

Desafios da Ciência e Tecnologia de Alimentos 2

Damaris Beraldi Godoy Leite
Antonio Carlos Frasson
(Organizadores)





DESAFIOS DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS 2

**Damaris Beraldi Godoy Leite
Antonio Carlos Frasson
(Organizadores)**

Editora Chefe
Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira

Conselho Editorial
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho
Universidade de Brasília

Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior
Universidade Federal de Alfenas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto
Universidade Federal de Pelotas

Prof^a Dr^a Deusilene Souza Vieira Dall'Acqua
Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior
Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves
Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Takeshy Tachizawa
Faculdade de Campo Limpo Paulista

Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes
Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Carlos Javier Mosquera Suárez
Universidad Distrital Francisco José de Caldas/Bogotá-Colombia

Prof. Dr. Gilmei Francisco Fleck
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

2017 by Damaris Beraldi Godoy Leite e Antonio Carlos Frasson

© Direitos de Publicação

ATENA EDITORA

Avenida Marechal Floriano Peixoto, 8430

81.650-010, Curitiba, PR

[contato@atenaeditora.com.br](mailto: contato@atenaeditora.com.br)

www.atenaeditora.com.br

Revisão

Os autores

Edição de Arte

Geraldo Alves

Ilustração de Capa

Geraldo Alves

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

D441

Desafios da ciência e tecnologia de alimentos 2 / Organizadores
Damaris Beraldi Godoy Leite, Antonio Carlos Frasson. – Curitiba
(PR): Atena, 2017. – (Desafios da Ciéncia e Tecnologia de
Alimentos ; v. 2)
221 p. : il. ; 592 kbytes

Formato: PDF

ISBN: 978-85-93243-18-9

DOI: 10.22533/at.ed.1890903

Inclui bibliografia.

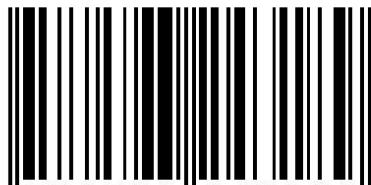
1. Alimentos - Análise. 2. Alimentos - Indústria. 3. Tecnologia de
alimentos. I. Leite, Damaris Beraldi Godoy. II. Frasson, Antonio
Carlos. III. Título.

CDD-664.07

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de
responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-93243-18-9



9 788593 243189

Apresentação

A saúde é um completo estado de bem-estar, físico, mental e social, e não apenas a ausência de doenças, ingerir alimentos seguros e nutritivos é parte do processo de saúde do ser humano e para alcançar esses objetivos necessita-se do controle de qualidade.

Ao discorrer sobre o controle de qualidade Germano e Germano (2008) comentam que o controle alimentar é eficaz na medida que possui o apoio da população e da opinião pública, pois a educação deve preceder a lei, pois ela, por si só, não melhora a qualidade dos alimentos.

Para que esse controle seja plenamente atingido, juntamente com o incremento da legislação, devem-se aprimorar os procedimentos de laboratório para avaliação do produto em todas as fases do processo, a fim de garantir o controle higiênico-sanitário dos alimentos.

Dentro do território nacional o consumidor possui o Código de Defesa do Consumidor, Lei n. 8.078/90, um poderoso instrumento para que o cidadão possa se resguardar dos maus serviços e garantir os mesmos direitos básicos em relação a saúde e a segurança, bem como possui o suporte da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), agência reguladora que exerce o controle sanitário sobre alimentos, regulamentada sob a Lei nº. 9.782, de 26/01/99.

No que concerne a segurança alimentar e ao controle de qualidade, o país dispõe de mecanismos próprios de fiscalização e controle, para que o alimento tenha o mais rígido controle de qualidade, estimulando estudos aprofundados nessa área, pois esse tema é profícuo em desafios.

Caro leitor, nesse volume você encontrará 17 artigos que discorrem sobre o Controle de Qualidade, especificamente relacionados aos alimentos e seus subprodutos das mais variadas regiões do Brasil, o que nos leva a pergunta inicial: O que é Controle de Qualidade?

Certamente existem muitas respostas para essa pergunta, mas ao ler esse *e-book* você certamente, poderá vislumbrar essa resposta por meio do olhar de seus autores que o fizeram com análises centesimais, químicas, físicas, microbiológicas, contagem de bactérias, estudo de peptídeos, avaliação de rótulos, potencial antioxidante e nutricional.

Ao usarem métodos diversos para alcançarem objetivos variados, com o intuito de garantir a qualidade final dos diferentes produtos apresentados no *e-book*, foram realizados testes em diferentes momentos da vida de prateleira do produto, o que propiciou visões diversas sobre o comportamento desses ingredientes e/ou produtos, demonstrando a criatividade e precisão dos autores.

Apreciem a leitura e atentem-se para os achados na avaliação físico-química de produtos diferenciados, as novidades dos compostos antioxidantes, o incremento no portfólio de produtos inovadores e subprodutos anteriormente

descartados, demonstrando a visão de um mundo sustentável onde as culturas são respeitadas e o material biológico é visto em sua integralidade.

Desejamos a todos uma boa leitura e enriquecimento com o estudo dos textos!

Damaris Beraldi Godoy Leite

Antonio Carlos Frasson

Sumário

Apresentação..... 04

Eixo temático: Controle de qualidade

Capítulo I

CENTESIMAL ANALYSIS OF PROTEIN CONTENT IN WHEY PROTEIC SUPPLEMENTS

Matheus Lemos Silva, Maria Lúcia Costa, Tayná Gomes Dantas Silva, Renata Ferreira Santana, Adriana da Silva Miranda e Erlânia do Carmo Freitas.....09

Capítulo II

PROXIMATE COMPOSITION AND MINERAL CONTENT OF STRAWBERRY COPRODUCTS

Erlânia do Carmo Freitas, Adriana da Silva Miranda, Renata Ferreira Santana, Alessandra Braga Ribeiro, Marcondes Viana da Silva e Hanna Elisia Araújo de Barros.....18

Capítulo III

FITOQUÍMICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE EXTRATOS DE PRÓPOLIS

Cristina Jansen, Suzane Rickes Luz, Tailise Beatriz Roll Zimmer, Karina Ferreira Fernandes, Eliezer Avila Gandra e Rui Carlos Zambiasi.....29

Capítulo IV

THE QUALITY OF INDUSTRIAL AND HOMEMADE COCONUT OIL (EXTRA VIRGIN) SOLD IN VITÓRIA DA CONQUISTA-BA

Adriana da Silva Miranda, Jamille Nunes Pereira, Renata Ferreira Santana, Fábio Pereira de Souza, Erlânia do Carmo Freitas e Maria Helena Santos Oliveira.....46

Capítulo V

PHYSICAL-CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE TAMALES PRODUCED IN THE SOUTH OF VITÓRIA DA CONQUISTA – BAHIA

Matheus Lemos Silva, Iolanda Almeida Santos, Juliana Rocha Francisco, Renata Ferreira Santana, Erlânia do Carmo Freitas e Adriana da Silva Miranda.....55

Capítulo VI

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DA FARINHA DE JENIPAPO (*Genipa americana* L.): CURVA DE SECAGEM E ESTABILIDADE DOS CAROTENOIDES TOTAIS

*Jéssica Souza Ribeiro, Guilherme Augusto Viana Andrade, Larissa Bello Donato, Náthila Qéssia dos Santos Lôbo, Daniel Mario Tapia Tapia, Cassiara Camelo de Souza, Márcia Elena Zanuto e Marcondes Viana da Silva.....*64

Capítulo VII

FEITOS DA GERMINAÇÃO NA COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DE FEIJÃO AZUKI

*Bianca Pio Ávila, Reni Rockenbach, Jander Luis Fernandes Monks e William Peres, Marcia Arocha Gularte e Moacir Cardoso Elias.....*74

Capítulo VIII

AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE E DA COMPOSIÇÃO DE SUPLEMENTOS ALIMENTARES PROTEICOS

*Karen Rodrigues Oliveira da Conceição, Christiano Vieira Pires, Vinicius Lopes Lessa e Kelly de Freitas Maro.....*84

Capítulo IX

AVALIAÇÃO DA ROTULAGEM DE BEBIDAS LÁCTEAS UHT COMERCIALIZADAS EM SUPERMERCADOS DE FORTALEZA/CE

*Maria Jaiana Gomes Ferreira, Lívia Gabrielle Maciel Sales, Luanda Rêgo de Lima e Juliane Döering Gasparin Carvalho.....*92

Capítulo X

CONTAGEM DE BACTÉRIAS ÁCIDO-LÁCTICAS TOTAIS EM IOGURTES PROBIÓTICOS PRODUZIDOS NO ESTADO DE PERNAMBUCO

*Graciliane Nobre da Cruz Ximenes, Neide Kazue Sakugawa Shinohara, Márcia Monteiro dos Santos, Jenyffer Medeiros Campos e Neila Mello dos Santos Cortez.....*101

Capítulo XI

DIFERENCIAMENTO DE CAROTENOIDES TOTAIS EM CULTIVARES COMUNS, ORGÂNICAS DE BATATA DOCE DE POLPA LARANJA

*Lucia Maria Jaeger de Carvalho, Claudia de Lucas Baganha e José Luiz Viana de Carvalho.....*114

Capítulo XII

POTENCIAL ANTIOXIDANTE E QUELANTE DE PEPTÍDEOS DE OCORRÊNCIA NATURAL DE FEIJÃO COMUM (*P. vulgaris*)

*Ladyslene Christyns de Paula, Erika Valencia Mejía, Bruna Rodrigues Moreira Karla de Aleluia Batista e Katia Flávia Fernandes.....*127

<u>Capítulo XIII</u>	
ESTUDO DE PEPTÍDEOS BIOATIVOS EXTRAÍDOS DO FEIJÃO COMUM (<i>P. vulgaris</i>) CULTIVAR PÉROLA	
<i>Juliana Vila Verde Ribeiro, Karla de Aleluia Batista, Ladyslene Christhyns De Paula e Katia Flávia Fernandes.....</i>	148
<u>Capítulo XIV</u>	
ESTUDO DO POTENCIAL NUTRICIONAL DE BEBIDAS LÁCTEAS COM FRUTOS DO CERRADO	
<i>Fabiane Neves Silva, Larissa Bessa Fernandes, Grazielle Layanne Mendes Santos, Raquel Borges Faria, Carla Adriana Ferreira Durães e Igor Viana Brandi.....</i>	166
<u>Capítulo XV</u>	
REDUÇÃO DO TAMANHO DE PARTÍCULA DE FARINHA DE GRÃO INTEIRO E ALTERAÇÕES NAS PROPRIEDADES DE PASTA	
<i>Josemère Both, Joseane Bressiani, Tatiana Oro, Isadora Strapazon, Gabriela Soster Santetti e Luiz Carlos Gutkoski.....</i>	173
<u>Capítulo XVI</u>	
APORTE DE COMPOSTOS ANTIOXIDANTES PELO CONSUMO DE FRUTAS DESIDRATADAS	
<i>Larissa Chivanski Lopes, Armando Troina da Silva, Kelly Cristina Massarolo, Naralice Hartwing, Larine Kupski e Eliana Badiale Furlong.....</i>	184
<u>Capítulo XVII</u>	
COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E MINERAL DE COPRODUTOS DO CUPUAÇU Marcondes Viana da Silva, Erlânia do Carmo Freitas, Renata Ferreira Santana, Adriana da Silva Miranda, Alessandra Braga Ribeiro e Jonathan Jardim Oliveira.....	193
<u>Capítulo XVIII</u>	
AVALIAÇÃO SENSORIAL DE PÃES DE FORMA COM ADIÇÃO DE FARINHA INTEGRAL E FERMENTO NATURAL LIOFILIZADO	
<i>Raquel Facco Stefanello, Amanda Aimée Rosito Machado, Cristiano Ragagnin. Menezes e Leadir Lucy Martins Fries.....</i>	206
Sobre os organizadores.....	221
Sobre os autores.....	222

Capítulo XI

DIFERENCIACÃO DE CAROTENOIDES TOTAIS EM CULTIVARES COMUNS, ORGÂNICAS DE BATATA DOCE DE POLPA LARANJA

Lucia Maria Jaeger de Carvalho

Claudia de Lucas Baganha

José Luiz Viana de Carvalho

DIFERENCIACÃO DE CAROTENOIDES TOTAIS EM CULTIVARES COMUNS, ORGÂNICAS DE BATATA DOCE DE POLPA LARANJA¹

Lucia Maria Jaeger de Carvalho

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Farmácia.
Departamento de Produtos Naturais e Alimentos.
Rio de Janeiro – Rio de Janeiro

Claudia de Lucas Baganha

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Farmácia.
Departamento de Produtos Naturais e Alimentos.
Rio de Janeiro – Rio de Janeiro

José Luiz Viana de Carvalho

Embrapa Agroindústria de Alimentos - CTAA. Departamento de Cereais
Rio de Janeiro – Rio de Janeiro

RESUMO: Vários tipos de batata doce de polpa laranja (*Ipomoea batatas* (L) Lam) são cultivadas no Brasil e no mundo possuindo diferentes formas e tamanhos e, principalmente, conteúdos de carotenoides pró-vitamina A diferenciados. O objetivo do presente estudo foi analisar e comparar os carotenoides totais bem como o beta-caroteno e seus isômeros 9 e 13 – *cis* (Z) do β-caroteno destas matérias-primas cruas sendo elas: a cultivar “cenoura” (orgânica) e a cultivar *Beauregard*, já lançada pela Embrapa. A batata doce *Beauregard* apresentou os conteúdos de β-caroteno mais elevados entre as amostras estudadas sendo uma boa fonte de pró-vitamina A, a ser cultivada e consumida, principalmente nas regiões de populações com baixo poder aquisitivo e onde a deficiência é mais elevada e comum em crianças.

PALAVRAS-CHAVE: batata doce de polpa laranja, batata doce orgânica, carotenoides, β-caroteno.

1. INTRODUÇÃO

A batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) é uma hortaliça típica de países tropicais e subtropicais, sendo uma das mais consumidas no Brasil, principalmente por populações sujeitas à restrição alimentar e, nos dias de hoje, consumida no mundo inteiro (Woolfe, 1992; Bovell-Benjamin, 2007). A deficiência de vitamina A é considerada um grave problema de saúde pública e responsável por mais de 600.000 mortes nos países em desenvolvimento, principalmente em crianças e mulheres grávidas (WHO, 1995; West, 2002; United Nations Childrens Fund [UNICEF] 2004; Black et al., 2008). A *I.*

¹ Uma versão deste trabalho foi apresentada no CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 25.; CIGR SESSION 6 INTERNATIONAL TECHNICAL SYMPOSIUM, 10., 2016.

batatas de polpa laranja ocupa a sexta colocação dentre as hortaliças mais plantadas no Brasil, sendo uma excelente fonte de energia e proteínas para as famílias de pequenos agricultores das regiões Nordeste e Sul. Não apresenta dificuldades em seu cultivo, além de ser muito resistente ao clima seco, ter grande capacidade de adaptação a diferentes tipos de solo e ser uma das maiores produtoras de energia por unidade de área e tempo. Uma outra vantagem é que requer baixos investimentos financeiros, com retorno elevado. Tem grande importância na alimentação animal e na produção industrial de farinha, amido e doces.

Além da batata doce de polpa laranja, outras matérias-primas que não são consideradas como boas de β -caroteno e também de α -caroteno, tendo sido biofortificadas por modificações genéticas ou por melhoramento vegetal (milho, mandioca, trigo e arroz) (Thakkar et al., 2007; Davis et al., 2008; Naqvi et al., 2009; Vallabhaneni et al., 2009; Yan et al., 2010).

A batata-doce *Beauregard* é uma cultivar americana, de polpa laranja intensa, desenvolvida pela *Louisiana Agricultural Experiment Station* em 1981. Sua identificação foi realizada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) no âmbito do programa BioFORT: Biofortificação no Brasil - desenvolvendo produtos agrícolas mais nutritivos. Suas formas de consumo são as mesmas que as das demais cultivares de batata-doce, além de possuir técnicas de produção semelhantes. Seu plantio pode ser realizado em qualquer época do ano, desde que a temperatura mínima local no período seja igual ou superior a 15°C. Possui alto teor de β -caroteno (em média 115 mg/kg) se comparada aos teores médios da cenoura (*Daucus carota L.*) 68 mg/kg na moranga (*Cucurbita spp.*), 25 mg/kg no tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*), 6,5 mg/kg e na batata-doce de polpa branca (*Ipomoea batatas (L.) Lam.*) 0,57 mg/kg (Campos et al., 2006; EMBRAPA, 2013).

No Brasil, a batata-doce apresenta baixa produtividade média pela ocorrência de pragas e doenças, pela inadequação da tecnologia de produção e pela baixa ausência de cultivares selecionadas. Porém, a melhoria da produtividade pode ser alcançada com facilidade através da utilização de mudas provenientes de plantas matrizas isentas de doenças, obtidas em laboratórios de cultura de tecidos em programas institucionais.

Na forma de farinha, a batata-doce *Beauregard* é uma possível substituta total ou parcial da farinha de trigo em receitas, facilitando sua introdução na merenda escolar e em cestas básicas o que pode minimizar carências nutricionais.

Seu alto teor de β -caroteno, em média é de 115 mg.Kg⁻¹ de raiz que confere coloração alaranjada intensa à sua polpa.

O β -caroteno é um dos carotenoides com atividade pró-vitamina A e, também, um antioxidante natural, sendo as maiores fontes de pró-vitamina A e seus derivados na dieta humana. O β -caroteno desempenha papel essencial na visão, fazendo parte da composição dos bastonetes retinianos e, sendo responsável pela acuidade visual em ambientes com pouca luminosidade.

Na formação dos núcleos cartilaginosos de crescimento ósseo, a vitamina A regula a atividade osteoblástica, participa da síntese de proteínas e da diferenciação celular. É fundamental para o desenvolvimento fetal. O objetivo do presente estudo foi de analisar e comparar os conteúdos de carotenoides totais bem como o β -caroteno e seus isômeros em amostras de batatas doces de polpa laranja biofortificada e orgânica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de batata doce *Beauregard* foram cultivadas no município de Itaguaí, Rio de Janeiro e a cultivar orgânica “cenoura”, foi adquirida em mercado local no Estado do Rio de Janeiro, Guapimirim. Todas provenientes das safras de 2016, por cultivo convencional. As extrações dos carotenoides das polpas das batatas doces foram realizadas no fruto *in natura* (cru) sendo realizada higienização prévia em água clorada a 100 ppm por 15 minutos. A seguir, procedeu-se ao descascamento manual, quarteirização, fatiadas e acondicionadas em recipientes de PVC com armazenado em freezer a – 15°C até o momento das análises. Os carotenoides totais foram analisados por espectrofotometria, na faixa do espectro visível, com leitura a 450 nm, segundo metodologia de Rodriguez-Amaya e Kimura (2004), otimizada por Pacheco (2009), em triplicata.

As amostras foram retiradas do freezer 30 minutos antes do início das análises e colocadas em recipiente com água à temperatura ambiente para que descongelassem. Após o descongelamento, as amostras foram protegidas da luz utilizando-se papel p alumínio por aproximadamente 10 minutos para que atingissem a temperatura ambiente. A seguir foram pesadas, inicialmente, em balança digital, *Bioprecisa*, modelo FA – 2104N, devidamente calibrada. Fixou-se o peso das amostras peso entre 0,1 e 0,6 g, pois se mostrou a massa mínima determinada para que as amostras se situassem na faixa de linearidade (0,2 – 0,8 nm) de absorbância do espectrofotômetro para análise de carotenoides. Com o auxílio de um bastão de vidro, a amostra foi transferida para almofariz. Foram adicionados 3 g de celite (454 – Tedia) e realizadas adições de 25 mL de acetona (grau CLAE - Tedia[®]) para a maceração com a utilização de pistilo, formando uma pasta, que foi transferida para funil com placa sinterizada (nº 4) acoplado a um kitasato de 250 mL e filtrada a vácuo. Este procedimento foi repetido por 3 vezes até que a amostra fosse esgotada (incolor).

O extrato obtido foi transferido para funil de separação de 500 mL, contendo 40 mL de éter de petróleo (grau CLAE - Tedia[®]). A remoção da acetona foi realizada com água deionizada, ultrapura (Ultrapurificador de água, da Gehaka, modelo Master P&D), adicionada lentamente para evitar a formação de emulsão. A fase inferior foi descartada e, este procedimento para remoção da acetona repetido quatro vezes, isto é, até que não mais houvesse

resíduo de acetona na fase aquosa. O extrato obtido foi transferido para balão volumétrico âmbar, de 50 mL, utilizando-se funil contendo, aproximadamente, 15 gramas de sulfato de sódio anidro e o volume completado com éter de petróleo. A seguir, foi realizada a leitura da amostra, em espectrofotômetro, na faixa do espectro visível no comprimento de onda de 450 nm, utilizando éter de petróleo como “branco”. Para o cálculo do teor de carotenoides totais foi utilizada a fórmula a seguir, onde:

$$\text{Teores de carotenoides } (\mu\text{g}) = \frac{A \times V \text{ (mL)}}{P \text{ (g)}} \times 10^4$$

$$A = \text{Absorbância; } V = \text{Volume total da amostra; } P = \text{Peso da amostra}$$

$$A = 2592 \text{ (Coeficiente de Absorção do } \beta\text{-caroteno em éter de petróleo)}$$

Após a leitura em espectrofotômetro, uma alíquota de 2 mL do extrato foi retirada com pipetador automático e transferida para frasco âmbar de 4 mL, devidamente identificado, seca sob fluxo de nitrogênio, adicionada de um cristal de BHT, congelada a -10 °C e, enviada ao Laboratório de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro para realização da análise cromatográfica para a quantificação e identificação dos carotenoides presentes. As análises foram realizadas em triplicata. As amostras (extrato seco) foram, então, ressuspensas em 200 µL de acetona, colocadas sob agitação em vortex Genie 2 (Scientific Industries) e transferidas para frasco âmbar de 2 mL com redutor de volume, para a realização das análises por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE). As análises por (CLAE) foram realizadas em cromatógrafo da marca Waters 2695 - Modelo Alliance, com detector Waters 996, rede de Diodo UV/Vísivel de 350 nm a 600 nm, operado pelo software Empower. A coluna utilizada para as análises foi a C30 YCM Carotenoid S-3 (4,6 mm x 250 mm) de fase reversa da Waters. A fase móvel foi composta de metanol (Tedia, grau CLAE) e éter metil *terc*-butílico (Tedia, grau CLAE), segundo metodologia de Rodriguez-Amaya e Kimura (2004) otimizada por Pacheco (2009). Foi utilizado como padrão um mix de carotenoides extraídos de fontes naturais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, podem ser observados os teores de carotenoides totais, β-caroteno, 9-*cis*-β- caroteno e 13-*cis*-β-caroteno das amostras de batata doce de polpa laranja.

Tabela 1. Carotenoides totais, β-caroteno e os isômeros 9 e 13-cis do β-caroteno das amostras de batata doce batata doce *Beauregard* e Cenoura, em $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$

Amostra	Carotenoides Totais	β-caroteno	9-cis-β-caroteno	13-cis-β-caroteno
Batata doce orgânica certificada Cenoura	96,07 ^a	81,68 ^a	0,29 ^a	1,01 ^a
Cultivar <i>Beauregard</i>	111,94 ^b	104,17 ^b	1,49 ^b	3,38 ^b

Letras diferentes na mesma coluna significam que houve diferença significativa ($p < 0,05$).

A batata doce orgânica, cv. Cenoura, apresentou valores para carotenoides totais, β-caroteno e os isômeros 13 e 9 cis (Z) do β-caroteno de 96,07 e 81,68 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$, tendo o teor de β-caroteno representado 85,02% dos carotenoides totais; 1,01 e, 0,29 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$, respectivamente, nos isômeros 9 e 13-cis.

Por outro lado, os conteúdos destes mesmos micronutrientes na cultivar *Beauregard* do cultivo em Itaguaí, Rio de Janeiro foram de 111,94; 104,17 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$, tendo o β-caroteno representando 93,05% dos carotenoides totais; 3,38 e 1,49 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$, respectivamente. Observa-se que esta cultivar possui conteúdos mais elevados de isômeros 9 e 13-cis. Estes valores são pouco significativos quando comparados a amostras cozidas. A cultivar onde encontrou-se os teores mais elevados de carotenoides totais e de β-caroteno foi a cultivar *Beauregard* como pode ser observado na Tabela 1, o que era esperando, tendo em vista ser considerada fonte rica no micronutriente.

Quanto ao conteúdo de isômeros 9 e 13 –cis (Z) do β-caroteno, observou-se predominância na cultivar *Beauregard*, seguida da cultivar orgânica Cenoura. Valores menos elevados para β-caroteno foram reportados por Holmes (2000) 80 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ em estudos realizados com batata doce de polpa laranja realizados Peru, bem inferiores aos encontrados no presente estudo, porém considerados fonte.

Muitos pesquisadores avaliaram o conteúdo de β-caroteno em cultivares de batata doce de polpa laranja encontrando teores bastante variáveis: Hangenimana et al., 1999a – 79,84 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$; Takahata et al., 1993 – 187,00 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$; Lako et al, 2007 – 150,00 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$; Kidmose et al., 2007 – 108,00 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$; Teow et al., 2007 – 226,00 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$; Wu et al, 2008 – 84,00 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$; Failla et al., 2009 – 281,00 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$.

Similarmente, Kidmose et al. (2006) compararam cultivares de batatas doces creme e de polpa laranja, proveniente do Quênia, encontrando variações de 108 a 0,01 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$, observando que as batatas doces de polpa laranja retiveram o β-caroteno em 98,7 a 99,4% do total de carotenoides totais das amostras quando cozidas.

Por outro lado, Woolfe (1992) encontrou valores entre 33,60 a 196,00 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ em cultivares americanos de batata doce de polpa laranja, alguns destes,

bem superiores àqueles encontrados no presente estudo. Apesar da grande diferença entre as cultivares reportadas, Block (1994) considera a batata doce de polpa laranja um dos alimentos com maior contribuição de carotenoides na dieta, principalmente, aqueles pró-vitamínicos A.

Mitra (2012) avaliando 15 (quinze) cultivares exóticas e indígenas promissoras de batata doce de polpa laranja, na Índia, encontrou teores de β -caroteno que entre 28,80 e 97,40 $\mu\text{g.g}^{-1}$, valores estes também promissores. Os percentuais de retenção do β -caroteno em genótipos batata doce de polpa laranja cozidos variaram de 76, 90 a 87,76%. Retenções estas também consideradas bem promissoras tendo em vista problemas de desnutrição e deficiência de vitamina A neste país.

Outros autores também avaliaram os teores de β -caroteno em cultivares de batata doce de polpa laranja bem como sua produtividade.

Vimala, Sreekanth, Binu e Gruneberg (2011) avaliaram o conteúdo de β -caroteno em 42 (quarenta e dois) híbridos de batata doce de polpa laranja bem como o conteúdo de matéria seca para avaliar o rendimento durante a estocagem utilizando como controle a variedade ``Sree Kanaka`` em diferentes situações (terrás altas e terrás baixas). Na primeira condição, o rendimento variou de 3,0 a 20 toneladas por hectare e, na segunda 3,0 – 30,0 toneladas, respectivamente. Três híbridos apresentaram rendimentos acima de 20 toneladas (terrás altas), 7 híbridos acima de 20 – 25 toneladas (terrás baixas) e 1 acima de 30 toneladas. O conteúdo de β -caroteno variou de 1 a 14,00 mg.100g^{-1} (peso seco). Vinte e dois híbridos (a maioria) apresentou valores entre 10 e 15 mg.100g^{-1} e, apenas dois apresentaram valores mais elevados 14,37 mg.100g^{-1} . O teor de matéria seca variaram de 18,5 a 29,2% em ambas as situações de cultivo e foram negativamente associadas ao conteúdo de β -caroteno.

Por outro lado, Mokarrom Hossain et al. (2016) avaliaram três variedades de batata doce de polpa laranja em sistemas de produção de hortaliças, de famílias pouco favorecidas, em seis regiões agroecológicas de Bangladesh. A média de produção de batata doce de polpa laranja foi de 33,65 Kg, cultivada em 20 m^2 (2011-2012) e de 36,24 Kg (2012 – 2013). Os testes sensoriais realizados com as amostras cozidas revelaram boa aceitabilidade.

Nicaru (2016) avaliou o efeito do tratamento prévio (branqueamento e cozimento) e secagem na forma de *chips* em batata doce de polpa laranja, em estudo realizado na Tanzânia, com quatro variedades (*Jewel*, *Karoti dar*, *Kabode* e *Ejumula*) possuindo diferentes tonalidades da cor laranja. Houve redução no conteúdo de β -caroteno nas amostras desidratadas, sendo que o cozimento promoveu uma retenção mais elevada de β -caroteno comparado ao branqueamento. As amostras secas (desidratadas) apresentaram baixos teores de β -caroteno e na estocagem, quando comparadas àquelas branqueadas e cozidas. O branqueamento melhor preservou a batata doce de polpa laranja quanto à perda de nutrientes. As retenções de β -caroteno variaram de 62 a 92%.

Batatas doces de polpa laranja e creme foram extrusadas e pré-gelatinizadas para obtenção de farinha apresentando conteúdo de carotenoides totais nas amostras cruas (base úmida) de 437,00 µg 100 g⁻¹ na cultivar laranja e de 10,12 µg 100 g⁻¹ na cultivar creme. Nas amostras extrusadas observou-se perdas de 41 e 38%, respectivamente. A farinha de batata doce polpa laranja pode ser uma opção eficiente na elaboração de produtos alimentícios com conteúdo elevado de carotenoides e auxiliando a minimizar deficiências de pró-vitamina A (Fonseca et al., 2008).

Burri, 2011 avaliou o conteúdo de carotenoides, a bioacessibilidade, o cozimento e a estocagem da batata doce de polpa laranja para estimar a quantidade necessária de vitamina A para suprir 100% de indivíduos com o risco desta deficiência, concluindo que o fator mais importante para minimizar a deficiência de pró-vitamina A é a variedade ou cultivar e, também, que a quantidade de gordura ingerida também é um fator importante para sua absorção.

Vários outros autores reportaram os principais fatores que afetam o conteúdo de β-caroteno sendo eles: o estádio de maturação, a cultivar, as condições de cultivo, o manuseio colheita e pós-colheita bem como o processamento da batata doce de polpa laranja, o ar e temperatura do solo, irradiação, local, umidade do solo e fertilização (K'osambo et al., 1998, Ukom et al., 2009, Rodriguez-Amaya, 2000, Mbwaga et al., 2007).

Quatro variedades de batata doce de polpa laranja foram avaliados quanto à influência da adubação nitrogenada revelando que a mesma aumenta ambos os teores de β-caroteno e de proteína bruta, bem como sua biodisponibilidade e de minerais com exceção do fósforo (Ukom et al., 2009).

Baganha et al., 2016 encontraram teores de ferro e de zinco em amostras da cultivar *Beauregard* de batata doce de polpa laranja crua e desidratada a temperaturas de 40, 50 e 60 °C, observando diferenças significativas quando comparadas às amostras branqueadas. As amostras desidratadas não revelaram diferenças entre as temperaturas estudadas enquanto que o conteúdo de zinco foi de 2,2 mg.kg⁻¹ na amostra crua e não detectado a amostra branqueada não foi detectada.

Adicionalmente, outros fatores a considerar e que afetam ou subestimam os teores de β-caroteno são os solventes utilizados para sua extração da batata doce de polpa laranja. Lien et al (2012) comprovaram que 91.1% de acetona e 19.6 min de extração realizando três extrações obtiveram conteúdo mais de β-caroteno (278.1 mg.kg⁻¹) sendo o *all-trans*-β-caroteno o mais abundante e teores bem reduzidos de dos isômeros 9 e 13-cis.

4. CONCLUSÕES

Diante do exposto, há que se considerar a batata doce de polpa laranja uma fonte promissora, com bom conteúdo de β-caroteno sendo um alimento a

ser inserido na dieta, principalmente, de populações menos favorecidas de países em desenvolvimento como o Brasil e regiões onde é difícil o acesso a alimentos ricos em β-caroteno, como fonte de baixo custo para consumo e minimização da desnutrição da deficiência de vitamina A. Há que se considerar que algumas regiões, apenas, possuem matérias-primas com baixos conteúdos de micronutriente e, muitas das vezes, a batata doce de polpa laranja como única fonte de β-caroteno. O desenvolvimento de cultivares promissoras já é uma realidade, porém ainda existe a necessidade de cultivo de cultivares melhoradas em todo o mundo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Rede de Biofortificação do Brasil - Embrapa Agroindústria de Alimentos e ao agricultor Domingo Cantaledo Benevides pela cessão das amostras para avaliação, à Fundação Carlos Chagas de Apoio à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro/FAPERJ pelas bolsas concedidas e a Editora Atena pelo convite.

REFERÊNCIAS

Baganha, C.L., Carvalho, L.M.J., Fernandez, A.A., Simas, E., Chern, M.S., Carvalho, J.L.V., Minguita, A. (2016). **Ferro e zinco em cultivares de batata doce (*Ipomoea batatas* Lam) de polpa alaranjada, cv Beauregard biofortificada crua, branqueada e seca.** In: XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Alimentação: a árvore que sustenta a vida e X CIGR Section IV International Technical Symposium. Food: the tree that sustains life. 24 a 27 de outubro de 2016, Gramado, Rio Grande do Sul, Brasil. E-Book.

Black, R.E., Allen, R.H., Bhutta, Z.A., Caulfield, L.E., de Onis, M., Ezzati, M., Mathers, C., Rivera, J. (2008). **Maternal and child undernutrition: global and regional exposures and health consequences.** Lancet, 371:243–60.

Block, G. (1994). **Nutrient sources of provitamin A carotenoids in American diet.** American Journal of Epidemiology, 139, 290 – 293.

Bovell-Benjamin, A.C. (2007). **Sweet Potato: A review of its past, present, and future role in human nutrition.** Advances in Food Nutrition Research, 52: 1-59.

Burri, B. J. (2011). **Evaluating sweet potato as an intervention food to prevent vitamin A deficiency.** Comprehensive Reviews in Food Science and

Campos, F. M., Pinheiro-Sant'Ana, H.M., Souza, P. M., Stringheta, P.C., Chaves, J. B. P. (2006). **Pró-vitaminas A em hortaliças comercializadas no mercado formal e informal de Viçosa (MG), em três estações do ano.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, 26(1), 33-40.

Carvalho, P.R.C. (2002). Medicina **Ortomolecular: um guia completo sobre os nutrientes e suas propriedades terapêuticas.** (2. ed.). Rio de Janeiro: Nova Era.

Davis, C.R., Howe, J.A., Rocheford, T.R., Tanumihardjo, S. (2008). **The xanthophyll composition of biofortified maize (*Zea mays Sp.*) does not influence the bioefficacy of provitamin A carotenoids in Mongolian gerbils (*Meriones unguiculatus*).** Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56:6745–50.

Failla, M.L., Thakkar, S.K., Kim, J.Y. (2009). **In vitro bioaccessibility of beta-carotene in orange-fleshed sweet potato (*Ipomoea batatas*, Lam.).** Journal of Agricultural and Food Chemistry, 57:10922–27.

Gomes, F. S. (2007). **Carotenoides: uma possível proteção contra o desenvolvimento de câncer.** Revista de Nutrição, 20(5), 537 – 548.

Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Batata Doce Beauregard: A Batata Vitaminada - Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças. Disponível em:http://www.cnph.embrapa.br/paginas/produtos/cultivares/batata_doce_beauregard.html> Acesso em: 28 jun. 2016.

Fonseca, M. J. O., Soares, A. G., Freire Junior, M., Almeida, Dejair, L., Ascheri, J. L. R. (2008). **Effect of extrusion-cooking in total carotenoids content in cream and orange flesh sweet potato cultivars.** Horticultura Brasileira, 26(1):112-115.

Hagenimana, V., K'Osambo, L.M., Carey, E.E. 1999b. **Potential of sweet potato in reducing vitamin A deficiency in Africa.** In: Kearn S, Graves C, editors. International Potato Center. Impact on a changing world. Program report 1997–1998. Lima, Peru: Intl. Potato Center. P. 287–94.

Kidmose, U., Christensen, L.P., Agili, S.M., Thilsted, S.H. (2007). **Effect of home preparations practices on the content of provitamin A carotenoids in colored sweet potato varieties (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) from Kenia.** Innovative Food Science and Emerging Technology, 38, 237 – 243. Journal of Composition and Analysis, 19, 562 – 571.

K'osambo, L.M., Carey, E.E., Misra, A.K., Wilker, J., Hagemimana, V. (1998). **Influence of age, farming site and boiling on pro-vitamin A content in sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) storage roots.** Journal of Food Composition and Analysis, 11: 305-321.

Lako, J., Trenerry, V.C., Wahlqvist, M., Wattanapenpaiboon, N., Soheeswaran, S., Premier, R. (2007). **Phytochemical flavonols, carotenoids, and the antioxidant properties of a wide selection of Fijian fruit, vegetables and other readily available foods.** Food Chemistry, 101:1727–41.

Lien, C., Chan, C., Huang, C. L., Lai, Y.C., Liao, W. C. (2012). **Studies of carotene extraction from sweet potato variety CYY95-26, *Ipomoea batatas*, L.** International Journal of Food Engineering, 8, Issue 2. <https://doi.org/10.1515/1556-3758.2490>. Acesso em 30 de janeiro de 2017.

Mitra, S. (2012). **Nutritional status of orange-fleshed sweet potatoes in alleviating vitamin a malnutrition through a food-based approach.** Journal of Nutrition and Food Science, 2:160.

Mokarrom Hossain, I.M., Shaifullah, M. K. K., Basak & Mahfuzul Haque, A.B.M. (2016). **Impact on production and consumption of orange sweet potato varieties in homestead vegetable production system of poor farming households in Bangladesh.** Journal of Root Crops, 42(1):82-91.

Naqvi, S., Zhu, C., Farre. G., Ramessar. K., Bassie, L., Breitenbach, J., Perez Conesa, D., Ros, G., Sandmann, G., Capell. T., Christou, P. (2009). **Transgenic multivitamin corn through biofortification of endosperm with three vitamins representing three distinct metabolic pathways.** Proc Natl Acad Sci USA 106:7762–7.

Nicanuru, C. (1016). **Effect of pretreatments and drying on nutrient content of orange fleshed sweet potato tubers and cowpea leaves used in Maswa district, Tanzania.** Master of Science (Food Science and Technology). Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology, 69 pp.

Pacheco, S. (2009). **Preparo de padrões analíticos, estudo de estabilidade e parâmetros de validação para ensaios de carotenoides por cromatografia líquida.** Tese apresentada ao Instituto de Tecnologia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro para obtenção do título de Mestre em Ciência. Seropédica, 2009.

Pelissari, F.M., Rona, M.S.S. & Matioli, G. (2008). **O licopeno e suas contribuições na prevenção de doenças.** Arquivos do Mudi, 12(1), 5-11.

Rodriguez-Amaya (2000). **Some considerations in generating carotenoid**

data for food composition tables. Journal of Food Composition and Analysis, 13, 641-647.

Rodriguez-Amaya, D. B. & Kimura, M. **HarvestPlus Handbook for Carotenoid Analysis.** Washington, DC and Cali: IFPRI and CIAT, 58p. HarvestPlus Technical Monograph, 2). 2004.

Rodriguez-Amaya, D.B., Kimura, M., Godoy, H.T., Amaya-Farfán, J. (2008). **Updated brazilian database on food carotenoids: Factors affecting carotenoid composition.** Journal of Food Composition and Analysis, 21: 445–463.

Shami, N. J. I. Esh, Moreira, E. A. M. (2004). **Licopeno como agente antioxidante.** Revista de Nutrição, 17(2), 227 – 236.

Thakkar, S.K., Maziya-Dixon, B., Dixon, A.G., Failla, M.L. (2007). Beta-carotene micellarization during in vitro digestion and uptake by Caco-2 cells is directly proportional to beta-carotene content in different genotypes of cassava. Journal of Nutrition, 137:2229–33.

Takahata, Y., Noda, T., Nagata, T. (1993). **HPLC determination of beta-carotene content of sweet-potato cultivars and its relationship with color values.** Japanese Journal of Breeding, 43:421–7.

Teow, C.C., Truong, V.D., McFeeeters, R.F., Thompson, R.L., Pecota, K.V., Yencho, G.C. (2007). **Antioxidant activities, phenolic and beta-carotene contents of sweet potato genotypes with varying flesh colours.** Food Chemistry, 103:829–38.

Ukom, A.N., Ojimelukwe, P., Okpara, D.A. (2009). **Nutrient composition of selected sweet potato [Ipomea batatas (L) Lam] varieties as influenced by different levels of nitrogen fertilizer application.** Pakistan Journal of Nutrition 8(11): 1791 - 1795.

United Nations Childrens Fund (UNICEF) (2004). **Micronutrient Initiative. Vitamin and mineral deficiency, a global progress report** [Internet]. Ottawa, Canada: UNICEF. Disponível em: <http://www.micronutrient.org/CMFiles/PubLib/VMd-GPR-English1KWW-3242008-4681.pdf>. Accesso em 31 de janeiro de 2017.

Vallabhaneni, R., Gallagher, C.E., Licciardello, N., Cuttriss, A.J., Quinlan, R.F., Wurtzel, E.T. (2009). **Metabolite sorting of a germplasm collection reveals the hydroxylase3 locus as a new target for maize provitamin A biofortification.** Plant Physiology, 151:1635–45.

Vimala, B.; Sreekanth, A.; Binu, H.; Gruneberg, W. 2011. **Variability in 42 orange-fleshed sweet potato hybrids for tuber yield and carotene and dry matter content.** Gene Conserve, 10(41):190-200.

Yan, J., Kandianis, C.B., Harjes, C.E., Bai, L., Kim, E.H., Yang, X., Skinner, D.J., Fu, Z., Mitchell, S., Li, Q., Fernandez, M.G., Zaharieva, M., Babu, R., Fu, Y., Palacios, N., Li, J., Dellapenna, D., Brutnell, T., Buckler, E.S., Warburton, M.L., Rocheford, T. (2010). **Rare genetic variation at Zea mays crtRB1 increases beta-carotene in maize grain.** Nature Genetics, 42:322–7.

WHO. 2009. **Global prevalence of vitamin A deficiency in populations at risk 1995–2005. WHO global database on vitamin A deficiency.** Disponível em: http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241598019_eng.pdf. Acesso em 31 jan de 2017.

Woolfe, J. A. **Sweet potato, an untapped feed resource.** Cambridge, UK: University Press; 1992. p. 643.

ABSTRACT: Various types of yellow sweet potato (*Ipomoea batatas* (L) Lam) are grown in Brazil and in the world having different shapes and sizes, and especially differentiated carotenoid contents of provitamin A. The aim of this study was to analyze and compare the total carotenoid and, beta-carotene as well as its isomers 9:13 - cis (Z) of β-carotene from these raw materials. Among them: the cultivar "carrot" (organic) and the cultivar *Beauregard* launched by EMBRAPA. Sweet potato *Beauregard* showed the highest β-carotene content among the studied samples being a good source of pro-vitamin A to be cultivated and consumed mainly in the areas of the low-income populations and the where this deficiency is common among childrens.

KEYWORDS: yellow sweet potato, organic yellow sweet potato, carotenoids, β-caroteno.