



ENRIQUECIMENTO NUTRICIONAL DE ESPÉCIES VEGETAIS

Autores: Gilberto Arcanjo Fagundes¹, Richeli Aline Stefanello², Dione Joel Thomas³, Melissa dos Santos Oliveira⁴, Joseana Severo⁵

1 Instituto Federal Farroupilha - *Campus Santa Rosa* | arcanjogaf@yahoo.com.br

2 Instituto Federal Farroupilha - *Campus Santa Rosa* | richeli.aline@gmail.com

3 Instituto Federal Farroupilha - *Campus Santa Rosa* | dionejthomas@gmail.com

4 Instituto Federal Farroupilha - *Campus Santa Rosa* | melissa.oliveira@iffarroupilha.edu.br

5 Instituto Federal Farroupilha - *Campus Santa Rosa* | joseana.severo@iffarroupilha.edu.br

ENRIQUECIMENTO NUTRICIONAL DE ESPÉCIES VEGETAIS

*Gilberto Arcanjo Fagundes,
Richeli Aline Stefanello,
Dione Joel Thomas,
Melissa dos Santos Oliveira,
Joseana Severo*

RESUMO

A desnutrição causada pela deficiência de micronutrientes (vitaminas e sais minerais) é um problema de ordem mundial, comum nos países em desenvolvimento. Para atenuar este problema, uma das alternativas adotadas é a estratégia de enriquecimento nutricional dos alimentos. O trabalho teve como objetivo fazer uma pesquisa sobre as técnicas de enriquecimento nutricional em alimentos e quais são as principais matérias-primas utilizadas para este fim. Foram realizadas pesquisas na Internet, em diferentes bases de dados, utilizando os termos: Biofortificação de alimentos, Golden Rice, batata-doce biofortificada, culturas biofortificadas. O enriquecimento nutricional de alimentos pode ser feito pelo melhoramento genético das culturas, de forma convencional (cruzamento entre mesma espécie, sem a inserção de genes de outro organismo), ou por transgenia (supera o melhoramento convencional, melhorando os níveis de micronutrientes nos vegetais, além de redirecioná-los para um tecido alvo desejado); ou pelo manejo agrônômico (ferramenta mais barata e acessível, porém esta estratégia só pode ser usada com elementos minerais e não com nutrientes orgânicos, os quais devem ser sintetizados pela própria planta). Conforme estudos pesquisados, o enriquecimento nutricional de espécies vegetais pode suprir a carência de micronutrientes em populações com fome oculta, sem modificar os hábitos alimentares.

Palavras-chave: Biofortificação. Fome oculta. Segurança alimentar. Batata-doce.

1 INTRODUÇÃO

A desnutrição causada pela deficiência de micronutrientes (vitaminas e sais minerais) é um problema de ordem mundial, comum nos países em desenvolvimento. Segundo o relatório da FAO (*Food Administration Organization*) do ano de 2018, analisando o estado da Segurança Alimentar e Nutricional no mundo em 2017, estima-se que 821 milhões de pessoas sofram de desnutrição crônica, com ou sem a situação de fome, a qual podemos denominar como “Fome Oculta” (FAO, 2018), quando há o acesso a alimentos porém não há uma variedade na dieta.

Para atenuar este problema, as alternativas adotadas por parte dos programas governamentais tem sido a oferta de suplementos alimentares vitamínicos e de sais minerais e a estratégia de enriquecimento nutricional dos alimentos, que consiste em melhorar geneticamente uma cultura, mas de modo convencional, sem o uso de técnicas transgênicas.

O incremento nutricional de espécies vegetais tem sido desenvolvido em diversos países e em diferentes culturas como por exemplo, batata-doce, arroz dourado (*Golden Rice*) e tomate, de acordo com a planta cultivada em cada país e a necessidade de aumentar determinado micronutriente. As espécies vegetais abordadas tem em comum o aumento nos teores de carotenoides, obtidos por técnicas de cruzamento convencional (batata-doce) e transgenia (arroz dourado). No Brasil, os trabalhos de biofortificação são coordenados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), através da rede Biofort.

O trabalho teve como objetivo fazer uma pesquisa sobre as técnicas e espécies utilizadas no enriquecimento nutricional.

2 METODOLOGIA

Foram realizadas pesquisas na *Internet*, nas bases de dados: a) *Portal Periódicos da Capes* (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), disponível no site: <http://www.periodicos.capes.gov.br>; b) *Google Acadêmico*, disponível no site: <https://scholar.google.com.br>; c) *Plataforma Scielo*, disponível no site: <http://www.scielo.org/php/index.php>; d) *Science Direct*, disponível no site: <http://www.sciencedirect.com>, utilizando os termos: Enriquecimento nutricional de alimentos, *Golden Rice*, batata-doce biofortificada, tomate, culturas biofortificadas.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Conforme a lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006, a segurança alimentar e nutricional consiste na garantia do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras de saúde que respeitem a diversidade cultural e que sejam ambiental, cultural, econômica e socialmente sustentáveis (BRASIL, 2006). Em outras palavras, pode-se dizer que a segurança alimentar refere-se não somente à oferta de alimentos, mas à disponibilidade de nutrientes na quantidade mínima necessária para a manutenção da saúde.

Quando a população adota dietas com pouca variedade de alimentos, ocorre o que chamamos de fome oculta, caracterizando-se pela deficiência de nutrientes essenciais, como por exemplo, ferro, zinco, iodo e vitamina A (VERGÜTZ et. al, 2016).

A deficiência de vitaminas e minerais é um grave problema de nutrição pública atingindo, principalmente, crianças, adolescentes, gestantes e mulheres em idade fértil. As principais consequências diretas são: anemia; raquitismo; deficiência neurológica; deficiência de visão; deficiência imunológica e várias outras consequências a longo prazo (SILVA, 2007).

Segundo dados publicados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) relativos à Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios em 2013, foram registrados 65,3 milhões de domicílios particulares no Brasil. Destes, 50,5 milhões (77,4%) estavam em situação de Segurança Alimentar (SA) e os 14,7 milhões de domicílios particulares restantes (22,6%) se encontravam em algum grau de Insegurança Alimentar (IA), ou seja, tinham alguma preocupação com a possibilidade de ocorrer alguma restrição devido à falta de recursos para adquirir mais alimentos (IBGE, 2013). Este problema não afeta somente o Brasil, mas muitos países em desenvolvimento em todo o mundo, pois conforme o relatório anual da FAO do ano de 2018, estima-se que em 2017 o número de pessoas que sofriam de desnutrição crônica no mundo aumentou para 821 milhões (FAO, 2018). A estratégia atual para combater a desnutrição nos países em desenvolvimento tem como enfoque o fornecimento de suplementos vitamínicos e minerais para as populações carentes, além da biofortificação de alimentos (CARVALHO, 2013), que busca incluir as populações rurais, que produzem o próprio alimento.

O enriquecimento nutricional de alimentos pode ser realizado através de técnica de melhoramento de espécies vegetais, ofertando produtos com maiores teores

de vitamina e sais minerais. Esse processo ocorre no campo, durante o processo de cultivo e pode ser feito de duas maneiras: pelo melhoramento genético das culturas, sendo este convencional ou por transgenia; ou pelo manejo agrônômico.

O melhoramento genético convencional, segundo Nutti (2015), consiste em um processo de cruzamento de plantas da mesma espécie, gerando cultivares mais nutritivos, no qual uma planta é cruzada com outra da mesma espécie, não ocorrendo incorporação de genes de outro organismo ao genoma da planta, sendo necessária a realização de repetidos cruzamentos até atingir o cultivar melhorado desejado.

Na ausência de variação genotípica para o traço desejado dentro da espécie ou quando a cultura em si não é passível de reprodução devido à falta de sexualidade por exemplo, a biotecnologia oferece uma alternativa válida para aumentar a concentração e a biodisponibilidade de micronutrientes nos tecidos comestíveis da cultura (MAYER *et al.*, 2008 apud CARVALHO, 2013), que denominamos de transgenia. A engenharia metabólica, por sua vez, supera o melhoramento convencional, melhorando os níveis de micronutrientes nos vegetais, além de redirecioná-los para um tecido alvo desejado, como o endosperma, por exemplo (GONÇALVES *et al.*, 2015).

Já o manejo agrônômico é uma ferramenta mais barata, acessível e de implementação instantânea, modificando-se apenas o manejo da cultura, em especial a adubação (VERGUTZ *et al.*, 2016). É focada em otimizar a aplicação de fertilizantes minerais e/ou na melhoria da solubilização e mobilização de elementos minerais no solo (WHITE & BROADLEY, 2009 apud CARVALHO, 2013). Embora relativamente simples e com resultados imediatos, esta estratégia só pode ser usada para fortificar plantas com elementos minerais e não com nutrientes orgânicos (por exemplo, vitaminas) que devem ser sintetizados pela própria planta. Além disso, a viabilidade desta estratégia de biofortificação depende de vários fatores, incluindo composição do solo, mobilidade no solo e na planta, e seu local de acumulação (HIRSCHI, 2009; ZHU *et al.*, 2007 apud CARVALHO, 2013).

A biofortificação de alimentos ocorre em diversas regiões do mundo. Em âmbito internacional tem-se o programa denominado *HarvestPlus*, que conta com uma aliança de instituições, financiado pela Fundação Bill & Melinda Gates e pelo Banco Mundial (EMBRAPA, 2014a). Teve sua origem no início dos anos de 1990, mas foi efetivamente implantado em 2005 (GONÇALVES *et al.*, 2015). O projeto tem como objetivo obter culturas agrícolas biofortificadas e avaliar seu potencial de impacto econômico e social. Especificamente, desenvolve variedades de abóbora, batata-doce, milho e mandioca com teores elevados de carotenoides, boas características agrônômicas e comerciais, e cultivares de arroz, feijão e feijão-caupi com

alto conteúdo de ferro e zinco, adaptadas às regiões produtoras onde há prevalência de carência nutricional (EMBRAPA, 2014a).

No Brasil, as atividades de biofortificação de alimentos são desenvolvidas e gerenciadas pela EMBRAPA, juntamente com a Rede Biofort, sendo o país que trabalha com uma maior diversidade de culturas, comparado aos demais, como por exemplo, abóbora, feijão, feijão-caupi, mandioca, milho, trigo, arroz, batata-doce, tomate, entre outras, devido a grande diversidade de solo e clima do país. Utiliza-se somente melhoramento genético convencional, excluindo assim ações transgênicas.

3.1 Batata-doce

A batata-doce (*Ipomoea batatas* Lam.) é uma cultura de grande interesse social no Brasil, pois se adapta a amplas condições de clima, solo e topografia, podendo ser cultivada em todas as regiões. Embora bem disseminada no país, está mais presente nas regiões Sul e Nordeste, notadamente nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Pernambuco e Paraíba (SILVA, 2007). Tem sido um importante alimento para muitos povos, particularmente para os mais pobres, e é a 6ª cultura alimentar mais importante do mundo. Apresenta um sabor adocicado e as variedades podem diferir entre si quanto à textura, pois algumas são firmes, secas e carnudas quando cozidas, enquanto outras são moles e úmidas (CHASSY *et al.*, 2008). Além de ser uma fonte importante de minerais como cálcio e potássio, e vitaminas A, C e do complexo B, a batata-doce é uma importante fonte de calorias, com teor de carboidratos variando entre 25% e 30%, dos quais 98% são facilmente digeríveis (TAKEITI, 2012 apud GONÇALVES, 2015). É uma das espécies alvo da biofortificação, por ser um alimento importante para muitas populações que vivem no Centro e no Leste da África, na América Latina e Central, onde a deficiência de pró-vitamina A é endêmica (SILVA, 2007).

A EMBRAPA selecionou a cultivar de batata-doce alaranjada *Beauregard*, de origem americana, desenvolvida pela *Louisiana Agricultural Experiment Station* em 1981, dentre 46 clones introduzidos no Brasil do Centro Internacional de la Papa (CIP), considerando, entre outros caracteres, a produtividade de raízes, o teor de β -caroteno e a aceitação por consumidores (ALVES *et al.*, 2012). A cultivar *Beauregard* apresenta em média 115 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de raiz fresca de β -caroteno (185 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de raiz fresca de carotenoides totais). Em batata-doce, a quantidade de β -caroteno varia de $<1 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (raiz branca) a 130 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de raiz fresca (RODRIGUES-AMAYA *et al.*, 2011 apud ALVES *et al.*, 2012). Segundo Fernandes *et al.* (2014), estima-se que o consumo de 25 a 50 g de batata-doce *Beauregard* supre as necessidades diárias

de pró-vitamina A (600 µg retinol/kg.) recomendada pela RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2005).

3.2 Tomate

O tomate (*Solanum lycopersicum*), apesar de ser classificado botanicamente como fruto, é comercializado como hortaliça de significativa importância econômica, sendo considerada a hortaliça mais importante do planeta (NEILY *et al.*, 2011).

Em 2014, a biofortificação fez parte das pesquisas de melhoramento que resultaram no tomate híbrido BRS Zamir, lançado pela Embrapa Hortaliças (Brasília-DF). A nova cultivar do tipo cereja alongado (“*grape*”) representa uma nova geração de tomates nutricionalmente enriquecidos e que conserva todas as principais características inerentes do segmento “*grape*”, como textura, cor e sabor, além de elevados teores do carotenoide licopeno, por volta de 114 mg/kg de peso. Este antioxidante é tido como um dos mais eficazes na prevenção de doenças degenerativas e cardiovasculares, impedindo a oxidação de LDL, conhecido popularmente como colesterol ruim, responsável pela formação de placas de gordura nos vasos sanguíneos. Sua presença no organismo ajuda a prevenir a ocorrência de acidentes cardiovasculares, infarto do miocárdio etc. (EMBRAPA, 2014b).

O tomate tipo salada, intitulado como BRS Imigrante, comumente presente na mesa do brasileiro, foi modificado com o objetivo de incremento nutricional, porém, o processo apenas o tornou mais resistente a fungos (*Fusarium*), com destaque para a firmeza e tamanho dos frutos, sabor adocicado (4,5° brix) e pela sua duração pós-colheita (EMBRAPA, 2014b).

3.3 Arroz

A produção de arroz (*Oryza sativa*) possui grande importância para a alimentação mundial, sendo este cereal um dos mais consumidos do mundo (LUCCA *et al.*, 2006). Muitos estudos de enriquecimento do arroz tem sido desenvolvido no Brasil e no mundo, utilizando principalmente micronutrientes (zinco, ferro, selênio) e vitaminas (Retinol) comumente ingeridos em baixa quantidade (BOLDRIN *et al.*, 2012; GONÇALVES *et al.*, 2015), melhorando assim, seu teor nutricional e auxiliando no combate à fome oculta (LUCCA *et al.*, 2006; SANTOS *et al.*, 2006).

Tentando evitar a ocorrência de hipovitaminose A, em 1999 nas Filipinas, foi desenvolvido um arroz transgênico, enriquecido com alto teor de betacaroteno, chamado de arroz dourado ou *Golden Rice*, fornecendo 17,9% das proteínas e 24,2% das calorias consumidas (SOARES, 2005). No metabolismo, o betacaroteno é facilmente convertido em vitamina A (PAINE *et al.*, 2005; GONÇALVES *et al.*,

2015). Atua no fortalecimento do sistema imunológico, ajudando no controle de infecções; no combate aos radicais livres que aceleram o envelhecimento, já que o betacaroteno funciona como um antioxidante; e na prevenção da nictalopia, doença mais conhecida como cegueira noturna, que atinge particularmente populações de países subdesenvolvidos em que a dieta pobre resulta na deficiência de vitamina A (entre outros nutrientes), que é sabidamente uma das causas do problema na visão (SILVA, 2007).

A primeira versão de arroz dourado ou *Golden Rice* (GR1) foi obtido a partir da incorporação dos genes *psy* (fitoeno sintase) e *crt* (fitoeno desaturase) da espécie *Narcissus pseudonarcissus* ao genótipo do arroz comum, o que possibilitou a recuperação da rota de biossíntese de betacaroteno no endosperma, levando ao acúmulo aproximado de 1,6 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, de carotenoides no grão (PAINE *et al.*, 2005). Novos estudos deram origem a outras linhagens de arroz transgênico, atingindo acúmulos de betacaroteno de até 30 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ nos grãos, devido ao uso de genes de outras espécies como o milho (PAINE *et al.*, 2005).

O Quadro 1 apresenta o comparativo da quantidade de micronutrientes disponível nos cultivares submetidos ao projeto de biofortificação em relação ao convencional.

Quadro 1: Culturas envolvidas no processo de biofortificação no Brasil.

Cultura	Convencional	Cultivares dos projetos da Rede de Biofortificação no Brasil
Milho	Em média, 4,5 μg de pró-vitamina A/g milho (b.s)	Até 9 μg de pró-vitamina A/g milho (b.s.)
Batata-doce	Em cultivares de polpa branca, até 10 μg de β -caroteno/g raízes frescas.	Média de 115 μg de β -caroteno/g raízes frescas.
Abóbora	Em avaliação	Média de 186 μg de carotenoides/g de abóbora
Trigo	Em média, 30 mg de Fe e 30 mg de Zn/kg trigo integral	Média superior a 40 mg de Fe e 40 mg de Zn/kg trigo integral
Feijão-caupi	Média de 50 mg de Fe e 40 mg de Zn/kg feijão	Média de 77 mg de Fe e 53 mg de Zn/kg feijão
Mandioca	Em variedades de polpa branca não há teores expressivos de β -caroteno	Até 9 μg de β -caroteno/g raízes frescas
Feijão	Em média, 50 mg de Fe e 30 mg de Zn/kg feijão carioca	Em média, 90 mg de ferro e 50 mg de zinco/kg feijão carioca
Arroz	Em média, 12 mg de Zn e 2 mg de Fe/kg arroz branco polido	Média de 18 mg de Zn e 4 mg de Fe/kg arroz branco polido

Fe = ferro; Zn = zinco; b.s. = base seca. Fonte: Rede Biofort (2018)

Através dos dados disponibilizados pela Rede Biofort (Quadro 1), observa-se um aumento significativo na quantidade de micronutrientes disponíveis nas culturas submetidas ao processo de biofortificação, como é o caso do milho, onde dobrou-se a quantidade de pró-vitamina A por grama de produto. Na mandioca e na batata-doce biofortificadas, a concentração de betacaroteno aumentou 9 e 11 vezes, respectivamente, comparadas às variedades convencionais desses produtos. No trigo integral biofortificado, os micronutrientes Ferro e Zinco foram aumentados acima de 30%. No prato base da população brasileira (arroz e feijão), quando biofortificado, os aumentos nas concentrações de Zinco e Ferro ficaram acima de 60% e de 80%, respectivamente.

O Instituto Federal Farroupilha, através de projetos de pesquisa desenvolveu diferentes produtos a partir da batata-doce biofortificada, como por exemplo, chips, bolo, brigadeiro, sorvete e bala, buscando a inserção da batata-doce biofortificada na alimentação de consumidores de diferentes faixas etárias (SEVERO *et al.*, 2018; SANTOS *et al.*, 2018; PLETSCHE *et al.*, 2016).

4 CONSIDERAÇÕES

Tendo em vista a complexidade para a obtenção de novos cultivares, e a importância de investimento em pesquisas que visam a obtenção de espécies enriquecidas nutricionalmente, o enriquecimento nutricional de alimentos (através de suas diferentes técnicas) fornece um maior quantitativo de micronutrientes à população, sem modificar seus hábitos alimentares, tornando-se uma alternativa válida ao combate da fome oculta no mundo todo, pois permite trabalhar com diferentes culturas, de acordo com a necessidade específica de cada população.

REFERÊNCIAS

ALVES, R. M. V.; ITO, D.; CARVALHO, J. L. V. de.; *et al.* O. Estabilidade de farinha de batata-doce biofortificada, **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 59-71, jan./mar. 2012.

BIOFORT. Rede Biofort - **Resultados**. Disponível em: <<https://biofort.com.br/resultados/>>. Acesso em: 11 dez. 2018.

BOLDRIN, P. F. *et al.* Selenato e selenito na produção e biofortificação agrônômica com selênio em arroz. **Pesquisa agropecuária brasileira** 47(6): 831-837, 2012.

BRASIL. Resolução - RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. **Regulamento técnico**

sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 set. 2005. Seção 1, p. 372.

BRASIL. Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006. **Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. SISAN com vistas em assegurar o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 18 set. 2006.

CARVALHO, S. M. P; VASCONCELOS, M. W. Producing more with less: Strategies and novel technologies for plant-based food biofortification. **Food Research International** 54, 961–971, 2013.

CHASSY, B. *et al.* Nutritionally Improved Sweetpotato In: Nutritional and Safety Assessments of Food and Feeds Nutritionally Improved through Biotechnology: Case Studies. ILSI International Life and Sciences Institute, **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**. V. 7, p. 81 -91, 2008.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Projetos – **Harvest-Plus: Coordenação das atividades relacionadas ao fortalecimento de Institutos de pesquisa nacionais no Programa de Biofortificação.** 2014a. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-projetos/-/projeto/207932/harvestplus--coordenacao-das-atividades-relacionadas-ao-fortalecimento-de-institutos-de-pesquisa-nacionais-no-programa-de-biofortificacao>>. Acesso em: 05 dez. 2018.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária -Notícia - **Novos tomates: pesquisa disponibiliza híbridos com resistência e alto teor de nutrientes.** 2014b. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1930942/novos-tomates-pesquisa-disponibiliza-hibridos-com-resistencia-e-alto-teor-de-nutrientes>>. Acesso em: 05 dez. 2018.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations - **Food security and nutrition in the world 2018.** Disponível em: <<http://www.fao.org/3/I9553EN/i9553en.pdf>> Acesso em 01 set. 2018.

FERNANDES, F. R. *et al.* **Biofortificação: batata-doce Beauregard.** Brasília, DF: Embrapa, 2014. 30 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1016136/biofortificacao-batata-doce-beauregard>>. Acesso em: 01 dez. 2018.

GONÇALVES, A. S. F. *et al.* **Uso da biofortificação vegetal: uma revisão.** Revista do Centro Universitário de Patos de Minas. ISSN 2178-7662 Patos de Minas, UNIPAM, (6): 75-87, dez. 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: Segurança Alimentar – 2013.** Rio de Janeiro, 2014: IBGE. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv91984.pdf>>. Acesso em: 07 set. 2018.

LUCCA, P. *et al.* Genetic engineering approaches to enrich rice with iron and vitamin A. **Physiologia Plantarum** 126(3): 291-303, 2006.

NEILY, M. H. *et al.* Enhanced polyamine accumulation alters carotenoid metabolism at the transcriptional level in tomato fruit over-expressing spermidine synthase. **Journal of Plant Physiology**, 168(3): 242-252, 2011.

NUTTI, M. Alimentos biofortificados: uma área com aplicações inovadoras e promissoras. **Revista Aditivos & Ingredientes**, São Paulo, nº123 ,pág 7, out. 2015.

PAINE J. A. *et al.* Improving the nutritional value of Golden Rice through increased pro-vitamin A content. **Nature Biotechnology** 23(4): 482-487, 2005.

PLETSCH, L. B. H. *et al.* **Elaboração de Balas de Batata - Doce Biofortificada**. XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 24 a 27 de outubro de 2016 – FAURGS – Gramado, RS.

SANTOS A. B. *et al.* **Cultura do arroz no Brasil**. 2. Ed. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão 2006.

SANTOS, F. N. *et al.* **Elaboração de Pão de Batata-Doce Biofortificado**. Simpósio de Segurança Alimentar – 6ª edição, 15 a 18 de maio de 2018. Gramado – RS.

SEVERO, J. *et al.* **Elaboration of Products Using Biofortified Sweet Potato Cv. Beauregard**. XXXVI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos – CBCTA – 13 a 16 de agosto de 2018. Belém – PA.

SILVA, J. B. C. **Batata-doce Biofortificada**. 2007 Disponível em: <http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev_1/pal16.pdf>. Acesso 02 dez 2018.

SOARES, A. A. **Cultura do arroz**. 2. Ed. Lavras: UFLA, 2005. 130p.

VERGÜTZ, L. *et al.* **Biofortificação de Alimentos, saúde ao alcance de todos**. Boletim informativo Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, vol 42, nº2, pag 20-23, mai/ago 2016. Disponível em: <http://www.sbcs.org.br/?post_type=boletim>. Acesso em: 07 dez. 2018.