de maneira consistente (ALVES, 2017).

Com relação ao feijão comum, identificou-se através de estudos e experimentos desenvolvidos que as aplicações foliares de zinco para o feijão foram eficientes de modo a aumentar o teor desse nutriente nos grãos, mas a biofortificação agrônômica também apresenta efeito significativo para o feijão comum como se procede com o feijão-caupi, o que faz com que técnicas variadas da biofortificação sejam trabalhadas em conjunto (CAMBRAIA, 2015). Portanto, é possível observar que tanto o feijão-caupi como o feijão comum passam por semelhantes processos de biofortificação, além de que diversos estudos estão sendo desenvolvidos para ambos os cultivares de maneira a propiciar maiores conhecimentos e difusão dessas técnicas.

3.6.3 Biofortificação da batata doce

A batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) é uma cultura de raiz tuberosa e popularmente cultivada no território brasileiro. É uma planta rústica e, assim como a mandioca, de fácil adaptação às mais diversas condições de clima e solo (MIRANDA et al., 1995). Essa cultura possui valor energético considerável com cerca de 120 kcal/100g (SÁNCHEZ, SANTOS, VASILENKO, 2019). Segundo dados do IBGE (2010), a batata-doce é uma das seis principais olerícolas cultivadas no Brasil. Por ser uma cultura adaptável ao baixo nível tecnológico, a batata doce está muito presente na dieta de populações (MELO, SILVA, MOITA, 2010). Assim, essa planta se torna um bom meio de biofortificação devido sua alta acessibilidade e adaptação.

Dentre as batatas-doce conhecidas nacionalmente, a batata-doce Beauregard, uma cultivar americana, se destaca pelo seu alto teor de betacaroteno, carotenoide precursor de vitamina A (motivo pelo qual sua polpa é de cor alaranjada). Enquanto as batatas-doce de polpa branca possuem concentração de betacaroteno inferior a 10mg/kg, a Beauregard pode chegar a 115 mg/kg (EMBRAPA, 2010).

Outra variedade de batata-doce biofortificada é a de polpa roxa, o qual sua coloração roxa-intensa se dá devido a presença de antocianina, o que a torna visualmente atrativa na produção de pratos diferenciados (SCHALLENBERGER et al., 2017). As antocianinas são pigmentos naturais que auxiliam na conversão de nutrientes em energia (ROCHA, REED, 2014).

As principais variedades de batata-doce mais comercializadas e consumidas no território brasileiro são as de polpa branca, amarela e creme. Apesar de seu consumo ser de extrema importância do ponto de vista nutricional, a batata-doce de polpa alaranjada e roxa são raramente encontradas no Brasil (MELO, SILVA, MOITA, 2010). Sendo assim, a

Embrapa selecionou clones de batata-doce com maior concentração de betacaroteno no âmbito do programa BioFORT: Biofortificação no Brasil - desenvolvendo produtos agrícolas mais nutritivos com o intuito de disponibilizar aos agricultores e consumidores um novo cultivar, sendo esse mais nutritivo (MELO et al., 2011).

De acordo com as pesquisas de Van Jaarsveld et al. (2005), crianças da África do Sul obtiveram melhora na alimentação com a complementação nutricional de Vitamina A devido a ingestão da batata-doce de polpa alaranjada rica em betacaroteno.

Além do melhoramento genético, a busca por genótipo de melhor qualidade nutricional da batata-doce também é relevante, uma vez que, no Brasil, sua variabilidade genética disponível é bastante ampla (SCHALLENBERGER et al, 2017).

3.6.4 Biofortificação da abóbora

A abóbora é um dos alimentos em estudo para o processo de biofortificação visto que compõe a dieta alimentar diária de muitas famílias brasileiras. A espécie de abóbora, *Cucurbita moschata* Duch é a mais utilizada para o desenvolvimento das pesquisas apresentando potencial para a biofortificação uma vez que é fonte de carotenoides com atividade pró-vitáminica (CARVALHO et al., 2015).

A abóbora (*Cucurbita moschata* Duch) é considerada a espécie que apresenta uma das mais ricas fontes de nutrientes essenciais. À vista disso, pode-se encontrar em sua composição teores de vitaminas, minerais, fibras, água e principalmente carotenoides (GIL; PICCOLI; STEFFENS, 2019). Posto isso, a abóbora abrange um alto teor protéico que fica em torno de 32 a 40% de sua composição, fibras (23-27%), além do mais é rica em ferro, magnésio, potássio, vitamina E e B, sendo também uma ótima fonte de ácidos graxos poli e monoinsaturados, a exemplo do ácido linoleico, oleico, palmítico e esteárico (SILVA; BRITO, 2015).

A vitamina A é importante para prevenir doenças e a abóbora é uma fonte rica em carotenoides que engloba a pró-vitamina A e luteína, o que torna significativo os estudos para desenvolver a biofortificação nesse alimento. Além do mais, a abóbora apresenta uma ampla variabilidade genética a ser explorada com finalidade de enriquecê-la com maiores teores de carotenoides. Em vista disso, análises já desenvolvidas constataram que as abóboras biofortificadas, ricas em vitamina A, podem fornecer mais de 40% das necessidades diárias que são recomendadas para crianças de 4 a 8 anos de idade, em porções de 100 gramas (*Institute of Medicine*, 2001).

À vista disso, a biofortificação da abóbora apresenta como finalidade agregar maior valor ao produto e trazer benefícios tanto para os consumidores como também para os agricultores e agroindústrias de modo a fortalecer toda a cadeia produtiva (NETO, 2013).

3.6.5 Biofortificação do arroz

O arroz (*Oryza sativa*) é um alimento de extrema importância na dieta populacional por fornecer proteínas, lipídios, vitaminas e minerais, além de ser uma ótima fonte de energia devido a presença do amido em sua composição (WALTER; MARCHEZAN; AVILA, 2008). Segundo notícia da Agência do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, (2020), esse grão é um dos mais consumidos e produzidos no Brasil e no mundo, caracterizando-se como principal alimento para mais da metade da população mundial. Desta forma, é interessante e necessário o uso de processos de melhoramento genético para um maior beneficiamento e completude na alimentação diária da população de forma que o alimento seja de baixo custo de produção e de fácil aceitação sensorial, agregando um alto índice nutricional.

A partir dessa percepção, muitos estudos foram realizados, dentre eles são observadas variações na composição do arroz devido ao genótipo e ao processamento, afetando as características nutricionais. Cita-se a aplicação de Selênio na adubação e sua influência nas fontes de P, S e Zn (BOLDRIN et al., 2012) e a utilização do mesmo mineral (Se) em outro estudo que resultou em alterações nos teores de ácidos gordos totais em alguns genótipos, provindos de variações nos teores dos ácidos palmítico, oleico e linoleico (CAMPOS et al., 2017). Por fim, vale ressaltar o teste de biofortificação feito com zinco em arroz de terras altas, que resultou em um leve aumento na concentração do nutriente nos grãos e gerou efeitos mais pronunciados na produtividade (ALVES et al., 2015).

De acordo com Walter, Marchezan e Avila (2008), as variações na composição do arroz (genótipo e processamento) diferenciam-se nas características nutricionais, podendo-se assim utilizá-lo com diferentes fins na dieta. Por exemplo, grãos com menor índice glicêmico podem ser indicados para auxiliar na prevenção e/ou no controle do diabetes, grãos com maior teor de minerais podem ser indicados para pessoas em risco nutricional por deficiência da ingestão desses micronutrientes, entre outros.

3.6.6 Biofortificação do trigo

Considerado também como um dos mais consumidos no mundo, o grão de trigo (*Triticum* spp.) é um dos cereais mais abundantes do globo, responsável por ocupar grande parte das terras cultivadas (EMBRAPA, 2018). Ele pode ser utilizado na elaboração de produtos, como pães, bolos, biscoitos e massas e sua composição química (umidade, carboidratos, proteínas, lipídeos, minerais), juntamente com as propriedades estruturais, definem a qualidade da farinha de trigo (SCHEUER et al., 2011).

A produção e desenvolvimento de estudos para melhoramento genético e incorporação de uma maior quantidade de nutrientes nesses alimentos, como é o caso do trigo, está se tornando cada vez mais popular e necessária (EMBRAPA, 2018).

O trigo está frequentemente presente em muitas mesas e, por isso, sua biofortificação torna-se mais uma fonte essencial para o combate à desnutrição e a deficiência de micronutrientes causada pela alimentação. Dentre os estudos já feitos com esse grão destaca-se as estratégias de adubação com zinco e a aplicação do mesmo para a sua biofortificação agrônômica (PASCOALINO, 2014), a utilização do selênio por cultivares de trigo concluindo que a variação na concentração de Se em grãos de trigo é dependente das condições ambientais (DOMINGUES, 2015), bem como as frações de zinco em solos distintos pelos métodos de fracionamento e dessorção e a biofortificação agrônômica com selênio, ferro e zinco no trigo (INOCENCIO, 2014).

Tendo isso em vista, a biofortificação tanto do trigo como de outros alimentos já citados têm o intuito de agregar valor nutricional à alimentação com o objetivo de reduzir os riscos oferecidos pela incorreta ingestão da comida. Deste modo, a continuidade das pesquisas e testes e a busca por inovações em alimentos mais ricos e completos é essencial para uma população mais saudável e nutrida.

4 CONCLUSÃO

A partir do tema abordado, foi possível concluir que a desnutrição destaca-se como uma problemática no Brasil e no mundo. Considerando que, a alimentação é um pilar fundamental para a manutenção do funcionamento do organismo, distúrbios do sistema imunológico e outras doenças são originados, principalmente, pela não ingestão de micronutrientes específicos, dos quais nem sempre estão presentes em alimentos de consumo diário.

Desde o abandono do nomadismo, o homem passou a ser um domesticador de plantas e animais, desenvolvendo variadas formas de cultivá-los para sua subsistência. Prática, a qual, no sistema agrícola permanece em constante aprimoramento em busca por melhores métodos que possam preencher as necessidades nutricionais da população. Mediante isso, a biofortificação surge a fim de suprir a deficiência de micronutrientes na dieta da população brasileira, conhecida como fome oculta. A biofortificação é implantada de três principais formas nos alimentos mais consumidos, para que possam ser acessíveis à toda população, sendo elas, biofortificação por melhoramento genético, transgenia e biofortificação utilizando práticas agronômicas.

Com a elaboração deste trabalho, foi possível também ter um maior contato com a pesquisa acadêmico-científica reunindo dados úteis como um meio de informação àqueles que não possuem conhecimento sobre o tema abordado. Além de adquirir melhor experiência relacionada ao trabalho em equipe expondo ideias e opiniões, executando debates e colocando em prática os acordos em equipe.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRANDH. **O Direito Humano à Alimentação Adequada e o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional**. Apostila, 2013, Unidade I, Módulo 1 - A Segurança Alimentar e Nutricional e o Direito Humano à Alimentação Adequada (DHAA). Disponível em: <<http://www.nutricao.ufsc.br/files/2013/11/ApostilaABRANDHModulo1.pdf>>. Acesso em: 13 abril. 2021.

AGUIAR, J. L. P. de.; SOUSA, T. C. R. de.; LÔBO, C.F. **A importância da mandioca**. In: FIALHO, J. D. F.; VIEIRA, E. A. Mandioca no Cerrado: orientações técnicas. Embrapa, Brasília, 2 ed. rev. e ampl., 203 p., 2013. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/981357/mandioca-no-cerrado-orientacoes-tecnicas>>. Acesso em: 17 jun. 2021.

ALMEIDA, G. C. S. de; LAMOUNIER, W. M. **Os alimentos transgênicos na agricultura brasileira: evolução e perspectivas**. Organizações Rurais & Agroindustriais, Lavras, v. 7, n. 3, p. 345-355, 2005. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/878/87817135008.pdf>>. Acesso em: 7 abril. 2021.

ALVES, L. V. F. V. **Estratégias de Adubação com Zinco para Biofortificação Agrônômica do Feijão-Caupi**. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) - Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 2017. Disponível em: <<https://www.ufmt.br/ppgat/images/uploads/Disserta%C3%A7%C3%B5es-Teses/Disserta%C3%A7%C3%B5es/2017/DISSERTACAO%20-%20LARISSA%20VENUCIA%20FREITAG%20VARJ%3%83O%20ALVES.pdf>>. Acesso em: 11 maio. 2021

ALVES, S. J. F. et al. **Biofortificação com zinco em arroz de terras altas**. Embrapa Arroz e Feijão, Goiás. In: REUNIÃO DE BIOFORTIFICAÇÃO NO BRASIL, São Paulo, 5., p. 21-23, 2015. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1027413/1/pn1.pdf>>. Acesso em: 24 maio. 2021.

BEEBE, S.; G., ALMA V.; RENGIFO, J.. **Research on trace minerals in the common bean**. Food and Nutrition Bulletin, v. 21, n. 4, p. 387-391, 2000. Disponível em:

<<https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/156482650002100408>>. Acesso em: 13 maio. 2021.

BELINK, Walter et al. **Políticas de combate à fome no Brasil**. São Paulo em Perspectiva, São Paulo, v. 15, n. 4, p. 119-129, out./dez. 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-88392001000400013&script=sci_arttext&lng=pt>. Acesso em: 30 mar. 2021.

BENTHIEN, P. F.. **Transgenia e Nanotecnologia: Uma reflexão acerca da relação entre Modernidade, Novas Tecnologias e Informação**. Revista THEOMAI, Buenos Aires, n.18, p. 111-12, 2008. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/124/12401808.pdf>> Acesso em: 6 abril. 2021.

BERDEJO, B.. **Biofortificação: estratégias e avanços**. Departamento de genética, ESALQ USP, São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/departamentos/lgn/pub/seminar/BDABerdejo-200801-Resumo.pdf>>. Acesso em: 11 mar. 2021.

BOLDRIN, P. F. et al. **Selenato e selenito na produção e biofortificação agrônômica com selênio em arroz**. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v.47, n.6, p.831-837, jun. 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pab/a/XfbPdrkWZ8QmQ6NQGbcDKLS/?lang=pt>>. Acesso em: 24 maio. 2021.

CAMBRAIA, T. L. L.. **Biofortificação Agrônômica do Feijão pelo Manejo da Adubação com Zn**. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2015. Disponível em: <<https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/6460/1/texto%20completo.pdf>>. Acesso em: 11 maio. 2021.

CAMPOS, P. S. et al. **Aspectos nutricionais do arroz biofortificado em selênio**. Revista Research & Networks in Health, Portugal, v. 1, n. 3, dez. 2017. Disponível em: <<https://iconline.ipleiria.pt/handle/10400.8/4458>>. Acesso em: 24 maio. 2021.

CARRER, H.; BARBOSA, A. L.; RAMIRO, D. A. **Biotecnologia na agricultura**. Estudos Avançados, São Paulo, v. 24, n. 70, p. 149-164, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142010000300010&script=sci_arttext>. Acesso em: 30 mar. 2021.

CARVALHO, L. M. J et al. **Biodisponibilidade dos carotenoides pró-vitamínicos A em abóboras biofortificadas (Cucurbita moschata Duch)**. In: REUNIÃO DE BIOFORTIFICAÇÃO NO BRASIL, 5., 2015, São Paulo. Embrapa, Brasília, p.63-65, 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1027883/biodisponibilidade-do-s-carotenoides-pro-vitaminicos-a-em-aboboras-biofortificadas-cucurbita-moschata-duch>>. Acesso em: 11 maio. 2021.

CASTRO, Josué de. **Geografia da fome**. O dilema brasileiro: pão ou aço. 4. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2004.

CHIARI, B. D.; YADA, M. M. **A soja e sua transgenia: origem, diferenças e riscos**. SIMTEC - Simpósio de Tecnologia da Fatec Taquaritinga, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 2012-212, 2018. Disponível em: <<https://simtec.fatectq.edu.br/index.php/simtec/article/view/359/254>>. Acesso em: 6 abril. 2021.

CORGUINHA, A. P. B. **Biofortificação de mandioca: Perspectivas para o enriquecimento com ferro e zinco**. Tese (Doutorado)- Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2015. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/10467/1/TESE_Biofortifica%20a7%20a3o%20de%20mandioca%20perspectivas%20para%20o.pdf>. Acesso em: 20 abril. 2021.

DOMINGUES, C.R.D.S. **Biofortificação agrônômica e utilização de selênio por cultivares de trigo**. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015. Disponível em: <<https://www.acervodigital.ufpr.br/handle/1884/59772>>. Acesso em: 27 maio. 2021.

EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Soluções tecnológicas - Batata-doce Beauregard**. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2010. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/7172/batata-doce-beauregard>>. Acesso em: 22 jun. 2021.

EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Plantas biofortificadas têm alta produtividade e fornecem alimentos enriquecidos**. Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2246805/plantas-biofortificadas-tem-alta-produtividade-e-fornecem-alimentos-enriquecidos>>. Acesso em: 20 jul.2021.

EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Criador do termo “biofortificação” fala sobre a importância do Brasil no combate à fome oculta**. Brasília, 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/23590601/criador-do-termo-biofortificacao-fala-sobre-a-importancia-do-brasil-no-combate-a-fome-oculta>>. Acesso em: 30 mar. 2021.

EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Informações técnicas para trigo e triticale - Safra 2019**. Reunião da comissão brasileira de pesquisa de trigo e triticale, Passo Fundo, 12., 1 ed., 244 p., 2018. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/196239/1/ID44570-2018InfTecTrigoTriticale2019.pdf>>. Acesso em: 24 maio. 2021.

FALEIRO, F. G.; ANDRADE, S. R. M. de. **Biotechnology, transgênicos e biossegurança**.1.ed. Embrapa Cerrados, Planaltina, 183 p., 2009. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/571813/1/faleiro02.pdf>>. Acesso em: 7 abril. 2021.

FALEIRO, F. G.; ANDRADE, S. R. M. de; JUNIOR, F. B. dos R. **Biotechnology: estado da arte e aplicações na agropecuária**. 1.ed. Embrapa Cerrados, Planaltina, 729 p., 2011. Disponível em:

<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/916213/1/LivroFaleiro01.pdf>>.

Acesso em: 30 mar. 2021.

FERREIRA, M. E.; FALEIRO, F. G. **Biotecnologia: avanços e aplicações no melhoramento genético vegetal**. In: FALEIRO, F. G; FARIAS NETO, A. L. de. **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. 1.ed. Embrapa Cerrados, Planaltina, 1198 p., 2008. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/570974/savanas-desafios-e-es-trategias-para-o-equilibrio-entre-sociedade-agronegocio-e-recursos-naturais>>. Acesso em: 6 abril. 2021.

FILHO, F. R. F.. **Feijão-caupi no Brasil : produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Embrapa Meio-Norte, Teresina, 1 ed., 84 p., 2011. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/916831/1/feijaocaupi.pdf>>. Acesso em: 13 maio. 2021.

FISK, H.J. & DANDEKAR, A.M. **The Introduction and Expression of Transgenes in Plants**. Scientia Horticulture, Amsterdã, 55: 5-36, 1993.

Folha de São Paulo. **Brasil está entre 51 países mais suscetíveis à desnutrição, diz ONU**. São Paulo, 2018. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2018/09/brasil-esta-entre-51-paises-mais-susceiti-veis-a-prevalencia-da-desnutricao-diz-relatorio-da-onu.shtml>>. Acesso em: 23 mar. 2021.

GIL, Y. D. L.A.C; PICCOLI, C.; STEFFENS, C. **Aproveitamento integral de alimentos: avaliação físico-química de bolos à base de abóbora de pescoço (Cucurbita moschata)**. Revista Da Associação Brasileira De Nutrição - RASBRAN, São Paulo, n.1, p. 109-116, jan. 2019. Disponível em: <<https://www.rasbran.com.br/rasbran/article/view/1177/250>>. Acesso em: 10 jun. 2021.

GOMES, F. da S. et al. **Biofortificação: as controvérsias e as ameaças à soberania e segurança alimentar e nutricional**. Fórum Brasileiro de Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em:

<https://br.boell.org/sites/default/files/biofortificacao_as-controversias-e-as-ameacas-a-sob-erania-e-seguranca-alimentar-e-nutricional.pdf> Acesso em: 11 mar. 2021.

HIRCHI K.D. **Nutrient Biofortification of Food Crops**. Annu. Rev Nutr. 2009; 29:401-421. Disponível em: <<https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev-nutr-080508-14114>>. Acesso em: 2 jun. 2021.

IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE ESTATÍSTICA E GEOGRAFIA. **10,3 milhões de pessoas moram em domicílios com insegurança alimentar grave**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/28903-10-3-milhoes-de-pessoas-moram-em-domicilios-com-inseguranca-alimentar-grave>>. Acesso em: 24 mar. 2021.

IBGE -INSTITUTO BRASILEIRO DE ESTATÍSTICA E GEOGRAFIA. **Número de pessoas com fome vai a 19 milhões, e insegurança alimentar dispara no Brasil**. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <<https://www.redebrasilatual.com.br/cidadania/2021/04/pessoas-com-fome-19-milhoes-ins-eguranca-alimentar-dispara-no-brasil/>>. Acesso: 2 jun. 2021.

IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE ESTATÍSTICA E GEOGRAFIA. **POF 2017-2018: brasileiro ainda mantém dieta à base de arroz e feijão, mas consumo de frutas e legumes é abaixo do esperado**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/28646-pof-2017-2018-brasileiro-ainda-mantem-dieta-a-base-de-arroz-e-feijao-m-as-consumo-de-frutas-e-legumes-e-abaixo-do-esperado#:~:text=Os%20alimentos%20co m%20maiores%20m%C3%A9dias,%2C1%20g%2Fdia>>. Acesso em: 25 maio. 2021.

INOCENCIO, M. F. **Frações de zinco no solo e biofortificação agronômica com selênio, ferro e zinco em soja e trigo**. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014. Disponível em:

<http://www.nutricaoeplantas.agr.br/site/downloads/unesp_jaboticabal/nutricaohumana_inocencio.pdf>. Acesso em: 24 maio. 2021.

Institute of Medicine. **Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc**. Washington, DC: The National Academies Press, 2001. Disponível em:

<<http://www.posnutricao.ufv.br/wp-content/uploads/2019/08/DRI-for-for-Vitamin-A-Vitamin-K-Arsenic-Boron-Chromium-Copper-Iodine-Iron-Manganese-Molybdenum-Nickel-Silicon-Vanadium-and-Zinc.pdf>>. Acesso em: 13 maio. 2021.

KLUMPER, W.; QAIM, M. **A Meta-Analysis of the Impacts of Genetically Modified Crops**. PLOS ONE, Germany, v.9, 7 p., nov. 2014. Disponível em: <<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0111629>>. Acesso em: 8 junho. 2021.

LOUREIRO, Marina Paraluppi et al. **Biofortificação de alimentos: problema ou solução?** Segurança Alimentar Nutricional, Campinas, v. 25, n. 2, p. 66-84, maio./ago.2018. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/san/article/view/8652300>> Acesso em: 11 mar. 2021.

LOVATO et al. **Composição centesimal e conteúdo mineral de diferentes cultivares de feijão biofortificado (Phaseolus vulgaris L.)**. Brazilian Journal of Food Technology, Campinas, v. 21, 2018. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/bjft/a/SBXGp89MMqHTRvQ9sfYBzfq/abstract/?lang=pt#>>. Acesso em: 20 jul. 2021.

MAFRA, D.; COZZOLINO, S. M. F. **Importância do zinco na nutrição humana**. Revista Nutrição, Campinas, v. 17, n. 1, p. 79-87, mar. 2004. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52732004000100009&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 20 abril. 2021.

MALAJOVICH, M. A. **Biotecnologia**. BIOTECNOLOGIA: ENSINO E DIVULGAÇÃO (BTeduc). 2.ed. Rio de Janeiro, 301 p., 2016. Disponível em: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/60857043/livro_de_biotecnologia_201620191010-13504-1hrhnzv.pdf?1570701363=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DMARIA_ANTONIA_MALAJOVICH_BIOTECNOLOGIA_S.pdf&Expires=1617129161&Signature=OYVkyMGMx4IHXCyituQYWGbo-GPKDKWeQelcYWE3JK2BtZtDSsOBO2yxrj7duM0Fqes-90LcttsYqr2oL6yC0Cqn4i43Ua2ukAs-7EeWlvtazU-W4gs~nmVirSmEkfrs6GHAHuvj3vPSpmC6YMfrrH1FoPTdtATb4tUglW2g5YJJ~RtArBmaO-g2YLaqQuibDISFvep5qYcdlrSLMMMCJEcA6dXzrr4J1TgeBN4P0Vto8lcVbEsDfJzi9waP9vg3paoKsE7-YNqormvBVpSdCbQ9zTtgKehLXNIXQPLUXgvuxvVVCr7IRZSxF20aKWWSL0v9ySqhsWiRCUHI7ewew__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA>. Acesso em: 30 mar. 2021.

MANOS, M. G. L. **Controvérsias Sociotécnicas sobre Biofortificação de Alimentos no Brasil: a pesquisa e suas (des)conexões com a Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional**. Tese (Doutorado em Ciências Sociais) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=5288037>. Acesso em: 7 ago. 2021.

MANOS, M. G. L.; WILKINSON, J. **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, 2016, Campinas, v. 25, n. 2, p. 66-84, maio./ago. 2018. Disponível em: <<https://proceedings.ciaiq.org/index.php/ciaiq2016/article/view/1080>>. Acesso em: 23 mar. 2021.

MAZETTO, F. D. A. P; MAIA, H. A. D. O; SIMONCICI, J. B. V. B. **Fome oculta**. Revista Geográfica de América Central, Costa Rica, v. 2, p. 1-17, 2011. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/4517/451744820554.pdf>> Acesso em: 2 dez. 2021.

MELO, W. F de; SILVA, J. B. C. da; MOITA, A. W. **Avaliação da produtividade de materiais de batata-doce ricos em provitamina A junto a agricultores familiares**. Horticultura Brasileira, Brasília, DF, v. 28, n. 2, p. S3101-S4846, jul. 2010. Disponível em : <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/863471/avaliacao-da-produti>

vidade-de-clones-de-batata-doce-ricos-em-provitamina-a-junto-a-agricultores-familiares>. Acesso em: 18 jun. 2021.

MELO, W. F. de et al. **Biofortificação no Brasil (BioFort): Avaliação preliminar de clones de batatadoce ricos em betacaroteno.** Horticultura Brasileira, Brasília, DF, v. 29, n. 2, p. 2675-2680, jul. 2011. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/906576/biofortificacao-no-brasil-biofort-avaliacao-preliminar-de-clones-de-batata-doce-ricos-em-betacaroteno>>. Acesso em: 18 jun. 2021.

MILAGRES, R. C. R. M.; NUNES, L. C; PINHEIRO - SANT'ANA, H. M. **A deficiência de vitamina A em crianças no Brasil e no mundo.** Ciência e Saúde Coletiva, 12(5):1253-1266, 2007. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/csc/a/NV6q8566zC9m5kvgD3sr9my/?lang=pt>>. Acesso em: 15 jun. 2021.

MIRANDA, J. E. C de et al. **A cultura da batata-doce.** Embrapa - SPI, Brasília, DF, 1 ed, 94 p., 1995. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/162018/1/A-cultura-da-batata-doce.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2021.

MONTAGNAC, J.A; DAVIS, C.R; TANUMIHARDJO, S.A. **Nutritional Value of Cassava for Use as a Staple Food and Recent Advances for Improvement.** Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety - Institute of Food Technologists, Chicago, v. 8, p. 181-194, 2009. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1541-4337.2009.00077.x>>. Acesso em: 17 jun. 2021.

MONTEIRO, Carlos Augusto. **A dimensão da pobreza, da fome e da desnutrição no Brasil.** Estudos Avançados, São Paulo, v. 9, n. 24, p. 195-207, maio./ago.1995. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40141995000200009&script=sci_arttext>. Acesso em: 30 mar. 2021.

MORAES, M.F et al. **Biofortificação- alternativa à segurança nutricional**. Informações agronômicas, n.40, dez/2012. Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/4A734F424ADF2BB883257ADC005F3994/\\$FILE/IA140-Page9-15.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/4A734F424ADF2BB883257ADC005F3994/$FILE/IA140-Page9-15.pdf)>. Acesso em: 20 abril. 2021.

MORATOYA, E.E et al. **Mudanças no padrão de consumo alimentar no Brasil e no mundo**. Revista de Política Agrícola. n. 1. p. 73. jan./fev./mar. 2013. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/86553/1/Mudancas-no-padrao-de-consumo-alimentar-no-Brasil-e-no-mundo.pdf>>. Acesso em: 14 mar. 2021.

NETO, Izaias da Silva Lima. **Pré-melhoramento de abóbora (Cucurbita moschata Duch), visando biofortificação em carotenoides**. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2013. Disponível em: <<https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/1200/1/texto%20completo.pdf>>. Acesso em: 11 de maio. 2021.

NUTTI, M. R et al. **Biofortificação de feijão-caupi no Brasil**. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI,2., 2009, Belém, PA. Embrapa Meio-Norte, Teresina, p.26-38, 2009. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/662703/biofortificacao-de-feijao-caupi-no-brasil>>. Acesso em: 11 maio. 2021.

OLIVEIRA, F. S. de. **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, 2019. Disponível em: <<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/riufcg/14288/FLAVIO%20SARMENTO%20DE%20OLIVEIRA%20%e2%80%93%20DISSERTA%c3%87%c3%83O%20PPGHT%202019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 20 abril. 2021.

PASCOALINO, J.A.L. **Estratégias de adubação com zinco para biofortificação agrônômica do trigo**. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, ago. 2014. Disponível em: <<https://www.acervodigital.ufpr.br/handle/1884/35739>>. Acesso em: 27 maio. 2021.

PEDRAZA, D. F; SALES, M. C. **Deficiência de zinco: diagnóstico, estimativas do Brasil e prevenção.** Revista Nutrire, São Paulo, v. 40, n. 3, p.397-408, 2015. Disponível em: <http://sban.cloudpainel.com.br/files/revistas_publicacoes/487.pdf>. Acesso em: 20 abril. 2021.

PEREIRA, H. S. et al. **Biofortificação feijão-comum.** Embrapa, Brasília, 31 p., 2020. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1127429/biofortificacao-feijao-comum>>. Acesso em: 11 maio. 2021.

RIOS, A. O.; ABREU, C. M. P.; CORRÊA, A. D. **Efeito da estocagem e das condições de colheita sobre algumas propriedades físicas, químicas e nutricionais de três cultivares de feijão (Phaseolus vulgaris, L.).** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 23 (Supl), p. 39-45, 2003. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cta/a/WTK54nnfnqm858KCkGDD7xc/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 10 jun. 2021.

ROCHA, D. S.; REED, E. **Pigmentos Naturais em Alimentos e sua Importância para a Saúde.** Estudos, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 76-85, jan./mar. 2014. Disponível em: <<http://revistas.pucgoias.edu.br/index.php/estudos/article/view/3366>>. Acesso em: 22 jun. 2021.

SCHALLENBERGER, E. et al. **Novos cultivares de batata-doce: SCS370 Luiza, SCS371 Katiy, SCS372 Marina.** Agropecuária Catarinense, Florianópolis, v. 30, n. 1, p. 43-47, jan./abril. 2017. Disponível em: <<https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/RAC/article/view/38>>. Acesso em: 22 jun. 2021.

SÁNCHEZ, C.; SANTOS, M.; VASILENKO, P. **Batata-doce branca, roxa ou alaranjada? Avaliação qualitativa e nutricional.** Vida Rural, maio. 2019, Instituto Nacional de Investigação Agrária. Disponível em: <https://inovacao.rederural.gov.pt/images/imagens/Docs_GO/Batata-doce_branca_roxa_ou_alaranjada_Vida_Rural_1847_30-32.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2021.

SANTARÉM, E. R. **Métodos Eficientes para a Transformação Genética de Plantas**. Revista de Ciência e Tecnologia, p. 81-90, jun./2000. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Eliane-Santarem/publication/237606685_Metodos_Eficientes_para_a_Transformacao_Genetica_de_Plantas_Efficient_Methods_for_Genetic_Plants_Transformation/links/00463528a25f861f1f000000/Metodos-Eficientes-para-a-Transformacao-Genetica-de-Plantas-Efficient-Methods-for-Genetic-Plants-Transformation.pdf>. Acesso em: 27 out.2021.

SCHEUER, P.M. et al. **Trigo: características e utilização na panificação**. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.13, n.2, p.211-222, 2011. Disponível em: <<http://www.bibliotekevirtual.org/index.php/2013-02-07-03-02-35/2013-02-07-03-03-11/1420-rbpa/v13n02/15321-trigo-caracteristicas-e-utilizacao-na-panificacao.html>>. Acesso em: 25 maio. 2021.

SILVA, M.P.L; BRITO, T.N de. **Aproveitamento integral dos alimentos e educação nutricional em uma creche do Rio de Janeiro: estudo de caso**. TCC (Graduação) - Curso de Nutrição, Faculdade de Nutrição Emília de Jesus Ferreiro, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2015. Disponível em: <<https://app.uff.br/riuff/handle/1/1047>>. Acesso em: 10 jun. 2021.

SOUZA, N.P et al. **A (des)nutrição e o novo padrão epidemiológico em um contexto de desenvolvimento e desigualdades**. Ciência & Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 22, p. 2257-2266, jul. 2017. Disponível em: <<https://www.scielosp.org/article/csc/2017.v22n7/2257-2266>>. Acesso em: 23 mar. 2021.

SOUZA, R. G. de. **Mandioca: raiz, farinha e fécula**. CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO-MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, jan. 2017. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-mandioca/item/download/15256_b2800af189cbcc22432ca0b2e78352b4>. Acesso em: 17 jun. 2021.

UENOJO, M; MARÓSTICA - JUNIOR, M. R.; PASTORE, G.M. **Carotenoides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma.** Química Nova , v.30, n.3, p.616-622, 2007. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/qn/a/7R78BnnsV5mNPsCjk938LbH/?lang=pt>>. Acesso em: 15 jun. 2021.

VAN JAARSVELD, P. J. V. et al. **β -Carotene-rich orange-fleshed sweet potato improves the vitamin A status of primary school children assessed with the modified-relative-dose-response test.** The American Journal of Clinical Nutrition, Estados Unidos da América, v. 81, p. 1080-1087, maio/2005. Disponível em: <<https://academic.oup.com/ajcn/article/81/5/1080/4649537>>. Acesso em: 22 jun. 2021.

VERGÜTZ et al. **Biofortificação de alimentos: saúde ao alcance de todos.** In: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **A biofortificação em debate.** Campinas, v. 42, n. 2, maio./ago. 2016. Disponível em: <https://www.sbcs.org.br/wp-content/uploads/2016/10/vol42_n2.pdf>. Acesso em: 20 jul.2021.

VIEIRA, E.A; FIALHO, J. D.F; SILVA, M. S. **Recursos genéticos e melhoramento da mandioca.** In: FIALHO, J. D. F.; VIEIRA, E. A. Mandioca no Cerrado: orientações técnicas. Embrapa, Brasília, 2 ed. rev. e ampl., 203 p., 2013. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/981357/mandioca-no-cerrado-orientacoes-tecnicas>>. Acesso em: 17 jun. 2021.

WALTER, M.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L. A. de. **Arroz: composição e características nutricionais.** Ciência Rural, Santa Maria, v. 38, n.4, p.1184-1192, jul. 2008. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cr/a/7BvBvNmSXsVn8whkhy6Btww/?lang=pt>>. Acesso em: 24 maio. 2021.

WELCH, R.M. et al. **Genetic selection for enhanced bioavailable levels of iron in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seeds.** J. Agric. Food Chem., n. 48, p. 3576-3580, ago/2000. Disponível em: <<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf000098>>. Acesso em: 20 abril. 2021.

WHITE, P. J.; BROADLEY, M. R. Biofortifying crops with essential mineral elements. **Trends Plant Sci**, v. 10, n. 12. p. 586-593, 2005. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1360138505002505>>. Acesso em: 30 mar. 2021.

ZANCUL, M. S. **Fortificação de alimentos com ferro e vitamina A**. Revista USP, Medicina, Ribeirão Preto, v. 37, n. 1/2, p. 45-50, 2004. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/rmrp/article/view/469>>. Acesso em: 9 abril. 2021.

APÊNDICE A – Cartilha elaborada, apontando, de forma sucinta, as principais informações apresentadas no decorrer da revisão bibliográfica e está disponibilizada tanto para os alunos da área de alimentos como para os curiosos no assunto.

Link para acesso a cartilha:

https://drive.google.com/file/d/1xC8c3ZZ_fAduld1ImAOdpVQpD22cWP5x/view?usp=sharing