

# V Reunião de Biofortificação no Brasil

Hotel Bourbon | São Paulo – SP | 13 a 15 de outubro de 2015



**BioFORT**




**Embrapa**

# Anais da V Reunião de Biofortificação no Brasil

Hotel Bourbon | São Paulo – SP | 13 a 15 de outubro de 2015

Marilia Regini Nutti  
Editora Técnica

A series of white silhouettes on a dark background at the bottom of the page. From left to right, it shows a person walking, a group of people standing together, and a person riding a horse.

Embrapa  
Brasília, DF  
2015

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Agroindústria de Alimentos**

Avenida das Américas, 29.501 - Guaratiba

CEP 230020-470

Rio de Janeiro, RJ

Fone: (21) 3622-9600

Fax: (21) 3622-9713

[www.embrapa.br](http://www.embrapa.br)

<https://www.embrapa.br/fale-conosco/sac/>

**Unidade responsável pelo conteúdo e edição**

Embrapa Agroindústria de Alimentos

Comitê Local de Publicações e Editoração

Presidente: Virgínia Martins da Matta

Membros: Ana Iraidy Santa Brígida, André Luis do Nascimento Gomes, Celma Rivanda Machado de Araujo, Daniela De Grandi Castro Freitas de Sá, Elizabete Alves de Almeida Soares, Leda Maria Fortes Gottschalk, Nilvanete Reis Lima, Renata Torrezan, Rogério Germani

Supervisão editorial: Virgínia Martins da Matta

Normalização bibliográfica: Celma Rivanda Machado de Araujo e Elizabete Alves de Almeida Soares

Projeto gráfico: Tarcila de Abreu Magalhães Viana

Editoração eletrônica: Pedro Santiago Mello Rodrigues

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

**Embrapa Agroindústria de Alimentos**

---

Reunião de Biofortificação no Brasil (5. : 2015 : São Paulo, SP).

Anais da V Reunião de Biofortificação no Brasil, 13 a 15 de outubro de 2015, São Paulo / Editora Técnica Marília Regini Nutti. Dados eletrônicos. – Brasília, DF : Embrapa, 2015.

Modo de acesso: < ..... > .

260 p. – ISBN on line 978-85-7035-502-7).

1. Genética na agricultura. 2. Biofortificação - Brasil. 3. Tecnologia de Alimentos. 4. Micronutrientes. 5. Melhoramento genético. I. Embrapa Agroindústria de Alimentos. II. Nutti, Marília Regini. III. Título.

CDD 631.523.3 (23. ed.)

---

**Editora Técnica:**

**Marília Regini Nutti**

Engenheira de Alimentos, mestre em Ciências de Alimentos  
pesquisadora da Embrapa Agroindústria de Alimentos

Rio de Janeiro, RJ





## *Coordenação*

Marília Regini Nutti

## *Organização*

Pedro Santiago Mello Rodrigues

Raphael Santos Marques da Silva

Tarcila de Abreu Magalhães Viana

## *Comitê Científico*

**Alexandre Furtado Silveira Mello**

(Embrapa Hortaliças)

**André Napomuceno Dusi**

(Secretaria de Relações Internacionais/Embrapa)

**André Rodrigues dos Reis**

(Universidade Estadual Paulista)

**Maria Carolina Gonzalez Rojas**

(Centro Internacional de Agricultura Tropical)

**Deise Maria de Oliveira Galvão**

(Embrapa Tabuleiros Costeiros)

**Elma Regina Silva de Andrade Wartha**

(Universidade Federal de Sergipe)

**Graciela Luzia Vedovoto**

(Secretaria de Gestão e Estratégia/Embrapa)

**Hércia Stampini Duarte Martino**

(Universidade Federal de Viçosa)

**José Heitor Vasconcellos**

(Embrapa Milho e Sorgo)

**José Luiz Viana de Carvalho**

(Embrapa Agroindústria de Alimentos)

**Lucia Maria Jaeger de Carvalho**

(Universidade Federal do Rio de Janeiro)

**Márcia Varella Morandi Junqueira-Franco**

(Universidade de São Paulo)

**Maria Cristina Dias Paes**

(Embrapa Milho e Sorgo)

**Maria Geovania Lima Manos**

(Embrapa Tabuleiro Costeiros)

**Marília Regini Nutti**

(Presidente do Comitê – Embrapa Agroindústria de Alimentos)

**Maurisrael de Moura Rocha**

(Embrapa Meio-Norte)

**Milton Ferreira de Moraes**

(Universidade Federal do Paraná)

**Neuza Maria Brunoro Costa**

(Universidade Federal do Espírito Santo)

**Pedro Santiago Mello Rodrigues**

(Rede BioFORT)

**Pedro Luiz Scheeren**

(Embrapa Trigo)

**Péricles de Carvalho Ferreira Neves**

(Embrapa Arroz e Feijão)

**Priscila Zaczuk Bassinello**

(Embrapa Arroz e Feijão)

**Semiramis Rabelo Ramalho Ramos**

(Embrapa Tabuleiro Costeiros)

**Solange Guidolin Canniatti Brazaca**

(Universidade de São Paulo)

**Tereza Cristina de Oliveira Borba**

(Embrapa Arroz e Feijão)

**Virgínia Martins da Matta**

(Embrapa Agroindústria de Alimentos)



# Apresentação

Um forte elo entre o conhecimento técnico-científico da agronomia e da saúde tem permitido responder ao desafio de combater a fome oculta que debilita mais de dois bilhões de pessoas em todo o mundo. Uma rede de pesquisadores no Brasil e no exterior tem realizado pesquisas visando à obtenção de alimentos básicos mais nutritivos. A rede BioFORT é a responsável pela pesquisa em biofortificação de alimentos no Brasil e, sob coordenação da Embrapa Agroindústria de Alimentos, pretende contribuir para diminuir a desnutrição e garantir maior segurança alimentar por meio do aumento dos teores de ferro, zinco e vitamina A na dieta da população mais carente.

A biofortificação consiste em um processo de cruzamento de plantas da mesma espécie, gerando cultivares mais nutritivas e, nesta rede, tem como objetivo o incremento de micronutrientes em alimentos básicos como arroz, feijão, feijão caupi, mandioca, batata-doce, milho, abóbora e trigo. Paralelamente, parcerias com instituições públicas e privadas têm permitido que as novas cultivares cheguem às comunidades rurais mais carentes.

Esta publicação reúne os principais resultados obtidos pela rede BioFORT e se destina aos membros da rede de Biofortificação do Brasil, América Latina e Estados Unidos, bem como produtores, extensionistas, professores, pesquisadores, estudantes, dirigentes e técnicos de agroindústrias, que têm ligação com as cadeias dos alimentos básicos citados acima, e ainda a representantes de órgãos de fomento e formuladores de políticas públicas.

**Lourdes Maria Corrêa Cabral**

Chefe Geral

Embrapa Agroindústria de Alimentos



A V Reunião de Biofortificação será realizada em outubro de 2015, no Hotel Bourbon, em São Paulo, SP. Esta reunião antecederá o 4º Simpósio Internacional de Zinco e a 4ª Conferência Internacional de Selênio, que serão realizadas no mesmo local, de 15 a 20 de Outubro.

A realização da V Reunião de Biofortificação é uma oportunidade de se discutir os resultados dos projetos componentes da rede de Biofortificação no Brasil; difundir os avanços tecnológicos junto ao público alvo regional e aos organismos financiadores nacionais e internacionais; e de planejar os próximos passos de atuação da rede.

A realização desse encontro possibilitará ainda que ocorram reuniões paralelas de importantes instituições e seus profissionais, para a atualização e discussões de temas correntes e proposição de novas ideias e ações para solução de problemas de relacionados à agricultura, saúde e nutrição, além de outras áreas de conhecimento contempladas no projeto de biofortificação.

Desta forma, os objetivos principais da V Reunião de Biofortificação são:

- Reunir o público alvo dos projetos de biofortificação para a difusão, na forma de palestras e apresentação de trabalhos, de temas relevantes para a agricultura, saúde e nutrição, com foco em biofortificação, de modo a contribuir para o avanço do conhecimento;
- Discutir os resultados atingidos pela pesquisa e as estratégias para a transferência das tecnologias geradas, assim como a avaliação de impacto das mesmas junto ao público alvo.



# Programação

## Terça feira, 13 de Outubro - Manhã

*Tuesday, 13th October - Morning*

- 08h às 09h** Inscrições e entrega de material/ Colocação de pôsteres.  
*Registration and Poster Mounting*
- 09h** Apresentação dos objetivos da Reunião  
*Welcome speech and meeting objective presentation*
- Marília Regini Nutti, Embrapa Agroindústria de Alimentos
- 09h10 às 09h40** Palestra Inaugural: Progresso do Projeto HarvestPlus, situação mundial e próximos passos  
*Opening lecture: The HarvestPlus Project status, world situation and next steps.*
- Wolfgang Pfeiffer, Diretor de Operações do HarvestPlus, CIAT
- 09h40 às 10h20** Painel: O papel da agricultura frente as tendências em alimentação e impacto na nutrição e saúde.  
*Panel: The potential role of agriculture to improve human nutrition and health in sustainable ways*
- Marília R. Nutti, Embrapa Agroindústria de Alimentos – moderadora
  - Ross M. Welch, Robert W. Holley Center for Agriculture and Health, USDA-ARS
  - Delia Rodrigues Amaya, International Union of Food Science and Technology
  - Yery Antonio Mendoza, Nestlé Research Center
  - Esdras Sundfeld, Embrapa Agroindústria de Alimentos
  - Wolfgang Pfeiffer, Diretor de Operações do HarvestPlus, CIAT
- 10h20 às 10h30** Perguntas e Respostas  
*Q&A*
- 10h30 às 11h** Intervalo / Sessão de Pôsteres  
*Coffee Break and Poster Viewing*
- 11h às 11h30** Considerações sobre os estudos de avaliação nutricional realizados em cultivos biofortificados até a presente data.  
*Considerations on Nutritional Studies carried out in biofortified crops to date.*
- Erick Boy, Harvest Plus
- 11h30 às 12h** Considerações sobre as estratégias de pesquisa utilizadas para responder os problemas frequentemente encontrados nos estudos de eficácia nutricional em cultivos biofortificados com maiores teores de minerais  
*Considerations of research strategies that address frequent problems in mineral biofortification feeding trials to test efficacy*
- Jere Hass, Universidade de Cornell
- 12h às 12h30** Perguntas e Respostas

Q&A

**12h30 às 14h** Almoço  
*Lunch*

**Terça feira, 13 de Outubro - Tarde**  
*Tuesday, 13th October - Afternoon*

**14h às 14h20** HarvestPlus China – Progresso da Biofortificação na China  
*HarvestPlus China – Progress of Biofortification in China*

- Xingen Lei, Cornell University, USA

**14h20 às 14h40** Os avanços da pesquisa em Biofortificação na America Latina  
*The advances in the Latin America Biofortification research*

- Carolina Gonzalez, CIAT

**14h40 às 15h** Os avanços da pesquisa em Biofortificação no Brasil  
*The advances in Biofortification research in Brazil*

- Marília R. Nutti, Embrapa Agroindústria de Alimentos

**15h às 15h20** Resultados das ações de melhoramento no Projeto HarvestPlus, situação atual e próximos passos - Ásia  
*The progress of breeding activities at HarvestPlus, world situation and next Steps - Asia*

- Parminder Virk, ICRISAT

**15h20 às 15h40** Resultados das ações de melhoramento no Projeto harvestPlus, situação atual e próximos passos – África e América Latina  
*The progress of breeding activities at HarvestPlus, world situation and next Steps – Africa and Latin America*

- Meike Andersson, CIAT

**15h40 às 15h55** Resultados das ações de melhoramento de arroz nos projetos HarvestPlus e BioFORT  
*The results of the rice breeding*

- Guilherme Viana, Embrapa Arroz e Feijão

**16h10 às 16h25** Resultados das ações de melhoramento de feijão nos projetos HarvestPlus e BioFORT  
*Results of beans breeding*

- Maria Jose Del Peloso, Embrapa Arroz e Feijão

**16h25 às 16h55** Coffee-Break / Sessão de Pôsteres  
*Coffee Break and Poster Viewing*

**16h55 às 17h10** Resultados das ações de melhoramento de feijão-caupi nos projetos HarvestPlus e BioFORT.  
*The results of the cowpea breeding*

- Maurisrael de Moura Rocha, Embrapa Meio-Norte

**17h10 às 17h25** Resultados das ações de melhoramento de milho nos projetos HarvestPlus e

BioFORT.

*The results of maize breeding*

- Paulo Evaristo Guimarães, Embrapa Milho e Sorgo

**17h25 às 17h40** Resultados das ações de melhoramento de trigo nos projetos HarvestPlus e BioFORT

*The results of the wheat breeding*

- Pedro Luiz Scheeren, Embrapa Trigo

**17h40 às 17h55** Debate melhoramento de grãos

*Q&A of grains breeding*

**17h55 às 18h15** Biofortificação Agronômica.

*Agronomic biofortification. – Harvest Zinc Project*

- Ismail Cakmak, Sabanci University, Turkey

**18h15 às 18h35** Resultados das ações de biofortificação agronômica no Brasil.

*The results of the agronomic biofortification in Brazil.*

- Milton Ferreira Moraes, Universidade Federal do Mato Grosso
- André Reis, Universidade Estadual Paulista

**18h35 às 18h55** Perguntas e Respostas

*Q&A*

**18h55 às 19h05** Considerações Finais

*Closing Remarks*

**20h às 22h** Happy Hour de Confraternização/Conference Happy Hour

**Quarta feira, 14 de Outubro - Manhã**

Wednesday, 14th October - Morning

**08h às 08h15** Resumo do dia anterior e apresentação dos trabalhos do dia.

*Brief of the previous day and presentation of the tasks for the day.*

- Marília Regini Nutti, Embrapa Agroindústria de Alimentos

**08h15 às 8h35** A estratégia adotada pelo HarvestPlusLAC para biofortificação de arroz

*Rice breeding in LAC*

- Cecile Grennier, CIAT

**08h35 às 08h50** Resultados das ações de seleção de abóbora nos Projetos HarvestPlus e BioFORT

*The results of the pumpkin breeding activities in HarvestPlus and BioFORT projects*

- Semíramis Rabelo Ramalho Ramos, Embrapa Tabuleiros Costeiros

**08h50 às 09h05** Resultados das ações de melhoramento de mandioca nos projetos HarvestPlus e BioFORT

*The results of cassava breeding activities in HarvestPlus and BioFORT projects*

- Vanderlei da Silva Santos, Embrapa Mandioca e Fruticultura
- 09h05 às 09h20** Resultados das ações de melhoramento de batata doce nos projetos HarvestPlus e BioFORT  
*The results of the sweet potato breeding activities in HarvestPlus and BioFORT projects*
- Alexandre Furtado Silveira Mello, Embrapa Hortaliças
- 09h20 às 09h35** Perguntas e Respostas  
Q&A
- 09h35 às 09h55** Padronização e Rastreabilidade  
*Standards and Traceability*
- Anne Mackenzie, Harvest Plus
- 09h55 às 10h25** Coffee-Break / Sessão de Pôsteres  
*Coffee Break and Poster Viewing*
- 10h25 às 10h45** Qualidade assegurada nos laboratórios da Rede BioFORT  
*Quality Assurance at BioFORT Network labs*
- José Luiz V. Carvalho, Embrapa Agroindústria de Alimentos
- 10h45 às 11h05** Resultados das atividades de retenção de minerais e carotenoides e desenvolvimento de produtos  
*Results of the vitamin and mineral retention and product development activities*
- José Luiz V. Carvalho, Embrapa Agroindústria de Alimentos
- 11h05 às 11h25** Resultados atividades de biodisponibilidade in vitro nos projetos BioFORT  
*The result of the in vitro bioavailability activities in the BioFORT Projects*
- José Luiz V. Carvalho, Embrapa Agroindústria de Alimentos
- 11h25 às 11h45** Resultados atividades de nutrição nos projetos BioFORT  
*The results of the nutrition in the BioFORT Projects*
- Hercia Martino, Universidade Federal de Viçosa e
  - Neuza Maria Brunoro Costa, Universidade Federal do Espírito Santo
- 11h45 às 12h05** Resultado das atividades de desenvolvimento de embalagens  
*The results of the packaging development activities*
- Rosa Maria Vercelino Alves, Instituto de Tecnologia de Alimentos
- 12h05 às 12h25** Perguntas e Respostas  
Q&A
- 12h25 às 14h** Almoço  
*Lunch*



## Quarta feita, 14 de outubro – Tarde

Wednesday, 14th October - Afternoon

- 14h às 14h20** Resultados das ações de comunicação nos projetos BioFORT.  
*The results of the communication actions of the BioFORT Projects.*
- Luciana Leitão e Raphael Santos, Embrapa Agroindústria de Alimentos
- 14h20 às 14h40** Resultados das ações de TT do projeto BioFORT no Piauí e Maranhão  
*The results of the TT actions in the BioFORT Project in Piauí and Maranhão*
- Marcos Jacob de Almeida, Embrapa Meio Norte
- 14h40 às 14h55** Resultados de estudos sobre aceitação de batata-doce (SE) e flocão biofortificado (Nordeste)  
*Results of biofortified sweet potato (SE) and corn grits (NE) acceptance studies*
- Maria Geovania Lima Manos, Embrapa Tabuleiros Costeiros
- 14h55 às 15h10** Resultados das ações no Rio Grande do Sul.  
*The results of the actions in Rio Grande do Sul.*
- Apes Perera Falcão, Embrapa Clima Temperado
- 15h10 às 15h25** Resultados das ações em Minas Gerais.  
*The results of the actions in Minas Gerais.*
- José Heitor Vasconcellos, Embrapa Milho e Sorgo
- 15h25 às 15h40** Resultados das ações no Rio de Janeiro.  
*The results of the actions in Rio de Janeiro.*
- José Luiz V. de Carvalho, Embrapa Agroindústria de Alimentos
- 15h40 às 16h10** Coffee-Break / Sessão de Pôsteres  
*Coffee Break and Poster Viewing*
- 16h10 às 16h30** BPI (Biofortification Priority Index) Global e Brasil  
*BPI (Biofortification Priority Index) – Global and Brazil*
- Carolina Gonzalez, CIAT
  - Graciela Vedovoto, Secretaria de Gestão Estratégica-Embrapa
- 16h30 às 16h45** Resultados das ações de Avaliação de Impacto  
*The Impact evaluation results in Piauí/Maranhão*
- Graciela Luzia Vedovoto, Secretaria de Gestão Estratégica-Embrapa
  - Deise Maria de Oliveira Galvão, Embrapa Tabuleiros Costeiros
- 16h45 às 17h00** Avanços no melhoramento de milho  
*Advances of maize breeding*
- Torbert Rocheford, Purdue University
- 17h00 às 17h30** Perguntas e Respostas  
*Q&A*



- 19h00 às 20h** Jantar  
*Dinner*
- 20h às 21h30** Market Place  
*Market Place (free time for groups get together and discuss)*

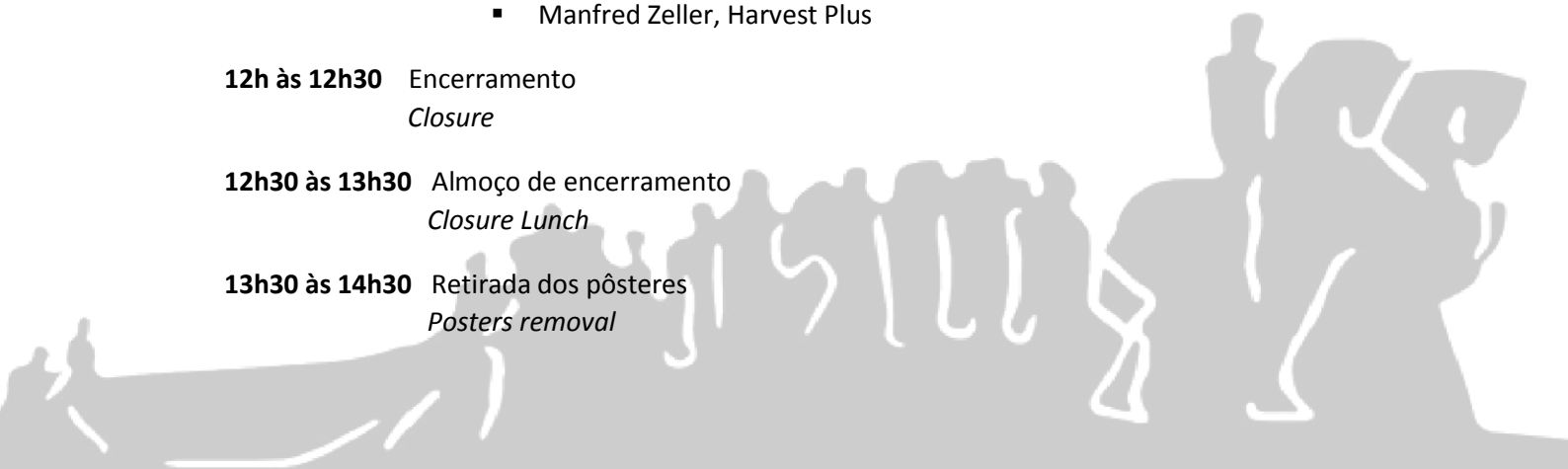
**Quinta feira, 15 de Outubro – Manhã**

*Thursday, 15th October - Morning*

- 08h às 09h** Portal HarvestPlus e Share Point  
*HarvestPlus Portal and Share Point*
- Lida de La Hoz - CIAT
  - Pedro Santiago – BioFORT

Painéis para discussão dos resultados apresentados e próximos passos.  
*Panel for comments on results presented and next steps.*

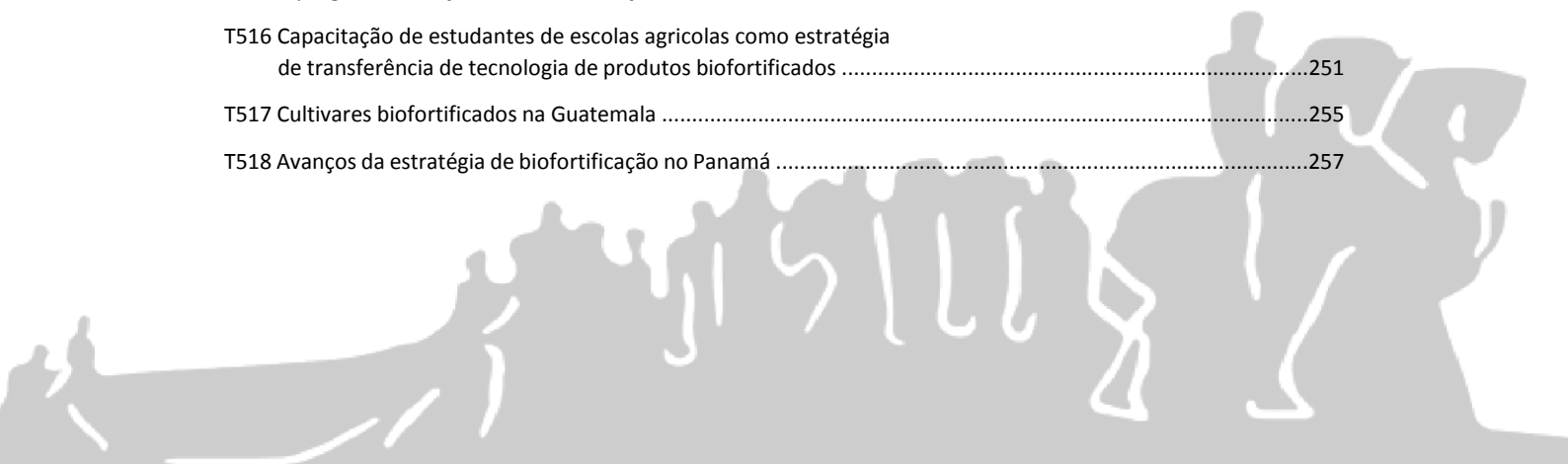
- 09h às 09h30** Melhoramento  
*Breeding*
- Cecile Grennier, CIAT
  - Meike Andersson, CIAT
  - Parminder Virk, ICRISAT
- 09h30 às 10h** Biofortificação agrônômica  
*Agronomical biofortification*
- Ross M. Welch, Universidade de Cornell
- 10h às 10h30** Nutrição e Produtos.  
*Human nutrition and products.*
- Erick Boy, HarvestPlus
  - Jere Haas, Universidade de Cornell
  - Delia Amaya, IUFOST
- 10h30 às 11h** Coffee-Break /Sessão de Pôsteres  
*Coffee Break and Poster Viewing*
- 11h às 11h30** Transferência de Tecnologia / Comunicação  
*Technology Transfer / Communication*
- Meike Andersson, CIAT
- 11h30 às 12h** Avaliação de Impacto  
*Impact Evaluation*
- Manfred Zeller, Harvest Plus
- 12h às 12h30** Encerramento  
*Closure*
- 12h30 às 13h30** Almoço de encerramento  
*Closure Lunch*
- 13h30 às 14h30** Retirada dos pôsteres  
*Posters removal*



• <i>Tema 1 – Biofortificação agrônômica</i>	
T101 Biofortificação agrônômica com zinco em trigo .....	18
T102 Biofortificação com zinco em arroz de terras altas .....	21
T103 Biofortificação agrônômica com zinco em feijão-caupi .....	24
• <i>Tema 2 – Ciência de Alimentos e Nutrição</i>	
T201 Retenção de $\beta$ -caroteno em snacks de mandioca .....	29
T202 Efeito do tratamento térmico sobre a bioacessibilidade de ferro e zinco em feijão-caupi ( <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.) .....	32
T203 Efeito do tratamento térmico sobre a retenção de ferro e zinco em feijão-caupi ( <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.) .....	36
T204 Perfil de aminoácidos de formulações de baião-de-dois elaboradas a partir de arroz integral e feijão-caupi biofortificados .....	40
T205 Concentrações de ferro, zinco e proteínas em formulações de baião-de-dois elaboradas a partir de arroz integral e feijão-caupi biofortificados .....	43
T206 Concentração de carotenoides em grãos verdes de milho comum e biofortificado .....	46
T207 Avaliação preliminar da quantificação dos teores de umidade e sólidos solúveis totais em abóbora utilizando NIR .....	50
T208 Biodisponibilidade de ferro em quatro genótipos de trigo com potencial para a biofortificação .....	53
T209 Absorção de ferro do feijão biofortificado avaliada por isótopos estáveis. ....	56
T210 Avaliação da biodisponibilidade de ferro e zinco de feijão alvo para biofortificação .....	60
T211 Biodisponibilidade dos carotenoides pró-vitamínicos A em abóboras biofortificadas ( <i>Cucurbita moschata</i> Duch) .....	63
T212 Arroz e feijão alvo para a biofortificação combinados com culturas com alto conteúdo de carotenoides (batata doce e abóbora) regulam mecanismos transcricionais aumentando a biodisponibilidade do ferro .....	66
T213 Alimentos alvo para a biofortificação apresentam elevada qualidade proteica e ação hipoglicemiante em ratos Wistar.....	70
T214 Retenção real de carotenoides precursores da vitamina A após processamento térmico de espigas de milho verde comum e biofortificado .....	74
T215 Perfil de biodisponibilidade indireta de zinco e ferro de diferentes genótipos de arroz para a seleção destinada à biofortificação .....	78
T216 Retenção real de carotenoides totais e precursores de vitamina A em produtos elaborados com fubá do milho biofortificado BRS 4104 .....	82
T217 Construção de curvas analíticas para determinação dos principais carotenoides de alimentos por cromatografia líquida de alta eficiência .....	85
• <i>Tema 3 – Desenvolvimento de produtos, processos e embalagem</i>	
T301 Ensaio de proficiência da determinação de ferro e zinco	

em feijão comum e caupi .....	90
T302 Determinação da vida de prateleira de chips de mandioca biofortificada .....	94
T303 Introdução de alimentos biofortificados na merenda escolar: as crianças gostam dos produtos? .....	99
T304 Aceitabilidade de formulações de baião-de-dois elaboradas a partir de arroz integral e feijão-caupi biofortificados .....	102
T305 Retenção de carotenoides em milho verde biofortificado minimamente processado armazenado em diferentes embalagens .....	105
T306 Retenção de carotenoides em flocão de milho biofortificado após armazenamento e quantificação de carotenoides em produtos derivados .....	109
T307 Biofortificação de alimentos no município de Itaguaí: melhorando a qualidade nutricional da merenda escolar .....	113
T308 Características química, tecnológica, nutricional e sensorial de batata doce biofortificada .....	117
T309 Características química, tecnológica, nutricional e sensorial de mandioca biofortificada .....	121
T310 Aceitabilidade de farinha de milho biofortificado (flocão) como ingrediente no preparo de cuscuz .....	125
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Tema 4 – Recursos genéticos e melhoramento</i></li> </ul>	
T401 Determinação da eficiência de polinização em linhagens de abóbora .....	130
T402 Divergência fenotípica entre linhagens de abóbora para caracteres associados à morfologia da planta .....	133
T403 Critérios para a seleção de clones de batata-doce biofortificada .....	136
T404 Avaliação participativa de clones de mandioca de mesa .....	140
T405 Estratégias de melhoramento de variedades tradicionais de abóbora utilizadas na região nordeste do Brasil .....	144
T406 Ganho genético esperado com a seleção em linhagens elite de feijão-caupi de porte semiereto para as concentrações de ferro e zinco no grão .....	148
T407 Ganho genético esperado com a seleção em linhagens elite de feijão-caupi de porte semiprostrado para as concentrações de ferro e zinco no grão .....	151
T408 Potencial genético de um cruzamento de feijão-caupi para as concentrações de proteínas, ferro e zinco no grão .....	154
T409 Concentração de ferro e zinco em grãos de trigo colhidos e trilhados manualmente – 2013 .....	157
T410 Concentração de ferro e zinco em grãos de cultivares de trigo sob colheita manual e mecanizada – 2013 .....	161
T411 Avanços no melhoramento genético do arroz visando elevadas concentrações de zinco em grão polido .....	165
T412 Estratégias de melhoramento de feijoeiro-comum para altos teores de ferro e zinco .....	169
T413 Avaliação de linhagens elite de feijão-caupi com tamanho extragrande do grão para as concentrações de proteínas, ferro e zinco .....	173

T414 Concentração de ferro e zinco em grãos de linhagens de trigo sob colheita manual – 2013 .....	177
T415 Identificação de regiões genômicas associadas a zinco e ferro em feijoeiro comum .....	181
T416 Identificação de polimorfismos do tipo SNP em população segregante para o mapeamento de QTL relacionados a zinco e ferro em arroz .....	183
T417 Biofortificação de milho no Brasil .....	186
<p>• <i>Tema 5 – Transferência de Tecnologia, Comunicação, Mercado e Impactos</i></p>	
T501 Biofortificação na América Latina e Caribe .....	190
T502 Transferência de tecnologia para produção de alimentos biofortificados: a experiência no município de Magé-RJ .....	193
T503 Estratégias para a adoção de alimentos biofortificados no combate à desnutrição no Sul do Brasil. ....	196
T504 Introdução de alimentos biofortificados na alimentação escolar .....	200
T505 Biofort - Boletim informativo no programa de televisão Terra Sul .....	203
T506 Caracterização da produção de abóbora no estado de Sergipe .....	205
T507 Grupo focal como ferramenta para testes de aceitação com consumidores: o caso do floção de milho biofortificado .....	209
T508 Caracterização socioeconômica de agricultores com acesso a variedades biofortificadas: resultados iniciais no Piauí .....	213
T509 Linha de base para a avaliação de impactos de variedades biofortificadas: produção e autoconsumo de alimentos no Piauí .....	218
T510 Caracterização produtiva de agricultores que receberam sementes biofortificadas e potencial de adoção: resultados de uma amostra no Piauí .....	222
T511 Avaliação multidimensional de impactos de cultivares biofortificadas: o caso do feijão caupi BRS Aracê no Piauí .....	226
T512 Desafios e utilidades do cadastramento de acesso a tecnologias: o caso da caracterização socioeconômica de famílias com acesso a feijões biofortificados em Sergipe (2011 a 2014) .....	230
T513 Avaliação de aceitação do floção de milho biofortificado em áreas de atuação da Rede Biofort no nordeste brasileiro .....	234
T514 Rede BioFORT: Construindo um Perfil de Comunicação .....	239
T515 O progresso das ações de biofortificação no Brasil .....	243
T516 Capacitação de estudantes de escolas agrícolas como estratégia de transferência de tecnologia de produtos biofortificados .....	251
T517 Cultivares biofortificados na Guatemala .....	255
T518 Avanços da estratégia de biofortificação no Panamá .....	257



# Tema 1: Biofortificação Agronômica

## BIOFORTIFICAÇÃO AGRONÔMICA COM ZINCO EM TRIGO

### AGRONOMIC BIOFORTIFICATION OF WHEAT WITH ZINC

João Augusto Lopes Pascoalino<sup>1</sup>, Milton Ferreira Moraes<sup>2</sup>, Carlos Leandro Rodrigues dos Santos<sup>2</sup>, André Rodrigues dos Reis<sup>3</sup>, Pedro Luiz Scheeren<sup>4</sup>, Francisco de Assis Franco<sup>5</sup>, Adriel Evangelista<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Estudante Pós-Graduação, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, 1540, Curitiba, PR CEP: 80035-050, Brasil, e-mail: joaumpascoalino@hotmail.com

<sup>2</sup>Professor, Universidade Federal do Mato Grosso, Av. Valdon Varjão, 6390, Barra do Garças, MT CEP 78600-000, Brasil, e-mail: moraesmf@yahoo.com.br, calersantos@gmail.com

<sup>2</sup>Professor, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Rua Domingos Costa Lopes, 780, Tupã, SP CEP 17602-496, Brasil, e-mail: andrereis@tupa.unesp.br

<sup>4</sup>Pesquisador, Embrapa Trigo, Rodovia BR-285, Km 294, Passo Fundo-RS, CEP: 99001-970, Brasil, e-mail: pedro.scheeren@embrapa.br

<sup>5</sup>Pesquisador, Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola (COODETEC), BR 467, Km 98, CEP 85813-450, Cascavel-PR, Brasil, e-mail: franco@coodetec.com.br, adriel@coodetec.com.br

**RESUMO** - O trabalho objetivou avaliar formas de aplicação de Zn e sua relação com a qualidade nutricional dos grãos e aspectos agronômicos em cultivares de trigo. Para isso, conduziu experimento em dois ambientes: Palotina-PR e Cascavel-PR, obedecendo delineamento em blocos completos casualizados em esquema fatorial 4 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos foram obtidos por combinações de formas de aplicação de Zn: (i) sem aplicação de Zn (controle); (ii) aplicação de Zn no solo (Zn-S); (iii) aplicação de Zn na folha (Zn-F) e (iv) aplicação de Zn no solo e na folha (Zn-S+F) e dois genótipos de trigo: CD 150 e BRS Guamirim. A aplicação de Zn aumentou a concentração do nutriente nos grãos, sendo as aplicações Zn-F e Zn-S+F mais eficiente neste aumento. O cultivar BRS Guamirim apresentou maior concentrações de Zn e Fe nos grãos, enquanto CD 150 obteve maior rendimento. A concentração de Zn nos grãos apresentou relação positiva com concentração de Fe e negativa com a produtividade.

**Palavras-chave:** micronutrientes, biofortificação, qualidade de alimentos, fertilizantes.

**ABSTRACT** - The study aimed to evaluate forms of Zn application and its relation with the nutritional quality of grains and agronomic aspects in wheat cultivars. The experiment was carried out in two environments: Palotina-PR and Cascavel-PR, following a randomized complete block in a factorial 4 x 2, with four replications. The treatments were obtained by combinations of Zn application forms: (i) without Zn application (control); (ii) Soil Zn application (Zn-S); (iii) Foliar Zn application (Zn-F) and (iv) Soil plus foliar application (Zn-S+F) and two wheat genotypes: CD 150 and BRS Guamirim. The application of Zn increased Zn concentration in grains, with applications of Zn-F and Zn-F+S increases more efficiently. BRS Guamirim showed higher concentrations of Zn and Fe in the grain, while CD 150 had the highest yield. The concentration of Zn in the grains showed a positive relationship with concentration of Fe and negative with productivity.

**Keywords:** micronutrients, biofortification, food quality, fertilizers.

### INTRODUÇÃO

O trigo está entre os principais cereais produzidos no mundo. Com base em suas propriedades nutricionais apresenta grande potencial para biofortificação, que visa obter cultivares com maiores teores de minerais e vitaminas, através de ferramentas como: melhoramento convencional e práticas agronômicas, principalmente adubação mineral.

Nesse contexto, Cakmak et al. (2010) avaliando formas de aplicação de Zn em trigo observaram que, em solo deficiente do elemento, a aplicação foliar e aplicação foliar conciliada à aplicação no solo com Zn, proporcionaram aumentos na concentração do nutriente nos grãos de 11 e 16 mg kg<sup>-1</sup> respectivamente, quando comparado a testemunha.

De acordo com HarvestPlus (2009), a concentração alvo de Zn nos grãos de trigo almejada é de 41 mg kg<sup>-1</sup>. Dessa forma, justifica-se a necessidade de novos estudos no tema para proporcionar subsídios científicos e tecnológicos suficientes para obter os níveis nutricionais exigidos no alimento. Para isso, o trabalho objetivou correlacionar aspectos inerentes da biofortificação com os componentes agrônômicos das cultivares de trigo em razão das estratégias de adubação com Zn, em dois ambientes de cultivo.

## MÉTODO

Os experimentos foram conduzidos na área experimental da Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola (COODETEC), com o cultivo do trigo a campo em sistema de plantio direto, no ano de 2012 em dois ambientes: Palotina e Cascavel, Paraná, Brasil. Para ambos os ambientes de produção, o solo foi caracterizado como LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico de textura muito argilosa e com elevados teores de Zn no solo: 4,8 mg dm<sup>-3</sup> em Palotina e 5,2 mg dm<sup>-3</sup> em Cascavel.

O delineamento experimental foi blocos completos casualizados em esquema fatorial 4 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos foram obtidos por combinações de formas de aplicação de Zn: (i) sem aplicação de Zn (controle); (ii) aplicação de Zn no solo (Zn-S); (iii) aplicação de Zn na folha (Zn-F) e (iv) aplicação de Zn no solo e na folha (Zn-S+F) e dois genótipos de trigo: CD 150, selecionado por ser o cultivar comercial mais plantado no estado do Paraná, e BRS Guamirim, por apresentar potencial para biofortificação.

A aplicação de Zn no solo foi realizada no plantio, com 250 kg ha<sup>-1</sup> do formulado N(8)-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(30)-K<sub>2</sub>O(20), que continha 4% de Zn (equivalente a 10 kg ha<sup>-1</sup> de Zn) na forma de óxido. Para aplicação de Zn foliar foi utilizada uma solução com 2% de sulfato de zinco penta hidratado (ZnSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O), em taxa de aplicação de 200 L ha<sup>-1</sup> (equivalente a 910 g ha<sup>-1</sup> de Zn) aplicado no início do enchimento dos grãos.

Ao final do ciclo da cultura, realizaram-se as avaliações de produtividade e qualidade nutricional dos grãos, com quantificação de Zn e Fe por ICP-OES. Os resultados foram submetidos à análise de variância (teste F) e quando significativos foram comparados por teste de media (Tukey a 5% de probabilidade). Para determinar o grau de associação entre as variáveis efetuou-se análise de correlação linear de Pearson.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As formas de aplicação de Zn aumentaram a concentração do nutriente nos grãos de trigo de ambos os cultivares e ambientes de produção (Tabela 01). Nota-se que as aplicações Zn-F e Zn-S+F proporcionaram as maiores concentrações de Zn nos grãos, sendo mais eficientes que a aplicação isolada de Zn no solo (Zn-S). Observa-se alta eficiência da aplicação via foliar para aumentar a concentração do nutriente nos grãos. Esses resultados corroboram os de Zou et al. (2012), que obtiverem menor eficiência da aplicação de Zn no solo, em relação as aplicações foliar e de ambas conciliadas.

A aplicação de Zn não influenciou a concentração de Fe nos grãos de trigo de ambos os cultivares e ambientes (Tabela 01). Diferente do observado para a produtividade, a qual as aplicações Zn-S e Zn-S+F proporcionaram aumento nesta variável para o cultivar CD 150 em Palotina (Tabela 02). Apesar dos demais tratamentos não apresentarem diferença significativa na produtividade, evidencia-se que com aplicação de Zn obteve-se os maiores rendimentos.

Comparando os cultivares, observa-se que o BRS Guamirim apresentou maior concentração de Zn e Fe nos grãos, enquanto CD 150 maior produtividade, fato ocorrido para ambos os ambientes (Tabela 01). Esse comportamento permite inferir que cultivares com características de biofortificação, como o BRS Guamirim tendem a ser mais nutritivas, porém, menos produtivas. Fato esse, que precisa ser melhor estudado, uma vez que a biofortificação procura selecionar cultivares que associam alto rendimento com maior qualidade nutricional dos produtos.

Correlacionando as variáveis, observa-se correlação positiva para concentração de Zn e Fe nos grãos e negativa para concentração de Zn e produtividade e concentração de Fe e produtividade (Tabela 02). Concordando com os resultados de Gomez-Becerra et al. (2010).



**Tabela 01** - Valores médios da concentração de Zn e Fe nos grãos e produtividade de cultivares de trigo, em função de formas de aplicação de Zn.

Cultivar	Formas aplicação Zn			
	Controle	Zn-S	Zn-F	Zn-S+F
<b>Palotina</b>				
Concentração de Zn nos grãos (mg kg <sup>-1</sup> )				
CD 150	34,3 a B	39,7 a B	36,3 a B	39,7 a B
BRS Guamirim	47,3 b A	47,7 b A	49,6 ab A	54,7 a A
Concentração de Fe nos grãos (mg kg <sup>-1</sup> )				
CD 150	47,2 a B	52,2 a B	51,4 a B	52,4 a B
BRS Guamirim	62,2 a A	65,4 a A	64,0 a A	65,1 a A
Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )				
CD 150	1854 b A	2222 a A	1898 b A	2155 a A
BRS Guamirim	1612 a B	1823 a B	1615 a B	1798 a B
<b>Cascavel</b>				
Concentração de Zn nos grãos (mg kg <sup>-1</sup> )				
CD 150	26,1 b A	27,7 ab A	28,8 a B	30,7 a B
BRS Guamirim	29,4 b A	29,9 b A	33,7 a A	36,8 a A
Concentração de Fe nos grãos (mg kg <sup>-1</sup> )				
CD 150	52,2 a B	52,8 a B	52,1 a B	53,2 a B
BRS Guamirim	58,2 a A	58,5 a A	58,9 a A	58,9 a A
Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )				
CD 150	3015 a A	2943 a A	3074 a A	3051 a A
BRS Guamirim	2882 a A	2836 a A	2883 a B	2838 a B

Valores médios seguidos pela mesma letra, minúsculas entre formas de aplicação e maiúsculas entre cultivares, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 02** - Correlação entre as variáveis respostas de trigo, em dois ambientes.

Variável	Produtividade	Teor Zn	Teor Fe
Palotina			
Produtividade	1,00		
Teor de Zn	-0,36**	1,00	
Teor de Fe	-0,28 <sup>ns</sup>	0,53***	1,00
Cascavel			
Produtividade	1,00		
Teor de Zn	-0,18 <sup>ns</sup>	1,00	
Teor de Fe	-0,45**	0,34*	1,00

\*\* , \* , <sup>ns</sup>, significativo ao nível de 5% e 10% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

## CONCLUSÃO

A aplicação de Zn aumentou a concentração do nutriente nos grãos. As aplicações Zn-F e Zn-S+F foram mais eficientes no aumento das concentrações de Zn nos grãos. O cultivar BRS Guamirim apresentou maior concentrações de Zn e Fe nos grãos, enquanto CD 150 obteve maior rendimento. A concentração de Zn nos grãos apresentou relação positiva com concentração de Fe e negativa com a produtividade.

## REFERÊNCIAS

- CAKMAK, I.; PFEIFFER, W. H.; MCCLAFFERTY, B. Biofortification of durum wheat with zinc and iron. *Cereal Chemistry*, St. Paul, v. 87, n. 1, p. 10-20, 2010.
- GOMEZ-BECERRA, H. F.; ERDEM, H.; YAZICI, A.; TUTUS, Y.; TORUN, B.; OZTURK, L.; CAKMAK, I. Grain concentrations of protein and mineral nutrients in a large collection of spelt wheat grown under different environments. *Journal of Cereal Science*, London, v. 52, n. 3, p. 342-349, 2010.
- HARVESTPLUS. *Breeding crops for better nutrition*. Washington D.C.: CGIAR, 2009. 4 p.
- ZOU, C. Q.; ZHANG, Y. Q.; RASHID, A.; RAM, H.; SAVASLI, E.; ARISOY, R. Z.; ORTIZ-MONASTERIO, I.; SIMUNJI, S.; WANG, Z. H.; SOHU, V.; HASSAN, M.; KAYA, Y.; ONDER, O.; LUNGU, O.; YAQUB MUJAHID, M.; JOSHI, A.K.; ZELENSKIY, Y.; ZHANG, F.S.; CAKMAK, I. Biofortification of wheat with zinc through zinc fertilization in seven countries. *Plant and Soil*, Dordrecht, v. 361, n. 1-2, p. 119-130, 2012.



## BIOFORTIFICAÇÃO COM ZINCO EM ARROZ DE TERRAS ALTAS AGRONOMIC BIOFORTIFICATION OF UPLAND RICE WITH ZINC

Steve Jasson Fernandes Alves<sup>1</sup>, João Augusto Lopes Pascoalino<sup>2</sup>, Milton Ferreira Moraes<sup>3</sup>, Jose Luiz Viana de Carvalho<sup>4</sup>, Pericles de Carvalho Ferreira Neves<sup>5</sup>

<sup>1,2</sup>Estudante Pós-Graduação, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, 1540, Curitiba, PR CEP: 80035-050, Brasil, e-mails: stevejasson@gmail.com; joaumpascoalino@hotmail.com

<sup>3</sup>Professor, Universidade Federal do Mato Grosso, Av. Valdon Varjão, 6390, Barra do Garças, MT CEP 78600-000, Brasil, e-mail: moraesmf@yahoo.com.br

<sup>4</sup>Pesquisador, Embrapa Agroindústria de Alimentos, Avenida das Américas, 29501, Guaratiba, Rio de Janeiro, RJ CEP 23020-470, Brasil, e-mail: jose.viana@embrapa.br

<sup>5</sup>Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão, Rod. Goiânia Nova Veneza, Km 12, Santo Antônio de Goiás, GO CEP 23020-470, Brasil, e-mail: pericles.neves@embrapa.br

**RESUMO** - O trabalho objetivou avaliar formas de aplicação de Zn e sua relação com a qualidade nutricional dos grãos e aspectos agronômicos em cultivares de arroz de terras altas. Para isso, foi conduzido experimento em dois ambientes: Palotina-PR e Rio Verde-GO, obedecendo delineamento em blocos completos casualizados em esquema fatorial 4 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos foram obtidos por combinações de formas de aplicação de Zn: (i) sem aplicação de Zn (controle); (ii) aplicação de Zn no solo (Zn-S); (iii) aplicação de Zn na folha (Zn-F) e (iv) aplicação de Zn no solo e na folha (Zn-S+F) e dois genótipos de arroz de terras altas: BRS Sertaneja e ZEBU Ligeiro. A aplicação de Zn proporcionou leve aumento na concentração do nutriente nos grãos. Por outro lado, efeitos mais pronunciados foram observados na produtividade. O cultivar BRS Sertaneja apresentou maior produtividade, já o ZEBU Ligeiro teve maior concentração de nutrientes nos grãos. Entre as variáveis, houve correlação positiva entre concentração de Zn e Fe nos grãos.

**Palavras-chave:** micronutrientes, biofortificação, qualidade de alimentos, fertilizantes.

**ABSTRACT** - The study aimed to evaluate forms of Zn application and its relation with the nutritional quality of grains and agronomic aspects of upland rice cultivars. The experiment was developed in two environments: Palotina-PR and Rio Verde, following a randomized complete block in a factorial 4 x 2, with four replications. Treatments were obtained by combinations of Zinc application forms: (i) without Zn application (control); (ii) Zn soil application (Zn-S); (iii) Foliar Zn application (Zn-F) and (iv) Soil plus foliar application (Zn-S+F) and two genotypes of upland rice: BRS Sertaneja and ZEBU Ligeiro. The application of Zn slightly increased its concentration in grains. On the other hand, more pronounced effect on productivity were observed. The BRS Sertaneja showed higher productivity and ZEBU Ligeiro presented higher concentration of nutrients in the grains. Among the variables, there was a positive correlation between concentration of Zn and Fe in the grain.

**Keywords:** micronutrients, biofortification, food quality, fertilizers.

### INTRODUÇÃO

Em virtude de sua importância alimentar, o arroz (*Oryza sativa* L.) está entre os cereais mais produzidos no mundo, desempenhando papel estratégico tanto no aspecto econômico quanto social, sendo foco de estudos de programas de biofortificação. Segundo Phattarakul et al. (2012), ao avaliar formas de aplicação de nutrientes em arroz, obtiveram aumentos na concentração de minerais, como Zn nos grãos.

No entanto, os teores máximos nos grãos obtidos até o presente momento foram de até 25 mg kg<sup>-1</sup> de Zn e 6 mg kg<sup>-1</sup> de Fe. Esses valores ainda são inferiores aos teores alvos estabelecidos pelo Programa HarvestPlus, que são de 30 mg kg<sup>-1</sup> de Zn e 8 mg kg<sup>-1</sup> de Fe. Tais resultados podem estar associados a fatores ambientais, adaptações das espécies vegetais e práticas culturais relacionadas à capacidade das plantas em absorver e translocar nutrientes. Deste modo, faz-se importante a realização de novas pesquisas, para melhor compreender tais fatores.

Para isso, o presente trabalho objetivou avaliar formas de aplicação de Zn e sua relação com a qualidade nutricional dos grãos e aspectos agrônômicos em cultivares de arroz de terras altas.

## MÉTODO

Os experimentos foram conduzidos na área experimental da Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola (COODETEC), e envolveram o arroz de terras altas a campo em sistema de plantio direto, no ano de 2012 em dois ambientes: Palotina-PR e Rio Verde-GO.

Os solos dos locais de produção (Palotina e Rio Verde) foram caracterizados como LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico e LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Eutroférico, respectivamente. Ambos os solos apresentaram elevados teores de Zn no solo: 3,16 mg dm<sup>-3</sup> em Palotina e 6,49 mg dm<sup>-3</sup> em Rio Verde.

O delineamento experimental foi blocos completos casualizados em esquema fatorial 4 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos foram obtidos por combinações de quatro formas de aplicação de Zn: (i) sem aplicação de Zn (controle); (ii) aplicação de Zn no solo (Zn-S); (iii) aplicação de Zn na folha (Zn-F) e (iv) aplicação de Zn no solo e na folha (Zn-S+F) e dois genótipos de arroz de terras altas: BRS Sertaneja e ZEBU Ligeiro. BRS Sertaneja foi selecionado por ser o cultivar comercial mais plantado nas regiões e ZEBU Ligeiro por apresentar potencial para biofortificação.

A aplicação de Zn no solo foi realizada no plantio, com fornecimento de 250 kg ha<sup>-1</sup> do formulado N(8)-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(30)-K<sub>2</sub>O(20), que continha 4% de Zn (equivalente a 10 kg ha<sup>-1</sup> de Zn) na forma de óxido. Para aplicação de Zn foliar, foi utilizada uma solução com 2% de sulfato de zinco penta hidratado (ZnSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O), em taxa de aplicação de 200 L ha<sup>-1</sup> (equivalente a 910 g ha<sup>-1</sup> de Zn), aplicado no início do enchimento dos grãos.

Ao final do ciclo da cultura, foram realizadas as avaliações de produtividade e qualidade nutricional dos grãos, com quantificação de Zn e Fe por ICP-OES. Os resultados foram submetidos à análise de variância (teste F) e quando significativos foram comparados por meio do teste de média (Tukey a 5% de probabilidade). Para determinar o grau de associação entre as variáveis foi efetuada correlação linear de Pearson.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As formas de aplicação de Zn não aumentaram a concentração do nutriente nos grãos de arroz de terras altas dos cultivares, em ambos os ambientes (Tabela 01). Entretanto, com a aplicação do Zn, mesmo não constando diferença significativa, nota-se leve aumento com as aplicações Zn-S, Zn-F e Zn-S+F em relação ao controle. Nesse contexto, as aplicações Zn-F e Zn-S+F foram mais eficientes em relação a aplicação Zn-S, principalmente ao comparar entre as aplicações isoladas (solo versus foliar), na qual a aplicação do Zn no solo é proporcionalmente superior à aplicação via foliar. Esses resultados corroboram os encontrados por Phattarakul et al. (2012).

A aplicação de Zn não influenciou a concentração de Fe nos grãos de arroz de terras altas dos cultivares em ambos os ambientes. Quanto à produtividade, nota-se efeito positivo com as aplicações Zn-S e Zn-S+F no cultivar BRS Sertaneja em Rio Verde (Tabela 01). Apesar dos demais tratamentos não apresentarem diferença significativa na produtividade, ocorreu uma tendência de que o oferecimento de Zn resultasse em maiores rendimentos.

Comparando os cultivares, observa-se que o ZEBU Ligeiro apresentou maior concentração de Zn nos grãos, enquanto BRS Sertaneja teve maior produtividade, em ambos os ambientes (Tabela 01). Esse comportamento permite inferir sobre a existência de variabilidade genética entre os cultivares, bem como associar que cultivares com maior concentração de minerais nos grãos apresentam menor rendimento, o qual pode caracterizar um efeito de diluição.

Correlacionando as variáveis, observa-se correlação significativa entre as concentrações de Zn e Fe, em ambos os ambientes (Tabela 02). Comportamento semelhante foi observado por Morgounov et al. (2007). Esses resultados caracterizam um efeito importante para a biofortificação, uma vez que a adição de Zn proporciona aumento indireto de Fe. Além disso, adubações com Fe têm proporcionado pouco aumento do mesmo em partes comestíveis das plantas.

**Tabela 01** - Valores médios da concentração de Zn e Fe nos grãos e produtividade de cultivares de arroz de terras altas, em função de formas de aplicação de Zn.

Cultivar	Formas aplicação Zn			
	Controle	Zn-S	Zn-F	Zn-S+F
Palotina				
Concentração de Zn nos grãos (mg kg <sup>-1</sup> )				
BRS Sertaneja	32,8 a A	33,9 a A	34,3 a B	39,2 a B
ZEBU Ligeiro	37,2 a A	38,0 a A	43,5 a A	45,3 a A
Concentração de Fe nos grãos (mg kg <sup>-1</sup> )				
BRS Sertaneja	8,9 a A	9,3 a A	7,5 a A	9,4 a A
ZEBU Ligeiro	8,1 a A	8,3 a A	9,2 a A	10,1 a A
Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )				
BRS Sertaneja	1316 a A	1769 a A	1460 a A	2134 a A
ZEBU Ligeiro	1230 a A	1326 a B	1383 a A	1481 a B
Rio Verde				
Concentração de Zn nos grãos (mg kg <sup>-1</sup> )				
BRS Sertaneja	18,5 a B	19,8 a A	21,5 a A	19,3 a B
ZEBU Ligeiro	22,3 a A	23,0 a A	24,5 a A	23,3 a A
Concentração de Fe nos grãos (mg kg <sup>-1</sup> )				
BRS Sertaneja	9,8 a A	9,1 a A	9,2 a A	9,1 a A
ZEBU Ligeiro	9,1 a A	8,8 a A	8,7 a A	8,5 a A
Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )				
BRS Sertaneja	1465 b A	2181 a A	1720 b A	2301 a A
ZEBU Ligeiro	1334 a A	1588 a A	1417 a A	1885 a B

Valores médios seguidos pela mesma letra minúsculas entre formas de aplicação e maiúsculas entre cultivares não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 02** - Correlação entre as variáveis respostas de arroz de terras altas, em dois ambientes.

Variável	Produtividade	Teor Zn	Teor Fe
Palotina			
Produtividade	1,00		
Teor de Zn	0,04 <sup>ns</sup>	1,00	
Teor de Fe	0,14 <sup>ns</sup>	0,30*	100
Rio Verde			
Produtividade	1,00		
Teor de Zn	-0,19 <sup>ns</sup>	1,00	
Teor de Fe	-0,18 <sup>ns</sup>	0,31*	100

\*\* , \* , <sup>ns</sup>, significativo ao nível de 5% e 10% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

## CONCLUSÃO

A aplicação de Zn proporcionou leve aumento na concentração do nutriente nos grãos. Por outro lado, efeitos foram observados apenas na produtividade em Rio Verde, para a cultivar BRS Sertaneja, para o tratamento de Zn aplicado no solo e nas folhas. A cultivar ZEBU Ligeiro apresentou maior concentração de Zn nos grãos, quando comparada com BRS Sertaneja, no tratamento controle e no tratamento de Zn aplicado no solo e nas folhas. Houve correlação positiva entre concentração de Zn e Fe nos grãos.

## REFERÊNCIA

- MORGONUOV, A.; GÓMEZ-BECERRA, H.F.; ABUGALIEVA, A.; DZHUNUSOVA, M.; YESSIMBEKOVA, M.; MUMINJANOV, H.; ZELENSKIY, Y.; OZTURK, L.; CAKMAK, I. Iron and zinc grain density in common wheat grown in Central Asia. *Euphytica*, Dordrecht, v. 155, n. 1-2, p. 193-203, 2007.
- PHATTARAKUL, N.; RERKASEM, B.; LI, L. J.; WU, L. H.; ZOU, C. Q.; RAM, H.; SOHU, V. S.; KANG, B. S.; SUREK, H.; KALAYCI, YAZICI, M. A.; ZHANG, F. S.; CAKMAK, I. Biofortification of rice grain with zinc through zinc fertilization in different countries. *Plant and Soil*, Dordrecht, v.361, n.1-2, p.131-141, 2012.

## BIOFORTIFICAÇÃO AGRONÔMICA COM ZINCO EM FEIJÃO-CAUPI AGRONOMIC BIOFORTIFICATION OF COWPEA WITH ZINC

Steve Jasson Fernandes Alves<sup>1</sup>, João Augusto Lopes Pascoalino<sup>2</sup>, Milton Ferreira Moraes<sup>3</sup>, Maurisrael de Moura Rocha<sup>4</sup>, Giovana Orso<sup>5</sup>, Henrique Lovatel Villetti<sup>5</sup>

<sup>1,2</sup>Estudante Pós-Graduação, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, 1540, Curitiba, PR CEP: 80035-050, Brasil, e-mails: stevejasson@gmail.com; joaumpascoalino@hotmail.com

<sup>3</sup>Professor, Universidade Federal do Mato Grosso, Av. Valdon Varjão, 6390, Barra do Garças, MT CEP 78600-000, Brasil, e-mail: moraesmf@yahoo.com.br

<sup>4</sup>Pesquisador, Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, 5650, Bairro Buenos Aires, Teresina, PI CEP 64006-220, Brasil, e-mail: maurisrael.rocha@embrapa.br

<sup>5</sup>Estudante Graduação, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Pioneiros, 2153, Palotina, PR CEP: 89950-000, Brasil, e-mails: henrique.l.villetti@hotmail.com; giovanaorso@hotmail.com

**RESUMO** - O trabalho objetivou avaliar formas de aplicação de Zn e sua relação com a qualidade nutricional dos grãos e aspectos agronômicos em cultivares de feijão-caupi. Para isso, conduziu-se experimento em dois ambientes: Palotina-PR e Rio Verde-GO, obedecendo delineamento em blocos completos casualizados em esquema fatorial 4 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos foram obtidos por combinações de formas de aplicação de Zn: (i) sem aplicação de Zn (controle); (ii) aplicação de Zn no solo (Zn-S); (iii) aplicação de Zn na folha (Zn-F) e (iv) aplicação de Zn no solo e na folha (Zn-S+F) e dois genótipos de feijão-caupi: BRS Guariba e BRS Xiquexique. A aplicação de Zn aumentou a concentração do nutriente nos grãos, sendo as aplicações Zn-F e Zn-S+F as formas mais eficientes. O cultivar BRS Guariba apresentou maior produtividade, já o BRS Xiquexique mostrou maior concentração de nutrientes nos grãos. Entre as variáveis houve correlação positiva entre concentração de Zn e Fe nos grãos e negativa entre concentração de Zn e produtividade.

**Palavras-chave:** micronutrientes, biofortificação, qualidade de alimentos, fertilizantes.

**ABSTRACT** - The study aimed to evaluate forms of Zn application and its relation with the nutritional quality of grains and agronomic aspects of cowpea cultivars. The experiment was developed in two environments: Palotina-PR and Rio Verde-GO, following a randomized complete block in a factorial 4 x 2, with four replications. Treatments were obtained by the combinations of zinc application forms: (i) without Zn application (control); (ii) Zn soil application (Zn-S); (iii) Foliar Zn application (Zn-F) and (iv) Soil plus foliar application (Zn-S+F) and two cowpea genotypes BRS Guariba and BRS Xiquexique. The application of Zn increased its concentration in the grains and Zn-F and Zn-S+F applications were the most efficient ways. The BRS Guariba showed higher productivity and the BRS Xiquexique the highest concentration of nutrients in the grains. Among the variables there was a positive correlation between concentration of Zn and Fe in the grain and negative between concentration of Zn and yield.

**Keywords:** micronutrients, biofortification, food quality, fertilizers.

### INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) desempenha importante papel na nutrição humana, pois é fonte de proteínas, nutrientes, tais como: ferro (Fe), cálcio, magnésio e zinco, vitaminas (principalmente do complexo B), carboidratos e fibras. Desta forma, o caupi é foco de estudos de biofortificação, juntamente com: trigo, milho, arroz, mandioca, abóbora e batata doce.

A biofortificação do feijão-caupi baseia-se principalmente no melhoramento genético convencional, com seleção de genótipos que acumulam maiores teores de nutrientes nos grãos. Em trabalhos desenvolvidos no banco de germoplasma de feijão-caupi da coleção do Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), na Colômbia, constatou-se que há variabilidade genética suficiente para aumentar em 80% o conteúdo de Fe nos grãos e em 50% o teor de Zn (Beebe et al., 2000). Para complementar as ações do melhoramento genético convencional, outras intervenções visando aumentar a concentração de nutrientes nos grãos de feijão também estão



sendo realizadas, com destaque para a adubação com micronutrientes, ou seja, biofortificação agrônômica.

Nesse contexto, os trabalhos de biofortificação do feijão-caupi partiram de teores comuns nos grãos (em torno de 20 mg kg<sup>-1</sup> de Zn e 40 mg kg<sup>-1</sup> de Fe), chegando a 40 mg kg<sup>-1</sup> de Zn e 70 mg kg<sup>-1</sup> de Fe (MORAES et al., 2009). Porém, os teores alvos para Zn e Fe no feijão-caupi, estipulados no Programa HarvestPlus, é de 50 mg kg<sup>-1</sup> de Zn e 100 mg kg<sup>-1</sup> de Fe. Para que seja possível obter os teores nutricionais exigidos, são necessários novos estudos envolvendo cultivares com potencial para biofortificação e manejo da aplicação de Zn. Dessa forma, o trabalho objetivou avaliar formas de aplicação de Zn e sua relação com a qualidade nutricional dos grãos e aspectos agrônômicos em cultivares de feijão-caupi.

## MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na área experimental da Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola (COODETEC), e consistiram na avaliação de duas cultivares de feijão-caupi a campo, em sistema de plantio direto, no ano de 2012, em dois ambientes: Palotina-PR e Rio Verde-GO.

Os solos solos de Palotina e Rio Verde foram caracterizados como LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico e LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Eutroférico, respectivamente, ambos com teores de Zn acima do nível crítico: 3,01 mg dm<sup>-3</sup> em Palotina e 1,97 mg dm<sup>-3</sup> em Rio Verde.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos completos casualizados, em esquema fatorial 4 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos foram obtidos por combinações de formas de aplicação de Zn: (i) sem aplicação de Zn (controle); (ii) aplicação de Zn no solo (Zn-S); (iii) aplicação de Zn na folha (Zn-F) e (iv) aplicação de Zn no solo e na folha (Zn-S+F) e dois genótipos de feijão-caupi: BRS Guariba, selecionado por ser o cultivar comercial mais plantado no Brasil e BRS Xiquexique, por apresentar potencial para biofortificação.

A aplicação de Zn no solo foi realizada no plantio, com fornecimento de 250 kg ha<sup>-1</sup> do formulado N(8)-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(30)-K<sub>2</sub>O(20), que continha 4% de Zn (equivalente a 10 kg ha<sup>-1</sup> de Zn) na forma de óxido. Para aplicação de Zn foliar, foi utilizada uma solução com 2% de sulfato de zinco penta hidratado (ZnSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O), em taxa de aplicação de 200 L ha<sup>-1</sup> (equivalente a 910 g ha<sup>-1</sup> de Zn) aplicado no início do enchimento dos grãos.

Ao final do ciclo da cultura, realizou-se as avaliações de produtividade e qualidade nutricional dos grãos, com quantificação de Zn e Fe por ICP-OES. Os resultados foram submetidos à análise de variância (teste F) e quando significativos, foram comparados por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para determinar o grau de associação entre as variáveis, calculou-se a correlação linear de Pearson.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As formas de aplicação de Zn aumentaram a concentração do nutriente nos grãos de feijão-caupi de ambos os cultivares e ambientes de produção (Tabela 01). Nota-se que as aplicações Zn-F e Zn-S+F proporcionaram as maiores concentrações de Zn nos grãos, sendo mais eficientes que a aplicação isolada de Zn no solo (Zn-S). Esses resultados corroboram os de Cakmak et al. (2010), que obtiverem menor eficiência da aplicação de Zn no solo, em relação às aplicações foliares e de ambas conciliadas em trigo.

A aplicação de Zn influenciou a concentração de Fe nos grãos de feijão-caupi de ambos os cultivares em Rio Verde (Tabela 01). O aumento da concentração de Fe nos grãos caracteriza um efeito indireto da aplicação do Zn, como também relatado por Moraes et al. (2009). Para a produtividade não houve efeito da aplicação de Zn, em ambos os cultivares e ambientes.

Comparando os cultivares, observa-se que o BRS Xiquexique apresentou maior concentração de Zn nos grãos, enquanto BRS Guariba teve maior produtividade, em ambos os ambientes (Tabela 01). Esse comportamento permite inferir que cultivares com características de biofortificação, como BRS Xiquexique, tendem a ser mais nutritivas, porém, menos produtivas, fato que pode caracterizar um efeito de diluição.

Observou-se correlação positiva para concentração de Zn e Fe nos grãos e negativa para concentração de Zn e produtividade (Tabela 02), concordando com os resultados de Zhao et al. (2009).

**Tabela 01** - Valores médios da concentração de Zn e Fe nos grãos e produtividade de cultivares de feijão-caupi, em função de formas de aplicação de Zn.

Cultivar	Formas aplicação Zn			
	Controle	Zn-S	Zn-F	Zn-S+F
Palotina				
Concentração de Zn nos grãos (mg kg <sup>-1</sup> )				
BRS Guariba	40,6 b B	42,3 b B	43,4 a B	45,6 a B
BRS Xiquexique	44,6 b A	44,8 b A	54,0 a A	48,0 a A
Concentração de Fe nos grãos (mg kg <sup>-1</sup> )				
BRS Guariba	63,7 a A	64,0 a A	66,2 a A	65,7 a A
BRS Xiquexique	69,2 a A	67,3 a A	64,6 a A	66,3 a A
Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )				
BRS Guariba	1156 a A	1183 a A	1033 a A	1110 a A
BRS Xiquexique	769 a B	830 a B	715 a B	878 a A
Rio Verde				
Concentração de Zn nos grãos (mg kg <sup>-1</sup> )				
BRS Guariba	32,0 b B	33,8 b B	38,0 a B	38,8 a B
BRS Xiquexique	32,0 b A	34,1 b A	48,8 a A	46,6 a A
Concentração de Fe nos grãos (mg kg <sup>-1</sup> )				
BRS Guariba	63,7 b A	63,4 b A	70,5 a A	66,3 a A
BRS Xiquexique	63,7 b A	63,8 b A	67,9 a A	69,4 a A
Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )				
BRS Guariba	1199 a A	1234 a A	1186 a A	1213 a A
BRS Xiquexique	803 a B	865 a B	792 a B	830 a B

Valores médios seguidos pela mesma letra, minúsculas entre formas de aplicação e maiúsculas entre cultivares, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 02** - Correlação entre as variáveis respostas de feijão-caupi, em dois ambientes.

Variável	Produtividade	Teor Zn	Teor Fe
Palotina			
Produtividade	100		
Teor de Zn	-0,54***	100	
Teor de Fe	-0,09 <sup>ns</sup>	0,41**	100
Rio Verde			
Produtividade	100		
Teor de Zn	-0,36**	100	
Teor de Fe	-0,04 <sup>ns</sup>	0,36**	100

\*\* , \* , <sup>ns</sup>, significativo ao nível de 5% e 10% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

## CONCLUSÃO

A aplicação de Zn aumentou a concentração do nutriente nos grãos, sendo as aplicações Zn-F e Zn-S+F as formas mais eficientes. O cultivar BRS Guariba apresentou maior produtividade e o BRS Xiquexique maior concentração de nutrientes nos grãos. Houve correlação positiva entre concentração de Zn e Fe nos grãos e negativa entre concentração de Zn e produtividade.

## REFERÊNCIAS

BEEBE, S.; GONZALEZ, A.V.; RENGIFO, J. Research on trace minerals in the common bean. **Food and Nutrition Bulletin**, Boston, v. 21, n. 4, p. 387-391, 2000.

CAKMAK, I.; KALAYCI, M.; KAYA, Y.; TORUN, A.A.; AYDIN, N.; WANG, Y.; ARISOY, Z.; ERDEM, H.; YAZICI, A.; GOKMEN, O.; OZTURK, L.; HORST, W.J. Biofortification and localization of zinc in wheat grain. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.58, n.16, p. 9092-9102, 2010.

MORAES, M. F.; NUTTI, M. R.; WATANABE, E.; CARVALHO, J. L. V. Práticas agrônomicas para aumentar o fornecimento de nutrientes e vitaminas nos produtos agrícolas alimentares. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AGROPECUARIA SUSTENTÁVEL, 1., 2009, Viçosa. **Anais...** Viçosa:

Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, 2009. p. 299-312. Editores Rogério de Paula Lana, Geicimara Guimarães, Gumercindo de Souza Lima, Cristina Mattos Veloso e Harold Ospina Patino.

ZHAO, F. J.; SU, Y. H.; DUNHAM, S. J.; RAKSZEGLI, M.; BEDO, Z.; McGRATH, S P.; SHEWRY, P. R. Variation in mineral micronutrient concentrations in grain of wheat lines of diverse origin. **Journal of Cereal Science**, London, v. 49, n. 2, p. 290-295, 2009.



# Tema 2: Ciência de Alimentos e Nutrição





## RETENÇÃO DE $\beta$ -CAROTENO EM SNACKS DE MANDIOCA

### $\beta$ -CAROTENE RETENTION IN CASSAVA SNACKS

Luciana Alves de Oliveira<sup>1</sup>, José Luiz Viana de Carvalho<sup>2</sup>, Ronielli Cardoso Reis<sup>1</sup>, Vanderlei da Silva Santos<sup>1</sup>, Hannah Miranda Santana<sup>3</sup>, Jaciene Lopes de Jesus<sup>4</sup>, Sidney Pacheco<sup>5</sup>, Luzimar da Silva de Mattos do Nascimento<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Pesquisador e <sup>4</sup>Analista da Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas - Bahia. luciana.oliveira@embrapa.br, ronielli.reis@embrapa.br, vanderlei.silva-santos@embrapa.br, jaciene.jesus@embrapa.br

<sup>2</sup>Pesquisador, <sup>5</sup>Analista e <sup>6</sup>Técnico da Embrapa Agroindústria de Alimentos. Guaratiba - Rio de Janeiro. jose.viana@embrapa.br, sidney.pacheco@embrapa.br, luzimar.mattos@embrapa.br

<sup>3</sup>Estudante de Licenciatura em Biologia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas - Bahia. hana.de.miranda@gmail.com

**RESUMO** - O objetivo desse trabalho foi avaliar a retenção do  $\beta$ -caroteno em *snacks* elaborados a partir de raízes de quatro clones de mandioca de polpa amarela. A concentração de  $\beta$ -caroteno nas raízes *in natura* e nos *snacks* foi determinada por cromatografia líquida de alto desempenho. A concentração de  $\beta$ -caroteno nas raízes variou de 1,7 a 8,9  $\mu\text{g g}^{-1}$  e nos *snacks* de 2,4 a 20,1  $\mu\text{g g}^{-1}$ . A variedade BRS Jari e o híbrido 2003 1411 apresentaram os maiores concentrações de  $\beta$ -caroteno após o processamento. A retenção aparente de  $\beta$ -caroteno não apresentou diferença significativa para os *snacks* elaborados com diferentes genótipos.

**Palavras-chave:** *Manihot esculenta*, processamento, carotenoides.

#### ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the  $\beta$ -carotene retention in snacks prepared using the roots of four yellow cassava clones. The total  $\beta$ -carotene in sweet cassava samples were determined before and after processing using high performance liquid chromatography. The  $\beta$ -carotene in raw roots varied from 1.7 to 8.9  $\mu\text{g g}^{-1}$  and in product from 2.4 to 20.1  $\mu\text{g g}^{-1}$ . The variety BRS Jari and hybrid 2003 1411 presented the highest  $\beta$ -carotene content after processing. The apparent retention of  $\beta$ -carotene did not show statistically significant difference in the snacks prepared different genotypes.

**Keywords:** *Manihot esculenta*, processing, carotenoids

#### INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta*) é cultivada em todo o território nacional, exercendo um importante papel na dieta da população brasileira, sobretudo nas classes com menor poder aquisitivo (CEREDA; VILPOUX, 2003). A mandioca de mesa, conhecida também por mandioca mansa, aipim ou macaxeira, é assim denominada em função da baixa concentração de compostos cianogênicos em sua polpa.

O consumo culinário das raízes de mandioca mansa é bastante diversificado, sendo comercializada como vegetal fresco, refrigerada, congelada, pré-cozida, *chips* de aipim, bolinhos de aipim e purê (MORET; NEUBERT, 2014). Os salgadinhos pertencem ao grupo de alimentos prontos para o consumo, práticos e convenientes. A produção de salgadinhos do tipo *chips* fritos ou desidratados (*snacks*) é uma possibilidade de agregar valor e incentivar o cultivo da mandioca.

Uma dieta rica em carotenoides – presentes em mandiocas com polpa amarela ou alaranjada – diminui o risco de câncer, arteriosclerose e degeneração macular (SCHIEBER; CARLE, 2005). As variedades de mandioca amarelas são uma fonte de provitamina A para populações cronicamente desprovidas deste composto, o que faz com que pesquisas sejam desenvolvidas nesta área visando o melhoramento genético para a obtenção de variedades de mandioca com boa produtividade e alto teor de carotenoides precursores de vitamina A (proVA) (OLIVEIRA et al., 2009).

Os produtos alimentícios processados podem sofrer alterações na sua composição química durante o processamento e/ou armazenamento. Essas alterações podem acarretar prejuízos do ponto de vista nutricional, como na degradação dos carotenoides que são instáveis

e, portanto, susceptíveis a oxidação e isomerização (RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008). Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a retenção do  $\beta$ -caroteno em *snacks* elaborados a partir de raízes de quatro clones de mandioca de polpa amarela.

## MÉTODOS

As raízes de mandioca das variedades BRS Jari, BRS Gema de ovo, BRS Dourada e do híbrido 2003 1411 foram colhidas aos 12 meses de plantio nos campos experimentais da Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas - BA e preparadas para análise e processamento no Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos, no mesmo dia da colheita.

As raízes foram lavadas, sanitizadas, descascadas e cortadas em fatias com 0,8 mm de espessura. As fatias de mandioca (500 g) foram branqueadas por dois minutos em uma solução com 5 L de água, 50 ml de óleo vegetal e 85 g de cloreto de sódio aquecida a 100 °C. Em seguida, as fatias foram drenadas, imersas em água gelada por trinta segundos, drenadas novamente e desidratadas em secador de bandejas com circulação forçada de ar à temperatura de 65 °C por, aproximadamente, 3 h e 30 min.

As raízes frescas e os *snacks* elaborados foram avaliados quanto às concentrações de  $\beta$ -caroteno e umidade. O processamento dos *snacks* e as análises para cada variedade foram realizados em triplicata.

A análise da concentração de  $\beta$ -caroteno foi realizada em cromatógrafo líquido de alto desempenho (RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA, 2004). A retenção aparente do  $\beta$ -caroteno foi calculada a partir da concentração desse composto em base seca antes e após o processamento. Para a determinação da umidade da raiz *in natura*, 60 g de mandioca foram secas em estufa até peso constante (OLIVEIRA, 2010). A umidade dos *snacks* foi determinada em balança de infravermelho. Os dados foram submetidos ao teste de Tukey a 5% de significância com auxílio do programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A concentração de  $\beta$ -caroteno da variedade BRS Jari (8,9  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) não diferiu estatisticamente do híbrido 2003 1411 (5,0  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) (Tabela 1). Mezette et al. (2009) observaram valores semelhantes a esse estudo em 12 clones de mandioca de mesa aos 254 dias após o plantio (1,3 a 9,4  $\mu\text{g g}^{-1}$ ). Oliveira et al. (2010) estudando a concentração de  $\beta$ -caroteno em 13 clones de mandioca brava observaram concentrações entre 1,4 a 7,7  $\mu\text{g g}^{-1}$ .

A variedade BRS Jari apresentou a maior concentração de umidade (75,2%) e a BRS Gema de Ovo o menor valor (56,4%) (Tabela 1). Estes resultados corroboram com os descritos por Sánchez et al. (2009), os quais avaliaram 4000 genótipos de mandioca e observaram a faixa de 51,9 a 85,7% de umidade.

Tabela 1. Concentração de  $\beta$ -caroteno em base seca ( $\mu\text{g g}^{-1}$  de mandioca *in natura* ou produto) e umidade de raízes *in natura* e *snacks* de quatro clones de mandioca aos 12 meses de idade.

Clone	Raiz <i>in natura</i>		Snack		Retenção de $\beta$ -caroteno (%)
	$\beta$ -caroteno ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	Umidade (%)	$\beta$ -caroteno ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	Umidade (%)	
BRS Jari	42,3a	75,2a	29,6a	5,8a	62,3a
BRS Gema de Ovo	7,6b	56,4d	5,3b	6,4a	65,3a
BRS Dourada	12,6b	62,8c	8,1b	5,5a	59,9a
Híbrido 2003 1411	27,4ab	71,8b	25,2a	5,1a	80,7a
F	8,12**	199,23**	38,50**	0,78 <sup>ns</sup>	2,46 <sup>ns</sup>
CVe(%)	39,03	1,57	20,72	17,22	13,04

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância; \*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; <sup>ns</sup> não significativo pelo teste F; CVe: coeficiente de variação experimental.

Os *snacks* elaborados com a BRS Jari e com o híbrido 2003 1411 apresentaram as maiores concentrações de  $\beta$ -caroteno, 20,1  $\mu\text{g g}^{-1}$  e 15,2  $\mu\text{g g}^{-1}$ , respectivamente (Tabela 1). Não houve diferença significativa entre os teores de umidade do *snack* elaborado com os diferentes genótipos, sendo 5,7 % o valor médio.

Em relação à retenção aparente do  $\beta$ -caroteno após o processamento, não houve diferença significativa entre os genótipos, apresentando o valor médio de 66,4%. Carvalho et al. (2012)

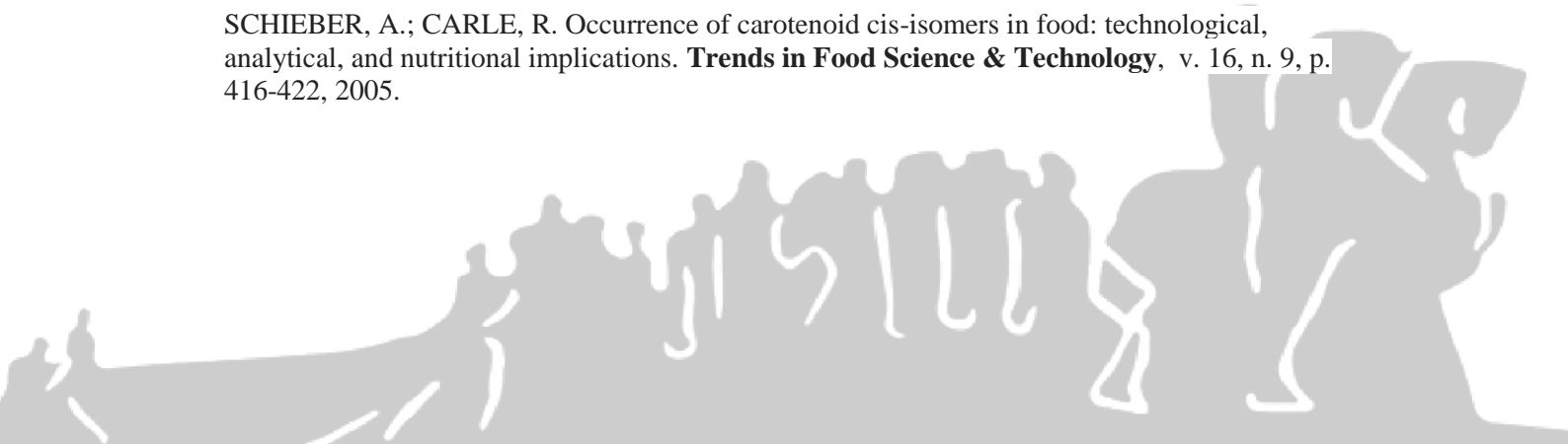
avaliaram a retenção do  $\beta$ -caroteno em raízes de mandioca mansa de polpa amarela após o cozimento e observaram retenção de 75,8 a 94,3% para o híbrido 2003 1411 e de 61,9% a 85,8% para a variedade Dourada. Segundo os autores, as diferenças observadas na retenção entre as repetições podem ser devidas à variação de concentração de carotenoides nas raízes *in natura* (CARVALHO et al., 2012).

## CONCLUSÃO

Os clones BRS Jari e 2003 1411 apresentaram os maiores teores de  $\beta$ -caroteno após o processamento. A retenção aparente de  $\beta$ -caroteno não apresentou diferença significativa para nos *snacks* elaborados com diferentes genótipos.

## REFERÊNCIAS

- CARVALHO, L. M. J.; OLIVEIRA, A. R. G.; GODOY, R. L. O.; PACHECO, S.; NUTTI, M. R.; CARVALHO, J. L. V.; PEREIRA, E. J.; FUKUDA, W. M. G. Retention of total carotenoid and  $\beta$ -carotene in yellow sweet cassava (*Manihot esculenta* Crantz) after domestic cooking. **Food & Nutrition Research**, Suécia, v. 56, n. 15788, p. 1-8, 2012.
- CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. (Org.) **Tecnologia, uso e potencialidades de tuberosas amiláceas latino-americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2003. 711 p. (Série: Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino-americanas, v. 3).
- FERREIRA, D. F. **Sistema de análises estatísticas SISVAR**. Lavras: UFLA, 2000.
- MEZETTE, T. F.; CARVALHO, C. R. L.; MORGANO, M. A.; SILVA, M. G.; PARRA, E. S. B.; GALERA, J. M. S. V.; VALLE, T. L. Seleção de clones-elite de mandioca de mesa visando a caracterização agrônômica, tecnológicas e químicas. **Bragantia**, São Paulo, v. 68, n. 3, p. 601-609, 2009.
- MORETO, A. L.; NEUBERT, E. O. Avaliação de produtividade e cozimento de cultivares de mandioca de mesa (aipim) em diferentes épocas de colheita. **Revista Agropecuária Catarinense**, Santa Catarina, v. 27, n. 1, p. 59-65, março/junho, 2014.
- OLIVEIRA, A. R. G.; CARVALHO, L. M. J.; NUTTI, M. R.; CARVALHO, J. L. V.; FUKUDA, W. G. Assessment and degradation study of total carotenoid and  $\beta$ -carotene in bitter yellow cassava (*Manihot esculenta* Crantz) varieties. **African Journal of Food Science**, v. 4, n. 4, p. 148-155, abril, 2010.
- OLIVEIRA, L. A.; KIMURA, M.; PEREIRA, M. E. C.; FUKUDA, W. M. G.; SILVEIRA, P. B. Avaliação do conteúdo de carotenoides e compostos cianogênicos em híbridos de mandioca. **Revista Raízes e Tubérculos on line**, São Paulo, v. 5, p. 805-809, 2009.
- OLIVEIRA, L. A. **Manual de laboratório: Análises físico-químicas de frutas e mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2010, 248 p.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D.; KIMURA, M. **HarvestPlus Handbook for Carotenoid Analysis**. Washington, DC: IFPRI; Cali: CIAT, 2004. 58 p. (HarvestPlus Technical Monograph, 2).
- RODRIGUES-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; AMAYA-FRAFAN, J. **Fontes brasileiras de carotenoides: tabela brasileira de composição de carotenoides em alimentos**. Brasília: MMA/SBF, 2008. 100 p.
- SCHIEBER, A.; CARLE, R. Occurrence of carotenoid cis-isomers in food: technological, analytical, and nutritional implications. **Trends in Food Science & Technology**, v. 16, n. 9, p. 416-422, 2005.



## EFEITO DO TRATAMENTO TÉRMICO SOBRE A BIOACESSIBILIDADE DE FERRO E ZINCO EM FEIJÃO-CAUPI (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.).

### HEAT PROCESS EFFECT ON IRON AND ZINC BIOAVAILABILITY IN COWPEA (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.).

Lucia Maria Jaeger de Carvalho<sup>1</sup>, Elenilda de Jesus Pereira<sup>2</sup>, Sidinéa Cordeiro de Freitas<sup>3</sup>; José Luiz Viana de Carvalho<sup>4</sup>, Juliana de Oliveira Santos<sup>5</sup>, Epaminondas Silva Simas<sup>6</sup>, Maurisrael de Moura Rocha<sup>7</sup>, Flávio Cardoso<sup>8</sup>, Roberto E. P. Figueiredo<sup>9</sup>

<sup>1</sup> Doutora, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Av. Carlos Chagas Filho, 373, Ilha do Fundão. Rio de Janeiro, RJ, luciajaeger@gmail.com

<sup>2</sup> Doutora, UFRJ, elenjesus2@gmail.com

<sup>3</sup> Doutora, Embrapa Agroindústria de Alimentos, Av. das Américas, 29501, RJ sidinea.freitas@embrapa.br

<sup>4</sup> Mestre, Embrapa Agroindústria de Alimentos, jlvcarvalho@gmail.com

<sup>5</sup> Analista, Embrapa Agroindústria de Alimentos, juliana.oliveira@embrapa.br

<sup>6</sup> Analista, Embrapa Agroindústria de Alimentos, epaminondas.simas@embrapa.br sidinea.freitas@embrapa.br

<sup>7</sup> Doutor, Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, 5650. Teresina, PI, maurisrael.rocha@embrapa.br

<sup>8</sup> Mestre, UFRJ, flaviosnc@gmail.com

<sup>9</sup> Graduando, bolsista IC/FAPERJ, UFRJ, robert\_fam@globocom

**RESUMO** - O feijão-caupi é considerado excelente fonte de ferro e zinco. Avaliar a bioacessibilidade desses microminerais no grão é importante devido ao fato de crianças e gestantes possuírem uma ingestão deficiente desses micronutrientes. O objetivo deste trabalho foi avaliar a bioacessibilidade de ferro e zinco em grãos cru e cozidos das cultivares de feijão-caupi BRS Xiquexique; BRS Tumucumaque; BRS Aracê, BRS Guariba e BR-17 Gurguéia em panela comum e de pressão com e sem imersão prévia de água. A determinação da bioacessibilidade foi realizada pelo método descrito por Lutén e colaboradores (1996). O maior percentual de bioacessibilidade de ferro nos grãos crus foi de 3,65% na cultivar BRS Xiquexique. Tanto no cozimento em panela de pressão sem e com imersão, respectivamente, o maior percentual foi de 34,94% e 21,57% para a cultivar BRS Tumucumaque. O percentual de bioacessibilidade de ferro, em panela de pressão sem imersão foi elevado em todas as cultivares quando comparado ao cozimento com imersão. Em panela comum sem e com imersão, os percentuais mais elevados foram de 8,72% e 8,92% para a cultivar BR-17 Gurguéia, respectivamente. O maior percentual da bioacessibilidade do zinco nos grãos crus foi de 47,50% (BRS Guariba) enquanto que quando cozido em panela de pressão com imersão, variou de 45,60% (BRS Guariba) a 24,33% (BRS Xiquexique) e, sem imersão, de 45,10% (BRS Guariba) a 36,40% (BR-17 Gurguéia). Em panela comum sem imersão o maior percentual foi de 52,78% na cultivar BRS Guariba, enquanto que as amostras cozidas com imersão foi de 45,91% para a BRS Tumucumaque. A bioacessibilidade de zinco foi superior a do ferro em todas as cultivares e cozimentos estudadas tendo a BRS Guariba o maior percentual.

**Palavras-chave:** *Vigna unguiculata*, biodisponibilidade, microminerais.

**ABSTRACT** - The cowpea is considered an excellent source of iron and zinc. The evaluation of the bioaccessibility of these minerals in the grains is important due to the fact that children and pregnant women having a deficient intake of this micronutrients. The objective of this study was to evaluate the bioaccessibility of iron and zinc in the grains of cowpea cultivars BRS Xiquexique; BRS Tumucumaque; Aracê BRS, BRS Guariba and BR-17 Gurguéia raw and cooked in common pan and in a pressure cooker, with and without soaking. The determination of bioaccessibility was performed by the method described by Lutén et al (1996). The highest percentage of iron bioaccessibility in raw beans was 3.65% in the BRS Xiquexique cultivar. The BRS Tumucumaque cultivar presented in both cooking methods, using a pressure cooker, with and without soaking,



the highest percentage was 34.94% and 21.57% respectively. The percentage of iron bioaccessibility in samples cooked without previous soaking in a pressure cooker was high in all cultivars compared with the samples cooked after to be soaked. In common pan with and without soaking, the highest percentages were 8.72% and 8.92% for the cultivar BR-17 Gurguéia, respectively. The highest percentage of zinc bioaccessibility in raw grains was 47.50% (BRS Guariba) while when cooked in a pressure cooker with soaking ranged from 45.60% (BRS Guariba) to 24.33% (BRS Xiquexique) and without immersion of 45.10% (BRS Guariba) to 36.40% (BR-17 Gurguéia). In a common pan without soaking the highest percentage was 52.78% in BRS Guariba, while the samples cooked with soaking was 45.91% for BRS Tumucumaque. Zinc bioaccessibility was higher than the iron in all cultivars studied and cooking types applied having the BRS Guariba the highest percentage.

**Keywords:** *Vigna unguiculata*, bioaccessibility, microminerals.

## INTRODUÇÃO

No mundo, estima-se que mais de três bilhões de pessoas sofrem com a má nutrição de micronutrientes, dentre elas a deficiência de ferro e zinco que são consideradas problemas de saúde pública, afetando diversos grupos populacionais, principalmente crianças e mulheres (BURATTO, 2012). Este estudo teve por objetivo avaliar a bioaccessibilidade de ferro e zinco em cultivares de caupi cru e após diferentes métodos de cozimento.

## MÉTODO

Foram analisadas as cultivares recém-colhidos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp): BRS Xiquexique; BRS Tumucumaque; BRS Aracê, BRS Guariba e BR-17 Gurguéia, cultivadas e colhidas em 2010 nas mesmas condições e fornecidas pela Embrapa Meio-Norte, Teresina, Piauí. Os grãos de feijão-caupi de cada cultivar foram submetidos a dois diferentes métodos de cozimento: com e sem imersão prévia em água, cozidos em panela comum e panela sob pressão. Os grãos foram cozidos por aproximadamente 25 e 3 minutos em panela comum e panela de pressão, respectivamente. A determinação dos teores de ferro e zinco, nas amostras dos grãos cozidos foi realizada apenas nos grãos sem caldo. Os grãos crus foram secos em estufa de 60 °C, sem circulação de ar, durante uma noite, por aproximadamente, 16 horas. A seguir, foram moídos, em moinho de bolas (marca RETSCH, modelo MM200) sendo colocados 15 grãos, em cada compartimento com 2 bolas. Todos os experimentos foram realizados em triplicata. A determinação da bioaccessibilidade de ferro e de zinco foi realizada nas amostras de feijão-caupi de acordo com o método *in vitro* descrito por Lutten et al. (1996) envolvendo simulação de digestão gastrointestinal, com as modificações adequadas. A bioaccessibilidade foi calculada pela fórmula: Bioaccessibilidade (%) =  $100 \times Y/Z$ , onde Y é o conteúdo do elemento da fração da bioaccessibilidade (mg elemento mineral/ 100g de grãos), e Z é o total de zinco ou de ferro (mg elemento mineral/100g de grãos).

Os resultados foram expressos como média  $\pm$  desvio padrão de três determinações separadas. Os resultados foram analisados pelo método ANOVA (análise de variância), seguidos por teste estatístico de Tukey. Valores de  $p < 0,05$  foram considerados estatisticamente significativos

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1, verifica-se a determinação de bioaccessibilidade de ferro em cultivares de feijão-caupi nos grãos crus e após diferentes métodos de cozimento. Nos grãos crus o percentual de bioaccessibilidade de ferro variou de 3,65%(BRS Xiquexique) a 2,21% ( BR-17 Gurguéia). Observou-se que o percentual de bioaccessibilidade de ferro nas cultivares de feijão-caupi aumentou quando foram cozidos em relação aos grãos crus, mostrando diferença significativa ( $P < 0,05$ ). Nas amostras cozidas em panela de pressão com imersão, a bioaccessibilidade variou de 21,57% (BRS Tumucumaque) a 13,98% (BRS Guariba) e, no cozimento sem imersão, de 34,94% (BRS Tumucumaque) a 17,28% (BRS Guariba). Os resultados mostraram que os percentuais de bioaccessibilidade de ferro, em panela de pressão sem imersão, foram elevados em todas as cultivares quando comparados ao cozimento com imersão. Avaliando-se a cultivar BRS Xiquexique observa-se que apresentou melhor percentual de bioaccessibilidade quando o cozimento foi realizado sem imersão com um aumento de aproximadamente 2,5 vezes para o

ferro. Comparando-se com as amostras BRS Guariba e BR-17 Gurguéia, a BRS Xiquexique apresentou comportamento similar em percentual de bioacessibilidade, no cozimento sem imersão, com a BRS Guariba e superior a BR-17 Gurguéia e, também a mesma cultivar apresentou maior bioacessibilidade de ferro em grãos crus (3,65%). Tanto em panela comum com e sem imersão, a cultivar BR-17 Gurguéia apresentou o percentual mais elevado para a bioacessibilidade de ferro. O cozimento em panela de pressão sem imersão foi o que apresentou o maior percentual na bioacessibilidade de ferro (34,94%). Hemalatha et al. (2007) analisando a influência do processamento sobre a bioacessibilidade de ferro, em feijão-caupi, encontraram resultados, para o cozimento em panela de pressão de 3,98%, enquanto que no presente estudos, o maior percentual foi de 34,94%. Na tabela 2, verifica-se a bioacessibilidade (%) de zinco nas cultivares de feijão-caupi crus e após diferentes métodos de cozimento. A amostra BRS Guariba apresentou o maior percentual bioacessibilidade de zinco nos grãos crus (47,50%). Após o cozimento em panela de pressão sem imersão, este percentual variou de 45,10% (BRS Guariba) a 36,40% (BR-17 Gurguéia) enquanto que nas amostras com imersão, variou de 45,60% (BRS Guariba) a 24,33% (BRS Xiquexique). Após o cozimento em panela comum, sem imersão, o percentual de zinco variou de 52,78% (BRS Guariba) a 38,81% (BRS Tumucumaque) enquanto que após o cozimento, com imersão, a variação 45,91 (BRS Tumucumaque) a 31,01% (BRS Aracê). O percentual de zinco mais elevado foi após o cozimento em panela comum, sem imersão, na cultivar BRS Guariba.

**Tabela 1-** Bioacessibilidade de ferro em cultivares de feijão- caupi cru e após diferentes métodos de cozimento

Cultivares	Bioacessibilidade de Ferro (%)				
	Cru	Panela de Pressão		Panela comum	
		Sem Imersão	Com Imersão	Sem Imersão	Com Imersão
BRS Xiquexique	3,65 <sup>a</sup>	17,12 <sup>aA</sup>	6,85 <sup>aB</sup>	2,94 <sup>aA</sup>	6,78 <sup>aB</sup>
BRS	3,30 <sup>a</sup>	34,94 <sup>bB</sup>	21,57 <sup>bC</sup>	5,84 <sup>bC</sup>	5,65 <sup>aC</sup>
Tumucumaque	2,62 <sup>b</sup>	14,84 <sup>c</sup>	6,46 <sup>a</sup>	6,91 <sup>bD</sup>	2,40 <sup>bE</sup>
BRS Aracê	2,65 <sup>b</sup>	17,28 <sup>d</sup>	13,98 <sup>c</sup>	4,72 <sup>c</sup>	6,83 <sup>a</sup>
BRS Guariba	2,21 <sup>b</sup>	10,98 <sup>e</sup>	8,24 <sup>a</sup>	8,72 <sup>dF</sup>	8,92 <sup>cF</sup>
BR-17 Gurguéia					

Letras minúsculas diferentes em uma mesma coluna diferem significativamente em 5% de probabilidade. Letras maiúsculas diferentes dentro da mesma linha diferem significativamente em 5%.

Por outro lado, Hemalatha et al., (2007) também analisaram a influência do cozimento em panela de pressão sobre a bioacessibilidade de zinco em grãos de feijão-caupi encontrando percentual de 41,5% enquanto que nas amostras do presente trabalho obteve-se valor de 45,10% na cultivar BRS Guariba. Embora os valores encontrados no presente estudo sejam similares ao reportado na literatura, não há indicação nestes estudos se foi realizada a etapa de cozimento dos grãos ou se a água de imersão foi reaproveitada para o cozimento dos grãos.

**Tabela 2-** Bioacessibilidade de zinco em cultivares de feijão- caupi nos grãos crus e após diferentes métodos de cozimento.

Cultivares	Bioacessibilidade de zinco (%)				
	crua	Panela de Pressão		Panela Comum	
		Sem Imersão	Com Imersão	Sem Imersão	Com Imersão
BRS Xiquexique	38,20 <sup>a</sup>	43,24 <sup>aA</sup>	24,33 <sup>aB</sup>	42,75 <sup>a</sup>	45,12 <sup>a</sup>
BRS Tumucumaque	39,50 <sup>a</sup>	37,52 <sup>b</sup>	40,50 <sup>b</sup>	38,81 <sup>aA</sup>	45,91 <sup>aB</sup>
BRS Aracê	38,62 <sup>a</sup>	44,70 <sup>aC</sup>	44,68 <sup>bC</sup>	42,81 <sup>a</sup>	31,01 <sup>b</sup>
BRS Guariba	47,50 <sup>b</sup>	45,10 <sup>aD</sup>	45,60 <sup>bD</sup>	52,78 <sup>b</sup>	40,90 <sup>c</sup>
BR-17 Gurguéia	38,80 <sup>a</sup>	36,40 <sup>cE</sup>	43,70 <sup>bE</sup>	43,46 <sup>a</sup>	37,10 <sup>b</sup>

Letras minúsculas diferentes em uma mesma coluna diferem significativamente em 5% de probabilidade. Letras maiúsculas diferentes dentro da mesma linha diferem significativamente em 5%.

## CONCLUSÃO

A bioacessibilidade de ferro após cozimento em panela de pressão sem imersão prévia foi elevada em todas as cultivares comparada aos resultados obtidos o cozimento com imersão. A bioacessibilidade de zinco foi superior a de ferro em todas as cultivares cruas e após o cozimento.

## AGRADECIMENTOS

HarvestPlus, FAPERJ, CAPES, EMBRAPA, BioFORT.

## REFERÊNCIAS

BURATTO, J. S. **Teores de minerais e proteínas em grãos de feijão e estimativas de parâmetros genéticos**. 2012. 147 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2012.

LUTEN, J.; CREWS, H.; FLYNN, A.; DAEL, P. V.; KASTENMEYER, P.; HURREL, R.; DEELSTRA, H.; SHEN, L.H.; FAINVEATHER-TAIT, S.; HICKSON, K.; SCHLEMMER, R. U.; FRARHLICHJ, W. Inter-laboratory trial on the determination of *in vitro* dialysability from food. **Journal of Science Food Agricultural**, v. 72, p. 415-424, 1996.

HEMALATHA, S.; PLATEL, K.; KRISHNAPURA, S. Influence of heat processing on the bioaccessibility of zinc and iron from cereals and pulses consumed in India. **Journal Trace Elements in Medicine and Biology**, v. 21, n. 1, p. 1-7. 2007.



## EFEITO DO TRATAMENTO TÉRMICO SOBRE A RETENÇÃO DE FERRO E ZINCO EM FEIJÃO-CAUPI (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.).

### THERMAL PROCESSING EFFECT ON IRON AND ZINC RETENTION IN COWPEA (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.).

Lucia Maria Jaeger de Carvalho<sup>1</sup>; Elenilda de Jesus Pereira<sup>1</sup>; Roberto E. P. Figueiredo<sup>1</sup>; Sidinéa Cordeiro de Freitas<sup>2</sup>; José Luiz Viana de Carvalho<sup>2</sup>; Juliana de Oliveira Santos<sup>2</sup>; Epaminondas Silva Simas<sup>2</sup>; Maurisrael de Moura Rocha<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Professora e Pesquisadora, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Av. Carlos Chagas Filho, 373, Ilha do Fundão. Rio de Janeiro, RJ. E-mail: luciajaeger@gmail.com

<sup>2</sup>Pesquisadores, Embrapa Agroindústria de Alimentos, Av. das Américas, 29501. 23020470, RJ.

<sup>3</sup>Analistas, Embrapa Agroindústria de Alimentos, Av. das Américas, 29501. Rio de Janeiro.

<sup>4</sup>Pesquisador, Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, 5650. Teresina, PI. E-mail: maurisrael.rocha@embrapa.br

**RESUMO** - Devido a anemia por deficiência de ferro ser prevalente nos países em desenvolvimento, a retenção de ferro e zinco no feijão-caupi é essencial, especialmente para as pessoas de baixa renda que apresentam deficiência destes minerais em sua alimentação. Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito dos métodos de cozimento na retenção de ferro e zinco em cultivares de caupi. As amostras foram cozidas em panela comum e de pressão, com e sem imersão prévia de água. As análises de minerais foram realizadas por espectrometria de plasma indutivamente acoplado (ICP). Os resultados revelaram que as perdas foram reduzidas apresentando, portanto, alto percentual de retenção de ferro em panela comum e de zinco com uso de panela de pressão. O melhor percentual de retenção de ferro foi encontrado no cozimento em panela comum, com imersão prévia, na cultivar BRS Aracê enquanto que, em relação ao zinco, o cozimento em panela de pressão, sem imersão, revelou maior retenção na cultivar BRS Tumucumaque.

**Palavras-chave:** *Vigna unguiculata*, retenção, microminerais.

**ABSTRACT:** Because of anemia by iron deficiency is prevalent in developing countries, retention of iron and zinc in cowpea is essential, especially for low-income people who have deficiency of these minerals in your meals. This study aimed to evaluate the effect of cooking methods on the iron and zinc retention in cowpea cultivars. The samples were cooked in common pan and pressure, with or without soaking. The mineral analyzes were performed by inductively coupled plasma spectrometry (ICP). The results showed that losses were reduced, thus presenting high iron retention percentage in common pan and in zinc using a pressure cooker. The best iron retention percentage was found in the samples cooked in the common pan with previous soaking in BRS Aracê cultivar while in relation to zinc, samples cooked in a pressure cooker, without soaking, revealed best retention for BRS Tumucumaque cultivar.

**Keywords:** *Vigna unguiculata*, retention, microminerals.

### INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é considerado uma excelente fonte de ferro e zinco e, a deficiência destes micronutrientes afetam diversos grupos populacionais, principalmente, crianças e mulheres (WELCH et al., 2000). Este estudo teve como objetivo analisar as cultivares BRS Xiquexique; BRS Tumucumaque; BRS Aracê, BRS Guariba e BR-17 Gurguéia na retenção de ferro e zinco no cozimento em panela comum e de pressão com e sem imersão prévia de água.

### MÉTODO

Foram analisadas cultivares recém-colhidos de feijão-caupi: BRS Xiquexique; BRS Tumucumaque; BRS Aracê, BRS Guariba e BR-17 Gurguéia, cultivadas e colhidas em 2010 nas mesmas condições e fornecidas pela Embrapa Meio-Norte, Teresina, Piauí.



As amostras de cada cultivar foram submetidas a dois métodos de cozimento: com e sem imersão prévia em água, e, cozidas em panela comum e sob pressão. Todos os experimentos foram realizados em triplicata. Os grãos de feijão-caupi foram imersos em água deionizada, por um período, de aproximadamente, 16 horas, com as panelas tampadas, a temperatura ambiente. Em seguida, foram cozidos aproveitando-se a água imersão por um período de aproximadamente 25 minutos. No cozimento dos grãos não imersos previamente em água, foi adicionada água deionizada na proporção de 100 g do grão para um volume de 500 mL de água.

Os resultados foram expressos como média  $\pm$  desvio padrão de três determinações separadas. Os resultados foram analisados pelo método ANOVA (análise de variância), seguidos por teste estatístico de Tukey. Valores de  $p < 0,05$  foram considerados estatisticamente significativos

O percentual de retenção de ferro e zinco foi determinado segundo Murphy et al. (1975) e calculado pela seguinte fórmula:

$$\text{Fe/Zn grão cozido (mg.100 g}^{-1}\text{)} = (\text{caupi cru Fe ou Zn}) \times \frac{(100 - \text{umidade de feijão-caupi cozido})}{(100 - \text{umidade de feijão-caupi cru})}$$

$$\text{Diferença (Fe/Zn mg.100 g}^{-1}\text{ no feijão-caupi cozido, em base seca)} - (\text{Fe/Zn mg.100 g}^{-1}\text{ no feijão-caupi cozido, em base úmida)}$$

$$\text{Retenção (\%)} = \frac{\text{Diferença} \times 100}{\text{Fe/Zn feijões crus (mg.100 g}^{-1}\text{)}}$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 os percentuais de retenção de ferro em feijão-caupi cozidos em panela de pressão e panela comum, com e sem imersão em água podem ser observados. Os dados estão em expressão em  $\text{base seca}$ . A retenção de ferro, cozido em panela de pressão, sem imersão variou de 98,17 (BRS Tumucumaque) a 89,38% (BRS Guariba), enquanto no cozimento com imersão foi de 97,10% (BR-17 Gurguéia) a 91,57% (BRS Xiquexique).

No cozimento em panela comum, com imersão os percentuais foram mais elevados que aqueles do cozimento sem imersão nas cultivares BRS Xiquexique (98,22%), BRS Tumucumaque (94,58%), BRS Aracê (99,80%). No cozimento em panela comum, sem imersão, o maior percentual de retenção de ferro foi encontrado na cultivar BR-17 Gurguéia (97,18 %).

**Tabela 1-** Percentual de retenção de ferro de cinco cultivares de caupi cozidas em panela de pressão e panela comum com e sem imersão prévia.

Cultivares	Retenção de Ferro (%)			
	Panela de Pressão		Panela Comum	
	Sem Imersão	Com Imersão	Sem Imersão	Com Imersão
BRS Xiquexique	92,35 <sup>a</sup> $\pm$ 3,0	91,57 <sup>b</sup> $\pm$ 1,3	93,86 <sup>a</sup> $\pm$ 2,1	98,22 <sup>b</sup> $\pm$ 1,2
BRS Tumucumaque	98,17 <sup>b</sup> $\pm$ 1,3	97,05 <sup>b</sup> $\pm$ 1,6	87,10 <sup>a</sup> $\pm$ 3,8	94,58 <sup>b</sup> $\pm$ 1,1
BRS Aracê	92,54 <sup>a</sup> $\pm$ 0,6	92,85 <sup>a</sup> $\pm$ 1,2	94,08 <sup>a</sup> $\pm$ 0,2	99,80 <sup>b</sup> $\pm$ 0,3
BRS Guariba	89,38 <sup>a</sup> $\pm$ 2,4	96,53 <sup>b</sup> $\pm$ 0,9	91,66 <sup>a</sup> $\pm$ 5,8	96,53 <sup>b</sup> $\pm$ 2,2
BR-17 Gurguéia	92,47 <sup>a</sup> $\pm$ 4,4	97,10 <sup>b</sup> $\pm$ 0,1	97,18 <sup>b</sup> $\pm$ 4,2	98,91 <sup>b</sup> $\pm$ 0,4

Letras diferentes em uma mesma coluna diferem significativamente em 5% de probabilidade. Letras diferentes dentro da mesma linha diferem significativamente em 5%.

Rodrigues et al. (2005) mostraram que a imersão pode promover uma redução no conteúdo de minerais, que podem ser parcialmente ou completamente eliminados através da solubilização e descarte da água de imersão, ou ainda, serem transferidos para o caldo de cozimento. No entanto a que se considerar a forma como é preparado e consumido o feijão-caupi no Brasil. Diversos estudos encontrados na literatura são de outros países, que consomem o feijão-caupi preparado de forma diversa daquela que habitualmente é realizada no Brasil, isto é, com grãos inteiros e caldo. A escassez de estudos sobre a análise do caldo do cozimento (CORRÊA, 2007), em função da dificuldade de sua análise, pode ser um viés e uma lacuna para aplicar as conclusões à realidade brasileira, uma vez que a maior parte das perdas, tanto de nutrientes quanto

de antinutrientes, acontece no processo de cozimento, sua maioria deles estar diluídos no próprio caldo.

Observa-se na tabela 2, a retenção de zinco após o cozimento em panela comum e de pressão, com e sem imersão. No cozimento em panela de pressão, sem imersão o percentual variou de 99,73% (BRS Tumucumaque) a 92,02% (BRS Xiquexique), enquanto no cozimento com imersão, foi de 99,05% (BRS Tumucumaque) a 95,81% (BR-17 Gurguéia).

**Tabela 2-** Percentual de retenção de zinco das cultivares de feijão-caupi cozidas em panela de pressão e panela comum, com e sem imersão prévia.

Cultivares	Retenção de Zinco (%)			
	Panela de Pressão		Panela comum	
	Sem Imersão	Com Imersão	Sem Imersão	Com Imersão
BRS Xiquexique	92,02 <sup>a</sup> ±2,6	97,22 <sup>a</sup> ±2,9	86,17 <sup>a</sup> ±2,6	90,20 <sup>a</sup> ±2,1
BRS Tumucumaque	99,73 <sup>b</sup> ±0,3	99,05 <sup>b</sup> ±1,2	87,21 <sup>a</sup> ±3,6	96,41 <sup>b</sup> ±0,9
BRS Aracê	99,18 <sup>b</sup> ±1,1	96,34 <sup>c</sup> ±1,6	96,54 <sup>b</sup> ±0,7	98,64 <sup>b</sup> ±0,4
BRS Guariba	96,13 <sup>c</sup> ±3,8	97,77 <sup>c</sup> ±0,2	93,44 <sup>c</sup> ±5,1	98,82 <sup>b</sup> ±1,9
BR-17 Gurguéia	93,46 <sup>d</sup> ±2,9	95,81 <sup>d</sup> ±1,5	94,65 <sup>c</sup> ±4,1	98,32 <sup>b</sup> ±0,2

Letras diferentes em uma mesma coluna diferem significativamente em 5% de probabilidade.

Letras diferentes dentro da mesma linha diferem significativamente em 5%.

No cozimento em panela comum, sem imersão, observa-se que a variação foi de 96,54% (BRS Aracê) a 86,17% (BRS Xiquexique) enquanto que com imersão prévia foi de 98,82% (BRS Guariba) a 90,20% (BRS Xiquexique). A retenção de zinco foi mais elevada no cozimento com imersão nas cultivares BRS Tumucumaque, BRS Guariba e BR-17 Gurguéia cozidas em panela comum ( $P < 0,05$ ). Segundo Bassinello (2011) os diversos métodos de preparo de um alimento afetam o conteúdo e a retenção mineral. No feijão, o aproveitamento ou não da água de imersão para o cozimento pode influenciar na retenção de minerais importantes como ferro e zinco. Os minerais perdidos no grão cozido estão presentes na água do cozimento, sendo que o caldo pode conter até 73% dos minerais do grão cru, dependendo da cultivar e do mineral.

## CONCLUSÃO

A retenção de ferro no feijão-caupi revelou que o cozimento em panela comum, com imersão apresentou percentuais mais elevados que aqueles sem imersão das cultivares BRS Xiquexique, BRS Tumucumaque e BRS Aracê revelando que a aplicação de diferentes tipos de cozimento influencia na retenção de ferro. O melhor percentual de retenção de zinco foi encontrado na cultivar BRS Tumucumaque (99,73%) quando cozida em panela de pressão, sem imersão.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Programa HarvestPlus e Fundo de Pesquisa Embrapa – Monsanto, Embrapa Agroindústria de Alimentos, Embrapa Meio Norte e a FAPERJ.

## REFERÊNCIAS

BASSINELLO, P. Z. Retenção de minerais em arroz e feijão. In: REUNIÃO DE BIOFORTIFICAÇÃO NO BRASIL, 4., 2011. Teresina. **Palestras e resumos**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos; Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011.

CORRÊA, M. M. **Avaliação da qualidade tecnológica de feijão comum (*Phaseolus vulgaris*, L.) de sete cultivares, quanto à: absorção de água, tempo de cozimento, *hard-shell* e, aos teores de ferro e zinco antes e após diferentes métodos de cozimento doméstico**. 2007. 66 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro 2007.

MURPHY, E.; CRINER, P.; GRAY, B. Comparisons of Methods for Calculating Retentions of Nutrients in Cooked Foods. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 23, n. 6, p. 1153-1157, 1975.

RODRIGUES, J. de A.; RIBEIRO, N. D.; CARGNELUTTI FILHO, A.; TRENTIN, M.; LONDERO, P. M. G. Qualidade para o cozimento de grãos de feijão obtidos em diferentes épocas de semeadura. **Bragantia**, v. 64, n. 3, p. 369–376, 2005.

WELCH, R.; HOUSE, W.; BEEBE, S.; CHENG, Z. Genetic selection for enhanced bioavailable levels of iron in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seeds. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 48, p. 3576-3580, 2000.



## PERFIL DE AMINOÁCIDOS DE FORMULAÇÕES DE BAIÃO-DE-DOIS ELABORADAS A PARTIR DE ARROZ INTEGRAL E FEIJÃO-CAUPI BIOFORTIFICADOS

### AMINO ACID PROFILE OF “BAIÃO-DE-DOIS” FORMULATIONS ELABORATED FROM BIOFORTIFIED BROWN RICE AND COWPEA

Natália Quaresma Costa<sup>1</sup>, Kaesel Jackson Damasceno-Silva<sup>2</sup>, Luis José Duarte Franco<sup>3</sup>, Regilda Saraiva dos Reis Moreira-Araújo<sup>4</sup> e Maurisrael de Moura Rocha<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Professora, Universidade Federal do Piauí, Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, B. Ininga, Teresina, PI, 64049-550, natalia\_quaresma@hotmail.com,

<sup>2</sup>Pesquisador, Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, 5650, B. Buenos Aires, 64006-220, Teresina, PI, maurisrael.rocha@embrapa.br, kaesel.damasceno@embrapa.br

<sup>3</sup>Analista, Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, 5650, B. Buenos Aires, 64006-220, Teresina, PI, luis.franco@embrapa.br

<sup>4</sup>Professora, Universidade Federal do Piauí, Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, B. Ininga, Teresina, PI, 64049-550, regilda@ufpi.edu.br

**RESUMO** - O baião-de-dois é um prato tradicional na região Nordeste do Brasil, bastante apreciado pela população, elaborado com arroz e feijão-caupi imaturo. O objetivo deste trabalho foi determinar o perfil de aminoácidos de formulações de baião-de-dois elaborados a partir de arroz integral e feijão-caupi biofortificados. Foram analisadas amostras de cinco formulações de baião-de-dois: Baião Padrão (arroz polido comercial + feijão-caupi comercial); Baião Controle (arroz integral comercial + feijão-caupi comercial); Baião 1 (arroz integral Chorinho + feijão-caupi BRS Aracê); Baião 2 (arroz integral Chorinho + feijão-caupi BRS Tumucumaque); e Baião 3 (arroz integral Chorinho + feijão-caupi BRS Xiquexique). A determinação das concentrações de aminoácidos das cinco formulações de baião-de-dois foi realizada por cromatografia líquida de alta eficiência, com hidrólise prévia das proteínas. As análises foram realizadas em duplicata e os resultados expressos em média  $\pm$  desvio padrão. Foi realizada a análise de variância e, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). A formulação baião-de-dois padrão apresentou concentrações mais elevadas de aminoácidos, exceto para o triptofano, sendo que as demais formulações foram superiores para esse aminoácido.

**Palavras-chave:** *Vigna unguiculata*, *Oriza sativa*, preparação de alimentos, qualidade nutricional.

**ABSTRACT** - The baião-de-dois is a traditional dish in Brazil's Northeastern region, much appreciated by the people, made with rice and immature cowpea. The objective of this study was to determine the amino acids profile of baião-de-dois formulations made with brown rice and cowpea biofortified. Samples of five baião-de-dois formulations were analyzed: Standard Baião (commercial polished rice + commercial cowpea); Control Baião (commercial brown rice + commercial cowpea); Baião 1 (brown rice Chorinho + cowpea BRS Aracê); Baião 2 (brown rice Chorinho + cowpea BRS Tumucumaque); and Baião 3 (brown rice Chorinho + cowpea BRS Xiquexique). The determination of the amino acids concentrations of five baião-de-dois formulations was performed by high-performance liquid chromatography with prior hydrolysis of proteins. Analyses were performed in duplicate and the results were expressed as mean  $\pm$  standard deviation. The means of the analyses of variance were compared by Tukey test ( $p < 0.05$ ). The standard baião-de-dois formulation showed higher amino acids concentrations, excepted for tryptophan, and the other formulations were higher to that amino acid.

**Keywords:** *Vigna unguiculata*, *Oriza sativa*, food preparation, nutritional quality.

### INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma das principais culturas alimentares das regiões Nordeste e Oeste da África. O seu cultivo expande-se pelas regiões tropicais e subtropicais do mundo, com o Brasil ocupando a terceira posição dentre os maiores produtores. Além de um grande gerador de empregos e de renda, destaca-se como o componente

principal na dieta dos nordestinos, sendo um alimento bastante nutritivo, rico em proteínas e minerais (FREIRE FILHO et al., 2011). Vários pratos são elaborados a partir de feijão-caupi, sendo o baião-de-dois, o mais tradicional na Região Nordeste do Brasil (BOTELHO, 2006), elaborado com arroz (*Oriza sativa*) e feijão-caupi imaturo (verde).

O objetivo deste trabalho foi determinar o perfil de aminoácidos em formulações de baião-de-dois elaborados a partir de arroz integral e feijão-caupi biofortificados.

## MÉTODO

Foram analisadas cinco formulações de baião-de-dois elaboradas a partir de amostras de grãos imaturos de três cultivares biofortificadas de feijão-caupi (BRS Aracê, BRS Tumucumaque e BRS Xiquexique), uma amostra de grãos imaturos de uma cultivar de feijão-caupi comercial (BRS Guariba), uma amostra de grãos de uma cultivar de arroz biofortificada (Chorinho), uma amostra de grãos de arroz comercial polido (cultivar não identificada) e uma amostra de grãos de arroz comercial integral (cultivar não identificada): Baião Padrão (arroz polido comercial + feijão-caupi comercial); Baião Controle (arroz integral comercial + feijão-caupi comercial); Baião 1 (arroz integral Chorinho + feijão-caupi BRS Aracê); Baião 2 (arroz integral Chorinho + feijão-caupi BRS Tumucumaque); e Baião 3 (arroz integral Chorinho + feijão-caupi BRS Xiquexique).

As amostras de grãos das cultivares de arroz e feijão-caupi foram obtidos de cultivos realizados na Embrapa Meio-Norte (biofortificadas) e do comércio local (comerciais) em Teresina, Piauí. O preparo dos baiões-de-dois foi baseado na proporção de 1:1 de grãos secos de arroz e grãos verdes de feijão-caupi, respectivamente. Esta proporção foi escolhida após busca por receitas locais de baião-de-dois e após testes preliminares, já que esta proporção é bastante variável de acordo com cada região.

A determinação da concentração de aminoácidos foi realizada segundo a (ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS, 2000), por cromatografia líquida de alta eficiência, com hidrólise prévia das proteínas. As análises foram realizadas em duplicata e os resultados foram expressos em média  $\pm$  desvio padrão. A análise de variância foi utilizada e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). As análises estatísticas foram realizadas, utilizando-se o programa computacional SAS (SAS INSTITUTE, 1999).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias das concentrações de aminoácidos das cinco formulações de baião-de-dois são apresentadas na Tabela 1.

Dentre os cinco baiões-de-dois analisados, o Baião-de-dois padrão apresentou concentrações mais elevadas de aminoácidos, com diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as demais formulações, exceto para o triptofano, sendo que nas demais formulações as concentrações deste aminoácido foram mais elevadas. Por outro lado, quanto aos aminoácidos cisteína + metionina, todas as formulações apresentaram concentrações similares.

Os aminoácidos observados em maior concentração nas cinco formulações foram glutamina (0,69 a 1,62 g/100g), arginina (0,50 a 1,11 g/100g) e tirosina + fenilalanina (0,54 a 1,21 g/100g).

Não há dados na literatura pesquisada sobre o perfil de aminoácidos em baião-de-dois. Apenas para arroz, feijão-caupi e outras formulações, não sendo comparáveis já que na preparação de baião-de-dois há uma mistura de arroz, feijão-caupi e outros ingredientes, o que interfere no perfil final de aminoácidos. Apesar dessa diferença, nos estudos de Frota, Soares e Arêas (2008), com grãos crus de cultivares de feijão-caupi e, de Santos et al. (2013), com arroz, foram verificadas concentrações mais elevadas dos mesmos aminoácidos, mas com valores superiores aos da presente pesquisa.

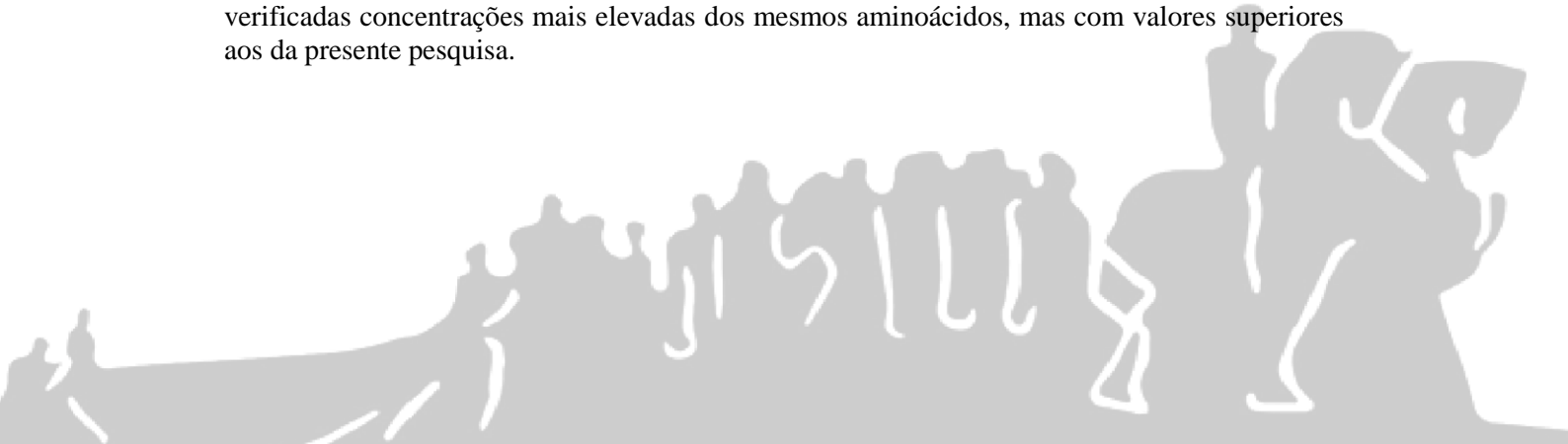




Tabela 1- Perfil de aminoácidos de cinco formulações de baião-de-dois. Teresina, PI, 2014.

Aminoácido (g/100g)	Baião-de-dois (Média ±DP)				
	Baião P	Baião C	Baião 1	Baião 2	Baião 3
Aspartato	0,94±0,02 <sup>a</sup>	0,39±0,01 <sup>b</sup>	0,41±0,10 <sup>b</sup>	0,42±0,04 <sup>b</sup>	0,42±0,08 <sup>b</sup>
Serina	0,62±0,00 <sup>a</sup>	0,31±0,03 <sup>b</sup>	0,31± 0,11 <sup>b</sup>	0,31±0,01 <sup>b</sup>	0,32±0,05 <sup>b</sup>
Glutamina	1,62±0,04 <sup>a</sup>	0,69±0,02 <sup>b</sup>	0,73±0,18 <sup>b</sup>	0,74±0,06 <sup>b</sup>	0,75±0,14 <sup>b</sup>
Glicina	0,56±0,00 <sup>a</sup>	0,20±0,01 <sup>b</sup>	0,21± 0,07 <sup>b</sup>	0,22±0,01 <sup>b</sup>	0,22±0,04 <sup>b</sup>
Histidina	0,40±0,00 <sup>a</sup>	0,18±0,01 <sup>b</sup>	0,19± 0,07 <sup>b</sup>	0,20±0,01 <sup>b</sup>	0,20±0,02 <sup>b</sup>
Arginina	1,11±0,01 <sup>a</sup>	0,50±0,00 <sup>b</sup>	0,54± 0,18 <sup>b</sup>	0,57±0,03 <sup>b</sup>	0,57±0,06 <sup>b</sup>
Treonina	0,44±0,00 <sup>a</sup>	0,23±0,01 <sup>b</sup>	0,23± 0,08 <sup>b</sup>	0,24±0,01 <sup>b</sup>	0,24±0,04 <sup>b</sup>
Alanina	0,44±0,00 <sup>a</sup>	0,21±0,00 <sup>b</sup>	0,22± 0,06 <sup>b</sup>	0,22±0,01 <sup>b</sup>	0,23±0,04 <sup>b</sup>
Prolina	0,52±0,00 <sup>a</sup>	0,23±0,00 <sup>b</sup>	0,24± 0,08 <sup>b</sup>	0,24±0,01 <sup>b</sup>	0,24±0,04 <sup>b</sup>
Tirosina+ Fenilalanina	1,21±0,02 <sup>a</sup>	0,54±0,00 <sup>b</sup>	0,56± 0,09 <sup>b</sup>	0,58±0,01 <sup>b</sup>	0,59±0,01 <sup>b</sup>
Valina	0,50±0,00 <sup>a</sup>	0,25±0,00 <sup>b</sup>	0,27± 0,08 <sup>b</sup>	0,28±0,02 <sup>b</sup>	0,28±0,05 <sup>b</sup>
Lisina	0,53±0,00 <sup>a</sup>	0,25±0,01 <sup>b</sup>	0,26± 0,06 <sup>b</sup>	0,26±0,03 <sup>b</sup>	0,27±0,07 <sup>b</sup>
Isoleucina	0,40±0,00 <sup>a</sup>	0,20±0,01 <sup>b</sup>	0,21± 0,07 <sup>b</sup>	0,21±0,01 <sup>b</sup>	0,22±0,04 <sup>b</sup>
Leucina	0,91±0,02 <sup>a</sup>	0,38±0,00 <sup>b</sup>	0,42± 0,13 <sup>b</sup>	0,42±0,03 <sup>b</sup>	0,42±0,07 <sup>b</sup>
Cisteína+ Metionina	0,3±0,04 <sup>a</sup>	0,24±0,01 <sup>a</sup>	0,25±0,05 <sup>a</sup>	0,17±0,01 <sup>a</sup>	0,22±0,02 <sup>a</sup>
Triptofano	0,10±0,00 <sup>b</sup>	0,22±0,01 <sup>a</sup>	0,24±0,01 <sup>a</sup>	0,21±0,04 <sup>a</sup>	0,24±0,02 <sup>a</sup>

Letras maiúsculas iguais na mesma linha, não apresentam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as médias, segundo o teste de tukey; Baião P = Baião-de-dois padrão (Arroz polido comercial + feijão-caupi comercial); Baião C = Baião-de-dois controle (Arroz integral comercial + feijão-caupi comercial); Baião 1 = Baião-de-dois 1 (Arroz integral Chorinho + feijão-caupi BRS Aracê); Baião 2 = Baião-de-dois 2 (Arroz integral Chorinho + feijão-caupi BRS Tumucumaque); Baião 3 = Baião-de-dois 3 (Arroz integral Chorinho + feijão-caupi BRS Xiquexique).

## CONCLUSÃO

A formulação baião-de-dois padrão (arroz polido + feijão-caupi comercial) apresentou concentrações mais elevadas de aminoácidos, exceto em relação ao triptofano, sendo que as demais formulações apresentaram concentrações mais elevadas para esse aminoácido.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 17th. ed. Arlington, USA: AOAC International, 2000.
- BOTELHO, R. B. A. **Culinária regional**: o Nordeste e a alimentação saudável. 2006. 45 f. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) - Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.
- FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. de M.; SILVA, K. J. D.; NOGUEIRA, M. do S. da R.; RODRIGUES, E. V. **Feijão-caupi**: produção, melhoramento genético, avanços e desafios. Teresina: Embrapa-Meio-Norte, 2011. 84 p.
- FROTA, K. M. G.; SOARES, R. A. M.; ARÊAS, J. A. G. Composição química do feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp), cultivar BRS milênio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 2, p. 470-476, 2008.
- SAS INSTITUTE. **User's Guide, Version 7-2**. Cary: SAS Institute, 1999. 1550 p.
- SANTOS, K. F. D. N.; SILVEIRA, R. D. D.; MARTIN-DIDONET, C. C. G.; BRONDANI, C. Storage protein profile and amino acid content in wild rice *Oryza glumaepatula*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 1, p. 66-72, 2013.

## CONCENTRAÇÕES DE FERRO, ZINCO E PROTEÍNAS EM FORMULAÇÕES DE BAIÃO-DE-DOIS ELABORADAS A PARTIR DE ARROZ INTEGRAL E FEIJÃO-CAUPI BIOFORTIFICADOS

### PROTEIN, IRON AND ZINC CONCENTRATIONS IN “BAIÃO-DE-DOIS” FORMULATIONS ELABORATED FROM BIOFORTIFIED BROWN RICE AND COWPEA

Natália Quaresma Costa<sup>1</sup>, Kaesel Jackson Damasceno-Silva<sup>2</sup>, Luis José Duarte Franco<sup>3</sup>, Regilda Saraiva dos Reis Moreira-Araújo<sup>4</sup> e Maurisrael de Moura Rocha<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Professora, Universidade Federal do Piauí, Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, B. Ininga, Teresina, PI, 64049-550, natalia\_quaresma@hotmail.com,

<sup>2</sup>Pesquisador, Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, 5650, B. Buenos Aires, 64006-220, Teresina, PI, maurisrael.rocha@embrapa.br, kaesel.damasceno@embrapa.br

<sup>3</sup>Analista, Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, 5650, B. Buenos Aires, 64006-220, Teresina, PI, luis.franco@embrapa.br

<sup>4</sup>Professora, Universidade Federal do Piauí, Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, B. Ininga, Teresina, PI, 64049-550, regilda@ufpi.edu.br

**RESUMO** - O objetivo deste trabalho foi determinar as concentrações de ferro, zinco e proteína em formulações de baião-de-dois elaborados a partir de arroz integral e feijão-caupi biofortificados. Foram analisadas amostras de cinco formulações de baião-de-dois: Baião Padrão (arroz polido comercial + feijão-caupi comercial); Baião Controle (arroz integral comercial + feijão-caupi comercial); Baião 1 (arroz integral Chorinho + feijão-caupi BRS Aracê); Baião 2 (arroz integral Chorinho + feijão-caupi BRS Tumucumaque); e Baião 3 (arroz integral Chorinho + feijão-caupi BRS Xiquexique). Foram realizadas análises das concentrações de proteínas, ferro e zinco das cinco formulações de baião-de-dois. Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados foram expressos em média  $\pm$  desvio padrão. Realizou-se análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Com relação à concentração de proteínas, destacaram-se os Baião 2 (8,08%) e 3 (8,24%), que foram similares ao baião padrão (7,90%). Para a concentração de ferro destacou-se o Baião Controle (6,76 mg 100g<sup>-1</sup>) e para a concentração de zinco os Baião 1 (3,88 mg 100g<sup>-1</sup>), 2 e 3, que apresentaram médias maiores que o padrão e o controle. Considerando os três nutrientes, as formulações de baião-de dois que apresentaram qualidade nutricional igual ou melhor que o padrão e controle foram o baião-de-dois 2 (Arroz integral Chorinho + feijão-caupi BRS Tumucumaque) e o Baião-de-dois 3 (Arroz integral Chorinho + feijão-caupi BRS Xiquexique).

**Palavras-chave:** *Vigna unguiculata*, *Oriza sativa*, preparação de alimentos, qualidade nutricional.

**ABSTRACT** - The objective of this study was to determine of protein, iron and zinc concentrations in “baião-de-dois” formulations elaborated from brown rice and cowpea biofortified. Samples of five baião-de-dois formulations were analyzed: Baião Standard (commercial polished rice + commercial cowpea); Baião Control (commercial brown rice + commercial cowpea); Baião 1 (brown rice Chorinho + cowpea BRS Aracê); Baião 2 (brown rice Chorinho + cowpea BRS Tumucumaque); and Baião 3 (brown rice Chorinho + cowpea BRS Xiquexique). Analyses were made of proteins, iron and zinc concentrations of five baião-de-dois formulations. All analyzes were performed in triplicate and results were expressed in mean  $\pm$  standard deviation. Analysis of variance was performed and the means were compared by Tukey test ( $p < 0.05$ ). With respect to protein concentration, the highlights were the Baião 2 (8.08%) and Baião 3 (8.24%), which were similar to the standard Baião (7.90). The highlights for the iron concentration was for the Baião control (6.76 mg 100g<sup>-1</sup>) and for the concentration of the zinc, the Baião 1 (3.88 mg 100g<sup>-1</sup>), 2 and 3, which had higher averages than the standard and control. Considering the three nutrients, the baião-de-dois formulations had nutritional quality equal to or

better than the standard and control were the baião-de-dois 2 (Brown rice Chorinho + cowpea BRS Tumucumaque) and the Baião-de-dois 3 (Brown rice Chorinho + cowpea BRS Xiquexique).  
**Key words:** *Vigna unguiculata*, *Oriza sativa*, food preparation, nutritional quality.

## INTRODUÇÃO

O Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma das principais culturas alimentares das regiões Nordeste e Oeste da África. O seu cultivo expande-se pelas regiões tropicais e subtropicais do mundo, com o Brasil ocupando a terceira posição dentre os maiores produtores. Além de um grande gerador de empregos e de renda, destaca-se como o componente principal na dieta dos nordestinos, sendo um alimento bastante nutritivo, rico em proteínas e minerais (FREIRE FILHO et al., 2011). Vários pratos são elaborados a partir de feijão-caupi, sendo o baião-de-dois, o mais tradicional na Região Nordeste do Brasil (Botelho, 2006). Este é elaborado com arroz e feijão-caupi imaturo (verde).

O objetivo deste trabalho foi determinar as concentrações de proteína, ferro e zinco em formulações de baião-de-dois elaborados a partir de arroz integral e feijão-caupi biofortificados.

## MÉTODO

Foram analisadas amostras de cinco formulações de baião-de-dois elaboradas a partir de amostras de grãos imaturos de três cultivares biofortificadas de feijão-caupi (BRS Aracê, BRS Tumucumaque e BRS Xiquexique), uma amostra de grãos imaturos de uma cultivar de feijão-caupi comercial (BRS Guariba), uma amostra de grãos uma cultivar de arroz biofortificada (Chorinho), uma amostra de grãos de arroz comercial polido (cultivar não identificada) e uma amostra de grãos de arroz comercial integral (cultivar não identificada): Baião Padrão (arroz polido comercial + feijão-caupi comercial); Baião Controle (arroz integral comercial + feijão-caupi comercial); Baião 1 (arroz integral Chorinho + feijão-caupi BRS Aracê); Baião 2 (arroz integral Chorinho + feijão-caupi BRS Tumucumaque); e Baião 3 (arroz integral Chorinho + feijão-caupi BRS Xiquexique).

As amostras de grãos das cultivares de arroz e feijão-caupi foram obtidos de cultivos realizados na Embrapa Meio-Norte (biofortificadas) e do comércio local (comerciais) em Teresina, Piauí. O preparo dos baiões-de-dois foi baseado na proporção de 1:1 de grãos secos de arroz e grãos verdes de feijão-caupi, respectivamente. Esta proporção foi escolhida após busca por receitas locais de baião-de-dois e após testes preliminares, já que esta proporção é bastante variável de acordo com cada grão.

Foram realizadas análises das concentrações de proteínas, ferro e zinco das cinco formulações de baião-de-dois pela metodologia de digestão nitroperclórica e espectrofotometria de absorção atômica de chama, conforme Sarruge e Haag (1974). A determinação de proteína foi baseada na determinação de nitrogênio, pelo método de Kjeldahl, segundo a (ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS, 2005), usando-se o fator de conversão de 6,25. Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados foram expressos em média  $\pm$  desvio padrão. Realizou-se análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). As análises estatísticas foram realizadas, utilizando-se o programa computacional SAS (SAS INSTITUTE, 1999).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias das concentrações de proteínas, ferro e zinco das cinco formulações de baião-de-dois são apresentadas na Tabela 1. A concentração de proteína variou de 7,71% (Baião C) a 8,24% (Baião 3), com destaque para os Baião 2 e 3, que foram similares ao Baião Padrão, mostrando que as formulações envolvendo cultivares biofortificadas representam boas fontes de proteínas (Tabela 1).





Tabela 1 – Concentrações de proteína, ferro e zinco de cinco formulações de baião-de-dois. Teresina, PI, 2014.

Nutriente	Baião-de-dois <sup>1</sup> (Média±DP)				
	Baião P	Baião C	Baião 1	Baião 2	Baião 3
Proteína (%)	7,90±0,13 <sup>a</sup>	7,71±0,12 <sup>b</sup>	7,35±0,07 <sup>b</sup>	8,08±0,29 <sup>a</sup>	8,24±0,18 <sup>a</sup>
Ferro (mg 100g <sup>-1</sup> )	2,94±0,90 <sup>b</sup>	6,76±0,69 <sup>a</sup>	2,96±0,06 <sup>b</sup>	2,46±0,40 <sup>b</sup>	3,62±0,20 <sup>b</sup>
Zinco (mg 100g <sup>-1</sup> )	1,71±0,08 <sup>c</sup>	2,83±0,24 <sup>b</sup>	3,88±0,06 <sup>a</sup>	3,44±0,53 <sup>ab</sup>	3,63±0,29 <sup>a</sup>

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey (P<0,05).

<sup>1</sup>Baião P = Baião-de-dois Padrão (Arroz polido comercial + feijão-caupi comercial); Baião C = Baião-de-dois Controle (Arroz integral comercial + feijão-caupi comercial); Baião 1 = Baião-de-dois 1 (Arroz integral Chorinho + feijão-caupi BRS Aracê); Baião 2 = Baião-de-dois 2 (Arroz integral Chorinho + feijão-caupi BRS Tumucumaque); Baião 3 = Baião-de-dois 3 (Arroz integral Chorinho + feijão-caupi BRS Xiquexique).

A concentração de ferro teve amplitude de 2,46 mg 100g<sup>-1</sup> (Baião 2) a 6,76 mg 100g<sup>-1</sup> (Baião C), sendo a formulação Controle diferindo significativa (p<0,05) entre as demais formulações.

A concentração de zinco apresentou variação de 1,71 mg 100g<sup>-1</sup> (Baião P) a 3,88 mg 100g<sup>-1</sup> (Baião 1); destacaram-se para a concentração de as formulações Baião 1, Baião 2 e Baião 3, que diferiram significativamente (P<0,05) do Baião padrão e o Baião controle.

## CONCLUSÃO

As formulações de baião-de dois que apresentaram qualidade nutricional igual ou melhor que o padrão e o controle foram o baião-de-dois 2 (Arroz integral Chorinho + feijão-caupi BRS Tumucumaque) e o Baião-de-dois 3 (Arroz integral Chorinho + feijão-caupi BRS Xiquexique).

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Embrapa Meio Norte pelo material genético, recursos humanos e instalações e ao Fundo de Pesquisa Embrapa Monsanto e HarvestPlus pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 18th. ed. Gaithersburg: AOAC International, 2005.

BOTELHO, R. B. A. **Culinária regional**: o Nordeste e a alimentação saudável. 2006. 45 f. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) - Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. de M.; SILVA, K. J. D.; NOGUEIRA, M. do S. da R.; RODRIGUES, E. V. **Feijão-caupi**: produção, melhoramento genético, avanços e desafios. Teresina: Embrapa-Meio-Norte, 2011. 84 p.

SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1974. 56 p.

SAS INSTITUTE. **User's Guide, Version 7-2**. Cary: SAS Institute, 1999. 1550 p.



## CONCENTRAÇÃO DE CAROTENOIDES EM GRÃOS VERDES DE MILHO COMUM E BIOFORTIFICADO

### CAROTENOIDS CONCENTRATION ON COMMON AND BIOFORTIFIED GREEN GRAIN CORN

Natália Alves Barbosa<sup>1</sup>, Maria Cristina Dias Paes<sup>2</sup>, Paulo Evaristo de Oliveira Guimarães<sup>3</sup>, Joelma Pereira<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Doutoranda Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, nataliaalvesb@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Ph.D. Ciência de Alimentos e Nutrição Humana, Embrapa Milho e sorgo, cristina.paes@embrapa.br <sup>3</sup>Professora, doutora em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, joper@dca.ufla.br

<sup>4</sup>Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo, paulo.guimaraes@embrapa.br

**RESUMO** - O objetivo do presente trabalho foi avaliar a composição de carotenoides de grãos verdes de milhos comum e biofortificado. Os grãos verdes das cultivares de milho BRS1030 (comum) e BRS4104 (biofortificado) apresentaram semelhança no perfil de carotenoides, sendo zeaxantina o principal carotenoide presente nos grãos verdes desses materiais, entretanto, maiores concentrações de carotenoides e das frações luteína,  $\beta$ -criptoxantina,  $\beta$ -caroteno e do total de carotenoides precursores de vitamina A foram identificadas nos grãos verdes do milho biofortificado BRS4104 ( $p < 0.05$ ).

**Palavras-chave:** grãos verdes, cultivares, biofortificação

**ABSTRACT** - The objective of this study was to evaluate the concentration and the carotenoid profile in green grain of comum and biofortified corn cultivars. Green kernels of maize cultivars BRS1030 and BR4104 exhibited similar carotenoid profiles, with zeaxanthin being the main carotenoid. Higher concentrations of carotenoids and the fractions lutein,  $\beta$ -cryptoxanthin,  $\beta$ -carotene and total vitamin A carotenoids precursors (proVA) were detected in the green kernels of the biofortified BR4104 maize ( $p < 0.05$ ).

**Keywords:** green grain, cultivars, biofortification

### INTRODUÇÃO

A biofortificação consiste no desenvolvimento de alimentos melhorados que apresentem conteúdo aumentado de minerais e vitaminas (WHITE; BROADLEY, 2005). É realizada através de um processo de cruzamento de plantas da mesma espécie, gerando cultivares que produzem alimentos mais nutritivos (EMBRAPA, 2015). O milho BRS4104 é uma cultivar originada dessa biofortificação, que foi disponibilizada comercialmente no Brasil em 2013. Esse material difere de outras cultivares de milho comum pela quantidade aumentada de carotenoides precursores de vitamina A (proVA) (EMBRAPA, 2013), que são convertidos em vitamina A no nosso organismo e possui papel fisiológico muito diversificado, atuando no bom funcionamento do processo visual, na integridade do tecido epitelial e no sistema imunológico, dentre outros (MCLAREN, 1999). Os carotenoides proVA encontrados no milho são:  $\beta$ -caroteno,  $\alpha$ -caroteno e  $\beta$ -criptoxantina, mas ainda estão presentes a luteína e zeaxantina, que também possuem atividade biológica.

Até o presente, a concentração de carotenoides do milho BRS4104 foi determinada apenas em grãos secos ou seus derivados, embora os grãos verdes de milho sejam ingrediente base para vários pratos típicos, sendo muito apreciados pelos consumidores em várias partes do mundo. Portanto, conhecer o teor e o perfil de carotenoides em grãos verdes de milho é importante para identificar diferenças de composição entre cultivares, valorando materiais que possuam melhor valor nutricional. Sendo assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar e comparar a composição de carotenoides de grãos verdes de milho comum e biofortificado.

### MÉTODO

#### Matéria-prima

A colheita das espigas foi realizada nas primeiras horas da manhã, sendo o milho colhido no ponto em que os grãos apresentavam fase leitosa, conhecido como “ponto de milho verde”. As espigas empalhadas foram acondicionadas em caixa de isopor com gelo e transportadas para o laboratório, onde foi realizado o processamento mínimo. As espigas foram sanitizadas com e sem palha com solução de hipoclorito de sódio. Foram utilizadas para o estudo duas cultivares de milho, sendo a cultivar biofortificado BRS4104 e a cultivar normal BRS1030.

### Extração de carotenoides

Os carotenoides foram extraídos das amostras em esquema sequencial de solventes orgânicos de acordo com o protocolo descrito por Rodriguez-Amaya e Kimura (2004), com modificações (BARBOSA et al., 2015). Os carotenoides foram quantificados em técnica de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE).

A concentração de carotenoides totais foi obtida pela soma dos valores totais de todas as frações quantificadas. A concentração de carotenoides com atividade pró-vitáminica A (proVA) foi obtida por meio da seguinte fórmula: total  $\beta$ -caroteno +  $\frac{1}{2}$  total de  $\alpha$ -caroteno +  $\frac{1}{2}$  do total de  $\beta$ -criptoxantina ( $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ ), como descrito por Murphy et al. (1975)

### Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SISVAR versão 5.3 (Build.77) (FERREIRA, 2000).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), sendo as médias comparadas pelo teste LSD ( $p=0,05$ ), quando detectado significância para o teste de F.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A concentração média dos carotenoides estudados diferiu significativamente entre os grãos verdes de milho das cultivares. Na Tabela 1 são apresentadas as concentrações ( $\mu\text{g/g}$ ) da fração quantificada de luteína, zeaxantina,  $\beta$ -criptoxantina,  $\beta$ -caroteno, carotenoides totais e carotenoides proVA, obtidas para os grãos verdes das espigas de milho minimamente processadas.

**Tabela 1** - Concentração de carotenoides em base fresca expressos em  $\mu\text{g/g}$  da fração quantificada nas amostras de grãos de milho verde de espigas minimamente processadas da cultivar normal e biofortificado

Carotenoides	<sup>1</sup> Médias da concentração de carotenoides ( $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ ) $\pm$ <sup>2</sup> DP	
	BRS 1030	BRS4104
Luteína	1,03 $\pm$ 0,28 <sup>b</sup>	1,88 $\pm$ 0,52 <sup>a</sup>
Zeaxantina	8,38 $\pm$ 1,60 <sup>a</sup>	9,26 $\pm$ 2,00 <sup>a</sup>
$\beta$ -criptoxantina	1,36 $\pm$ 0,22 <sup>b</sup>	2,95 $\pm$ 0,94 <sup>a</sup>
$\beta$ -caroteno	0,71 $\pm$ 0,16 <sup>b</sup>	1,86 $\pm$ 0,58 <sup>a</sup>
Carotenoides totais	11,47 $\pm$ 2,01 <sup>b</sup>	15,96 $\pm$ 3,23 <sup>a</sup>
Carotenoides proVA	1,38 $\pm$ 0,22 <sup>b</sup>	3,33 $\pm$ 0,94 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo teste de LSD a 5% de probabilidade ( $p<0,05$ )

<sup>2</sup>DP: Desvio padrão

Os grãos de milho verde da cultivar BRS4104 apresentaram concentrações de carotenoides maiores que aquelas da cultivar BRS1030 ( $p<0,05$ ), exceto para a variável zeaxantina ( $p>0,05$ ).

A concentração média dos carotenoides totais dos grãos de milho verde da cultivar BRS4104 (15,96  $\mu\text{g/g}$ ), além de ser maior do que da cultivar BRS1030 (11,47  $\mu\text{g/g}$ ), apresenta-se superior quando comparados aos de outras cultivares comerciais de milho QPM (Qualidade Proteica Melhorada) brasileiras de grão amarelo seco como a Assum Preto (11,7  $\mu\text{g/g}$ ) e a BR 473 (9,17  $\mu\text{g/g}$ ), estudados por Kimura et al. (2007). Cândido (2010) encontrou valores médios de carotenoides totais iguais a 34,49  $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ , em grãos de milho seco sintético também biofortificado com pró-vitamina A. Este valor foi superior ao encontrado no milho verde também biofortificado com pró-vitamina A, estudado no presente trabalho. Isto pode ser justificado por

motivo da interrupção da síntese de carotenoides logo após a colheita e, conseqüentemente, pelo processamento mínimo. Lembrando que as espigas foram colhidas no estágio leitoso, sendo este o ponto ideal para colheita de milho verde, diferente do trabalho citado, uma vez que este foi analisado em grãos secos. A umidade seria outro fator que poderia ter influenciado a diferença destacada, visto que os grãos secos apresentam em média 13% de umidade (NUNES, 2013), enquanto os grãos verdes entre 70% a 80% de umidade. Em grãos secos os carotenoides poderiam, supostamente, estar mais concentrados.

A biossíntese dos carotenoides pode continuar após a colheita aumentando o teor de carotenoides em frutas, hortaliças, tubérculos, porém desde que o material seja mantido totalmente intacto, preservando o sistema enzimático responsável pela carotenogênese (RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008). Porém, o processamento mínimo, mesmo que ocorra com todos os cuidados recomendados, ainda assim, não mantém o material totalmente intacto após a colheita.

## CONCLUSÃO

Grãos verdes das cultivares de milho BRS1030 e BRS4104 apresentam zeaxantina como o principal carotenoide presente nos grãos verdes, havendo semelhança entre esses materiais nas frações presentes nos grãos. O milho BRS4104 contém maiores concentrações de carotenoides, luteína,  $\beta$ -criptoxantina,  $\beta$ -caroteno, e proVA nos grãos verdes.

## REFERÊNCIAS

BARBOSA, N. A.; PAES, M. C. D.; GUIMARÃES, P. E. O.; PEREIRA, J. Carotenoid retention in minimally processed biofortified green corn stored under retail marketing conditions. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 39, n. 4, p. 363-371, jul./ago., 2015.

CÂNDIDO, B. D. V. **Retenção de carotenoides após moagem de milho biofortificado e durante o armazenamento dos derivados**. 2010. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

EMBRAPA. **Milho biofortificado será lançado pela Embrapa**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1492136/milho-biofortificado-sera-lancado-pela-embrapa>>. Acesso em: 15 abr. 2015.

EMBRAPA. **Equipe de projeto verifica aceitação de floco de milho biofortificado**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2709298/equipe-de-projeto-verifica-aceitacao-de-flocao-de-milho-biofortificado>>. Acesso em: 27 jul. 2015.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

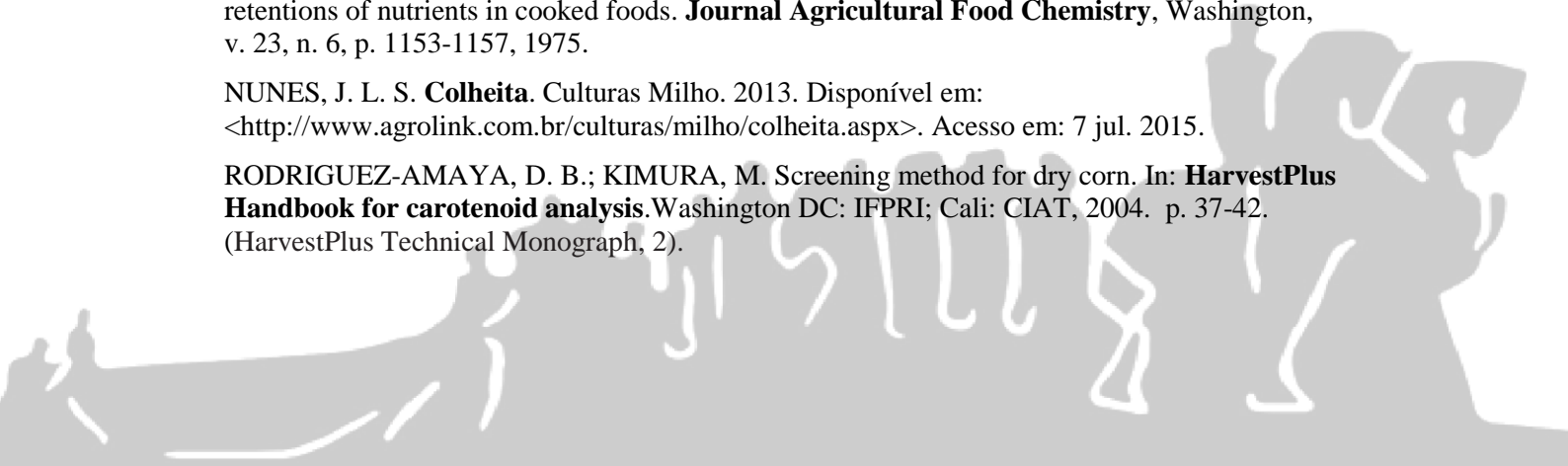
KIMURA, M. K. C. N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; NESTEL, P. Screening and HPLC methods for carotenoids in green potato, cassava and maize for plant breeding trials. **Food Chemistry**, Essex, v. 100, n. 4, p. 1734-1746, 2007.

MCLAREN, D. S.; FRIGG, M. **Manual de ver y vivir sobre los trastornos por deficiencia de vitamina A**. Washington: Organización Panamericana de la Salud, 1999. 143 p.

MURPHY, E. W.; CRINER, P. E.; GRAY, B. C. Comparisons of methods for calculating retentions of nutrients in cooked foods. **Journal Agricultural Food Chemistry**, Washington, v. 23, n. 6, p. 1153-1157, 1975.

NUNES, J. L. S. **Colheita**. Culturas Milho. 2013. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/culturas/milho/colheita.aspx>>. Acesso em: 7 jul. 2015.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M. Screening method for dry corn. In: **HarvestPlus Handbook for carotenoid analysis**. Washington DC: IFPRI; Cali: CIAT, 2004. p. 37-42. (HarvestPlus Technical Monograph, 2).



RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. **Fontes brasileiras de carotenoides**: tabela brasileira de composição de carotenoides em alimentos. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 100 p. 2008.

WHITE, P. J.; BROADLEY, M. R. Biofortifying crops with essential mineral elements. **Trends in Plant Science**, v.10, n. 12, p. 586-593, 2005.



## AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA QUANTIFICAÇÃO DOS TEORES DE UMIDADE E SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS EM ABÓBORA UTILIZANDO NIR

### PRELIMINAR EVALUATION OF HUMIDITY LEVELS AND TOTAL SOLUBLE SOLIDS TOTAL IN PUMPKIN USING NIR

Bruno Trindade Cardoso<sup>1</sup>, Semíramis Rabelo Ramalho Ramos<sup>2</sup>, Hister Maria Matias dos Santos<sup>3</sup>, Daniel de Oliveira Santos<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Químico, Mestre em Engenharia de Processos, Analista na Embrapa Tabuleiros Costeiros, Avenida Beira Mar, 3250, Bairro Jardins. CEP. 49025-040, Aracaju/SE. bruno.cardoso@embrapa.br

<sup>2</sup>Engenheira-agrônoma, Doutora em Genética e Melhoramento de Plantas, Pesquisadora na Embrapa Tabuleiros Costeiros, Avenida Beira Mar, 3250, Bairro Jardins. CEP. 49025-040, Aracaju/SE. semiramis.ramos@embrapa.br

<sup>3</sup>Estudante do Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, Bolsista de Iniciação Científica na Embrapa Tabuleiros Costeiros, Avenida Beira Mar, 3250, Bairro Jardins. CEP. 49025-040, Aracaju/SE. hister.matias@hotmail.com

<sup>4</sup>Químico, Analista na Embrapa Tabuleiros Costeiros, Avenida Beira Mar, 3250, Bairro Jardins. CEP. 49025-040, Aracaju/SE. daniel.oliveira@embrapa.br

**RESUMO** - Este estudo teve como objetivo obter modelos preliminares de calibração para quantificação dos teores de umidade (U) e sólidos solúveis totais (SST) em abóbora utilizando o NIR. Foram utilizadas 220 frutos de abóboras. Os modelos matemáticos para predição de U e SST a partir de dados espectrais, também denominados modelos de calibração, foram obtidos por meio de correlações entre os valores desses parâmetros e os espectros NIR. Os resultados obtidos demonstram a viabilidade da utilização da técnica NIR para a quantificação dos teores de umidade e de sólidos solúveis totais na polpa de frutos de abóbora. Os valores de todos os atributos de qualidade obtidos para o melhor modelo de calibração de U ( $Q = 0,8599$ ;  $R^2$  (Calibração) =  $0,9907$ ;  $R^2$  (Validação) =  $0,9874$ ;  $SEP = 0,3000$  g de  $H_2O/100g$  de amostra fresca; C.V. (Validação) =  $0,33\%$ ), e de SST ( $Q=0,7987$ ;  $R^2$  (Calibração) =  $0,9657$ ;  $R^2$  (Validação) =  $0,9516$ ;  $SEP = 0,4156^\circ$  Brix; C.V. (Validação) =  $4,39\%$ ) estão compreendidos nas faixas ótimas de valores recomendados para esses atributos. A técnica NIR pode ser utilizada para quantificar U e SST em abóbora nas faixas de valores compreendidas no intervalo da calibração  $81,2$  a  $96,4$  g de  $H_2O/100g$  de amostra fresca para U e  $4,6$  a  $16,3^\circ$  Brix para SST.

**Palavras-chave:** Abóbora, *Cucurbita moschata*, Umidade, Sólidos Solúveis Totais, NIR

**ABSTRACT** - This study aimed to obtain preliminary calibration model for measurement of moisture content (U) and total soluble solids (SST) in pumpkin fruits using NIR. The mathematical models, using 220 fruits, for predicting U and SST from spectral data, also termed calibration models were obtained from correlations between these parameters and NIR spectra. The results demonstrated the feasibility of using NIR technique for the measurement of U and SST in the pumpkin fruits. The values obtained for the best calibration U ( $Q=0.8599$ ;  $R^2$  (calibration)= $0.9907$ ;  $R^2$  (Validation)= $0.9874$ ,  $SEP=0.3000$  g  $H_2O / 100g$  fresh sample; CV (Validation)= $0.33\%$ ), and SST ( $Q=0.7987$ ;  $R^2$  (calibration)= $0.9657$ ;  $R^2$  (Validation)= $0.9516$ ;  $SEP=0.4156^\circ$  Brix; CV (Validation)= $4.39\%$ ) are covered by the great tracks of recommended values for these attributes. The NIR technique can be used to quantify U and SST in pumpkin fruits within the calibration ranges from  $81.2$  to  $96.4$  g  $H_2O / 100g$  fresh sample for U and  $4.6$  to  $16.3^\circ$  Brix for SST.

**Keywords:** Pumpkin, *Cucurbita moschata*, Humidity, Total Soluble Solids, NIR

### INTRODUÇÃO

Os teores de umidade e de sólidos solúveis totais são importantes parâmetros para a seleção de frutos de abóboras, visto que, frutos com teores de umidade mais baixos, comumente denominados “enxutos” na região Nordeste do Brasil, e com teores de sólidos solúveis mais elevados, os quais são normalmente mais doces, são preferidos pelos consumidores. Os



procedimentos analíticos para quantificação desses dois parâmetros são relativamente simples e não utilizam reagentes. Porém, são determinados por meio de processos distintos e destrutivos, e no caso da umidade, onerando o tempo da análise.

A espectroscopia de reflectância no infravermelho próximo, NIR, é uma técnica que apresenta uma série de vantagens analíticas, sobretudo pela possibilidade de quantificar em uma mesma leitura diversos parâmetros físicos ou químicos, por não utilizar reagentes e pelo curto tempo requerido para cada leitura (em média 16 segundos). Em programas de melhoramento convencional, nos quais normalmente faz-se necessária a mensuração de diversos parâmetros em uma quantidade de amostras também muito grande, pode facilitar o trabalho de seleção. Ainda que não seja utilizada em substituição aos métodos de referência, pode ser muito útil para a realização de triagens, evitando a análise de materiais não promissores. Na literatura há relatos de experimentos nos quais mostrou-se ser possível quantificar sólidos solúveis totais e umidade em diferentes frutos utilizando o NIR com pequenos desvios com relação às metodologias de referência (PEIRIS et al., 1998; McGLONE et al., 2002).

Este estudo teve como objetivo obter modelos preliminares de calibração para quantificação dos teores de umidade e sólidos solúveis totais em abóbora.

## **MÉTODO**

### **Material Vegetal**

Foram utilizadas nesse estudo 220 frutos de abóboras provenientes de plantio realizado em 2013. Cada amostra foi constituída por um único fruto, que foi quarteado com faca seguindo da região de inserção do pedúnculo à região da cicatriz floral. Dos quatro quartis resultantes do corte, dois quartis opostos foram utilizados para a composição da amostra, os quais foram descascados, fatiados em cubos pequenos, homogeneizados e triturados. Os dois quartis restantes foram descartados.

### **Métodos de referência para quantificação dos teores de umidade (U) e sólidos solúveis totais (SST)**

Para a determinação de SST foi obtido o sumo filtrado da polpa da abóbora triturada, que foi gotejado em refratômetro digital Atago modelo Pallette PR-32 alpha. Realizou-se a leitura direta obtendo-se os resultados, expressos em °Brix. O teor de umidade, expresso em g de água/100g de amostra fresca, foi determinado pela razão entre a perda de massa de uma alíquota da abóbora triturada, após secagem em estufa com circulação forçada de ar Fanem modelo 320-SE a 105°C durante 24 h, e a massa total da alíquota (5g). Essas determinações foram realizadas em triplicata.

### **Coleta de espectros NIR das amostras de abóbora**

Para a coleta dos espectros NIR, uma alíquota de cada amostra de abóbora triturada foi acondicionada em placa de petri, a qual por sua vez foi colocada na célula de medida de sólidos do espectrômetro NIRFlex 500 (Buchi Labortechnik AG, Flawil, Suíça). Foram realizadas 32 varreduras para cada espectro na região espectral de 4.000 a 10.000  $\text{cm}^{-1}$ . A temperatura ambiente foi de 25°C durante as medições. A coleta de espectros foi realizada em triplicata.

### **Construção e validação de modelos de predição**

Os modelos matemáticos para predição de U e SST a partir de dados espectrais, também denominados modelos de calibração, foram obtidos por meio de correlações entre os valores desses parâmetros e os espectros NIR. Para cada modelo de calibração foi gerado um modelo de validação correspondente, pela correlação entre os valores de U e SST preditos pelo modelo de calibração, e os valores desses parâmetros obtidos pelo método laboratorial de referência. Os procedimentos de calibração e de validação foram realizados utilizando-se o software quimiométrico NIRCal 5.4.3010.SP1 Standard Edition (Buchi Labortechnik AG, Flawil, Suíça). Foi selecionado o método dos mínimos quadrados parciais, PLS (PLS – Partial Least Squares), utilizado para gerar as equações das retas dos modelos. Em seguida, com a utilização da ferramenta “Calibration Wizard” foram realizados os seguintes procedimentos: seleção das amostras para a calibração (2/3 do total) e para a validação (1/3 do total); seleção da região espectral que possibilitasse a minimização dos erros de predição; aplicação de pré-tratamentos

para minimizar os efeitos aleatórios ou sistemáticos de diferentes origens e; seleção do número adequado de componentes principais (PCS). O Calibration Wizard testou diferentes combinações dos resultados dos procedimentos anteriormente mencionadas e para cada teste gerou um modelo de calibração e um modelo de validação com os respectivos atributos de qualidade, pelos quais os modelos foram avaliados: valor de Q - desejável:  $> 0,75$ ; Utilizável:  $> 0,50$ ; SEP - Mínimo possível (NIRCAL 5.4 SOFTWARE MANUAL, 2010);  $R^2$  (Calibração) e  $R^2$  (Validação) - Excelentes predições:  $> 0,91$ ; Boas predições: entre 0,82 e 0,90; Predições quantitativas aproximadas: entre 0,66 e 0,81 (MOUAZEN et al., 2005); C.V. (Validação) – Menor que 10 (PURWANTO et al., 2013). Para cada um dos dois parâmetros estudados, foi escolhido o melhor modelo de calibração tendo como base os atributos aqui mencionados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos demonstraram a viabilidade da utilização da técnica NIR para a quantificação dos teores de U e SST nos frutos de abóbora. Os valores de todos os atributos de qualidade obtidos para o melhor modelo de calibração de U ( $Q = 0,8599$ ;  $R^2$  (Calibração) = 0,9907;  $R^2$  (Validação) = 0,9874; SEP = 0,3000 g de  $H_2O/100g$  de amostra fresca; C.V. (Validação) = 0,33%), e de SST ( $Q = 0,7987$ ;  $R^2$  (Calibração) = 0,9657;  $R^2$  (Validação) = 0,9516; SEP = 0,4156°Brix; C.V. (Validação) = 4,39%) estão compreendidos nas faixas ótimas de valores recomendados para esses atributos. Considera-se que podem ser utilizadas para análises de rotina, modelos de calibração com valores de Q superiores a 0,5 e que, idealmente, esses valores deverão ser superiores a 0,75 (NIRCAL 5.4 SOFTWARE MANUAL, 2010). Foi observado, além disso, o bom ajuste das curvas de calibração e de validação, conforme pode ser constatado pelos elevados coeficientes de  $R^2$  (Calibração) e da validação  $R^2$  (Validação). Para esses coeficientes, considera-se que valores superiores a 0,91 (MOUAZEN et al., 2005) indicam que o modelo possui excelente capacidade preditiva de parâmetros. A análise do Erro Padrão da Predição, SEP, que quantifica a diferença entre os valores gerados pelo modelo e pela técnica laboratorial de referência, demonstra que para os dois parâmetros estudados, a utilização do NIR em substituição à técnica de referência geraria um erro pequeno, correspondente a 0,33 e 4,39 do valor médio mensurado para U e SST, conforme pode ser constatado pela análise do C.V. (Validação) desses dois parâmetros. Ressalte-se que os modelos apresentados são válidos para a quantificação de U e SST, nas faixas de valores compreendidas pela calibração (81,2 a 96,4 g de  $H_2O/100g$  de amostra fresca para U e 4,6 a 16,3°Brix para SST).

## CONCLUSÃO

A técnica NIR pode ser utilizada para quantificar umidade e sólidos solúveis totais em abóbora nas faixas de valores compreendidas no intervalo da calibração 81,2 a 96,4 g de  $H_2O/100g$  de amostra fresca para U e 4,6 a 16,3°Brix para SST.

## REFERÊNCIAS

- MCGLONE, V. A.; JORDAN, R. B.; SEELYE, R.; MARTINSEN, P. J. Comparing density and NIR methods for measurement of kiwifruit dry matter and soluble solids content. **Postharvest Biology and Technology**, v. 26, p. 191-198, 2002.
- MOUAZEN, A. M.; SAEYS, W.; XING, J.; BAERDEMAEKER, J. DE; RAMON, H. Near infrared spectroscopy for agricultural materials: an instrument comparison. **Journal of Near Infrared Spectroscopy**, v. 13, p. 87-97, 2005.
- NIRCAL 5.4 SOFTWARE MANUAL. Switzerland: Buchi Labortechnik AG, 2010.
- PEIRIS, K. H. S.; DULL, G. G.; LEFFLER, R. G.; KAYS, S. J. Near-infrared (NIR) spectrometric technique for nondestructive determination of soluble solids content in processing tomatoes. **Journal of American Society of Horticultural Science**, v. 123, n. 6, p. 1089-1093, 1998.
- PURWANTO, Y. A.; ZAINAL, P. W.; AHMAD, U.; MARDJAN, S.; MAKINO, Y.; OSHITA, S.; KAWAGOE, Y.; KURORI, S. Non destructive prediction of pH in mango fruits cv. Gedong Gincu using NIR spectroscopy. **International Journal of Engineering & Technology**, v. 13, n. 3, 2013.



## BIODISPONIBILIDADE DE FERRO EM QUATRO GENÓTIPOS DE TRIGO COM POTENCIAL PARA A BIOFORTIFICAÇÃO

### IRON BIOAVAILABILITY IN FOUR WHEAT GENOTYPES WITH POTENTIAL FOR BIOFORTIFICATION

Juliana Piedade<sup>1</sup>, Paulo Roberto de Araújo Berni<sup>2</sup>, Pedro Luiz Scheeren<sup>3</sup>, Milton Ferreira de Moraes<sup>4</sup>, Tiago Tezotto<sup>5</sup>, Solange Guidolin Canniatti Brazaca<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Doutora CENA/USP Piracicaba SP jpiedade@cena.usp.br

<sup>2</sup>Doutorando ESALQ/USP Piracicaba SP paulo.berni@usp.br

<sup>3</sup>Pesquisador EMBRAPA Trigo Passo Fundo RS pedro.scheeren@embrapa.br

<sup>4</sup>Professor Adjunto da UF de Mato Grosso Cuiabá MT moraesmf@yahoo.com.br

<sup>5</sup>Doutor ESALQ/USP Piracicaba SP tiagotezotto@gmail.com

<sup>6</sup>Professora Associada ESALQ/USP Piracicaba SP sgcbraza@usp.br

**RESUMO** - A anemia ferropriva é uma das mais prevalentes deficiências no mundo. O trigo é um cereal muito consumido devido a sua utilização em inúmeros produtos, podendo ser utilizado no combate a anemia ferropriva. Cultivares com maiores teores e biodisponibilidade de ferro são importantes, pois a biofortificação é uma das melhores ferramentas para fornecer maiores teores de ferro. O objetivo da pesquisa foi quantificar a biodisponibilidade de Fe *in vitro* utilizando células Caco-2 em quatro genótipos. Foram analisados os grãos de trigo dos genótipos CD 150, BRS 210, BRS 254 e BRS Guamirim e realizada a medida da biodisponibilidade de ferro nos grãos e nas farinhas utilizando células Caco-2. A biodisponibilidade do ferro foram iguais para a farinha e os grãos, com exceção para o genótipo BRS 210 sendo maior nos grãos do que na farinha. Os genótipos BRS 210, BRS 254 e BRS Guamirim apresentaram as maiores biodisponibilidades.

**Palavras-chave:** trigo, biodisponibilidade, ferro, biofortificação

**ABSTRACT** - Iron deficiency anemia is one of the most prevalent deficiencies in the world. Wheat is a widely consumed cereal crop due to its use in numerous products; it may be used in combating anemia. Cultivars with higher iron levels and bioavailability are important as biofortification is seen as one of the best tools to provide higher iron levels. It was goal of the research was to quantify the *in vitro* iron bioavailability using Caco-2 cells in four genotypes. Wheat grains of genotypes CD 150, BRS 210, BRS 254 and BRS Guamirim were analyzed in order to measure the bioavailability of iron in grains and flours in using Caco-2 cells. The bioavailability of iron were similar to flour and grain, except for the BRS 210 genotype was higher in grain than in flour. The BRS 210 genotypes BRS 254 and BRS Guamirim showed the highest bioavailability.

**Keywords:** wheat, bioavailability, iron, biofortification

### INTRODUÇÃO

A deficiência de Fe é o distúrbio nutricional de maior prevalência no mundo, podendo comprometer o crescimento físico, desenvolvimento mental, e capacidade de aprendizagem (BOUIS, 2003).

A biofortificação é uma excelente opção para promover o aumento do consumo de alguns nutrientes (SHAHZAD; ROUACHED; RAKHA, 2014). As culturas biofortificadas, podem fornecer nutrientes em quantidades necessários e assim serem eficazes na redução de deficiências nutricionais (AGROSALUD, 2014).

A biodisponibilidade do Fe pode ser aumentada pela redução da concentração de inibidores que impedem a absorção na dieta humana e ou pelo aumento da concentração de promotores que favorecem a absorção. No trigo há a presença de ácido fítico, taninos, e certas fibras insolúveis que interferem na absorção de elementos minerais (GILLOOLY et al., 1984; HAMBIDGE et al., 2010; PETRY et al., 2012).

Diante da importância que tem o trigo na alimentação humana, e da possibilidade da biofortificação para o aumento da quantidade de ferro biodisponível para os indivíduos pela

seleção de cultivares que tenham potencial, foi objetivo da pesquisa avaliar a biodisponibilidade de Fe *in vitro* utilizando células Caco-2 de alguns genótipos.

## MÉTODO

### Material

Os grãos de trigo dos genótipos CD 150, BRS 210, BRS 254 e BRS Guamirim que foram moídos em moinho de facas, peneirados e armazenados em frascos plásticos sob refrigeração. A extração da farinha de trigo foi obtida em moinho experimental.

### Biodisponibilidade de Fe pelo modelo de digestão *in vitro* e cultivo de células intestinais humanas Caco-2

Para a medida da biodisponibilidade de Fe as amostras foram digeridas, realizando a digestão gástrica e intestinal dos alimentos, e posteriormente aplicando nas células Caco-2. A absorção de Fe por células Caco-2 é medida pela formação de ferritina. Foram utilizados três controles, um deles são as células iniciais (sem adição de Fe), outro foi o controle negativo (-) onde se tem a presença de todas as enzimas utilizadas sem a adição de amostra e o outro o controle positivo (+) com adição de 0,5 g FeSO<sub>4</sub> e de 0,5 g ácido ascórbico como promotor de biodisponibilidade.

### Crescimento celular

As células Caco-2 (ATCC®HTB37™) de passagens de 73 -81, foram cultivadas em frascos de cultura T25 seguindo os procedimentos descritos por Garret, Failla e Sarama (1999) e Glahn, Cheng e Welch (2002) com adaptações. Foram realizadas a digestão *in vitro* das amostras, realizando a fase oral, gástrica e intestinal, No término do experimento foram retiradas todas as células e colocadas em frascos plásticos para determinação de proteína e ferritina.

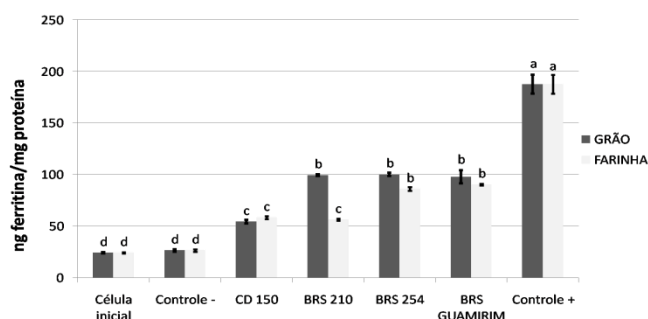
### Análise estatística

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado com três repetições por tratamento. Foi realizado análise de variância pelo teste F, e a comparação das médias por Tukey ( $p < 0,05$ ) (SAS INSTITUTE, 1999).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 são apresentados os dados de biodisponibilidade de ferro para os genótipos CD 150, BRS 210, BRS 254 e BRS Guamirim. As condições da digestão *in vitro* foram definidas como: célula inicial = somente presença da célula; controle negativo (-) = presença de todas as enzimas utilizadas sem a adição de amostra; controle positivo (+) = adição de FeSO<sub>4</sub> e ácido ascórbico e os genótipos CD 150, BRS 210, BRS 254 e BRS Guamirim avaliados nos grãos e na farinha. Os resultados são a média  $\pm$  desvio padrão, letras diferentes representam diferença estatística ao nível de 5% de significância para o grão e para a farinha.

**Figura 1** – Formação de ferritina nas células do modelo Caco-2 nos grãos e na farinha de trigo.



Os valores de ferritina no grão variaram de 54,30 a 100,16 ng ferritina/mg proteína na célula. O controle positivo apresentou o valor de 187,56 ng ferritina/mg proteína na célula, resultado esperado uma vez que o mesmo possui as condições ideais para a absorção do Fe, pois ele está livre para ser absorvido. Para a biodisponibilidade de Fe nos grãos os genótipos BRS 254,

BRS 210 e BRS Guamirim apresentam os melhores resultados, e diferiram estatisticamente do CD 150, da célula inicial e do controle negativo. No genótipo CD 150 pode ter ocorrido a interferência de algum composto antinutricional. Na farinha os valores encontrados variaram de 56,27 a 90,39 ng ferritina/mg proteína na célula, teores inferiores aos do grão, provavelmente devido ao processo de moagem, onde ocorre a retirada da camada externa do mesmo. Na camada externa do grão estão presentes as maiores quantidades de minerais e também dos antinutricionais. Mesmo sendo retirada parte dos antinutricionais a perda dos minerais foi mais prejudicial para a biodisponibilidade do Fe. Estes resultados demonstram que o grão e a farinha de trigo apresentam efeitos inibitórios sobre a absorção de Fe.

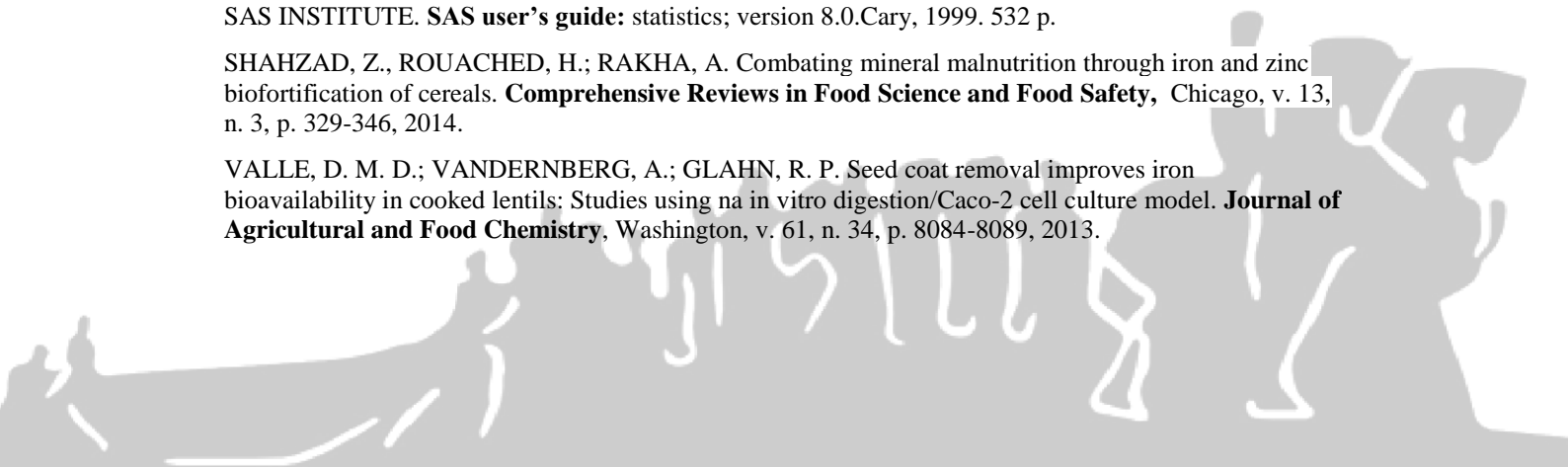
Outros autores, como Valle; Vandernberg e Glahn (2013) estudando a biodisponibilidade de ferro em lentilhas com diferentes classes de cor vermelha, verde e marrom cozidas com e sem cascas. No estudo observaram que a concentração de Fe foi em média de 72,8 mg/kg para a lentilha integral e 57,7 mg/kg para a lentilha descascada e a biodisponibilidade de Fe média foi de 2,4 ng de ferritina/mg de proteína e 8,0 ng de ferritina/mg de proteína, respectivamente para lentilha integral e lentilha descascada, mostrando o efeito da retirada da casca, a qual possui a maioria dos inibidores da absorção do Fe, como os polifenóis.

### CONCLUSÃO

A biodisponibilidade do ferro foi igual para a farinha e os grãos, com exceção para o genótipo BRS 210 sendo maior nos grãos do que na farinha. Os genótipos BRS 210, BRS 254 e BRS Guamirim apresentaram as maiores biodisponibilidades.

### REFERÊNCIAS

- AGROSALUD. The Development and deployment of biofortified staple crops to reduce nutrient deficiencies and improve food security in Latin America and the Caribbean. [S. l.], 2014. Disponível em: <[http://www.agrosalud.org/index.php?option=com\\_content&task=view&id=9&Itemid=12](http://www.agrosalud.org/index.php?option=com_content&task=view&id=9&Itemid=12)>. Acesso em: 15 set. 2014.
- BOUIS, H. E. Micronutrient fortification of plant through plant breeding: can it improve nutrition in man at low cost. **The Proceedings of the Nutrition Society**, London, v. 62, n. 2, p.403-411, 2003.
- GARRETT, D. A.; FAILLA, M. L.; SARAMA, R. J. Development of an in vitro digestion model for estimating the bioavailability of carotenoids from meals. **Journal Agricultural Food Chemistry**, Davis, v. 47, p. 4301-4309, 1999.
- GLAHN, R. P.; CHENG, Z.; WELCH, R. Comparison of iron bioavailability from 15 rice genotypes: studies using an in vitro digestion/Caco-2 cell culture model. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Whashington, v. 50, n. 12, p. 3586-3591, 2002.
- GILLOOLY, M.; BOTHWELL, T. H.; CHARLTON, R. W.; TORRANCE, J. D.; BEZWODA, W. R.; MACPHAIL, A. P.; DERMAN, D. P.; NOVELLI, L.; MORRALL, P.; MAYET, F. Factors affecting the absorption of iron from cereals. **The British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 51, p. 37-46, 1984.
- HAMBIDGE, K. M.; MILLER, L. V.; WESTCOTT, J. E.; SHENG, X.; KREBS, N. F. Zinc bioavailability and homeostasis. **American Journal Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 91, n. 6, p.1478-1483, 2010.
- PETRY, N.; EGLI, I.; GAHUTU, J. B.; TUGIRIMANA, P. L.; BOY, E.; HURRELL, R. Stable iron isotope studies in Rwandese women indicate that the common bean has limited potential as a vehicle for iron biofortification. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.142, n. 3, p. 492-497, 2012.
- SAS INSTITUTE. **SAS user's guide: statistics**; version 8.0.Cary, 1999. 532 p.
- SHAHZAD, Z., ROUACHED, H.; RAKHA, A. Combating mineral malnutrition through iron and zinc biofortification of cereals. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, Chicago, v. 13, n. 3, p. 329-346, 2014.
- VALLE, D. M. D.; VANDERNBERG, A.; GLAHN, R. P. Seed coat removal improves iron bioavailability in cooked lentils: Studies using na in vitro digestion/Caco-2 cell culture model. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 61, n. 34, p. 8084-8089, 2013.



## IRON ABSORPTION FROM BIOFORTIFIED BEANS EVALUATED BY STABLE ISOTOPES

### ABSORÇÃO DE FERRO DO FEIJÃO BIOFORTIFICADO AVALIADA POR ISÓTOPOS ESTÁVEIS

Marcia Varella Morandi Junqueira-Franco<sup>1</sup>, Marília Regini Nutti<sup>2</sup>, José Luiz Viana de Carvalho<sup>2</sup>, Steven Abrams<sup>3</sup>, Júlio Sérgio Marchini<sup>1</sup>, José Eduardo Dutra de Oliveira<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Internal Medicine Department, Faculty of Medicine, University of São Paulo-email mvmjf@hotmail.com; jsmarchi@fmrp.usp.br; jeddooliv@fmrp.usp.br

<sup>2</sup>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) marilia.nutti@embrapa.br; jose.viana@embrapa.br

<sup>3</sup>Dell Medical School –University of Texas Austin, USA sabrams@austin.utexas.edu

**RESUMO** - A introdução de alimentos biofortificados como o feijão com maior teor de ferro na alimentação é uma ferramenta útil na prevenção de doenças como a anemia. A biofortificação visa atingir a raiz do problema da desnutrição, tem como alvo a população mais necessitada, utiliza mecanismos de distribuição incorporados, é cientificamente viável e efetiva em termos de custos, além de complementar outras intervenções em andamento para o controle da deficiência em micronutrientes. Desta forma a medida da absorção de minerais é fundamental para viabilizar o uso de alimentos biofortificados. O presente estudo avaliou a biodisponibilidade do ferro de variedades de feijão comum BRS Estilo e biofortificado BRS Pontal no homem por meio de técnicas fidedignas e ainda não utilizadas no Brasil. O feijão utilizado foi produzido pela EMBRAPA/Agroindústria de Alimentos. **Indivíduos e métodos:** Participaram do estudo 29 voluntários adultos jovens divididos em 2 grupos Grupo CB (13 indivíduos) receberam 100g de feijão comum (BRSEstilo) cozido e o Grupo BB (16 indivíduos) receberam 100g de feijão biofortificado BRS Pontal, cozido, após o consumo foi conduzida a avaliação isotópica de ferro, para a medida da incorporação de ferro no eritrócito. Resultados: A absorção de ferro foi medida pela razão isotópica e não foi diferente entre os dois grupos estudados.

**Palavras-chave:** Isótopos, biodisponibilidade, ferro, feijão.

**ABSTRACT** - The introduction of biofortified crops like beans with higher iron content is a useful tool in preventing diseases such as anemia. The biofortification aims to reach the root of the problem of malnutrition, targets the neediest population, uses embedded distribution mechanisms, is scientifically feasible and effective in terms of cost, and complements other ongoing interventions to control micronutrient deficiency. Thus the measurement of mineral absorption is essential to enable the use of biofortified crops. This study evaluated the iron bioavailability of common bean varieties BRS Estilo and iron biofortified BRS Pontal in man through reliable techniques and have not yet used in Brazil. The beans used was produced by EMBRAPA / Agro Food. Subjects and Methods: The study included 29 young adult volunteers divided into 2 groups: Group CB (13 subjects) received 100g of common beans (BRS Estilo) cooked labeled with iron58 (<sup>58</sup>Fe) and Group BB (16 patients) received 100g biofortified beans (BRS Pontal), cooked and labeled with iron58 (<sup>58</sup>Fe). The next day they receive the reference dose of ferrous sulfate enriched iron-57 (<sup>57</sup>Fe). After consumption, an isotopic evaluation of iron was conducted for measurement of iron incorporation into erythrocyte. Results: The iron absorption was evaluated by isotopic ratio and did not differ between the groups.

**Keywords:** isotopes, bioavailability, iron, beans.

#### INTRODUCTION

Brazil is a major bean producer and consumer, a crop that is part of the basic diet of the population. Beans are rich in iron, but low when compared to iron availability of animal foods. The biofortified bean was developed by EMBRAPA to be introduced in basic nutrition to prevent anemia. This study aims to evaluate the bioavailability of iron from carioca beans through the application of isotope techniques to measure the true absorption of this mineral from the beans

separately, yet unprecedented in Brazil technique for biological studies. In Brazil to evaluate the bioavailability of iron are performed only *in vitro* studies, repletion / depletion of hemoglobin in animals and increase in hemoglobin after long term food consumption in human study. With the use of stable isotopes after consumption of fortified food and increased isotope of iron (Fe57 or Fe58) in just one day can be measured within 14 days its incorporation in red cells and in very small amounts that are not detected by traditional evaluation methods of serum. Although the number of studies in fortified biofortified foods is growing, the evaluation of the bioavailability of these minerals in biological studies is still inefficient in Brazil. The objective of this study was to evaluate the iron absorption from biofortified beans with the use of stable isotopes to provide essential information needed to determine the efficacy and feasibility of biofortification.

## **METHOD**

### **Study population:**

Twenty-nine healthy adults, 20-45 years of age (13 male and 16 female), were recruited from the Medicine School of Ribeirão Preto - São Paulo University, Brazil. Volunteers were considered eligible if they are healthy, had no underlying medical problems, took no medications or vitamin supplements. The Ethical Committee of Clinical Hospital of Ribeirão Preto approved the protocol, and informed written consent was obtained from the volunteers before enrollment.

### **Study design**

On the morning of the study, fasted subjects were admitted to the Metabolic Research Unit of the Clinical Hospital of Ribeirão Preto of University. Height and weight were measured by standard clinical methods and divided in two groups: Group CB (conventional beans – BRS Estilo) and Group BB (biofortified beans – BRS Pontal). They were given 100mg of cooked beans to which 2 mg of aqueous ferrous sulfate enriched iron-58 ( $^{58}\text{Fe}$ ). Once this portion was consumed, a further 60 mL of water was used to rinse the glass, and the volunteers were encouraged to consume as much of this as possible. The volunteers were then discharged home and required to fast for an additional 2 hours. The following day, they return and received 5mg of reference dose ferrous sulfate enriched iron-57 ( $^{57}\text{Fe}$ ) with 30 mL of natural orange juice and um capsule of ascorbic acid 60 mg. The volunteers returned to the Metabolic Research Unit 14 days later, when 5 mL of blood was drawn for isotope ratios, a complete blood cell count, and measurement of ferritin and Unsaturated iron binding capacity (UIBC) levels. Iron absorption was measured by a well-described and validated method that used stable isotopes (Chen et al., 2005). Ferrous sulphate enriched iron-57 ( $^{57}\text{Fe}$ ) (95.82 atom percent) and  $^{58}\text{Fe}$  (93.13 atom percent) were purchased from Trace Sciences International Corp, Richmond Hill, Ontario. Common beans (BRS Estilo) and biofortified beans (BRS Pontal), were produced by EMBRAPA (Table1).

### **Sample preparation and iron analysis**

Blood samples were collected by venipuncture into an EDTA anticoagulated tube and a plain tube (no anticoagulant). A portion of the EDTA-anticoagulated sample was used to measure a complete blood cell count. Serum was separated from the plain tube by centrifugation and stored at  $-80^{\circ}\text{C}$  pending analysis. To calculate iron absorption, iron isotope ratios were measured at the Children's Nutrition Research Center Department of Pediatrics, Baylor College of Medicine, Houston, TX, USA, using high-resolution double-focusing inductively coupled plasma mass spectrometry Thermo Element 2 ICP-MS (Thermo). Red blood cell (RBC) iron incorporation of  $^{57}\text{Fe}$  and  $^{58}\text{Fe}$  was measured 14 days after isotope administration and calculated using a mean blood volume of 65 mL/kg, measured hemoglobin concentration, and isotope enrichment. Estimated iron absorption was calculated assuming that 90% of absorbed iron was incorporated into RBC. Iron isotope ratios were measured by Thermo Element 2 ICP-MS (Thermo) with software v2.354. Serum ferritin and UIBC concentration was measured with a Colorimetric Method, Cobas Integra 700® Roche Diagnostic Systems.

## **RESULTS**

The difference between iron absorption from the meal containing common bean and that from the meal containing biofortified bean examined by means of a paired *t* test. Results (Table



2) were considered significant at  $P < 0.05$ . The groups CB and BB did not differ in hemoglobin or serum ferritin concentrations. Serum ferritin ranged from 41 to 298  $\mu\text{mol/L}$ ; all of the subjects in the sample were not anemic. Iron absorption was not statistically different. Mean isotopic ratio of iron absorption from the meal with common beans was 0.409% ( $\pm 0.040\%$ ) and mean iron incorporation from the meal with biofortified beans was 0.407% ( $\pm 0.038\%$ ).

**Table 1.** Iron concentration (mg/Kg) on beans from EMBRAPA.

Beans	Iron Concentration (mg/kg)
BRS ESTILO (conventional bean)	56.554
BRS Pontal (biofortified bean)	72.966

**Table 2.** Isotopic ratio absorption of  $^{58}\text{Fe}$  (added to beans) and  $^{57}\text{Fe}$  (reference dose); hemoglobin and ferritin of Groups Common Beans and Biofortified Beans.

Groups (n)	Hemoglobin (g/dL) (mean $\pm$ sd)	Ferritin (ng/mL) (mean $\pm$ sd)	% $^{58}\text{abs}$ /% $^{57}\text{abs}$ (mean $\pm$ sd)
CB (13)	14.39 ( $\pm 1.05$ )	107.58 ( $\pm 72.44$ )	0.409 ( $\pm 0.04$ )
BB (16)	14.14 ( $\pm 1.09$ )	108.80 ( $\pm 117.70$ )	0.407 ( $\pm 0.038$ )

## DISCUSSION

Despite considerable efforts, iron deficiency remains a major global health problem. International research efforts, including those funded by HarvestPlus, a Challenge Program of the Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR), are focusing on conventional plant breeding to biofortify staple crops such as maize, rice, cassava, beans, wheat, sweet potatoes, and pearl millet to increase the concentrations of micronutrients that are commonly deficient in specific population groups of developing countries (La Frano, 2014). Biofortification aims to increase nutrient levels in crops during plant growth rather than during processing of the crops into foods. Common beans are a staple food and the major source of iron for populations in Eastern Africa and Latin America. A major constraint to bean iron biofortification is low iron absorption, attributed to inhibitory compounds such as phytic acid (PA) and polyphenol(s) (PP).

In the present study iron absorption from the whole bean meal was similar in participants with normal iron status and non anemic. In this study, in which the meals contained only beans and were fed on a single day, the inhibitory effect of the PP was additional to the inhibitory effect of phytate and legume proteins. Finding no additional inhibition of bean PP in the composite meals is perhaps not surprising, as other food components in a meal have been reported to decrease the inhibitory effect of polyphenols. It is possible that other food components in potatoes or rice such as ascorbic acid or proteins facilitated iron absorption from the bean meals due to their reducing or chelating effects or simply diluted the effect of the inhibitors (PETRY, 2012). Multiple meal studies are preferred when stable isotopes are used to study the influence of food components on iron absorption. This is because the isotope dose can be added over many meals and thus has only a modest influence on the molar ratio of food component iron (PETRY et al., 2015) and can be taken to indicate long-term potential. On the other hand, due to the low bioavailability of bean iron shown in isotope studies, exclusively breeding for high iron concentration may not provide enough additional absorbable iron to impact iron status.

## CONCLUSION

In the present study the iron absorption from the conventional beans and biofortified beans was not significantly different. This study tested a single food; if its results are considered in making programmatic decisions, consideration must be given to the balance between iron absorption enhancers and inhibitors in the whole meal. Additional implementation research will be needed to ensure maximization of the beneficial impact of this intervention and a smooth

scaling up to make biofortification a sustainable intervention in public health. The multiple meal study is necessary to evaluate the real iron absorption. The challenge for the global health community remains how to take this efficacious intervention and implement at large scale in the real world.

#### **ACKNOWLEDGEMENTS**

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA), Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) and Baylor College of Medicine – Houston Texas

#### **REFERENCES**

CHEN, Z.; GRIFFIN, I. J.; PLUMLEE, L. M.; ABRAMS, S. A. High Resolution Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry Allows Rapid Assessment of Iron Absorption in Infants and Children. **The Journal of Nutrition**, v. 135, p. 1790-1795, 2005.

LA FRANO, M. R.; DE MOURA, F. F.; BOY, E.; LÖNNERDAL, B. J.; BURRU, B. J. Bioavailability of iron, zinc, and provitamin A carotenoids in biofortified staple crops. **Nutrition Reviews**, v.72, n. 5, p. 289-307, 2014.

PETRY, N.; BOY, E.; WIRTH, J. P.; HURRELL, R. F. The potential of the common bean (*Phaseolus vulgaris*) as a vehicle for iron biofortification. **Nutrients**, v. 11, n. 7(2), p. 1144-1173, 2015.

PETRY, N.; INES, E. I.; GAHUTU, J. P.; PIERROT, L.; TUGIRIMANA, P. L.; BOY, E.; HURRELL, R. Stable Iron Isotope Studies in Rwandese Women Indicate That the Common Bean Has Limited Potential as a Vehicle for Iron Biofortification. **The Journal of Nutrition**, v. 142, n. 3, p. 492-497, 2012.



## EVALUATION OF IRON AND ZINC BIOAVAILABILITY IN BEANS TARGETED FOR BIOFORTIFICATION<sup>(\*)</sup>.

### AVALIAÇÃO DA BIODISPONIBILIDADE DE FERRO E ZINCO EM FEIJÃO ALVO PARA BIOFORTIFICAÇÃO.

Neuza Maria Brunoro Costa<sup>1</sup>, Maria das Graças Vaz-Tostes<sup>1</sup>, Thaisa Agrizzi Verediano<sup>1</sup>, Elvira Gonzalez de Mejia<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Farmácia e Nutrição, CCA, UFES, Alegre, ES, Brazil, 29500-000, neuzambc@gmail.com, mgvaztostes@gmail.com, thaisa.agrizzi@gmail.com.

<sup>2</sup>Department of Food Science and Human Nutrition, University of Illinois at Urbana-Champaign, IL, 61801, edemejia@illinois.edu.

(\*) Full text in: Vaz-Tostes et al. J Sci Food Agric, 2015.

**RESUMO** - Feijões biofortificados com elevado conteúdo de nutrientes tem sido produzidos como uma alternativa de reduzir deficiências nutricionais, especialmente de ferro e zinco. O objetivo do estudo foi avaliar a biodisponibilidade de ferro e de zinco do feijão Pontal (PO - alvo para biofortificação), comparado com o feijão Pérola (PE - convencional) seus efeitos no estado nutricional de ferro e zinco em crianças pré-escolares. Nas células Caco-2, os feijões PO e PE não se diferiram quanto a ferritina (PO,  $13,1 \pm 1,4$ ; PE,  $13,6 \pm 1,4$  ng/mg proteína) ou captação de zinco (PO,  $15,9 \pm 1,5$ ; PE,  $15,5 \pm 3,5$   $\mu\text{M}/\text{mg}$  proteína). No estudo com ratos, os feijões PO e PE apresentaram alta biodisponibilidade de ferro (PO,  $109,6 \pm 29,5\%$ ; PE,  $110,7 \pm 13,9\%$ , em ralação ao sulfato ferroso). As crianças pré-escolares não apresentaram alterações no estado nutricional de ferro e zinco, quando comparados os valores iniciais e após a intervenção com o feijão PO por 18 semanas (ferritina:  $41,2 \pm 23,2$   $\mu\text{g}/\text{L}$ ,  $28,9 \pm 40,4$   $\mu\text{g}/\text{L}$ ; hemoglobina:  $13,7 \pm 2,2$  g/dL,  $13,1 \pm 3,2$  g/dL; zinco plasmático:  $119,2 \pm 24,5$   $\mu\text{g}/\text{dL}$ ,  $133,9 \pm 57,7$   $\mu\text{g}/\text{dL}$  e zinco eritrocitário:  $53,5 \pm 13,8$   $\mu\text{g}/\text{gHb}$ ,  $59,4 \pm 17,1$   $\mu\text{g}/\text{gHb}$ ). Os feijões PO e PE não se diferiram quanto à biodisponibilidade de ferro e zinco nos ensaios com cultura de células, modelo animal e com crianças. Os estudos de biofortificação devem focar no aumento do teor e da biodisponibilidade de minerais dos alimentos alvo. A combinação de alimentos e o uso de métodos alternativos de preparo, como a germinação, serão investigados em estudos futuros como forma de aumentar a biodisponibilidade de nutrientes dos alimentos biofortificados.

**Palavras-chaves:** biofortificação, feijão, ferro, zinco, biodisponibilidade.

**ABSTRACT** - Biofortified beans have been produced with higher nutrient concentrations. The objective was to evaluate iron and zinc bioavailability in Pontal beans (PO, targeted for biofortification) compared with conventional Perola (PE) and their effects on nutritional status of preschool children. In Caco-2 cells, PO and PE beans did not show differences in ferritin (PO,  $13.1 \pm 1.4$ ; PE,  $13.6 \pm 1.4$  ng/mg protein) or zinc uptake (PO,  $15.9 \pm 1.5$ ; PE,  $15.5 \pm 3.5$   $\mu\text{M}/\text{mg}$  protein). In the rat, PO and PE beans presented high iron bioavailability (PO,  $109.6 \pm 29.5\%$ ; PE,  $110.7 \pm 13.9\%$ , compared to ferrous sulfate). In preschool children no changes were observed in iron and zinc nutritional status comparing before and after 18 weeks of PO consumption (ferritin:  $41.2 \pm 23.2$   $\mu\text{g}/\text{L}$ ,  $28.9 \pm 40.4$   $\mu\text{g}/\text{L}$ ; hemoglobin:  $13.7 \pm 2.2$  g/dL,  $13.1 \pm 3.2$  g/dL; plasma zinc:  $119.2 \pm 24.5$   $\mu\text{g}/\text{dL}$ ,  $133.9 \pm 57.7$   $\mu\text{g}/\text{dL}$  and erythrocyte zinc:  $53.5 \pm 13.8$   $\mu\text{g}/\text{gHb}$ ,  $59.4 \pm 17.1$   $\mu\text{g}/\text{gHb}$ ). Iron and zinc bioavailability in PO and PE beans was not statistically different using either cell culture, animal, or human models. Efforts should focus on increasing mineral bioavailability of beans targeted for biofortification. Food combinations and alternative processing methods, such as germination, will be investigated in future studies aiming at increasing the bioavailability of nutrients in biofortified foods.

**Keywords:** biofortification, beans, iron, zinc, bioavailability.

#### INTRODUCTION

Many strategies have been used to reduce nutritional deficiencies in the population, such as supplementation, fortification, and more recently the biofortification of food products



(PFEIFFER et al., 2007). Biofortified bean cultivars have been produced with higher nutrient concentrations in comparison to conventional cultivars; particularly with high Fe and Zn concentrations.

The Pontal bean is a targeted variety for mineral biofortification, by conventional breeding program of Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Brazil (BASSINELLO et al., 2015). Increased nutrient concentrations in staple food crops may not necessarily translate into a proportional increase in nutrient absorbed, therefore, it becomes necessary to measure the bioavailability of nutrients in these new improved crops.

The purpose of this study was to evaluate Fe and Zn bioavailability in bean Pontal (PO) targeted for biofortification, compared to the conventional Perola (PE) bean using *in vitro* Caco-2 cells and *in vivo* rat studies, and to evaluate the beneficial effects of PO beans in improving Fe and Zn nutritional status in preschool children.

## METHOD

### *In Vitro* Fe Bioavailability in Caco-2 cells

The *in vitro* simulated gastrointestinal digestion was performed according to Megías et al. (2009). Caco-2 human cells were seeded at a density of 50,000 cells/cm<sup>2</sup> in collagen-treated six-well plates, according to Tako et al. (2013). On experiment day, the hydrolyzed and lyophilized PO and PE samples were applied on the cells. Ferrous sulfate and zinc sulfate were used as control. Protein, ferritin and Zn analysis were performed in cell lysates.

### *In vivo* Fe bioavailability in rats

Bioavailability was evaluated by the hemoglobin (Hb) depletion-repletion method, according to the (ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS, 1984), with adaptation for 21 depletion days and 12 mg kg<sup>-1</sup> Fe. The experimental diets were based on the standard AIN-93G diet for rodents (REEVES et al., 1993).

### Fe and Zn nutritional status in preschool children

Fifty-seven preschool children aged 2 to 5 years from Alegre-ES, Brazil were divided into control group (n = 25, PE beans) and treatment group (n = 32, PO beans). Dietary, anthropometric and hematological assessments were performed before and after 18 weeks of intervention.

### Statistical analysis

Data were compared using analysis of variance, followed by Tukey's test (intergroups) or t-test (intragroups) ( $p < 0.05$ ), using the software SPSS Statistics Data Editor, version 19.0.

## RESULTS AND DISCUSSION

### *In vitro* Fe bioavailability

No differences ( $p > 0.05$ ) were found in the synthesis of ferritin between PO and PE (PO,  $13.1 \pm 1.4$ ; PE,  $13.6 \pm 1.4$  ng/mg protein). Similarly, no difference was observed between the beans concerning zinc uptake (PO,  $15.9 \pm 1.5$ ; PE,  $15.5 \pm 3.5$   $\mu$ M/mg protein). Higher bioavailability of minerals was expected since PO presented higher contents of Fe ( $60.62 \pm 0.21$  mg/kg) and Zn ( $26.10 \pm 1.40$  mg/kg), compared to PE (Fe:  $52.43 \pm 0.93$ , Zn:  $20.47 \pm 1.19$  mg/kg) and lower phytate:Fe (PO:  $7.27 \pm 0.60$ ; PE:  $8.53 \pm 0.02$ ) and phytate:Zn (PO:  $19.77 \pm 0.72$ ; PE:  $25.65 \pm 1.05$ ) molar ratios.

### *In vivo* Fe bioavailability in rats

No difference was observed between PO, PE and ferrous sulfate (C=control diet) concerning Hemoglobin gain (C,  $3.06 \pm 0.38$ ; PO,  $3.29 \pm 0.88$ ; PE,  $3.73 \pm 0.61$  g/dL), Hemoglobin Regeneration Efficiency (C,  $96.1 \pm 14.91$ ; PO,  $105.3 \pm 28.4$ ; PE,  $106.4 \pm 13.4$  %) or Relative Biological Value (C,  $100.0 \pm 15.5$ ; PO,  $109.6 \pm 29.5$ ; PE,  $110.1 \pm 13.9$ ). Bioavailability of beans compared to ferrous sulfate was higher in the animal than in the cell culture, although in both studies no difference was observed between PO and PE.

### Fe and Zn nutritional status in preschool children

Iron status did not change after intervention in both groups, as shown in Table 1. Plasma and erythrocyte Zn was not affected either by the intervention, despite the PO group presented a

positive variation of plasma and erythrocyte Zn, which was not observed in the PE group. The iron depletion in the animal study overestimates the bioavailability of iron (BRIGIDE et al., 2014), compared to the human study.

Table 1. Fe and Zn nutritional status in preschool children before and after 18 weeks intervention.

Blood parameters	PO				PE				
	Before	After	$\Delta_1$	$p^*$	Before	After	$\Delta_2$	$p^*$	$p^\#$
Htc (%)	32.7±4.0	34.3±4.9	1.6±6.1	0.132	35.3±3.0	35.0±2.6	-0.3±3.3	0.636	0.090
sF (µg/L)	41.2±23.2	28.9±40.4	-11.9±50.5	0.191	35.9±26.9	28.1±33.7	-11.9±50.5	0.399	0.923
Hb (g/dL)	13.7±2.2	13.1±3.2	-0.6±3.8	0.402	13.6±2.5	12.9±1.8	-0.6±3.8	0.380	0.808
pZn (µg/dL)	119.2±24.5	133.9±57.7	14.8±60.4	0.206	145.6±37.5	136.1± 52.7	-9.5±53.3	0.393	0.109
eriZn (µg/gHb)	53.5±13.8	59.4±17.1	5.9±18.3	0.080	47.6±12.9	38.8±7.7	-8,7±12.4	<0.05	0.892

Htc: hematocrit; sF: ferritin; Hb: hemoglobin; pZn: plasma zinc; eriZn: erythrocyte zinc.

## CONCLUSION

Iron bioavailability in PO and PE beans was not statistically different using either cell culture, animal, or human models. Efforts should focus on increasing mineral bioavailability of beans targeted for biofortification.

## REFERENCES

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC: AOAC, 1984.
- BASSINELLO, P. Z.; PELOSO, M. J. D.; SILVA, W. M. R. da; MELO, L. C.; GUIMARÃES, C. M.; CALGARO, M.; MENEZES, E.; BEEBE, S.; NUTTI, M. R. Desenvolvimento de cultivares de feijoeiro comum adaptadas e biofortificadas com ferro e zinco. In: REUNIÃO ANUAL DE BIOFORTIFICAÇÃO NO BRASIL, 3., 2009, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/217282/desenvolvimento-de-cultivares-de-feijoeiro-comum-adaptadas-e-biofortificadas-com-ferro-e-zinco>>. Acesso em: 24 set. 2015.
- BRIGIDE, P.; ATAIDE, T. R.; CANNIATTI-BRAZACA S. G.; BAPTISTA, A. S.; ABDALLA, A. L.; FILHO, V. F.; PIEDADE, S. M.; BUENO, N. B.; SANT'ANA, A. E.; Iron bioavailability of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) intrinsically labeled with (59) Fe. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, v. 28, n. 3, p. 260-265, 2014.
- MEGÍAS, C. et al. Purification of an ACE inhibitory peptide after hydrolysis of sunflower (*Helianthus annuus* L.) protein isolates. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 7, p. 1928–1932, 2009.
- PFEIFFER W. H; MCCLAFFERTY B. HarvestPlus: breeding crops for better nutrition. **Crop Science**, v. 47, Suppl. 3, p. S 88-S 105, 2007.
- REEVES, P. G.; et al. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc Writing Committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. **The Journal of Nutrition**, v. 123, p. 1939–1951, 1993.
- TAKO, E. et al. Biofortified black beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in a maize and bean diet provide more bioavailable iron to chickens (*Gallus gallus*) than standard black beans. **The Faseb Journal**, v. 27, p. 859.9, 2013.

## BIODISPONIBILIDADE DOS CAROTENOIDES PRÓ-VITAMÍNICOS A EM ABÓBORAS BIOFORTIFICADAS (*Cucurbita moschata* Duch)

### PRO-VITAMIN A CAROTENOIDS BIOAVAILABILITY IN BIOFORTIFIED PUMPKINS (*Cucurbita moschata* Duch)

Lucia Maria Jaeger de Carvalho<sup>1</sup>, Ediane Maria Gomes Ribeiro<sup>1</sup>, Jose Luiz Viana de Carvalho<sup>2</sup>, Dayane Cutcher Barbosa<sup>1</sup>, Amanda Antonio Fernandez<sup>1</sup>, Ingrid Maroto Karse<sup>1</sup>, Ana Paula Mascarenhas<sup>1</sup>, Ana Carolina Damasceno<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Doutora, Universidade Federal do Rio de Janeiro, luciajaeger@gmail.com

<sup>2</sup>Mestre em Ciência e Tecnologia, Embrapa Agroindústria de Alimentos, jlvcarvalho@gmail.com

<sup>4</sup>Graduanda em Farmácia – bolsista IC/FAPERJ, UFRJ, day.cutcher@globomail.com

<sup>5</sup>Graduanda - bolsista IC, UFRJ, amanduca95@hotmail.com

<sup>6</sup>Graduanda - bolsista IC, UFRJ, ingridmaroto@yahoo.com.br

<sup>7</sup>Graduanda em Farmácia – bolsista IC/FAPERJ, UFRJ, apaula.ml03@gmail.com

<sup>8</sup>Graduanda - bolsista IC/FAPERJ, UFRJ, caroldamascenosoc@gmail.com

**RESUMO** - A biofortificação é uma estratégia sustentável que visa reduzir deficiências de micronutrientes em populações vulneráveis, aumentando seu conteúdo, como por exemplo, os carotenoides, em alimentos básicos da dieta. Visando isto, a abóbora (*Cucurbita moschata* Duch) pode ser um alimento com potencial para a biofortificação por ser considerada fonte de carotenoides com atividade pró-vitamínica A. O objetivo deste estudo foi avaliar a biodisponibilidade dos carotenoides pró-vitamina A em abóboras biofortificadas, em diferentes métodos de cozimento. A bioacessibilidade e a biodisponibilidade dos carotenoides pró-vitamina A foram determinadas pela sua transferência para micelas mistas durante a digestão *in vitro* e confirmada pela sua acumulação em células intestinais humanas Caco-2. Pôde-se verificar que as abóboras contêm elevados teores de carotenoides (>200 µg/g) e a sua retenção foi superior a 78% após os métodos de cozimento, demonstrando estabilidade. A bioacessibilidade do β-caroteno e α-caroteno foi baixa (<4,8%), altamente variáveis e afetadas pela matriz alimentar e método de cozimento. Desta forma, pode-se concluir que as abóboras biofortificadas, mesmo com baixa bioacessibilidade, são fontes de vitamina A, podendo fornecer acima de 40% das necessidades diárias recomendadas, em porção de 100 gramas, para crianças de 4 à 8 anos de idade. Contudo, são necessários mais estudos a fim de melhorar a liberação dos carotenoides a partir da matriz alimentar.

**Palavras-chave:** abóbora, carotenoide, biofortificação, células Caco-2.

**ABSTRACT** - The biofortification is a sustainable strategy to reduce micronutrient deficiencies in vulnerable populations by increasing its content, as carotenoid in staple foods diet. Therefore, the pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch) can be a food with potential for biofortification, as it is considered a source of carotenoids with pro-vitamin activity A. The aim of this study was to evaluate the bioaccessibility and bioavailability of provitamin A carotenoids in biofortified pumpkins, with different cooking methods. The bioaccessibility and bioavailability of provitamin A carotenoids were determined by their transfer to mixed micelles during the *in vitro* digestion and confirmed by its accumulation in Caco-2 human intestinal cells. It could be observed pumpkins had high contents of carotenoids (> 200 µg/g) and the retention was greater than 78% after cooking methods, demonstrating stability. The bioaccessibility of β-carotene and α-carotene was low (<4.8%), highly variable and affected by food matrix and cooking method applied. It can be concluded that the biofortified pumpkins, even with low bioaccessibility of carotenoid, are sources of vitamin A, may provide over 40% of the Estimated Average Requirement (EAR) of vitamin A for children 4-8 years of age. However, more studies are needed to improve the release of carotenoids from the food matrix.

**Keywords:** pumpkin, carotenoid, biofortified, Caco-2 cells.

## INTRODUÇÃO

Os carotenoides compõem um dos grupos de pigmentos naturais mais extensamente encontrados na natureza, responsáveis pelas colorações do amarelo ao vermelho de flores, folhas, frutas, algumas raízes, gema de ovo, lagosta e outros crustáceos (QUIRÓS; COSTA, 2006; MELÉNDEZ-MARTÍNEZ; VICARIO; HEREDIA, 2007). Dentre as várias funções que lhes são atribuídas destaca-se, em termos nutricionais, o fato de alguns pigmentos atuarem como precursores da vitamina A (RODRIGUES; PENTEADO, 1989). O  $\beta$ -caroteno é a mais abundante fonte de pró-vitamina A presente nos alimentos (PALOZZA et al., 2003), contudo, vários fatores afetam a biodisponibilidade dos carotenoides, como seu estado físico no alimento, o tipo de tratamento ou cozimento, a presença de outros nutrientes ou não nutrientes no alimento, bem como as variações sazonais e origem geográfica (O'CONNELL et al., 2008; AHERNE et al., 2009; FAILLA; THAKKAR; KIM, 2009). A abóbora (*Cucurbita moschata Duch*), da família Cucurbitaceae, é amplamente cultivada e consumida em muitos países no mundo e apresentam elevadas concentrações de carotenoides, principalmente  $\beta$  e  $\alpha$ -caroteno (BOITEUX et al., 2007; RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008). Tendo em vista a necessidade da população de baixa renda brasileira ter acesso a alimentos de baixo custo com elevado conteúdo de micronutrientes biodisponíveis, necessários a uma boa saúde e, conseqüentemente, que melhorem seu *status* nutricional, a introdução de novos genótipos de abóbora que apresentem elevados teores de carotenoides totais ( $\beta$ -caroteno, principalmente) se faz necessária, bem como o estudo da bioacessibilidade destes nutrientes após o cozimento.

## MÉTODO

As amostras de abóbora foram produzidas na Embrapa Tabuleiros Costeiros (genótipos 58, 129 e 346), em Frei Paulo/Sergipe, e na Embrapa Semiárido (genótipos 12 e 13), em Petrolina/Pernambuco. Após seu recebimento, foram submetidas a três métodos de cozimento (imersão em água – 5 minutos, vapor – 7 minutos e imersão em água com adição de açúcar, correspondendo ao doce – 5 minutos). Os experimentos de cozimento foram realizados no Laboratório de Tecnologia e Análise Instrumental de Alimentos/UFRJ. A digestão *in vitro* acoplada ao modelo de célula intestinal humana Caco-2 foram realizadas na Ohio State University/EUA, de acordo com Thakkar *et. al* (2007) e, a extração dos carotenoides segundo (ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS, 2010) e Seo *et al.* (2005), com modificações. Os carotenoides foram separados, identificados e quantificados, como descrito por Chitchumroonchokchai et al. (2004).

Os resultados foram expressos como média ( $\pm$  desvio padrão). Para análise estatística dos resultados, utilizou-se o programa GraphPad Prism, versão 6.05 (GraphPad Software, Inc, CA, EUA). Todos os dados foram analisados pela análise de variância ANOVA, seguida pelo teste *post-hoc* de Tukey, para identificar diferenças significativas entre as médias ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os carotenoides mais abundantes encontrados nos cinco genótipos de abóbora biofortificadas foram o todo-*E*- $\beta$ -caroteno e o  $\alpha$ -caroteno. As concentrações dos carotenoides precursores de vitamina A nas abóboras variaram de 209  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  (genótipo 346) a 658  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  (genótipo 12), em base fresca. Os percentuais de todo-*E*- $\beta$ -caroteno variaram de 52% (genótipo 13) a 90% (genótipo 129) do conteúdo de carotenoides totais. A quantidade de retinol equivalente ( $\text{RE} = \text{todo-}E\text{-}\beta\text{C} + \frac{1}{2} (\text{Z-}\beta\text{C} + \alpha\text{C})$ ) variou de 184 a 522  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ . Embora as abóboras estudadas apresentaram elevadas concentrações de carotenoides com atividade pró-vitáminica A, revelaram baixos valores na eficiência da micelarização após digestão *in vitro*, abaixo de 4,8%. Tal resposta é um indício de que os carotenoides presentes nas abóboras foram pouco biodisponíveis. Adicionalmente, os resultados entre os genótipos foram variáveis e afetados pela matriz alimentar e, pelo método de cozimento. Por outro lado, a captação celular foi mais elevada, atingindo valores até 24% ( $p < 0,05$ ).

## CONCLUSÃO

As abóboras biofortificadas, mesmo com baixa biodisponibilidade, são fontes de vitamina A, podendo fornecer acima de 40% das necessidades diárias recomendadas para crianças de 4 à 8 anos de idade, em porção de 100 gramas (DIETARY..., 2002). Contudo, são necessários mais estudos a fim de que se possa melhorar a liberação dos carotenoides a partir da matriz alimentar.



## AGRADECIMENTOS

HarvestPlus, FAPERJ, CAPES, EMBRAPA, BioFORT.

## REFERÊNCIAS

- AHERNE, S. A.; JIWAN, M. A.; DALY, T.; O'BRIEN, N. M. Geographical location has greater impact on carotenoid content and bioaccessibility from tomatoes than variety. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 64, n. 4, p. 250–266, 2009.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 18th. ed. Gaithersburg: AOAC International, 2010.
- BOITEUX, L. S.; NASCIMENTO, W. M.; FONSECA, M. E. de N.; LANA, M. M.; REIS, A.; MENDONÇA, J. L.; LOPES, J. F.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. 'Brasileirinha': cultivar de abóbora (*Cucurbita moschata*) de frutos bicolors com valor ornamental e aptidão para consumo verde. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p.103-106, 2007.
- CHITCHUMROONCHOKCHAI, C.; SCHWARTZ, S. J.; FAILLA, M. L. Assessment of lutein bioavailability from meals and a supplement using simulated digestion and Caco-2 human intestinal cells. **The Journal of Nutrition**, v. 134, p. 2280–228, 2004.
- DIETARY reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. Food and Nutrition Board Institute of Medicine. Washington (DC): National Academy of Sciences, 2002.
- FAILLA, M. L.; THAKKAR, S. K.; KIM, J. Y. *In vitro* bioaccessibility of betacarotene in orange fleshed sweet potato (*Ipomoea batatas*, Lam). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, p. 10922–10927, 2009.
- MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A. J.; VICARIO, I. M.; HEREDIA, F. J. Pigmentos carotenoides: consideraciones estructurales y fisicoquímicas. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 57, n. 2, p. 109-117, 2007.
- O'CONNELL, O. F.; O'SULLIVAN, L.; AHERNE-BRUCE, S. A.; O'BRIEN, N. M. Carotenoid micellarization varies greatly between individual and mixed vegetables with or without the addition of fat or fibre. **International Journal of Vitamin and Nutrition Research**, v. 78, p. 238–246, 2008.
- PALOZZA, P.; SERINI, S.; NICUOLO, F.; DI PICCIONI, E.; CALVIELLO, G. Prooxidant effects of  $\beta$ -carotene in cultured cells. **Molecular Aspects of Medicine**, v. 24, p. 353-362, 2000.
- QUIRÓS, A. R. B. de; COSTA, H. S. Analysis of carotenoids in vegetable and plasma samples: a review. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, p. 97-111, 2006.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; GODOY, H. T., AMAYA-FARFAN, J. Updated Brazilian database on food carotenoids: Factors affecting carotenoids composition, **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 21, p. 445– 463, 2008.
- RODRIGUES, R. S. M.; PENTEADO, M. de V. C. Carotenoides com atividade pró-vitamina A em hortaliças folhosas. **Revista de farmácia e bioquímica da Universidade de São Paulo**, v. 25, n. 1, p. 39-53, 1989.
- SEO, J. S.; BURRI, B. J.; QUAN, Z.; NEIDLINGER, T. R. Extraction and chromatography of carotenoids from pumpkin. **Journal of Chromatography A**, v. 1073, p. 371-371, 2005.
- THAKKAR, S. K.; MAZIYA-DIXON, B.; DIXON, A. G. O.; FAILLA, M. L.  $\beta$ -carotene micellarization during in vitro digestion and uptake by Caco-2 cells is directly proportional to  $\beta$ -carotene content in different genotypes of cassava. **The Journal of Nutrition**, v. 137, p. 2229-2233, 2007.

## RICE AND BEANS TARGETED FOR BIOFORTIFICATION COMBINED WITH HIGH CAROTENOID CONTENT CROPS (SWEET POTATO AND PUMPKIN) REGULATE TRANSCRIPTIONAL MECHANISMS INCREASING IRON BIOAVAILABILITY

### ARROZ E FEIJÃO ALVO PARA A BIOFORTIFICAÇÃO COMBINADOS COM CULTURAS COM ALTO CONTEÚDO DE CAROTENOIDES (BATATA-DOCE E ABÓBORA) REGULAM MECANISMOS TRANSCRICIONAIS AUMENTANDO A BIODISPONIBILIDADE DO FERRO

Hércia Stampini Duarte Martino<sup>1</sup>, Desirrê Morais Dias<sup>2</sup>, Maria Eliza de Castro Moreira<sup>3</sup>, Mariana Juste Contin Gomes<sup>4</sup>, Renata Celi Lopes Toledo<sup>5</sup>, Marília Regini Nutti<sup>6</sup>, Helena Maria Pinheiro Sant'Ana<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Professor, Universidade Federal de Viçosa, Av. PH Rolfs, s/ n°, Campus Universitário, hercia72@gmail.com,

<sup>2</sup>Doutorando, Universidade Federal de Viçosa, Av. PH Rolfs, s/ n°, Campus Universitário, desirremorais@hotmail.com

<sup>3</sup>Pós-Doutorando, Universidade Federal de Viçosa, Av. PH Rolfs, s/ n°, Campus Universitário, elizamoreira@yahoo.com.br.

<sup>4</sup>Graduando, Universidade Federal de Viçosa, Av. PH Rolfs, s/ n°, Campus Universitário, mariana.contin@ufv.br.

<sup>5</sup>Doutor, Universidade Federal de Viçosa, Av. PH Rolfs, s/ n°, Campus Universitário, renatacelly@yahoo.com.br

<sup>6</sup>Doutor, Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, Brazil, marilia.nutti@embrapa.br

<sup>7</sup>Doutor, Universidade Federal de Viçosa, Av. PH Rolfs, s/ n°, Campus Universitário, helena.santana@ufv.br

**RESUMO** - O objetivo do estudo foi avaliar o efeito de combinações de feijão e arroz, alvos para biofortificação, com culturas com alto conteúdo de carotenoides (batata doce e abóbora) sobre a biodisponibilidade de ferro, expressão gênica de proteínas envolvidas no metabolismo do ferro e o efeito antioxidante. Os grupos testes apresentaram valores semelhantes de eficiência de regeneração da hemoglobina, sendo maior do que o controle, exceto para o grupo Feijão BRS Pontal. Os animais que receberam uma dose adicional de carotenoides pró-vitamina A apresentaram maior expressão de DMT-1 e DcytB. O grupo alimentado apenas com feijão BRS Pontal apresentou menor ( $p < 0,05$ ) capacidade antioxidante total do plasma. A combinação de arroz e feijão, alvos para a biofortificação, com culturas com elevado conteúdo de pró-formadores de vitamina A (abóbora e batata doce) aumentou a expressão gênica de proteínas envolvidas no metabolismo de ferro, favorecendo a sua biodisponibilidade e a capacidade antioxidante.

**Palavras-chave:** expressão genética, capacidade antioxidante, ferro, batata-doce, abóbora.

**ABSTRACT** - The objective of the study was to evaluate the effect of food combinations of beans and rice, target for biofortification, with high carotenoids content crops (sweet potato and pumpkin) on the bioavailability of iron, gene expression of proteins involved in iron metabolism, and the antioxidant effect. The test groups showed similar levels of hemoglobin regeneration efficiency, which were higher than the control, except for the group BRS Pontal bean. The animals that received an additional dose of pro-vitamin A carotenoid showed enhanced expression of DMT-1 and DcytB. The group fed only BRS Pontal bean showed lower ( $p < 0.05$ ) plasma total antioxidant capacity. The combination of rice and beans target for biofortification with high pro-vitamin A carotenoid content crops (pumpkin and sweet potato) increased gene expression of proteins involved in iron metabolism, favoring its bioavailability and antioxidant capacity.

**Keywords:** gene expression, antioxidant capacity, iron, sweet potato, pumpkin.

## INTRODUCTION

Iron (Fe) deficiency is the most prevalent nutrient deficiency worldwide affecting about 40% of the world population, particularly women and children in developing countries (MUTHAYYA et al., 2013). Global efforts to reduce the incidence of this nutritional deficiency have been directed at increasing the consumption of micronutrient supplementation through fortification and biofortification of food. The biofortification of staple crops is a new public health approach to control vitamin A deficiency, iron and zinc in poor countries (BOUIS et al., 2011).

The biofortification program with iron has not been successful in increasing the bioavailability of iron to desired levels, which may impact the nutritional status in animals and in humans (VAZ-TOSTES et al., 2015). The association with vitamin A sources can be an alternative to improve the effectiveness of biofortification on human health. Thus, the objective of the study was to evaluate the effect of food combinations of beans and rice, target for biofortification, with high carotenoids content crops (sweet potato and pumpkin) on the bioavailability of iron, gene expression of proteins involved in iron metabolism, and the antioxidant effect.

## **METHOD**

### **Sample**

Staple food crops from Brazilian Biofortification programme were evaluated: common beans BRS Pontal (high Fe content); polished rice Chorinho (source of zinc); pumpkin Duchesne and sweet potato (high pro-vitamin A carotenoid content). Cultivars were developed and supplied by the Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Brazil.

### **Staple food crop flours preparation**

The beans were cooked in three replicates in a conventional pressure cooker and dried in an air oven for 17 hours at 60°C (RAMÍREZ-CÁRDENAS et al., 2008). The rice was cooked in three replicates and dried in an air oven for 17 hours at 60°C. The pumpkin and sweet potato were peeled and sliced on a multiprocessor and dried in an air oven for 6 hours at 60 °C. All foods were ground by mill 090 CFT at 3000 rpm, sieved (600 mesh screen) and stored at -12 °C.

### **Animals and diets**

Bioavailability of the iron was measured by the depletion/repletion method. Forty-nine male Wistar rats were placed in seven experimental groups (n=7): Pontal bean (PB); rice + Pontal bean (R+BP); Pontal bean + sweet potato (PB+SP); Pontal bean + pumpkin (PB+P); Pontal bean + rice + sweet potato (PB+R+SP); Pontal bean + rice + sweet potato (PB+R+SP); positive control (Ferrous Sulfate).

The quantity of pumpkin and sweet potato added in the experimental diets was calculated to provide 4.5 mg of vitamin A per kg of diet. This value was based on the conversion of milligrams of vitamin A per gram of body weight in the study by Mwanri et al. (2000) in which anemic children between 9 and 12 years old were supplemented with 1.5 mg of vitamin A per day to assist in the recovery of iron status.

The hemoglobin gain (HG), hemoglobin regeneration efficiency (HRE) and biological relative value of HRE were evaluated.

### **Determination of gene expression of proteins involved in iron metabolism**

The expression of the protein divalent metal carrier (DMT-1), duodenal cytochrome b (DcytB), ferroportin and hephaestin mRNA from duodenum, ferritin and transferrin mRNA from liver were analyzed by reverse transcriptase polymerase chain reaction (RT-PCR). The relative expression levels of mRNA were normalized by the endogenous control glyceraldehyde 3-phosphate dehydrogenase (GAPDH).

### **Antioxidant capacity total plasma**

The total plasma antioxidant capacity (TAC) was measured by the colorimetric method with the Sigma kit (Sigma-Aldrich). The concentration of antioxidants in plasma was expressed as mM Trolox equivalent.

### **Statistical Analysis**



Experimental treatments were arranged in a completely randomized design (n=6). The results were analyzed by ANOVA ( $\alpha=5\%$ ). The Dunnett test was used to compare each test group with control group. Newman-Keuls test was used to compare the averages of all experimental groups.

## RESULTS AND DISCUSSION

It was observed that the groups fed diets containing combination of Pontal bean and high pro-vitamin A carotenoids crops (PB+P; PB+SP; PB+R+P; PB+R+SP) had HG similar to the positive control group that receiving ferrous sulfate as a iron source ( $p\geq 0.05$ ). The vitamin A can act in iron mobilization from stocks of organic tissues, favoring the availability of this mineral for hematopoiesis and hemoglobin synthesis, increasing the HG (SEMBA; BLOEM, 2002).

The animals that received an additional dose of pro-vitamin A carotenoid showed enhanced expression of DMT-1 and DcytB, which also may have assisted in increasing the uptake and incorporation of iron in the hemoglobin resulting in higher GHb values. Vitamin A has been associated with the regulation of the synthesis of DMT-1 proteins and ferroportin (OATES, 2006).

The PB group showed lower HG than other groups and, when the iron consumption was corrected by iron incorporated into hemoglobin, the PB group remained the lowest value of HRE. The poor performance of this group may be associated with a lower mRNA expression of DMT-1 and ferroportin, proteins that are necessary for the absorption of iron and outsourcing enterocytes (BRASSE-LAGNEL et al., 2011)

The animals fed diets containing only the Pontal bean had less HG and HRE than control and other test groups ( $p<0.05$ ). When the Pontal bean was associated with the rice (PB+R) the HG remained lower than the control, but the HRE was higher ( $p<0.05$ ) and similar to the control test group ( $p\geq 0.05$ ). This result may be related to the fact that this combination provided an increased amount of sulfur amino acids such as cysteine, which has been reported to promote the bioavailability of iron (HE et al., 2013).

The group fed only Pontal bean showed lower ( $p<0.05$ ) plasma TAC. When the Pontal bean was combined with rice, the TAC was similar ( $p\geq 0.05$ ) to the groups supplemented with carotenoids.

## CONCLUSION

The combination of rice and beans target for biofortification with high pro-vitamin A carotenoid content crops (pumpkin and sweet potato) increased gene expression of proteins involved in iron metabolism, favoring its bioavailability and antioxidant capacity.

## REFERENCES

- BOUIS, H. E.; HOTZ, C.; MCCLAFFERTY, B.; MEENAKSHI, J. V.; PFEIFFER, W. H. Biofortification: a new tool to reduce micronutrient malnutrition. **Food and Nutrition Bulletin**, v. 11, p. 31-40, 2011.
- BRASSE-LAGNEL, C.; KARIM, Z.; LETTERON, P.; BEKRI, S.; BADO, A.; BEAUMONT, C. Intestinal DMT1 cotransporter is down-regulated by hepcidin via proteasome internalization and degradation. **Gastroenterology**, v. 140, p. 1261-1271, 2011.
- GONDIM, S. S. R.; DINIZ, A. D. S.; CAGLIARI, M. P. P.; ARAÚJO, E. D. S.; QUEIROZ, D. D.; PAIVA, A. D. A. Relationship among hemoglobin levels, serum retinol level and nutritional status in children aged 6 to 59 months from the state of Paraíba, Brazil. **Revista de Nutrição**, v. 25, p. 441-449, 2012.
- HE, W. L.; FENG, Y.; WEI, Y. Y.; YANG, X. E.; SHI, C. H.; HE, Z. L.; STOFFELLA, P. J. Differential iron-bioavailability with relation to nutrient compositions in polished rice among selected Chinese genotypes using Caco-2 cell culture model. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 64, p. 822-829, 2013.
- MUTHAYYA, S.; RAH, J. H.; SUGIMOTO, J. D.; ROOS, F. F.; KRAEMER, K.; BLACK, R. E. The Global hidden hunger indices and maps: an advocacy tool for action. **PLoS One**, v. 8, n. 6, p. e67860, 2013.

MWANRI, L.; WORSLEY, A.; RYAN, P.; MASIKA, J. Supplemental vitamin A improves anemia and growth in anemic school children in Tanzania. **Journal of Nutrition**, v. 130, p. 2691-2696, 2000.

OATES, P. S. The role of hepcidin and ferroportin in iron absorption. **Histology and Histopathology**, v. 22, p. 791-804, 2007.

RAMÍREZ-CÁRDENAS, L.; LEONEL, A. J.; COSTA, N. M. B. Efeito do processamento doméstico sobre o teor de nutrientes e de fatores antinutricionais de diferentes cultivares de feijão comum. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, p. 200-213, 2008.

SEMBA, R. D.; BLOEM, M. W. The anemia of vitamin A deficiency: epidemiology and pathogenesis. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 56, p. 271-281, 2002.

VAZ-TOSTES, M. G.; VEREDIANO, T. A.; MEJIA, E. G.; COSTA, N. M. B. Evaluation of iron and zinc bioavailability of beans targeted for biofortification using in vitro and in vivo models and their effect on the nutritional status of preschool children. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, p. 1-9, 2015.



## ALIMENTOS ALVO PARA A BIOFORTIFICAÇÃO APRESENTAM ELEVADA QUALIDADE PROTEICA E AÇÃO HIPOGLICEMIANTE EM RATOS WISTAR

### STAPLE FOOD CROPS TARGETED FOR BIOFORTIFICATION HAVE HIGH PROTEIN QUALITY AND HYPOGLYCEMIC EFFECT IN WISTAR RATS

Hércia Stampini Duarte Martino<sup>1</sup>, Desirrê Morais Dias<sup>2</sup>, Mariana Juste Contin Gomes<sup>3</sup>, Natália Elizabeth Galdino Alves<sup>4</sup>, Maria Eliza de Castro Moreira<sup>5</sup>, Marília Regini Nutti<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Professor, Universidade Federal de Viçosa, Av. PH Rolfs, s/ nº, Campus Universitário, hercia72@gmail.com,

<sup>2</sup>Doutorando, Universidade Federal de Viçosa, Av. PH Rolfs, s/ nº, Campus Universitário, desirremorais@hotmail.com

<sup>3</sup>Graduando, Universidade Federal de Viçosa, Av. PH Rolfs, s/ nº, Campus Universitário, mariana.contin@ufv.br.

<sup>4</sup>Doutorando, Universidade Federal de Viçosa, Av. PH Rolfs, s/ nº, Campus Universitário, desirremorais@hotmail.com

<sup>5</sup>Pós-Doutorando, Universidade Federal de Viçosa, Av. PH Rolfs, s/ nº, Campus Universitário, elizamoreira@yahoo.com.br.

<sup>6</sup>Doutor, Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, Brazil, marilia.nutti@embrapa.br

**RESUMO** - O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade proteica das combinações alimentares de arroz, feijão BRS Pontal, feijão BRS Xiquexique (feijão-caupi), abóbora e batata doce alvos para a biofortificação, bem como avaliar a glicemia, perfil de lipídios séricos e a excreção de lipídios e de ácidos graxos de cadeia curta nas fezes de ratos alimentados com essas combinações. Os índices de coeficiente de eficiência proteica e razão proteica líquida dos grupos testes não diferiram do grupo caseína, indicando elevada qualidade proteica. A digestibilidade verdadeira (DV) dos grupos teste foi inferior à caseína, no entanto os grupos contendo feijão-caupi apresentaram DV superior ( $p < 0,05$ ) aos demais grupos testes contendo feijão BRS Pontal. Os grupos Arroz, Feijão BRS Pontal e Abóbora (AFPA) e Arroz, Feijão BRS Pontal e Batata doce (AFPB) reduziram ( $p < 0,05$ ) a glicemia de jejum em comparação à caseína. A excreção de gordura nas fezes dos grupos testes foi superior ( $p < 0,05$ ) ao grupo controle. A combinação de alimentos alvos para a biofortificação mostrou-se tão eficiente quanto à caseína para promover o crescimento e manutenção dos animais. Além disso, as combinações alimentares aumentaram a excreção fecal de lipídeos, e as combinações contendo o feijão pontal apresentaram efeito hipoglicemiante.

**Palavras-chave:** proteína, biofortificação, glicemia, lipídio fecal.

**ABSTRACT** - This study aimed to evaluate the protein quality of food combinations of rice, BRS Pontal beans, BRS Xiquexique cowpea, pumpkin and sweet potato targeted for biofortification, as well as to evaluate the blood glucose, serum lipid profile, fecal fat excretion and fecal short-chain fatty acids of rats fed this food combinations. The protein efficiency ratio and net protein ratio of the test groups did not differ from the casein group, indicating high protein quality. The true digestibility (TD) of the test groups was lower than casein, however the groups containing BRS Xiquexique bean had higher TD ( $p < 0.05$ ) than the other test groups containing BRS Pontal beans. The groups: Rice, BRS Pontal bean and Pumpkin (RPBP) and Rice, BRS Pontal beans and sweet potatoes (RPBS) reduced ( $p < 0.05$ ) fasting plasma glucose compared to casein. The fecal fat excretion of the test groups was higher ( $p < 0.05$ ) than the control group. The combination of food targeted for biofortification was comparable to casein to promote growth and maintenance of the animals. Furthermore, the food combinations increased the fecal fat excretion, and the combinations containing the BRS Pontal beans showed hypoglycemic effect.

**Keywords:** protein, biofortification, glycemia, fecal lipid.

## INTRODUÇÃO

Paradoxalmente à queda acentuada da desnutrição e aumento da obesidade, característica do processo de transição nutricional, ainda é observada alta prevalência da deficiência de micronutrientes na população mundial (MUTHAYYA, et al, 2013). Os esforços globais para reduzir a incidência dessas carências nutricionais têm sido amplamente direcionados para o consumo crescente de suplementação de micronutrientes por meio da fortificação e biofortificação de alimentos (KENNEDY et al., 2007).

Os alimentos de origem vegetal são fontes de proteína, porém, muitas vezes apresentam-se em quantidades insuficientes de aminoácidos essenciais. A combinação de diferentes fontes alimentares pode melhorar o balanço de aminoácidos essenciais e, conseqüentemente, a qualidade proteica.

A qualidade proteica dos alimentos pode ser influenciada por fitoquímicos presentes em alguns alimentos como o feijão, dentre eles se destaca o fitato, taninos condensados e fenólicos totais, que podem se ligar proteínas, formando complexos insolúveis que prejudicam a absorção destes (RAMÍRES-CÁRDENAS; LEONEL; COSTA, 2008). No entanto, alguns desses compostos, como fibras alimentares, taninos e fitatos, tem se correlacionado inversamente com a digestão de carboidratos e resposta glicêmica (ANDERSON; SMITH; WASNOCK, 1999). Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade proteica das combinações alimentares de arroz, feijão BRS Pontal, feijão BRS Xiquexique (feijão-caupi), abóbora e batata doce alvos para a biofortificação de micronutrientes, bem como avaliar a glicemia, perfil de lipídios séricos e a excreção de lipídeos e de ácidos graxos de cadeia curta nas fezes de ratos alimentados com essas combinações

## MÉTODO

### Matéria prima e preparo das farinhas

Foram utilizados o feijão BRS Pontal e caupi BRS Xiquexique, o arroz branco Chorinho, a abóbora e batata doce alvos para a biofortificação com os micronutrientes ferro, zinco e carotenoides, desenvolvidos pelo Programa de Melhoramento Genético da EMBRAPA.

Os feijões foram cozidos em panela de pressão e secos em estufa com circulação de ar durante 17 horas a 60°C (RAMIREZ-CÁRDENAS et al., 2008). O arroz foi cozido em panela convencional e seco em estufa com circulação de ar durante 17 horas a 60°C. A abóbora e batata doce foram descascadas e cortadas e secas em estufa com circulação de ar por 6 horas a 60 °C. Todos os alimentos foram moídos em moinho e peneirados em peneirada de 250 µm e armazenados a -12 ° C.

### Ensaio biológico

Quarenta e oito ratos machos Wistar, recém desmamados, com 21 dias de vida foram divididos 8 grupos experimentais (n=6): dois grupos controles (padrão de caseína) e o apteico, e seis grupos testes: arroz+feijão caupi (AFC), arroz+feijão pontal (AFP), arroz+feijão caupi+abóbora (AFCA), arroz+feijão pontal+abóbora (AFPA), arroz+feijão-caupi+ batata doce (AFCB) e arroz+feijão pontal+batata doce (AFPB).

A composição das dietas experimentais foi baseada na dieta AIN- 93G (REEVES; NIELSEN; FAHEY, 1993). A substituição da caseína da dieta controle pela farinha dos alimentos foi baseada no conteúdo de proteína dos alimentos e na contribuição desses para o consumo diário de proteínas de crianças de 7 a 10 anos de idade (50% do arroz, 50% do feijão, 13% da batata doce e 3% da abóbora), segundo pesquisa realizada por Hinnigi; Bergamaschi (2012). As dietas apresentavam em média 9,7% de proteína.

O experimento teve duração de 28 dias e foram calculados os índices de qualidade proteica: coeficiente de eficiência alimentar (CEA), coeficiente de eficiência proteica (PER), razão proteica líquida (NPR) e digestibilidade verdadeira (DV).

### Análises bioquímicas e lipídios nas fezes

As concentrações séricas de glicose, colesterol total, lipoproteína de alta densidade (HDL-colesterol) e triglicerídeos foram determinadas por métodos colorimétricos de acordo com as instruções do fabricante (Bioclin®).

O conteúdo de lipídios totais nas fezes foi determinado por extração utilizando o aparato de Soxhlet, segundo as normas analíticas da (ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS, 2012).

#### **Análise estatística**

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) seguido de teste de médias, Dunnett para comparação dos grupos testes com o controle e para comparação entre todos os grupos experimentais foi realizado teste de Duncan, considerando um nível de significância de 5%.

#### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os índices PER e NPR dos grupos testes não diferiram ( $p \geq 0,05$ ) do grupo caseína, indicando elevada qualidade proteica. A DV dos grupos teste foi inferior à caseína, no entanto os grupos contendo feijão-caupi AFC ( $81,5 \pm 3,05$ ), AFCA ( $79,5 \pm 2,6$ ) e AFCB ( $83,0 \pm 6,5$ ) apresentaram DV superior ( $p < 0,05$ ) aos demais grupos testes contendo feijão pontal em suas dietas. A maior DV encontrada nos grupos contendo feijão-caupi pode estar associada ao menor conteúdo de fibra alimentar solúvel e de compostos fenólicos em relação ao feijão pontal. A fibra alimentar solúvel e os compostos fenólicos podem formar complexos no conteúdo intestinal e impedir o acesso de enzimas digestivas, reduzindo a digestibilidade das proteínas (DEVI et al., 2011).

Os grupos AFPA ( $134.5 \pm 29,9 \text{mg/dL}$ ) e AFPB ( $108.3 \pm 17,8 \text{mg/dL}$ ) reduziram a glicemia de jejum em comparação à caseína ( $218.3 \pm 40,4 \text{mg/dL}$ ). Esse resultado pode estar associado ao conteúdo maior conteúdo de fibra alimentar, especialmente a fração solúvel, presente no feijão pontal em comparação ao feijão-caupi. A fibra solúvel por torna-se viscosa quando combinada com água, retarda o contato da glicose com a área absorptiva intestinal, reduzindo, assim, a sua absorção. Além disso, as fibras podem aumentar a sensibilidade periférica à insulina (KENDALL; ESFAHANI; JENKINS, 2010).

A excreção de gordura nas fezes dos grupos testes foi superior ( $p < 0,05$ ) ao grupo controle (caseína). Alguns estudos tem associado a maior excreção de lipídios aos peptídeos hidrofóbicos do arroz, que podem se ligar aos ácidos biliares e reduzir sua disponibilidade para formação de micelas, aumentando sua excreção fecal (UM *et al.*, 2013).

#### **CONCLUSÃO**

A combinação de alimentos alvos para a biofortificação de micronutrientes mostrou-se tão eficiente quanto à caseína para promover o crescimento e desenvolvimento dos animais. Além disso, as combinações alimentares aumentaram a excreção fecal de lipídeos, e as combinações contendo o feijão pontal apresentaram efeito hipoglicemiante.

#### **AGRADECIMENTOS**

Embrapa, Havert Plus, CAPES, CNPq, FAPEMIG.

#### **REFERÊNCIAS**

ANDERSON, J. W.; SMITH, B. M.; WASNOCK, C. S. Cardiovascular and renal benefits of dry bean and soybean intake. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 70, p. 464S-474S, 1999.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. 19th ed. Gaithersburg, 2012.

DEVI, P. B.; VIJAYABHARATHI, R.; SATHYABAMA, S.; MALLESHI, N. G.; PRIYADARISINI, V. B. Health benefits of finger millet (*Eleusine coracana* L.) polyphenols and dietary fiber: a review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 51, p. 1021-1040, 2014.

HINNIG, P. F.; BERGAMASCHI, D. P. Itens alimentares no consumo alimentar de crianças de 7 a 10 anos. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 15, p. 324-34, 2012.

KENDALL, C. W. C.; ESFAHANI, A.; JENKINS, D. J. A. The link between dietary fibre and human health. **Food Hydrocolloids**, v. 24, p. 42-48, 2010.

KENNEDY, G.; PEDRO, M. R.; SEGHERI, C.; NANTEL, G.; BROUWER, I. Dietary diversity score is a useful indicator of micronutrient intake in non breast-feeding Filipino children. **Journal of Nutrition**, v. 137, p. 1-6, 2007.

MUTHAYYA, S.; RAH, J. H.; SUGIMOTO, D. J.; ROOS, F. F.; KRAEMER, K.; BLACK, R. E. The Global Hidden Hunger Indices and Maps: An Advocacy Tool for Action. **Plos One**, v. 8, p. 1-12, 2013.

RAMÍREZ-CÁRDENAS, L. A.; LEONEL, A. J.; COSTA, N. M. B. Efeito do processamento doméstico sobre o teor de nutrientes e de fatores antinutricionais de diferentes cultivares de feijão comum. **Ciência e tecnologia de Alimentos**, v. 28, p. 200-213, 2008.

REEVES, P. G. et al. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. **Journal of Nutrition**, v. 123, n. 11, p. 1939-51, 1993.

UM, M. Y.; AHN, J.; JUNG, C. H.; HA, T. Y. Cholesterol-lowering Effect of Rice Protein by Enhancing Fecal Excretion of Lipids in Rats. **Preventive Nutrition and Food Science**, v. 18, p. 210-213, 2013.





## RETENÇÃO REAL DE CAROTENOIDES PRECURSORES DA VITAMINA A, APÓS PROCESSAMENTO TÉRMICO DE ESPIGAS DE MILHO VERDE COMUM E BIOFORTIFICADO

### REAL RETENTION OF VITAMIN A PERCURSORS CAROTENOIDS AFTER THERMAL PROCESSING OF COMMON AND BIOFORTIFIED GREEN CORN COBS

Natália Alves Barbosa<sup>1</sup>, Maria Cristina Dias Paes<sup>2</sup>, Paulo Evaristo de Oliveira Guimarães<sup>3</sup>, Joelma Pereira<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Doutoranda Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, nataliaalvesb@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Ph.D. Ciência de Alimentos e Nutrição Humana, Embrapa Milho e sorgo, cristina.paes@embrapa.br <sup>3</sup>Professora, doutora em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, joper@dca.ufla.br

<sup>4</sup>Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo, paulo.guimaraes@embrapa.br

**RESUMO** - O objetivo do trabalho foi determinar e comparar a retenção de carotenoides proVA em grãos verdes de milho das cultivares comum (BRS1030) e biofortificada com carotenoides precursores da vitamina A (proVA) (BRS4104) após as espigas serem submetidas a quatro diferentes tratamentos térmicos: cozimento sem água em micro-ondas, cozimento em imersão na água com pressão, cozimento em imersão na água em panela com tampa e cozimento em imersão na água em panela sem tampa. De acordo com as condições estudadas, independente da cultivar, a concentração de carotenoides proVA é reduzida após o processamento térmico no micro-ondas e na panela de pressão, entretanto, esse não ocorre para o cozimento em imersão de água em panela com e sem tampa, sendo esses tratamentos indicados para preservar os carotenoides proVA no preparo de espigas de milho verde cozidas.

**Palavras-chave:** Milho cozido, Cultivares de milho, Pro-vitamina A.

**ABSTRACT** - The objective of this study was to determine carotenoid retention in green grains of common corn (BRS1030) and corn biofortified with carotenoid vitamin A precursors (proVA) (BRS4104), subjected to different thermal treatments: cooking in a microwave, cooking in a pressure cooker, cooking in a pot with a lid and cooking in a pot without a lid. Irrespective of the cultivar studied, the concentrations of carotenoid vitamin A precursors and total carotenoids in the green corn grains were reduced after cooking the ears in a microwave or in a pressure cooker. The best treatments for preserving carotenoids proVA according to the conditions studied are cooking in a pot with a lid and in a pot without a lid.

**Keyword:** Cooked corn, Corn cultivars, Pro-vitamin A.

### INTRODUÇÃO

A cultivar de milho BRS4104, biofortificada com carotenoides precursores da vitamina A (proVA), foi desenvolvida no Brasil por meio do melhoramento genético convencional e lançada em 2013 como resultado dos projetos “HaverstPlus e A biofortificação no Brasil – desenvolvendo produtos agrícolas mais nutritivos” (EMBRAPA, 2013). Esta cultivar surge como alternativa de um produto com maior valor nutricional e, conseqüentemente, com potencial para auxiliar no combate à carência de vitamina A em populações consumidoras de milho.

Contudo, sabe-se que os carotenoides presentes nos alimentos apresentam instabilidade na presença de alta temperatura, luz, calor, ácido e oxigênio e podem, com o processamento dos alimentos, sofrer alterações na sua composição química ocasionando prejuízo do ponto de vista nutricional. Assim sendo, o valor nutricional de um alimento pode ser reduzido durante as diversas etapas a que são submetidos desde a colheita até a ingestão pelo consumidor, conseqüência da alta capacidade de oxidação desses compostos, bem como do grande número de insaturações em suas estruturas que os tornam susceptíveis à degradação (BIANCHI e ANTUNES, 1999). O presente estudo foi realizado tendo como objetivo determinar e comparar

a retenção de carotenoides proVA em milho verde comum BRS1030 e biofortificado com carotenoides proVA BRS4104, após serem submetidas a diferentes tratamentos térmicos.

## MÉTODO

### Matéria-prima

#### Delineamento experimental

O experimento foi realizado em delineamento estatístico inteiramente casualizado, em esquema fatorial constituído de três fatores, 2x4x2 (cultivar, tipo de cozimento e processamento). A unidade experimental foi constituída por três espigas de milho. O processamento foi realizado em três repetições.

#### Cozimento sem adição de água no micro-ondas

A cocção foi realizada em micro-ondas de potencia 1200 Kw. Para tanto, as espigas foram individualmente envolvidas por três vezes com filme PVC de espessura 18 mm, e dispostas no prato do micro-ondas. A cocção foi realizada durante 7 minutos em potência máxima.

#### Cozimento em água em panela de pressão

A cocção foi realizada em panela de pressão doméstica antiaderente com capacidade 10 L. As espigas foram imersas em 5 L de água potável e submetidas ao calor em fogão industrial por 15 minutos contados a partir do início da emissão de vapor pela válvula.

#### Cozimento em água em panela com tampa

O cozimento foi realizado por imersão das espigas em água fervente em panela de inox, com tampa, contendo 5 litros de água potável em ebulição (98 °C) por 30 minutos, contados a partir do início da fervura.

#### Cozimento em água em panela sem tampa

O cozimento foi realizado por imersão das espigas em panela de inox, sem tampa, contendo 5 litros de água potável em ebulição (98 °C) por 30 minutos, contados a partir do início da fervura. **Preparo das amostras para análise**

Após os processamentos térmicos as espigas de milho verde foram arrefecidas a temperatura ambiente de 22°C durante 30 minutos. Para a análise de carotenoides, os grãos foram retirados da mesma espiga antes e após o processamento. As análises foram realizadas nos grãos *in natura* e termicamente tratados. Os grãos foram retirados das espigas com auxílio de faca de aço inoxidável.

#### Extração de carotenoides

Os carotenoides foram extraídos das amostras em esquema sequencial de solventes orgânicos de acordo com o protocolo descrito por Rodriguez-Amaya e Kimura (2004) e quantificados em técnica de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE).

A concentração de carotenoides totais foi obtida pela soma dos valores totais de todas as frações quantificadas. A concentração de carotenoides com atividade pró-vitamina A (proVA) foram obtidos por meio da seguinte fórmula:

Carotenoides proVA = total  $\beta$ -caroteno +  $\frac{1}{2}$  total de  $\alpha$ -caroteno +  $\frac{1}{2}$  do total de  $\beta$ -criptoxantina ( $\mu\text{g/g}$ ).

O percentual de retenção aparente foi calculado de acordo com a seguinte fórmula:

$$\% \text{ de retenção real} = \frac{\text{Concentração de carotenoides/g de alimento processado} \times \text{g de alimento após processamento}}{\text{Concentração de carotenoides/g de alimento cru} \times \text{g de alimento antes do processamento}}$$

#### Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SISVAR versão 5.3 (Build.77) (FERREIRA, 2000). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), sendo as médias comparadas pelo teste LSD ( $p=0,05$ ), quando significativo para o teste de F.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação cultivar x tipo de processamento x processamento, não apresentou diferença significativa quanto a retenção de carotenoides proVA, porém houve diferença significativa para a interação tipo de processamento x processamento.

Na Tabela 1 estão apresentadas as médias da retenção de carotenoides proVA observadas para os grãos verdes nas espigas de acordo com o tipo de processamento antes e após o processamento térmico.

Tabela 1 Médias da retenção real de carotenoides proVA (%) observadas para os grãos verdes das espigas de milho das cultivares estudadas

Tipo de cozimento	<sup>1</sup> Retenção real de carotenoides proVA (%)± <sup>2</sup> DP	
	Milho <i>In natura</i>	Milho Cozido
Sem água em micro-ondas	100,00 <sup>Aa</sup>	36,42±8,09 <sup>Bb</sup>
Com água em panela de pressão	100,00 <sup>Aa</sup>	50,92±4,34 <sup>Bb</sup>
Com água em panela com tampa	100,00 <sup>Aa</sup>	104,37±6,60 <sup>Aa</sup>
Com água em panela sem tampa	100,00 <sup>Aa</sup>	108,60±7,13 <sup>Aa</sup>

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, dentro do fator cultivar, não diferem estatisticamente pelo teste de LSD a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ). <sup>2</sup>DP: Desvio padrão

O cozimento em micro-ondas sem água e, em imersão na água em panela de pressão, tanto para os grãos verdes das espigas de milho BRS1030, quanto BRS4104, resultaram em menor retenção para carotenoides proVA. Os demais tratamentos não afetaram a retenção desses carotenoides nos grãos verdes em espigas. Sendo assim, o cozimento dos grãos verdes das espigas nos tratamentos com panela com e sem tampa, seriam os melhores processos de cozimento para que a concentração de carotenoides com atividade pro-vitamínica A fosse preservada.

Estudos relataram perdas de  $\beta$ -caroteno em folhas preparadas por cozimento em água fervente por 10 minutos ou por 7 minutos em forno de micro-ondas. As perdas de  $\beta$ -caroteno foram de 21 e 20% em serralha e 11 e 26% em aipo cozidos convencionalmente e em micro-ondas, respectivamente (ALMEIDA-MURADIAN, e PENTEADO, 2000). Estas perdas são menores às obtidas após os mesmos processamentos nas espigas de milho comum e biofortificada. Porém, o tempo de cocção em água fervente foi menor, uma vez que os alimentos estudados pelos autores requerem um tempo para cozinhar menor que as espigas de milho, no caso do micro-ondas, diferentemente deste trabalho foi utilizada água para o cozimento.

A maior biodisponibilidade de carotenoides dos alimentos é alcançada quando o cozimento em água é empregado (LESSIN, W. J 1997), entretanto, a perda de componentes solúveis na água pode aumentar a eficiência da extração dos carotenoides (VAN HET HOF, et al., 2000), resultando em maior retenção, o que poderia ter influenciado na extração dos grãos verdes cozidos no micro-ondas, uma vez que não foi utilizada água nesse processo.

## CONCLUSÃO

O cozimento em panela, com e sem tampa são os melhores tratamentos de conservação dos carotenoides proVA nos grãos verdes de milho. Perdas são verificadas após o processamento térmico dos carotenoides proVA em micro-ondas e panela de pressão.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA-MURADIAN, L. B.; PENTEADO, M. V. C. Carotenoids and provitamin A value of some Brazilian sweet potato cultivars (*Ipomoea batatas* Lam.). **Revista Farmácia Bioquímica**, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 145-154, jul./dez. 2000.

BIANCHI, M. L. P.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 123-130. 1999.

EMBRAPA. **Milho biofortificado será lançado pela Embrapa**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1492136/milho-biofortificado-sera-lancado-pela-embrapa>>. Acesso em: 15 jun. 2015.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análises estatísticas SISVAR**. Lavras: UFLA, 2000.

VAN HET HOF, K. H.; BOER, B. C. J. de; TIJBURG, L. B. M. Carotenoid bioavailability in humans from tomatoes processed in different ways determined from the carotenoid response in the triglyceride-rich lipoprotein fraction of plasma after a single consumption and in plasma after four days of consumption. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 130, n. 5, p. 1189-1196, May. 2000.

LESSIN, W. J.; CATIGANI, G. L.; SCHWARTZ, S. J. Quantification of cis-trans isomers of provitamin A carotenoids in fresh and processed fruits and vegetables. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 45, n. 10, p. 3728-3732, Oct. 1997.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M. **HarvestPlus Handbook for Carotenoid Analysis**. Washington: IFPRI; Cali: CIAT, 2004. 58 p. (HarvestPlus Technical Monograph, 2). Disponível em: <<http://www.harvestplus.org/sites/default/files/tech02.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2015.



## PERFIL DE BIODISPONIBILIDADE INDIRETA DE ZINCO E FERRO DE DIFERENTES GENÓTIPOS DE ARROZ PARA SELEÇÃO DESTINADA À BIOFORTIFICAÇÃO

### ZINC AND IRON INDIRECT BIOAVAILABILITY PROFILE OF DIFFERENT RICE GENOTYPES FOR BIOFORTIFICATION SELECTION

Priscila Zaczuk Bassinello<sup>1</sup>, Beatriz Mendonça de Oliveira<sup>2</sup>, Péricles Carvalho Neves<sup>3</sup>, Ivã Matsushige<sup>4</sup>, Solange Guidolim Canniatti Brazaca<sup>5</sup>, José Luiz Viana de Carvalho<sup>6</sup>

<sup>1</sup>DSc, Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO-462 km 12 Zona Rural 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO, priscila.bassinello@embrapa.br

<sup>2</sup>Bolsista CNPq-ATP/A

<sup>3</sup>PhD, Embrapa Arroz e Feijão, pericles.neves@embrapa.br

<sup>4</sup>MSc, Embrapa Arroz e Feijão, iva.matsushige@embrapa.br

<sup>5</sup>MSc, Esalq/USP, sgcbraza@usp.br

<sup>6</sup>MSc, Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ. jose.viana@embrapa.br

**RESUMO** – O arroz é um importante alimento básico para populações de muitos países e pode desempenhar um importante papel como veículo para micronutrientes os quais tais populações apresentem deficiência. Diferentes linhas de arroz de terras baixas foram avaliados para concentrações de ferro e zinco, assim como sua retenção após cozimento em grãos integrais e brancos. A razão molar entre fitatos e minerais também foi calculada para que fosse estimada a disponibilidade mineral no arroz. Os resultados mostraram importante variação em concentrações de ferro e zinco entre linhagens de arroz durante o processamento. Os fitatos predominaram em grãos integrais, conforme era esperado e isto se refletiu em disponibilidade de zinco superior em arroz branco cozido. Parece viável identificar genótipos de arroz com potencial para programas de melhoramento com foco em biofortificação de minerais.

**Palavras-chave:** Disponibilidade mineral, fitatos, retenção mineral.

**ABSTRACT** - Rice has an importance as a staple food for population in many countries and it may play a relevant role as a vehicle for micronutrients, which are deficient in their diets. Different lowland rice lines have been evaluated for iron and zinc contents as well as for their retention in cooked whole and white grains. The molar ratio between phytates and minerals has also been calculated in order to estimate the mineral availability in rice. The results showed important variation in iron and zinc contents between rice lines due to processing. Phytates predominated in whole rice as expected and this reflected in superior Zn availability in white cooked rice. It seems viable to identify rice genotypes with potential for breeding programs with focus on mineral biofortification.

**Keywords:** Mineral availability, phytates, mineral retention.

### INTRODUÇÃO

O arroz é um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo (Kadan et al., 2001) e, importante fonte de carboidrato e proteína de mais da metade da população mundial. Deficiências de micronutrientes são observadas em populações de países em desenvolvimento e o arroz pode ser utilizado na sua prevenção como um veículo de ferro e zinco, através do aumento de densidade desses nutrientes nos grãos pelo melhoramento genético. Por outro lado, sementes, especialmente integrais, contêm antinutrientes, como fitatos (AF), que podem comprometer a absorção de alguns nutrientes pelo organismo (Hurrell et al., 2003). O objetivo deste trabalho foi determinar as concentrações de ferro e zinco, retenção mineral e razão molar (AF:mineral) em grãos crus e cozidos de arroz integral e polido, para determinação indireta *in vitro* da biodisponibilidade mineral.

### MÉTODO

#### Obtenção de genótipos de arroz



Foram colhidos 14 genótipos de arroz multiplicados em sistema irrigado por lâmina de água na safra 2012/2013, na Fazenda Palmital da Embrapa Arroz e Feijão. Os grãos foram submetidos ao beneficiamento convencional, usando-se moinho de provas (Suzuki, São Paulo, Brasil), para obtenção das amostras de arroz integral e polido (branco). Os grãos de arroz foram moídos em moinho de facas (modelo Laboratory Mill 3100, marca PERTEN) e a umidade da amostra foi determinada utilizando analisador de umidade por infravermelho (modelo IV-2002, marca Gehaka), para posterior transformação dos dados em base seca.

### **Cocção de Arroz**

A cocção do arroz beneficiado foi realizada em autoclave vertical CS Primatec a  $121\pm 1^\circ\text{C}$  utilizando-se água purificada Milli-Q, para evitar contaminações por Fe. Utilizou-se a proporção de 1:2 (grão:água) para o arroz polido, cozido por 10 minutos e uma proporção de 1:3 (grão:água) para o arroz integral, cozido por 15 minutos. Após serem cozidas, as amostras foram congeladas em freezer, secas em liofilizador de bancada (marca Liotop, modelo L101) e moídas em moinho de café (Capresso) isento de contaminante com Fe.

### **Avaliação de Fe e Zn**

As avaliações de Fe e Zn foram realizadas em amostras de grãos moídos crus e liofilizados após cocção. Utilizou-se a técnica de análise por espectrofotometria de absorção atômica por chama após digestão ácida (KALRA, 1998).

### **Análise de ácido fítico**

O ácido fítico (AF) foi determinado pelo método proposto por Haug e Lantsch (1983) com adaptações: para o arroz integral foi utilizado 1,5g de amostra e para o arroz polido foram necessários 3g de amostra. O ácido fítico foi quantificado em espectrofotômetro (UV-vis. FEMTO) a 519nm com base em curva padrão de fósforo fítico, com concentrações variando entre 0 a  $50\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ , utilizando solução padrão de fitato de sódio.

### **Retenção Mineral**

O cálculo da porcentagem de retenção do mineral na matriz após processamento térmico foi baseado na seguinte fórmula para cada genótipo de arroz:  $\% \text{RR} = (\text{Teor ferro/zinco por grama de matéria-prima processada} \times \text{peso (g) matéria-prima processada}) / (\text{Teor ferro/zinco por grama matéria-prima in natura} \times \text{peso (g) matéria-prima in natura})$

### **Razão Molar**

A disponibilidade de minerais foi determinada por meio das razões molares entre o ácido fítico e os minerais da amostra, tendo como critério o valor crítico, descrito na literatura para essas razões (SAHA et al., 1994; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1996). Os dados foram coletados em triplicata de análise e analisados estatisticamente pelo programa GENES versão 2013.5.1 (CRUZ, 2006).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na tabela 1, observou-se variabilidade entre as amostras cruas e cozidas para Zn ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) de 20,38 – 26,67 (integral cru); 14,52 – 22,53 (polido cru); 17,86 – 26,22 (integral cozido) e 15,75 – 24,94 (polido cozido) e Fe entre 6,18 – 8,40 (integral cru); 1,27 – 3,80 (polido cru); 7,44 – 8,90 (integral cozido) e 3,14 – 6,97 (polido cozido). Concentrações maiores de Fe ( $p<0,05$ ) foram observadas em arroz branco cozido, o que pode ser resultado de contaminação pelo processamento. Isso refletiu também na maior retenção de Fe em relação ao Zn nas amostras cozidas. Todas as amostras cozidas apresentaram menores teores de Zn ( $p<0,05$ ). Amostras diferiram estatisticamente quanto às concentrações de ácido fítico (Tabela 2,  $p<0,05$ ), sendo superiores em arroz integral, resposta esperada já que essa substância se concentra no farelo de arroz. Dietas com razão molar AF:Fe $>14$  comprometem a biodisponibilidade do mineral em animais e humanos (ELLIS et al., 1987; RICKARD e THOMPSON, 1997). A razão molar variou entre as amostras em suas diferentes formas de processamento, indicando também uma variação na disponibilidade dos minerais, sendo aparentemente maior para o Zn e nas amostras polidas (Tabela 2).



Tabela 1. Teor e retenção mineral em genótipos de arroz irrigado beneficiado, cru e cozido. Ano agrícola 2012/13.

Genótipo	Arroz Integral		Arroz Polido		Arroz Integral		Arroz Polido		Retenção Mineral (%)			
	Cru	Cozido	Cru	Cozido	Cru	Cozido	Cru	Cozido	Arroz Integral		Arroz Polido	
	Fe (mg/Kg)				Zn (mg/Kg)				Zn	Fe	Zn	Fe
3RS Sertaneja	6,73 ± 0,27	8,09 ± 1,17	1,77 ± 0,35	5,90 ± 0,67	22,48 ± 0,23	22,15 ± 0,38	16,16 ± 0,49	17,15 ± 1,12	89,72	179,79	89,36	200,56
Cateto	6,77 ± 0,39	7,44 ± 0,18	1,41 ± 0,08	3,14 ± 0,58	22,63 ± 0,45	22,96 ± 0,41	15,27 ± 0,18	16,55 ± 0,91	91,56	182,72	99,28	229,08
Chorinho	7,91 ± 1,57	7,87 ± 0,62	1,67 ± 0,25	3,56 ± 0,64	23,35 ± 0,62	22,90 ± 0,41	16,53 ± 0,12	16,59 ± 2,36	89,21	152,21	97,16	211,98
Amarelão	7,30 ± 0,89	7,47 ± 0,33	1,83 ± 0,50	3,95 ± 0,63	25,00 ± 0,66	25,57 ± 0,70	20,26 ± 0,37	20,69 ± 2,41	95,44	156,71	92,20	170,49
Bolinha	6,18 ± 0,11	8,32 ± 1,17	1,27 ± 0,10	5,42 ± 0,40	23,23 ± 0,36	20,46 ± 0,42	15,34 ± 0,06	16,57 ± 0,12	87,52	171,84	91,59	251,18
Carolino	7,21 ± 0,45	7,81 ± 0,61	1,76 ± 0,22	6,61 ± 5,32	20,38 ± 0,13	17,86 ± 1,08	14,52 ± 0,52	16,85 ± 2,03	89,16	158,81	88,98	197,16
Catetão	7,23 ± 0,95	8,84 ± 0,69	2,09 ± 0,21	4,52 ± 0,40	22,78 ± 2,79	21,80 ± 1,61	15,47 ± 0,29	15,75 ± 0,35	85,86	153,53	90,56	175,60
Cateto-seda	7,22 ± 1,19	7,75 ± 0,34	2,07 ± 0,22	4,70 ± 0,60	24,05 ± 1,22	23,24 ± 0,89	19,4 ± 0,16	19,80 ± 0,59	92,93	144,88	88,51	150,72
Chatão buriti	7,76 ± 0,67	8,14 ± 0,49	3,74 ± 0,55	6,97 ± 0,37	25,04 ± 0,27	22,80 ± 0,38	20,27 ± 0,24	21,58 ± 1,34	90,14	154,25	89,44	145,72
Iguape cateto	6,22 ± 0,25	8,04 ± 0,86	2,65 ± 0,31	5,76 ± 0,84	20,55 ± 0,30	19,92 ± 1,12	14,80 ± 0,04	17,93 ± 0,25	87,98	176,85	76,35	133,58
Japonês	7,05 ± 1,41	7,87 ± 1,26	1,75 ± 0,49	3,90 ± 0,15	23,91 ± 0,38	21,97 ± 0,37	18,25 ± 0,37	20,68 ± 0,75	89,80	150,07	90,68	162,86
Rizzoto	7,52 ± 0,80	7,45 ± 0,84	2,25 ± 0,36	4,53 ± 0,73	24,75 ± 0,40	18,41 ± 9,11	18,75 ± 0,28	20,31 ± 0,47	91,68	178,72	108,43	181,33
Tomba morro	8,40 ± 1,95	8,90 ± 1,59	3,80 ± 0,20	6,01 ± 0,31	22,32 ± 0,18	21,52 ± 0,40	18,51 ± 0,09	20,23 ± 0,42	93,59	139,17	89,57	136,84
Zebu ligeiro	7,05 ± 0,09	8,16 ± 0,11	2,84 ± 0,20	4,16 ± 1,81	26,67 ± 0,37	26,22 ± 0,35	22,53 ± 0,34	24,94 ± 0,59	93,70	179,43	88,64	171,83

Tabela 2. Teor de ácido fítico (AF) e razão molar (AF:Fe; AF:Zn) de genótipos de arroz cru e cozido.

Genótipo	Arroz Integral		Arroz Polido		Arroz Integral				Arroz Polido			
	Cru	Cozido	Cru	Cozido	Cru		Cozido		Cru		Cozido	
	AF (%)				AF/Zn	AF/Fe	AF/Zn	AF/Fe	AF/Zn	AF/Fe	AF/Zn	AF/Fe
BRS Sertaneja	0,38 ± 0,004	0,55 ± 0,005	0,07 ± 0,003	0,22 ± 0,009	16,72	47,70	26,85	38,21	4,58	35,69	15,10	52,47
Cateto	0,35 ± 0,013	0,50 ± 0,008	0,07 ± 0,018	0,15 ± 0,020	15,23	43,44	23,89	34,19	4,79	44,30	9,81	39,28
Chorinho	0,52 ± 0,010	0,50 ± 0,009	0,11 ± 0,017	0,09 ± 0,013	22,03	55,53	23,74	35,06	6,75	57,03	5,67	21,97
Amarelão	0,52 ± 0,050	0,48 ± 0,005	0,09 ± 0,031	0,09 ± 0,010	19,67	59,85	20,06	35,74	4,56	43,15	4,99	25,53
Bolinha	0,78 ± 0,003	0,52 ± 0,008	0,09 ± 0,014	0,08 ± 0,009	33,26	106,79	25,17	41,14	6,05	62,44	5,60	21,04
Carolino	0,78 ± 0,010	0,48 ± 0,017	0,12 ± 0,010	0,08 ± 0,006	37,72	91,00	26,21	35,53	8,13	57,28	6,12	19,47
Catetão	0,77 ± 0,019	0,48 ± 0,015	0,12 ± 0,012	0,14 ± 0,039	33,55	90,20	24,39	36,69	7,83	49,49	7,46	24,34
Cateto-seda	0,84 ± 0,004	0,47 ± 0,036	0,12 ± 0,010	0,07 ± 0,005	34,59	98,34	20,79	37,93	6,35	50,83	6,85	32,20
Chatão buriti	0,84 ± 0,012	0,47 ± 0,006	0,21 ± 0,031	0,16 ± 0,010	33,34	91,92	20,45	32,92	10,41	48,19	8,65	24,60
Iguape cateto	0,76 ± 0,005	0,48 ± 0,010	0,18 ± 0,043	0,17 ± 0,016	36,50	102,90	26,11	36,64	12,25	58,41	15,32	41,74
Japonês	0,72 ± 0,003	0,44 ± 0,004	0,08 ± 0,003	0,06 ± 0,004	29,77	86,24	20,52	35,55	4,45	39,59	3,72	18,45
Rizzoto	0,78 ± 0,019	0,48 ± 0,009	0,18 ± 0,003	0,11 ± 0,001	31,03	87,26	21,15	30,49	9,57	68,07	3,94	16,77
Tomba morro	0,80 ± 0,011	0,49 ± 0,009	0,26 ± 0,011	0,17 ± 0,011	35,49	80,53	23,09	35,22	13,74	57,17	10,43	28,43
Zebu ligeiro	0,80 ± 0,002	0,52 ± 0,008	0,23 ± 0,010	0,26 ± 0,002	29,77	96,15	20,77	35,03	9,97	67,52	13,06	45,66

## CONCLUSÃO

Apesar da menor retenção de zinco em arroz cozido em relação ao ferro, os menores níveis de fitatos no arroz polido promove uma melhor disponibilidade do mineral em relação ao arroz integral. Foi possível identificar genótipos para fins de seleção pelos programas de melhoramento genético com objetivo de definir cruzamentos para o desenvolvimento de materiais biofortificados em Fe e/ou Zn.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa HarvestPlus e projeto BioFORT da Embrapa pelo apoio na realização deste trabalho e ao CNPq pelo apoio financeiro (bolsa ATP/A).

## REFERÊNCIAS

CRUZ, C. D. **Programa Genes**: Biometria. Viçosa, MG: UFV, 2006. 382 p.

ELLIS, R.; KELSAY, J. L.; REYNOLDS, R. D.; MORRIS, E. R.; MOSER, P. B.; FRAZIER, C. W. Phytate: zinc and phytate X calcium: zinc molar ratios in self-selected diets of americans, Asian Indians, and Nepalese. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 87, n. 8, p. 1043-1047, 1987.

HAUG, W.; LANTZCH, H. J. Sensitive method for the rapid determination of phytate in cereals and cereal products. **Journal of Science Food Agriculture**, v. 34, p. 1423-1426, 1983.

HURRELL, R. F. et al. Degradation of phytic acid in cereal porridges improves iron absorption by human subjects. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 77, n. 5, p. 1213-1219, May 2003.

KADAN, R. S.; ROBINSON, M. G.; THIBODEAUX, D. P.; PEPPERMAN, A. B. Texture and other physicochemical properties of whole rice bread. **Journal of Food Science**, v. 66, n. 7, p. 940-944, 2001.

KALRA, Y. P. (Ed.). **Handbook of Reference Methods for Plant Analysis**. USA: CRC Press, 1998.

RICKARD, S. E.; THOMPSON, L. U. Interactions and biological effects of phytic acid. In: SHAHIDI, F. (Ed.). **Antinutrients and phytochemicals in food**. Washington, DC: American Chemical Society, 1997. p. 294-312, chapter 17. (ACS symposium series, 662)

SAHA, P. R.; WEAVER, C. M.; MANSON, A. C. Mineral bioavailability in rats from intrinsically labeled whole wheat flour of various phytate levels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 42, n. 11, p. 2531-5, 1994.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Trace elements in human nutrition and health**. Geneva, 1996. 361 p.



## RETENÇÃO REAL DE CAROTENOIDES TOTAIS E PRECURSORES DE VITAMINA A EM PRODUTOS ELABORADOS COM FUBÁ DO MILHO BIOFORTIFICADO BRS 4104

### TOTAL REAL CAROTENOID RETENTION AND VITAMIN A PRECURSORS IN PRODUCTS PREPARED WITH BIOFORTIFIED MAIZE BRS 4104 CORNMEAL

Fausto Alves de Lima Junior<sup>1</sup>, Maria Cristina Dias Paes<sup>2</sup>, Joelma Pereira<sup>3</sup>, Paulo Evaristo de Oliveira Guimarães<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Doutorando, Universidade Federal de Lavras, fjuniora@gmail.com

<sup>2</sup>Ph.D. Ciência de Alimentos e Nutrição Humana, Embrapa Milho e sorgo, cristina.paes@embrapa.br <sup>3</sup>Professora, doutora em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, joper@dca.ufla.br

<sup>4</sup>Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo, paulo.guimaraes@embrapa.br

**RESUMO** - O objetivo deste estudo foi determinar as concentrações e a retenção de carotenoides totais (CT) e precursores de vitamina A (proVA) em produtos elaborados com fubá obtido do milho biofortificado BRS 4104. As preparações avaliadas foram o angu/polenta e o cuscuz, alimentos largamente consumidos no Brasil. As concentrações médias de carotenoides totais e proVA no angu foi de 3,86  $\mu\text{g g}^{-1}$  e 0,84  $\mu\text{g g}^{-1}$ , respectivamente, enquanto para o cuscuz essas concentrações foram de 8,59  $\mu\text{g g}^{-1}$  de CT e 1,56  $\mu\text{g g}^{-1}$  de proVA. A retenção real de carotenoides observada no cuscuz foi 78,7% para CT e 77,9% para proVA, sendo essas superiores às retenções desses compostos observada no angu (27,4% para CT e 27,6% para proVA). Mesmo após o processamento a altas temperaturas, os produtos elaborados com o fubá do milho BRS4104 apresentaram concentrações consideráveis de carotenoides, mostrando que a biofortificação do milho pode contribuir para o aumento da concentração desses compostos na alimentação humana.

**Palavras-chave:** fubá, cocção, biofortificação, retenção de carotenoides.

**ABSTRACT** - The objective of this study was to determine the concentrations and the retention of total carotenoids (CT) and vitamin A precursors (proVA) on product prepared from cornmeal obtained from biofortified maize cultivar BRS 4104. Preparations were polenta and couscous, largely consumed in Brazil. The average concentrations of total carotenoids and proVA in the polenta were 3.86  $\mu\text{g g}^{-1}$  and 0.84  $\mu\text{g g}^{-1}$ , respectively, while for couscous these concentrations were 8.59  $\mu\text{g g}^{-1}$  CT and 1,56  $\mu\text{g g}^{-1}$  proVA. The retention of carotenoids observed in the couscous was 78.7% for CT and 77.9% for proVA. This response was different for polenta with retention of these compounds of 27.4% for CT and 27.6% for proVA. Even after processing at high temperatures, the maize products prepared with proVA biofortified cornmeal presented considerable concentrations of carotenoids, showing that maize biofortification may contribute to increase the density of these compounds in the human diet.

**Keywords:** cornmeal, cooking, biofortification, carotenoids retention.

### INTRODUÇÃO

A biofortificação, desenvolvimento de alimentos fortificados geneticamente e agronomicamente, tem sido estrategicamente empregada como auxílio aos programas de intervenção nutricional para o combate à fome oculta no mundo (BOUIS; WELCH, 2010).

Dentre os produtos que são alvos do estudo de biofortificação destaca-se o milho. Para o consumo humano, os grãos de milho necessitam sofrer alguma transformação, à exceção do consumo, quando os grãos estão em estado leitoso, ou “verde”, os grãos secos não podem ser consumidos diretamente pelos seres humanos. Assim, a industrialização ocorre por meio dos processos de moagem úmida e de moagem seca e seus produtos são processados originando preparações que são amplamente consumidos pelas populações mais carentes (PAES, 2008). O angu e o cuscuz são pratos típicos da culinária brasileira, sendo o angu ou polenta resultado do cozimento da farinha em abundância de água, já o cuscuz trata-se de uma massa cuja cocção e feita pela passagem do vapor de água pela massa. São produtos de fácil preparo, baixo custo e

muito apreciados, contudo, as concentrações finais de carotenoides nesses produtos ainda são desconhecidas. Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar as concentrações de carotenoides totais e precursores de vitamina A presentes no fubá de milho biofortificado com proVA e em preparações culinárias derivadas dessa farinha, determinando a retenção desses compostos nos produtos finais.

## MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG. As preparações angu e cuscuz foram obtidos utilizando-se fubá do milho biofortificado BRS 4104, resultante do processamento através da moagem a seco aplicada em moinho industrial local.

Na Tabela 1 estão apresentadas as formulações utilizadas na elaboração dos produtos.

Tabela 1: Formulações utilizadas para elaboração de angu e cuscuz com fubá biofortificado

Ingredientes	Angu Biofortificado (AB)	Cuscuz Biofortificado (CB)
	(g)	
Fubá biofortificado BRS 4104	200	240
Sal iodado	4	8
Água	800	180
Massa final após preparo	915	495

Para o angu, os ingredientes foram pesados, homogeneizados em temperatura ambiente e conduzidos ao processo de cocção em um fogão doméstico (marca Eletrolux, modelo: 76 DTB, Brasil) sendo o tempo de cozimento de 8 minutos com agitação constante. Para o cuscuz, o fubá e o sal foram homogeneizados, em seguida foi adicionada água até a obtenção de uma massa molhada, que foi transferida para uma cuscuzeira de aço inox, contendo 500 mL de água a temperatura ambiente, e levada ao processo de cozimento durante 15 minutos em fogão doméstico (marca Eletrolux, modelo: 76 DTB, Brasil). Durante todo o processo de cozimento a cuscuzeira foi mantida tampada.

Os carotenoides foram extraídos das amostras após arrefecimento à temperatura ambiente em esquema sequencial de solventes orgânicos, conforme protocolo descrito por Rodriguez-Amaya e Kimura (2004) com modificações, sendo os carotenoides quantificados em técnica de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). A concentração de carotenoides totais (CT) foi obtida pela soma dos valores totais de todas as frações quantificadas: luteína, zeaxantina,  $\beta$ -criptoxantina e  $\beta$ -caroteno.

Os carotenoides com atividade proVA foram calculados tomando-se por base os resultados obtidos para todos os carotenoides quantificados nas amostras, por meio da Equação 1.

Carotenoides proVA = (total  $\beta$ -caroteno + 1/2 do total de  $\beta$ -criptoxantina + 1/2 do total de  $\alpha$ -caroteno) ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )

Equação 1

O percentual de retenção real foi calculado de acordo com a fórmula proposta por Murphy, Criner e Gray (1975) para cada produto estudado, na Equação 2

% de =  $\frac{(\text{teor de carotenoides/g de alimento processado}) \times (\text{g de alimento após processamento})}{100}$

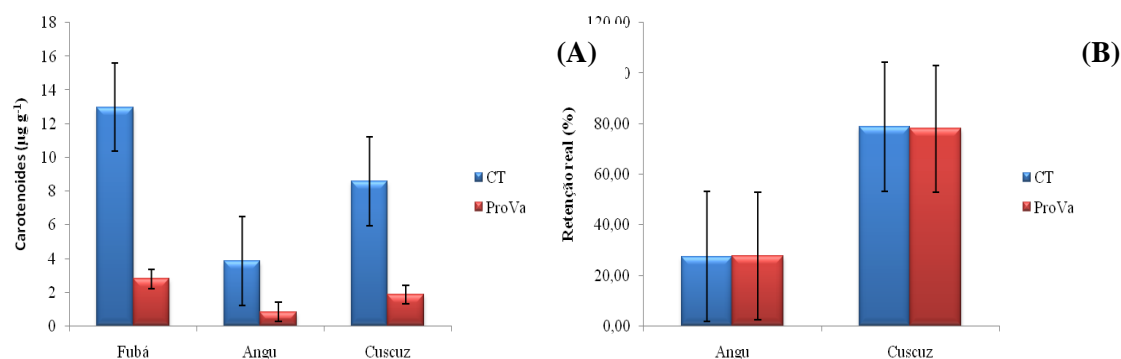
Retenção =  $\frac{(\text{teor de carotenoides/g de alimento cru}) \times (\text{g de alimento antes do processamento})}{\text{Equação 2}}$

Equação 2

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 estão apresentadas as médias obtidas para carotenoides totais (CT) e proVA para o angu e para o cuscuz elaborados com fubá biofortificado (A) e seus respectivos percentuais de retenção real (B).

**Figura 1** - Concentração de carotenoides totais (A) e percentagem de retenção real (B) para fubá, angu e cuscuz.



Na Figura 1A pode-se observar que o angu apresentou menores concentrações de CT (3,86 µg g<sup>-1</sup>) e proVa (0,84 µg g<sup>-1</sup>) quando comparado ao cuscuz, cujas concentrações foram de 8,59 µg g<sup>-1</sup> para CT e 1,56 µg g<sup>-1</sup> para proVa ( $p < 0.05$ ). Comparando com o fubá, que foram de 12,99 µg g<sup>-1</sup> para CT e 2,79 µg g<sup>-1</sup> para ProVa, nota-se redução considerável nos teores de carotenoides após a transformação do fubá aos seus produtos derivados. Possivelmente, durante a elaboração do angu, o fato da matriz ficar em contato direto com a superfície que transmite calor durante o processo de cocção tenha favorecido a transmissão de calor, a presença de oxigênio e luz, além de ter promovido diluição pela presença de água em abundância no início do processo. A agitação da massa durante o preparo do angu poderia ainda facilitar a quebra de moléculas, deixando os carotenoides mais expostos e intensificando suas perdas. No cuscuz, entretanto, o processo de cocção aconteceu pela passagem do vapor de água pela matriz, sem exposição direta à luz ou agitação, o que poderia ter promovido a preservação dos carotenoides na matriz. Diferenças no preparo do alimento, aliada a localização intracelular dos carotenóides, podem ser fatores cruciais na suscetibilidade destes pigmentos a isomerização *trans-cis* e oxidação (BORSARELLI; MERCADANTE, 2010). Durante a cocção do angu há a concentração da matriz por evaporação podendo assim, moléculas de carotenoides serem arrastadas. Já durante a cocção do cuscuz, há uma absorção de água, que passa pela matriz, facilitando o movimento e a quebra de compostos, o que justificaria a retenção observada. Na Figura 1B pode-se observar que o angu apresentou menor retenção real para CT (27,4%) e para ProVA (27,6%) quando comparado aos índices de retenção real do cuscuz que foram 78,7% para CT e 77,9% ProVA.

## CONCLUSÃO

A cocção dos produtos provocou diminuição nas concentrações de carotenoides, resultando em redução na retenção real, sendo que o cuscuz apresentou maiores concentrações de carotenoides totais e proVA quando comparado ao angu.

## REFERÊNCIAS

- BORSARELLI, C.; MERCADANTE, A. Thermal and photochemical degradation of carotenoids. In: LANDRUM, J. (Ed.). **Carotenoids: physical, chemical, and biological functions and properties**. USA: CRC Press, 2010. p. 229-253.
- BOUIS, H. E.; WELCH, R. M. Biofortification - A Sustainable Agricultural Strategy for Reducing Micronutrient Malnutrition in the Global South. **Crop Science**, Madison, v. 50, p. 20-32, 2010.
- MURPHY, E. W.; CRINER, P. E.; GRAY, B. C. Comparisons of methods for calculating retentions of nutrients in cooked foods. **Journal Agricultural Food Chemistry**, Washington, v. 23, n. 6, p. 1153-1157, 1975.
- PAES, M. C. D. Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho. In: CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHAES, P. C. (Ed.). **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. cap. 2, p. 47-61.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M. **HarvestPlus Handbook for Carotenoid Analysis**. Washington: IFPRI; Cali: CIAT, 2004. 58 p. (HarvestPlus Technical Monograph, 2).



## CONSTRUÇÃO DE CURVAS ANALÍTICAS PARA DETERMINAÇÃO DOS PRINCIPAIS CAROTENOIDES DE ALIMENTOS POR CROMATOGRAFIA LÍQUIDA DE ALTA EFICIÊNCIA

### ANALYTICAL CURVES CONSTRUCTION FOR DETERMINATION OF MAJOR CAROTENOIDS IN FOODS BY HIGH PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHY

Sidney Pacheco<sup>1</sup>, Luzimar da Silva de Mattos do Nascimento<sup>2</sup>, Ronoel Luiz de Oliveira Godoy<sup>3</sup>, Renata Galhardo Borguini<sup>4</sup>, Manuela Cristina Pessanha de Araujo Santiago<sup>5</sup>.

<sup>1</sup>Embrapa Agroindústria de Alimentos, Brazil – sidney.pacheco@embrapa.br

<sup>2</sup>Embrapa Agroindústria de Alimentos, Brazil – luzimar.mattos@embrapa.br

<sup>3</sup>Embrapa Agroindústria de Alimentos, Brazil – ronoel.godoy@embrapa.br

<sup>4</sup>Embrapa Agroindústria de Alimentos, Brazil – renata.borguini@embrapa.br

<sup>5</sup>Embrapa Agroindústria de Alimentos, Brazil – manuela.santiago@embrapa.br

**RESUMO** - A procura crescente por análises de carotenóides por cromatografia líquida de alta eficiência tem criado a necessidade de métodos analíticos mais rápidas, tanto na parte instrumental como no tratamento das amostras. Este artigo apresenta uma forma simples e rápida de se obter padrões analíticos de carotenóides por cromatografia líquida usando matrizes vegetais facilmente encontrados. Padrões analíticos de carotenóides foram extraídos a partir de matrizes vegetais e preparados para análise: zeaxantina,  $\beta$ -criptoxantina,  $\alpha$ -caroteno,  $\beta$ -caroteno, 13-*cis*- $\beta$ -caroteno e 9-*cis*- $\beta$ -caroteno. Todos os padrões obtidos foram satisfatórios quanto ao grau de pureza e em quantidades suficientes para a construção de curvas analíticas.

**Palavras-chave:** Padrões, carotenoides, curvas analíticas.

**ABSTRACT** - The growing demand for carotenoid analysis by high performance liquid chromatography generated the need for more rapid analytical methods, both in the instrumental part as in sample processing. This paper presents a simple and quick way to obtain analytical standards of carotenoids by liquid chromatography by using vegetable matrices easily found. Analytical standards of the following carotenoids were extracted from plant matrices and prepared for analyses: zeaxanthin,  $\beta$ -cryptoxanthin,  $\alpha$ -carotene,  $\beta$ -carotene, 13-*cis*- $\beta$ -carotene and 9-*cis*- $\beta$ -carotene. All standards obtained were satisfactory in purity grade and in quantities for the construction of analytical curves.

**Keywords:** Standards, carotenoids, analytical curves.

### INTRODUÇÃO

O crescente incremento na demanda analítica para a determinação de carotenoides por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) vem incentivando o desenvolvimento de metodologias analíticas cada vez mais rápidas e eficientes, o que vem ocorrendo tanto na etapa de extração dos carotenoides das diversas matrizes alimentícias quanto na etapa cromatográfica. Prova disso são as metodologias de microextração, que reduzem consideravelmente os tempos de análise, bem como o consumo de insumos, como solventes e materiais.

Os métodos cromatográficos também evoluíram consideravelmente nos últimos anos, sendo muito mais rápidos, seletivos e sensíveis. No entanto, a etapa de quantificação dos carotenoides ainda depende da disponibilidade de padrões analíticos confiáveis e de alta pureza. Apesar de disponíveis no mercado, esses padrões ainda dependem de importações e a sua labilidade química praticamente inviabiliza a sua aquisição.

O objetivo deste trabalho foi demonstrar a viabilidade do rápido preparo de padrões analíticos, utilizando a própria CLAE e fontes vegetais, facilmente encontradas no comércio ao longo de todo o ano, bem como a sua utilização para a construção das curvas analíticas.

### MÉTODO

**Extração dos carotenoides:** A extração e saponificação dos carotenoides das matrizes escolhidas foi realizada segundo Rodrigues-Amaya (2001).



**Método cromatográfico:** A análise cromatográfica, bem como o isolamento dos padrões e verificação de suas purezas cromatográficas foi segundo Pacheco (2014).

**Matrizes vegetais:** Como fonte dos carotenoides específicos foram avaliadas as seguintes matrizes vegetais: **Zeaxantina:** Milho verde, *Solanum pseudocapsicum*, Goji Berry;  **$\beta$ -criptoxantina:** Caqui e Mamão formosa;  **$\alpha$ -caroteno:** Cenoura, abóbora e óleo de Palma;  **$\beta$ -caroteno:** Cenoura, abóbora e óleo de Palma; **13-cis- $\beta$ -caroteno:** Espinafre, Alface e Couve; **9-cis- $\beta$ -caroteno:** Espinafre, Alface e Couve e, **Licopeno:** Tomate, Caqui, Melancia e Melão-de-São-Caetano.

Todas as matrizes escolhidas como fonte de carotenoides foram adquiridas no comércio varejista do Rio de Janeiro, com exceção dos frutos de Melão-de-São-Caetano, sendo estes coletados na Embrapa Agroindústria de Alimentos.

Todos os extratos dos carotenoides extraídos das matrizes escolhidas foram concentrados por evaporação de modo a se obter a máxima intensidade do sinal do pico cromatográfico, que foi estabelecida em 2 unidades de absorvância em 450nm.

A purificação dos carotenoides se deu por coleta manual, na saída do detector cromatográfico. Os picos de interesse foram coletados em frascos individuais para posterior verificação de pureza cromatográfica e quantificação espectrofotométrica. Nas condições estabelecidas foram necessárias, aproximadamente, cinco injeções de cada extrato vegetal para coleta de material suficiente para as verificações de pureza, quantificação e preparo das soluções de calibração.

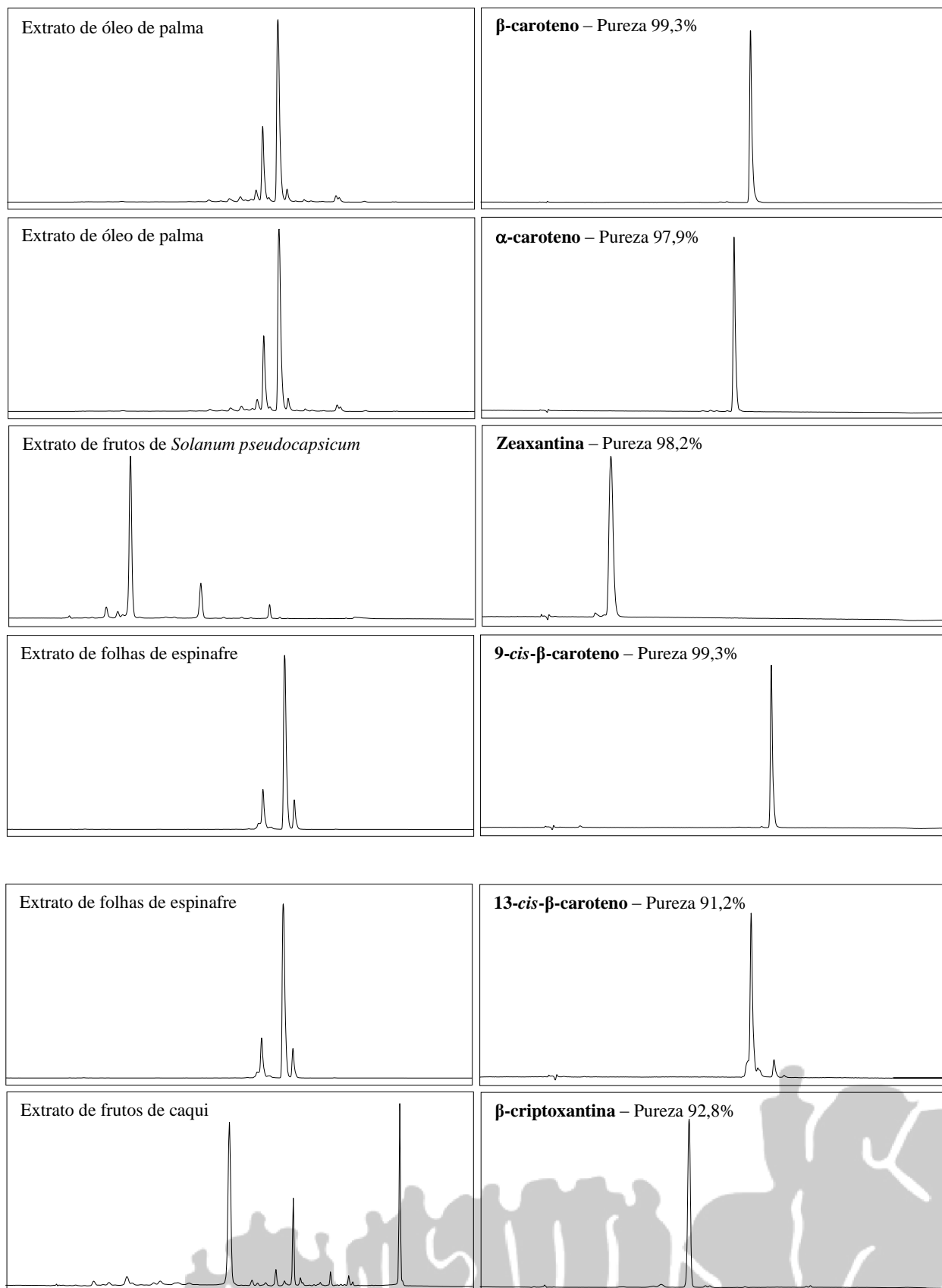
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

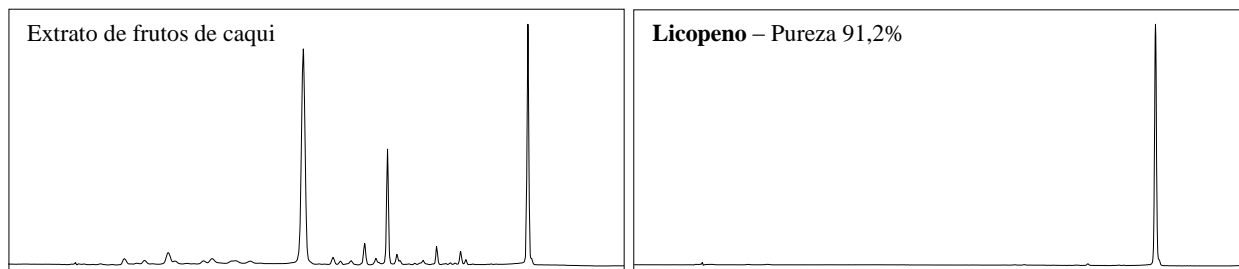
### Purezas cromatográficas dos carotenoides isolados

Os pares de cromatogramas da **Figura 1** apresentam o perfil cromatográfico da matriz utilizada para isolamento via CLAE do carotenoide de interesse (esquerda) e o cromatograma do carotenoide após isolamento com a respectiva pureza obti



**Figura 1** – Perfil cromatográfico dos carotenoides das matrizes vegetais escolhidas como fonte (Esquerda) e cromatograma do padrão isolado com a pureza obtida (Direita).





### Construção das curvas analíticas

Após o isolamento dos carotenoides e a verificação da pureza cromatográfica, foram preparadas soluções de cada carotenoide em éter de petróleo. A quantificação das soluções foi realizada por espectrofotometria, segundo Rodrigues-Amaya (2001). Com as respectivas concentrações calculadas, foram preparadas sucessivas diluições das soluções para a construção das curvas analíticas.

### CONCLUSÃO

O isolamento de carotenoides através de coleta manual do efluente do detector cromatográfico se mostrou um método rápido, eficiente e o material coletado apresentou purezas adequadas, acima de 90%, e em quantidade suficiente para a sua quantificação e uso como padrão analítico para a determinação dos principais carotenoides em alimentos.

### REFERÊNCIAS

PACHECO, S.; PEIXOTO, F.; BORGUINI, R. G.; NASCIMENTO, L. S. M.; BOBEDA, C. R. R.; SANTIAGO, M. C. P. A.; GODOY, R. L. O. Microscale extraction method for HPLC carotenoid analysis in vegetable matrices. *Scientia Agricola*, v. 71, p. 416-419, 2014.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A Guide to Carotenoid Analysis in Foods**. Washington, DC: International Life Sciences Institute; OMNI Press, 2001.



# Tema 3: Desenvolvimento de produtos, processos e embalagens



## ENSAIO DE PROFICIÊNCIA DA DETERMINAÇÃO DE FERRO E ZINCO EM FEIJÃO COMUM E CAUPI

### PROFICIENCY TEST IN THE DETERMINATION OF IRON AND ZINC CONTENT IN COMMON BEAN AND COWPEA

José Luiz Viana de Carvalho<sup>1</sup>, Juliana de Oliveira Santos<sup>2</sup>, Epaminondas Silva Simas<sup>3</sup>, Adriana Paula da Silva Minguita<sup>4</sup>, Tiago Tezotto<sup>5</sup>, Marcelo Rinaldi da Silva<sup>6</sup>, Luis José Duarte Franco<sup>7</sup>, Iva Matsushige<sup>8</sup>, Cristiane de Carvalho Guimarães<sup>9</sup>, Renata Celi Lopes Toledo<sup>10</sup>, Eduardo Lorencetti Fornazier<sup>11</sup>, Maria Patricia Palacios de Palomo<sup>12</sup>, Monica Guamuch<sup>13</sup>

<sup>1</sup>Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Embrapa Agroindústria de Alimentos, Av das Américas, 29501, Guaratiba, 23020-470, Rio de Janeiro - RJ, jose.viana@embrapa.br

<sup>2</sup>Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Embrapa Meio Ambiente, Rod SP-340, km 127,5, s/n, Tanquinho Velho, 13820-000, Jaguariúna - SP, juliana.oliveira@embrapa.br

<sup>3</sup>Graduando em Química, Embrapa Agroindústria de Alimentos, Av das Américas, 29501, Guaratiba, 23020-470, Rio de Janeiro - RJ, epaminondas.simas@embrapa.br

<sup>4</sup>Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Embrapa Agroindústria de Alimentos, Av das Américas, 29501, Guaratiba, 23020-470, Rio de Janeiro - RJ adriana.minguita@embrapa.br

<sup>5</sup>Doutor em Fitotecnia, Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Laboratório Multiusuário em Produção Vegetal, Av. Pádua Dias, 11 CP 9, 13418-900, Piracicaba - SP, tiagotezotto@gmail.com

<sup>6</sup>Tecnólogo em Gestã Ambiental, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rua Monção, 226, 15.385-000, Ilha Solteira - SP, mrsilva@adm.feis.unesp.br

<sup>7</sup>Biólogo, Embrapa Meio-Norte, Avenida Duque de Caxias, 5650, Buenos Aires, 64006-220, Teresina - PI, luis.franco@embrapa.br

<sup>8</sup>Mestre em Química, Embrapa Arroz e Feijão, Rod GO-462, km 12, s/n, Zona Rural, 75375-000, Santo Antônio de Goiás - GO, iva.matsushige@embrapa.br  
cristiane.guimaraes@embrapa.br

<sup>9</sup>Mestre em Química Analítica, Embrapa Milho e Sorgo, Rod MG-424, Km 45, 35701-970, Sete Lagoas - MG, cristiane.guimaraes@embrapa.br

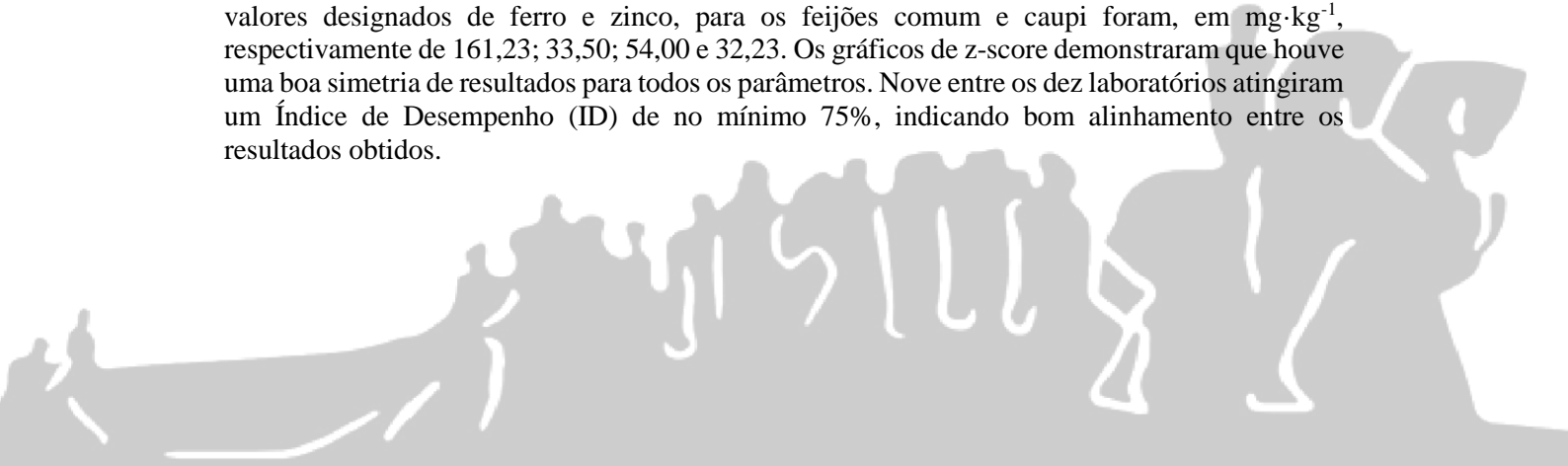
<sup>10</sup>Mestre em Bioquímica Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs, s/n, Campus UFV, 36570-000, Viçosa - MG

<sup>11</sup>Engenheiro de Alimentos, Universidade Federal do Espírito Santos, Rua Alto Universitário s/n, Guararema, 29500-000, Alegre - ES.

<sup>12</sup>Professora, Universidad del Valle de Guatemala

<sup>13</sup>Pequisadora, Institute of Nutrition of Central America and Panama, curtbowen@semillanueva.org

**RESUMO** - O projeto de biofortificação de cultivos visa ao aumento dos teores de ferro, zinco e pro-vitamina A em alimentos básicos da dieta humana. A quantificação desses nutrientes deve feita com qualidade analítica para dar confiabilidade aos resultados. Neste trabalho, foi realizada uma comparação interlaboratorial entre dez laboratórios participantes do projeto BioFORT, sendo avaliados os teores de ferro e zinco em feijão comum e feijão caupi previamente moídos. Os valores designados de ferro e zinco, para os feijões comum e caupi foram, em mg·kg<sup>-1</sup>, respectivamente de 161,23; 33,50; 54,00 e 32,23. Os gráficos de z-score demonstraram que houve uma boa simetria de resultados para todos os parâmetros. Nove entre os dez laboratórios atingiram um Índice de Desempenho (ID) de no mínimo 75%, indicando bom alinhamento entre os resultados obtidos.



**Palavras-chave:** interlaboratorial, minerais, biofortificação.

**ABSTRACT** - The crop biofortification project aims to increase the levels of iron, zinc and pro-vitamin A in food staples used in human's diet. The quantification of these nutrients should be done with analytical quality so as to give reliability to the results. In this work, an interlaboratory comparison was made among ten BioFORT project participating laboratories in which the levels of iron and zinc in previously ground common bean and cowpea was evaluated. Iron and zinc assigned values for common beans and cowpea were, in  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , 161,23; 33,50; 54,00 and 32,23, respectively. Z-score charts showed that there was a good result symmetry for all parameters. Nine out of the ten laboratories reached a Performance Index of at least 75%, indicating good alignment between the results obtained.

**Keywords:** interlaboratory, minerals, biofortification.

## INTRODUÇÃO

A rede BioFORT é responsável pela biofortificação de cultivos no Brasil e busca diminuir a desnutrição e garantir maior segurança alimentar pelo aumento dos teores de ferro, zinco e pro-vitamina A em alimentos considerados básicos e comuns na dieta da população mais carente.

Para que haja confiabilidade nos teores de nutrientes quantificados nas amostras do projeto, é importante a qualidade analítica dos resultados, que pode ser avaliada por ensaio de proficiência (EP) entre outros. Essa comparação interlaboratorial também auxilia na identificação de problemas relacionados com a sistemática de ensaios, possibilidade de tomada de ações corretivas e/ou preventivas, além da padronização das atividades e reconhecimento de resultados de ensaios.

O presente trabalho tem como objetivo apresentar os resultados do interlaboratorial de ferro e zinco em amostras de feijão comum e feijão caupi. Este interlaboratorial foi uma demanda do 1º Workshop de Análise de Minerais, realizado entre 17 e 19 de novembro de 2014, na Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro - RJ. Os laboratórios convidados a participar são integrantes da Rede BioFORT e HarvestPlus LAC.

## MÉTODO

Nesta primeira comparação interlaboratorial, para verificar apenas o alinhamento das técnicas utilizadas pelos diferentes laboratórios, optou-se pela distribuição da amostra já moída, a fim de minimizar diferenças no resultado ocasionadas pelos pré-tratamentos da amostra (lavagem, secagem e moagem).

Foram utilizados dois tipos de feijão: comum e caupi. As amostras foram preparadas no Laboratório de Moagem Experimental da Embrapa Agroindústria de Alimentos (CTAA). Os feijões foram moídos em moinho de martelo Perten 3100, com peneira de 0,8 mm. Posteriormente, foram embalados em porções de 150 g em sacos plásticos fechados a vácuo.

Em dezembro de 2014, o CTAA enviou a cada participante duas amostras: uma de feijão comum e outra de feijão caupi. Os resultados foram encaminhados por e-mail para a coordenação do trabalho.

Os dados foram avaliados por estatística robusta, que sofre pouca influência de valores atípicos (*outliers*) e, por isso, dispensa a utilização de procedimentos para a identificação e remoção desses valores (SILVA, 2008).

O desempenho de cada laboratório foi avaliado pelo z-escore (Equação 1), que é dos conceitos recomendados pelo Protocolo Internacional Harmonizado para Ensaio de Proficiência para Laboratórios de Química Analítica (THOMPSON *et al.*, 2006). O valor designado ( $\bar{X}$ ) foi dado pela mediana e o valor da dispersão ( $\sigma$ ), pelo valor da amplitude interquartilica normalizada (*iqn*).

A *iqn* é o resultado da diferença entre o 3º e o 1º quartil do conjunto de dados multiplicada por 0,7413 (Equação 2). A constante 0,7413 é proveniente da distribuição normal padrão que tem média de zero e desvio igual a 1. O intervalo de *iqn* de tal distribuição é de [-0,6745;+0,6745]. Para converter o *iqn* para a estimativa do desvio padrão deve-se dividir 1 por 1,3490, obtendo-se o valor da constante de 0,7413 (SILVA, 2008).



A partir do valor z-escore, cada resultado foi considerado satisfatório, questionável ou insatisfatório, conforme a relação:  $|Z| \leq 2$ , resultado satisfatório;  $2 < |Z| < 3$ , resultado questionável, e  $|Z| \geq 3$ , o resultado insatisfatório.

$$z = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma} \quad (\text{Equação 1})$$

$$iqn = (q3 - q1).0,7413 \quad (\text{Equação 2})$$

O Índice de Desempenho (ID (%)) foi determinado pela porcentagem de resultados satisfatórios do total de resultados enviados pelo laboratório.

Tabela 1. Valores calculados e designados

	<b>Fe comum</b>	<b>Fe caupi</b>	<b>Zn comum</b>	<b>Zn Caupi</b>
Med	161,23	54,00	33,50	32,23
N	98	97	84	83
q1	143,23	46,11	28,82	29,02
q3	168,81	59,89	37,37	34,90
iq	25,58	13,78	8,56	5,88
iqn	18,96	10,22	6,34	4,36
$\bar{x}$	<b>161,23</b>	<b>54,00</b>	<b>33,50</b>	<b>32,23</b>
$\sigma$	<b>18,96</b>	<b>10,22</b>	<b>6,34</b>	<b>4,36</b>

Med = mediana; N = número de determinações realizadas; q1 = primeiro quartil; q3 = terceiro quartil; iq = intervalo interquartil; iqn = intervalo interquartil normalizado;  $\bar{x}$  = valor designado (mediana), e  $\sigma$  = valor alvo para o desvio padrão.

Neste relatório, também está apresentado os gráficos de z-escore que mostram a distribuição geral dos resultados obtidos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O 1º Ensaio de Proficiência de Minerais teve a participação de dez laboratórios de análises químicas para o elemento ferro e oito para o zinco. Os valores designados de ferro e zinco, em  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , foram de 161,23 e 33,50, para o feijão comum, e de 54,00 e 32,23, para o feijão caupi (Tabela 1).

Os gráficos de z-score demonstram que houve uma boa simetria de resultados para todos os parâmetros, em relação à quantidade de z-escore positivo e negativo, já que o valor da mediana (z-escore = 0) concentrou-se no meio do eixo x. Pelo Índice de Desempenho (Tabela 2), observa-se que os resultados estão bem alinhados para praticamente todos os laboratórios, independente da técnica de determinação que cada um está empregando. Àqueles que não atenderam bem, foi sugerido que revejam seus procedimentos.

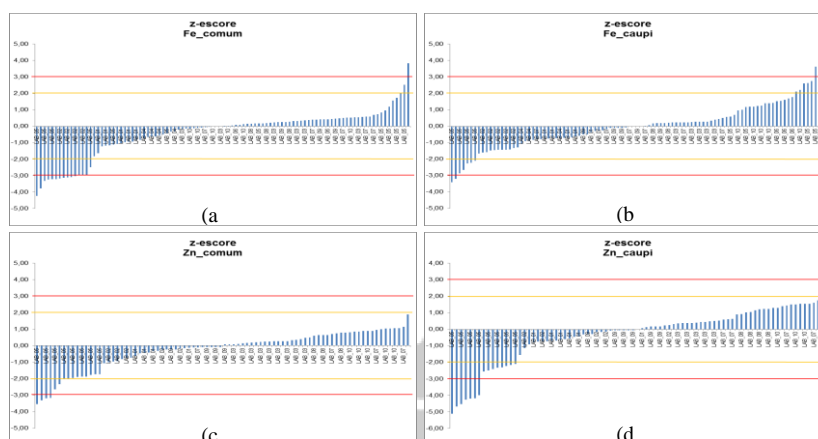


Figura 1. Gráficos z-escore: (a) ferro do feijão comum; (b) ferro do caupi; (c) zinco do feijão comum. e (d) zinco do caupi.

Tabela 2. Índice de Desempenho por laboratório

LAB	NE	N*	ID (%)	LAB	NE	N*	ID (%)
LAB_01	40	0	100	LAB_06	16	1	93,8
LAB_02	40	10	75,0	LAB_07	40	1	97,5
LAB_03	40	0	100	LAB_08	22	0	100
LAB_04	12	0	100	LAB_09	40	0	100
LAB_05	64	40	37,5	LAB_10	40	3	92,5

NE = número de observações enviadas pelo LAB; N\* = número de observações com resultado questionável ou insatisfatório, e ID(%) = índice de desempenho do LAB

## CONCLUSÕES

De uma forma geral, as técnicas estão respondendo bem às determinações de ferro e zinco para as matrizes feijão comum e feijão caupi, quando os laboratórios já recebem a amostra pronta para análise.

Como próximo passo, é necessário avaliar inclusive a etapa de pré-tratamento, o que pode ser feito pelo envio de amostra na forma de grão para uma nova rodada da comparação interlaboratorial.

## AGRADECIMENTOS

Ao Fundo de Pesquisa Embrapa-Monsanto pelo suporte financeiro ao projeto BioFORT e ao HarvestPlus pelo suporte a esta atividade.

## REFERÊNCIAS

ANALYTICAL METHODS COMMITTEE, Robust Statistics – How not to reject outliers Part 1. Basic Concepts. *Analyst*, 1989, 114, 1693-1697. Disponível em: <<http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/1989/an/an9891401693#!divAbstract>>. Acesso em: 30 abr. 2015.

SILVA, M. R. da. **Programa de Comparação Interlaboratorial: uma Ferramenta de Garantia de Qualidade Analítica para Laboratórios.** Trabalho de Conclusão em Engenharia de Produção. Universidade Pontifícia do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2008. Disponível em: <<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/graduacao/article/download/6008/4326>>. Acesso em: 30 abr. 2015.

SOUZA, G. B. **Desenvolvimento e operação de programas de ensaio de proficiência.** In: XV Encontro Nacional sobre Metodologias e Gestão de Laboratórios da EMBRAPA, 15., 2006, Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS. Disponível em: <[http://www.cnpsa.embrapa.br/met/images/arquivos/15MET/desenvensaio\\_part2.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/met/images/arquivos/15MET/desenvensaio_part2.pdf)>. Acesso em: 09 mai. 2015.

THOMPSON, M.; ELLISON, S. L. R.; WOOD, R. The International Harmonized Protocol for the Proficiency Testing of Analytical Chemistry Laboratories. *Pure and Applied Chemistry*, v. 78, n. 1, p. 145-196, 2006. Disponível em: <<http://pac.iupac.org/publications/pac/pdf/2006/pdf/7801x0145.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2015



## SHELF LIFE OF BIOFORTIFIED BAKED CASSAVA CHIPS IN DIFFERENT PACKAGES

### DETERMINAÇÃO DA VIDA DE PRATELEIRA EM CHIPS DE MANDIOCA BIOFORTIFICADA

Rosa Maria Vercelino Alves<sup>1</sup>, Luciana Alves de Oliveira<sup>2</sup>, Danielle Ito<sup>1</sup>, Sidney Pacheco<sup>3</sup>, Jose Luiz Viana de Carvalho<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute of Food Technology – ITAL, Packaging Technology Center, Brazil - rosa@ital.sp.gov.br, danielle@ital.sp.gov.br

<sup>2</sup>Embrapa Cassava and Fruits – luciana.oliveira@embrapa.br

<sup>3</sup>Embrapa Food Technology, Brazil – jose.viana@embrapa.br, sidney.pacheco@embrapa.br

**RESUMO** - O objetivo desse estudo foi avaliar a influência da barreira do material da embalagem e da injeção de gás nitrogênio na vida de prateleira de chips assado de mandioca biofortificada. Os chips foram acondicionados em três tipos de materiais flexíveis com e sem injeção de nitrogênio. Durante estocagem a 25°C/75%UR, verificou-se que o final da vida de prateleira era definido pela perda de 50% dos carotenoides nos chips em embalagens inertizadas de poliéster metalizado/polietileno de baixa densidade e polipropileno biorientado-BOPP metalizado-met/BOPP, respectivamente aos 80 e 30 dias da estocagem e 20 dias em BOPPmet;BOPP sem N<sub>2</sub>. No polipropileno sem N<sub>2</sub> a vida de prateleira foi definida em 20 dias por alterações sensoriais e perda de carotenoides.

**Palavras-chave:** Chips de batata-doce biofortificada; embalagens com injeção de nitrogênio; propriedades de barreira; retenção de carotenoides, vida de prateleira.

**ABSTRACT** - The aim of this study was to evaluate the influence of packaging material barrier and nitrogen gas flushing packaging in the shelf life of biofortified baked cassava chips. The chips was packed in three flexible packaging material with and without nitrogen injection. During the storage at 25°C/75%RH, the end of shelf life of chips was defined by 50% loss of carotenoids in packages with nitrogen of the metalized polyester / low density polyethylene and bioriented polypropylene - BOPP metalized - met /BOPP, respectively at 80 and 30 days of storage, and 20 days in BOPPmet/ BOPP without N<sub>2</sub>. In polypropylene without N<sub>2</sub> the shelf life was set at 20 days by sensory changes and loss of carotenoids.

**Keywords:** Biofortified baked cassava chips; nitrogen gas package; barrier properties; retention of carotenoids, shelf life.

### INTRODUCTION

The development of products made of yellow cassava with high level of carotenoids, such as cassava chips, may be an alternative as a food source of vitamin A and it is better accepted among children and adolescents.

### METHOD

**Product:** Baked chips (65°C / 3.5h) of cassava cultivar BRS Jari produced at the Experimental Field of Embrapa Cassava and Fruits, Cruz das Almas, BA – Brazil.

**Packages:** Table 1 describes four types of packaging studied, all of them with 40g of biofortified baked cassava chips.

**Table 1.** Main characteristics of the packages evaluated.

Package material	Thickness (µm) total (partial)	WVTR	OTR	Package filling
PETmet/LDPE	68 (14 / 58)	0.93	1.04	With nitrogen
BOPP/metBOPP	44 (24/24)	0.61	39.04	With nitrogen
PP	51	3.97	1,370	Without nitrogen

PET met - metallized polyester; LDPE - low-density polyethylene; BOPP - biaxially oriented polypropylene; PP – polypropylene.

OTR - Oxygen transmission rate ( $\text{cm}^3$  (STP). $\text{m}^{-2}.\text{day}^{-1}$ ) at  $23^\circ\text{C}$ , 1 atm and dry conditions

WVTR – Water vapor transmission rate ( $\text{g water.m}^{-2}.\text{day}^{-1}$ ) at  $38^\circ\text{C}$  and 90% RH

During the storage of cassava baked chips at  $25^\circ\text{C}/75\%$  relative humidity (RH), the residual oxygen of the headspace in the packaging was quantified using gas chromatograph (Agilent model 7890, conductivity detector) (Lemos et al., 2008).

The water activity of the chips was determined by hygrometer based on psychrometric – (Decagon, model Aqualab series 4TEV) at  $25\pm 1^\circ\text{C}$ . The total carotenoids concentration was determined as described by Rodriguez-Amaya (2001), by absorbance at 450nm in spectrophotometer UV-VIS (Shimadzu model UV-1800). The sensory quality of the cassava chips was analyzed using a 9 cm non-structured line, with verbal anchors only at each end, for rancidity flavor (0=absent, 9=extreme), crispness (0=crispy, 9=wilted), and overall quality (0=excellent, 9=very bad) by a team of 13 trained sensory panelists. The limiting of acceptability in terms of sensory was set at rating 4.5 for all attributes analyzed. The data were statistically evaluated using software Minitab 16.1.0.

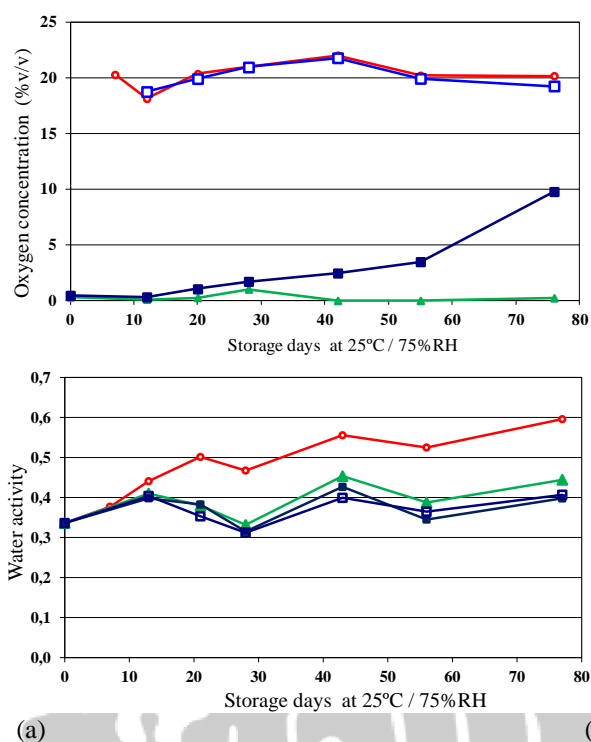
## RESULTS AND DISCUSSION

### Headspace oxygen content in packages

During storage at  $25^\circ\text{C}/75\%$  RH, in the packages which nitrogen gas flushing (Figure 1a) the oxygen increased over time in the BOPP/metBOPP headspace packages, perhaps due to the consumption of part of the oxygen in oxidation reactions, which could be replaced by permeation through the package material. However, in the PETmet/LDPE packages, the oxygen in the headspace has gradually been reduced because the oxygen consumed in oxidation reactions may not be replaced by permeation through the package material, due to its good oxygen barrier properties of this material as shown at Table 1. In the packages without nitrogen flush, the quantity of oxygen fluctuated around of 21% (atmosphere air composition).

**Figure 1.** Headspace oxygen content in packages (a) and cassava chips water activity during the storage at  $25^\circ\text{C}/75\%$  RH (b).

—○— PP without N<sub>2</sub>    —□— BOPP/met BOPP without N<sub>2</sub>    —△— PETmet/LDPE with N<sub>2</sub>    —■— BOPP/met BOPP with N<sub>2</sub>



Water activity of baked cassava chips

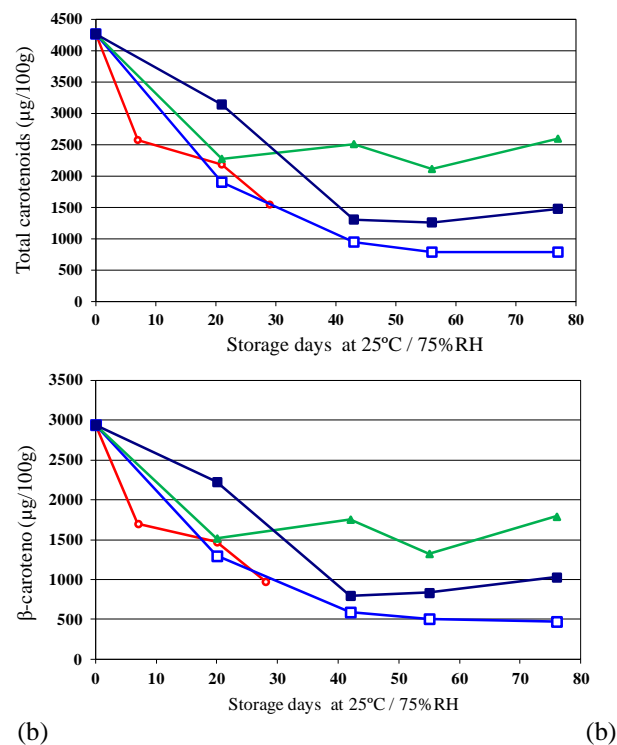
In the data showed in Figure 1b, it is possible to notice the increase of water activity to 0.45 of the chips packed in PP after 22 days of storage resulting in crispiness loss. In PETmet/LDPE packages the chips present higher water activity than chips in BOPPmet/BOPP after 40 storage days.

### Loss of carotenoids in the cassava chips

Losses of 50% total carotenoids and  $\beta$ -carotene did not occur in PETmet/LDPE until the end of study period due to the lower initial oxygen in the headspace (Figure 2), and in BOPPmet/BOPP nitrogen gas packages after 30 storage days due to the OTR of the packaging material that caused ingress of  $O_2$  during storage (Figure 1a). In packages without nitrogen, a similar reduction of carotenoids occurred in chips of BOPPmet/BOPP and PP after 20 storage days, due to the 21% initial residual oxygen in the headspace, which is as the same as the atmospheric air.

**Figure 2.** Loss of total carotenoids (a) and  $\beta$ -carotene (b) of cassava chips during the storage.

—○— PP without N<sub>2</sub>    —□— BOPP/met BOPP without N<sub>2</sub>    —◇— PETmet/LDPE with N<sub>2</sub>    —■— BOPP/met BOPP with N<sub>2</sub>

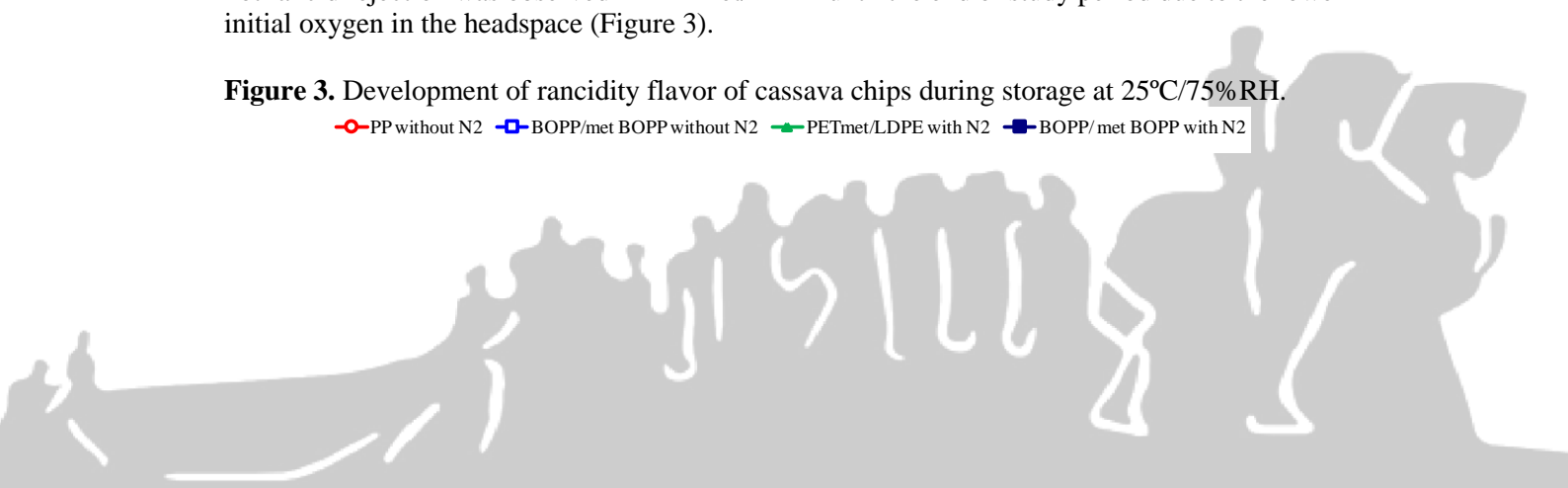


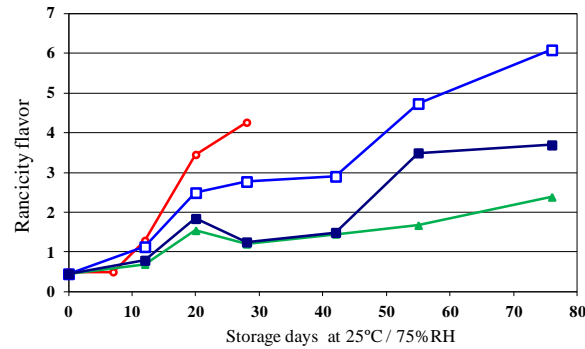
### Rancid flavor of baked cassava chips

The lipids oxidation caused rancidity flavor development (Figure 3) and rejection of chips after the 56<sup>th</sup> and the 30<sup>th</sup> storage days, respectively, in BOPPmet/BOPP and PP packages without nitrogen, due to the residual oxygen in the headspace. Estimated rancid flavor development will cause rejection of chips in nitrogen packages of BOPPmet/BOPP after the 90<sup>th</sup> storage days, and not rancid rejection was observed in PETmet/LDPE until the end of study period due to the lower initial oxygen in the headspace (Figure 3).

**Figure 3.** Development of rancidity flavor of cassava chips during storage at 25°C/75%RH.

—○— PP without N<sub>2</sub>    —□— BOPP/met BOPP without N<sub>2</sub>    —◇— PETmet/LDPE with N<sub>2</sub>    —■— BOPP/met BOPP with N<sub>2</sub>



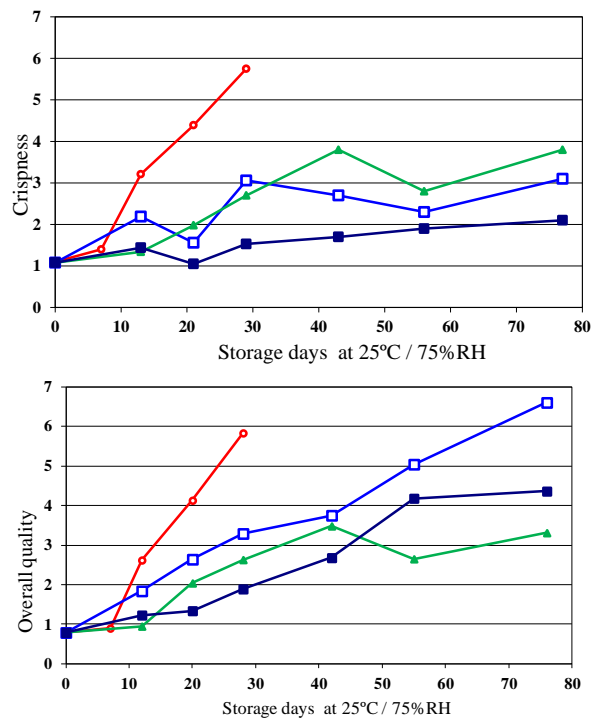


### Crispness of cassava chips

In packages with nitrogen, chips presented lower crispness in PETmet/LDPE than in BOPPmet/BOPP (Figure 4a) after 43 storage days. In PP without N<sub>2</sub> occurred crispness loss and rejection of chips after 21 days of storage (Figure 4a).

**Figure 4.** Changes in the crispness (a) and overall quality (b) of cassava chips during the storage.

—○— PP without N<sub>2</sub> —□— BOPP/met BOPP without N<sub>2</sub> —△— PETmet/LDPE with N<sub>2</sub> —■— BOPP/met BOPP with N<sub>2</sub>



(a)

(b)

### Loss of overall quality of cassava chips

No rejections of the chips by loss of overall quality (Figure 4b) occurred in PETmet/LDPE until the end of study period but in BOPPmet/BOPP packages with nitrogen was estimate after the 80<sup>th</sup> storage days. In packages without nitrogen, the rejections occurred after 49-day storage in BOPPmet/BOPP and after 22-day storage in PP.

### CONCLUSION

The shelf life of baked cassava chips was defined by 50% loss of carotenoids in packages with nitrogen in 80 days in PETmet/LDPE and 30 days in BOPPmet/BOPP and in 20 days in BOPPmet/BOPP without nitrogen. In PP without nitrogen, the shelf life was 20 days by loss of half of sensorial characteristics and 50% loss of carotenoids. The use of flexible material with good oxygen barrier as PETmet/LDPE and nitrogen gas flushing was necessary to preserve for higher time the carotenoids of biofortified baked cassava chips.



**ACKNOWLEDGEMENT**

The authors thank the Embrapa – Monsanto Research Fund for the financial support.

**REFERENCES**

LEMOS, A. B. et al. Caracterização. In: OLIVEIRA, L. M. **Embalagens plásticas rígidas: principais polímeros e avaliação da qualidade**. Campinas: ITAL/CETEA, 2008. Cap. 6.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A Guide to Carotenoid Analysis in Foods**. Washington, DC: International Life Sciences Institute; OMNI Press, 2001.



## INTRODUÇÃO DE ALIMENTOS BIOFORTIFICADOS NA MERENDA ESCOLAR: AS CRIANÇAS GOSTAM DOS PRODUTOS?

### INTRODUCING BIOFORTIFIED STAPLE FOOD CROPS IN SCHOOL MEALS: DO CHILDREN LIKE THEM?

Carolina Claudio de Oliveira Silva<sup>1</sup>; Rosires Deliza<sup>2</sup>; Marília Regini Nutti<sup>3</sup>; José Luiz Viana de Carvalho<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Bolsista/Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro - RJ, [carolina.claudio@colaborador.embrapa.br](mailto:carolina.claudio@colaborador.embrapa.br)

<sup>2</sup>Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro - RJ, [rosires.deliza@embrapa.br](mailto:rosires.deliza@embrapa.br)

<sup>3</sup>Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro - RJ, [marilia.nutti@embrapa.br](mailto:marilia.nutti@embrapa.br)

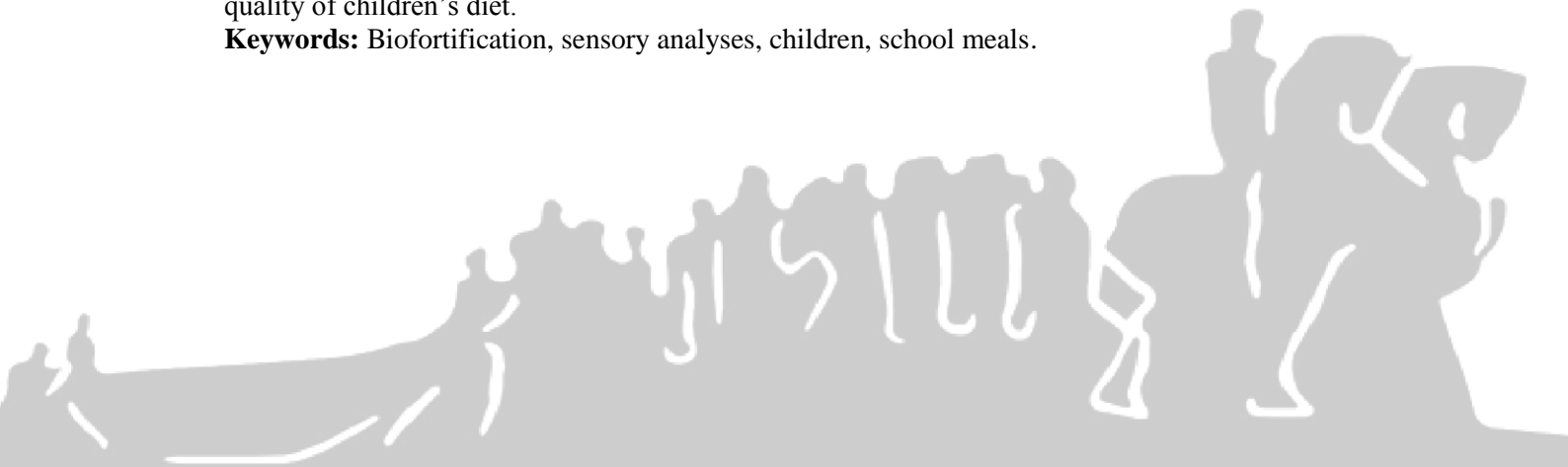
<sup>4</sup>Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro - RJ, [jose.viana@embrapa.br](mailto:jose.viana@embrapa.br)

**RESUMO** - As deficiências de Vitamina A, Ferro e Zinco, consideradas pela Organização Mundial de Saúde como problema de saúde pública em mais da metade dos países ao redor do mundo, afetam milhões de crianças. A biofortificação de alimentos surge como um novo paradigma para melhorar a saúde humana, complementando as intervenções existentes já em andamento no combate às deficiências de Vitamina A, Ferro e Zinco, a partir de ferramentas do melhoramento genético convencional e da biotecnologia moderna. O presente trabalho teve como objetivos: avaliar a aceitação de produtos agrícolas biofortificados (batata doce, mandioca, milho e feijão) e compará-los com os alimentos tradicionais na merenda escolar de alunos de 5 a 12 anos. O estudo foi conduzido com 327 crianças regularmente matriculadas em escolas rurais localizadas no município de Itaguaí – RJ. Para os testes de aceitação foi empregada escala hedônica facial de 9-pontos variando de “super ruim”(1) a “super bom”(9). Os resultados revelaram que todos os produtos obtiveram boa aceitação pelos alunos, com médias variando de 6,4 (um pouco bom) para aipim biofortificado a 8,2 (muito bom) para milho biofortificado. Conclui-se que a biofortificação é uma alternativa viável a ser empregada na merenda escolar de Itaguaí e poderá contribuir para a melhoria na qualidade nutricional da dieta das crianças.

**Palavras-chave:** Biofortificação, análise sensorial, crianças, merenda escolar.

**ABSTRACT** - Vitamin A, iron and zinc deficiencies, are a significant public health problem in more than half of the world's countries and affect millions of children. Biofortification is the use of crop breeding practices and/or modern biotechnology to produce micronutrient-dense staple food crops. The present study aimed to evaluate the acceptability of biofortified products offered in school meals (cassava, sweet potatoes, beans, corn) and compare it with the conventional products. The study was carried out with 327 children regularly enrolled in schools located in Itaguaí municipality - RJ. The 9-point facial hedonic scale ranging from "super bad" (1) to "super good" (9) was used as an acceptance evaluation. The results revealed that all products were accepted by students, and the averages ranged from 6.4 (slightly good) for biofortified cassava to 8.2 (very good) to biofortified corn. Biofortification is a viable alternative to be used in school meals of Itaguaí Municipality and can be an important factor in the improvement of nutritional quality of children's diet.

**Keywords:** Biofortification, sensory analyses, children, school meals.



## INTRODUÇÃO

As deficiências de Vitamina A, Ferro e Zinco são consideradas pela Organização Mundial de Saúde um problema de saúde pública em mais da metade dos países ao redor do mundo e afetam milhões de crianças.

A biofortificação de alimentos surge como um novo paradigma para melhorar a saúde humana, complementando as intervenções existentes já em andamento no combate a tais deficiências, a partir de ferramentas do melhoramento genético convencional e da biotecnologia moderna (BOUIS et al., 2003; NESTEL et al., 2011; MAYER et al., 2008).

O programa de Biofortificação no Brasil – BioFort, coordenado pela Embrapa Agroindústria de Alimentos, presente no município de Itaguaí, tem o intuito de fortalecer a agricultura familiar local, o desenvolvimento sustentável e a aquisição de gêneros alimentícios indispensáveis na merenda escolar de produtores rurais.

Para que o programa de Biofortificação no município de Itaguaí seja bem sucedido, a distribuição dos alimentos biofortificados deve ser acompanhada de testes sensoriais a fim de investigar se os produtos são aceitos pelos alunos.

O presente trabalho teve como objetivos: avaliar a aceitação dos produtos agrícolas biofortificados (batata doce, mandioca, milho e feijão) e compará-los com os alimentos tradicionais na merenda de alunos de 5 a 12 anos.

## MÉTODO

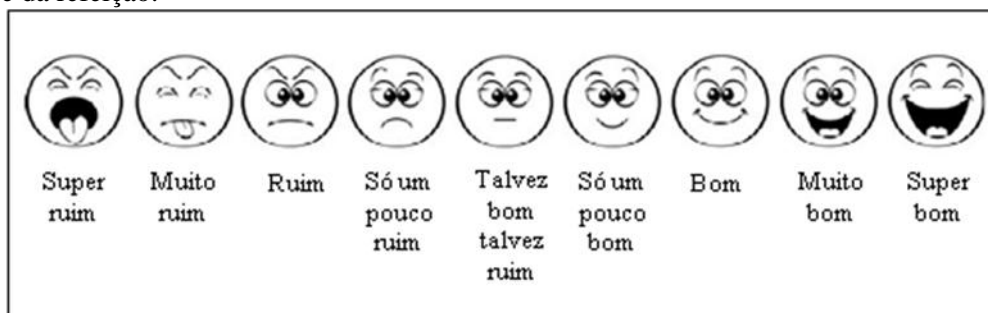
O estudo foi conduzido com 327 crianças entre 5 a 12 anos de idade, regularmente matriculadas em três escolas rurais localizadas no município de Itaguaí – RJ.

O projeto foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ e aprovado sob número CAAE 41230815.8.0000.5257.

A avaliação da aceitação das culturas biofortificadas (mandioca, batata – doce, milho e o feijão preto) e as convencionais (não biofortificados) inseridas na merenda escolar foi realizada utilizando-se a escala hedônica facial de nove pontos, com as expressões caracterizadas pelas faces variando de “super ruim” a “super bom” (escala P&K – PERYAM; KROLL, 1990).

Para os testes os produtos foram entregues nas escolas no dia anterior para operações de pré-preparo. Os alimentos foram preparados pelas merendeiras responsáveis. Cada produto avaliado (convencional e biofortificado) foi oferecido dentro do mesmo cardápio em todas as escolas, isto é, quando foi avaliada a aceitação, por exemplo, da batata doce, ambas as culturas (biofortificada e convencional) foram oferecidas junto com arroz, feijão e frango a fim de não trazer a mudança no contexto como possível viés na avaliação.

As crianças receberam as refeições de maneira usual, respeitando os horários habituais e demais normas de cada escola e após o término foram solicitadas a responder o quanto gostaram do produto em questão (biofortificado e convencional). Cada criança foi auxiliada por um adulto à marcar na escala utilizada (Figura 1) a posição que melhor descreveu o quanto gostou do produto e da refeição.



**Figura 1.** Escala P&K utilizada para avaliar a aceitação dos produtos.

Os resultados foram submetidos à ANOVA e teste t –Student ( $p < 0.05$ ) para verificar diferença significativa entre os produtos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de aceitação para as quatro culturas biofortificadas e convencionais considerando os três estabelecimentos são mostradas na Tabela 1.

**Tabela 1:** Aceitação<sup>§</sup> (média ± desvio padrão) dos alimentos servidos na merenda escolar do município de Itaguaí-RJ.

Alimento	Média ± DP			
	Aipim	Batata doce	Feijão	Milho
Convencional	7,0 <sup>a</sup> ± 2,76	6,9 <sup>a</sup> ± 2,77	7,8 <sup>a</sup> ± 2,02	8,1 <sup>a</sup> ± 1,93
Biofortificado	6,4 <sup>a</sup> ± 2,79	6,6 <sup>a</sup> ± 2,75	7,9 <sup>a</sup> ± 2,07	8,2 <sup>a</sup> ± 1,87

<sup>§</sup> Avaliadas em escala hedônica facial estruturada de nove pontos variando de 1: super ruim a 9: super bom. Letras iguais na mesma coluna não apresentam diferença significativa ( $p > 0,05$ ).

Os resultados revelaram que não houve diferença significativa entre a cultura biofortificada e convencional para nenhum dos produtos estudados (aipim, batata doce, feijão e bolo de milho). As médias de aceitação dos alimentos biofortificados e convencionais variaram de 6,4 (um pouco bom), menor nota de aceitação para aipim biofortificado a 8,2 (muito bom) para o bolo de milho biofortificado.

Diante do resultado encontrado para o milho ressalta-se a preferência inata pelo gosto doce (POPPER; KROLL, 2003) e, para crianças até 10 anos, por alimentos com alta concentração de açúcar quando comparados com os adultos (DE GRAAF; ZANDSTRA, 1999), isto, deve ter contribuído para a elevada aceitação de tal produto.

## CONCLUSÃO

A partir do estudo pode-se concluir que os alimentos biofortificados podem ser introduzidos na merenda escolar dos alunos, já que, obtiveram boa aceitação pelos alunos e contribuirão para aumentar a segurança alimentar das crianças nessa localidade.

## REFERÊNCIAS

- BOUIS, H. E.; HOTZ, C.; MCCLAFFERTY, B.; MEENAKSHI, J. V.; PFEIFFER, W. H. Biofortification: a new tool to reduce micronutrient malnutrition. **Food and Nutrition Bulletin**, v. 32, n.1, suppl., p. S31-S40, 2011.
- DE GAAF, C.; ZANDASTRAS, E. H. Sweetness intensity and pleasantness in children, adolescents, and adults. **Physiology and Behavior**, v. 67, p. 513–520, 1999.
- PERYAM, D.; KROLL, B. J. Evaluating rating scales for sensory testing with children. **Food Technology**, v. 44, p. 78-86, 1990.
- POPER, R.; KROLL, J. J. Conducting sensory research with children. **Food Technology**, v. 57, n.5, p. 60-65, 2003.
- PREVENTING and controlling micronutrient deficiencies in populations affected by an emergency: multiple vitamin and mineral supplements for pregnant and lactating women, and for children aged 6 to 59 months. Geneva: WORLD HEALTH ORGANIZATION; Italy: WFP; New York: UNICEF, 2007. 2 p.



## ACEITABILIDADE DE FORMULAÇÕES DE BAIÃO-DE-DOIS ELABORADAS A PARTIR DE ARROZ INTEGRAL E FEIJÃO CAUPI BIOFORTIFICADOS

### ACCEPTABILITY OF “BAIÃO-DE-DOIS” FORMULATIONS ELABORATED FROM BIOFORTIFIED BROWN RICE AND COWPEA

Natália Quaresma Costa<sup>1</sup>, Kaesel Jackson Damasceno-Silva<sup>2</sup>, Luis José Duarte Franco<sup>3</sup>,  
Regilda Saraiva dos Reis Moreira-Araújo<sup>4</sup> e Maurisrael de Moura Rocha<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Professora, Universidade Federal do Piauí, Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, B. Ininga, Teresina, PI, 64049-550, natalia\_quaresma@hotmail.com

<sup>2</sup>Pesquisador, Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, 5650, B. Buenos Aires, 64006-220, Teresina, PI, maurisrael.rocha@embrapa.br, kaesel.damasceno@embrapa.br

<sup>3</sup>Analista, Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, 5650, B. Buenos Aires, 64006-220, Teresina, PI, luis.franco@embrapa.br

<sup>4</sup>Professora, Universidade Federal do Piauí, Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, B. Ininga, Teresina, PI, 64049-550, regilda@ufpi.edu.br

**RESUMO** - O objetivo deste trabalho foi analisar sensorialmente formulações de baião-de-dois elaborados a partir de arroz integral e feijão-caupi biofortificados. Foram analisadas amostras de cinco formulações de baião-de-dois: baião padrão (arroz polido comercial + feijão-caupi comercial); baião controle (arroz integral comercial + feijão-caupi comercial); baião 1 (arroz integral Chorinho + feijão-caupi BRS Aracê); baião 2 (arroz integral Chorinho + feijão-caupi BRS Tumucumaque); e baião 3 (arroz integral Chorinho + feijão-caupi BRS Xiquexique). A avaliação sensorial das formulações de baião-de-dois foi realizada por meio dos testes escala hedônica (Baião padrão, controle, 1, 2 e 3) e comparação múltipla (Baião controle e baiões 1, 2 e 3). Dentre as formulações testadas, o baião-de-dois 3 (Arroz integral Chorinho + feijão-caupi BRS Xiquexique) apresentou boa aceitação, em comparação ao baião padrão e ao controle, podendo ser recomendada para o consumidor de baião-de-dois.

**Palavras-chave:** *Vigna unguiculata*, *Oriza sativa*, preparação de alimentos, análise sensorial.

**ABSTRACT** - The objective of this study was the sensory evaluation of baião-de-dois formulations made from brown rice and cowpea biofortified. Samples of five baião-de-dois formulations were analyzed: Standard Baião (commercial polished rice + commercial cowpea); Control Baião (commercial brown rice + commercial cowpea); Baião 1 (brown rice Chorinho + cowpea BRS Aracê); Baião 2 (brown rice Chorinho + cowpea BRS Tumucumaque); and Baião 3 (brown rice Chorinho + cowpea BRS Xiquexique). Sensory evaluation of baião-de-dois formulations was performed using the Hedonic Scale Tests (Standard Baião, Control Baião, Baião 1, Baião 2 and Baião 3) and Multiple Comparison (Control Baião and Baião 1, Baião 2 and Baião 3). Among the formulations tested, the Baião-de-dois 3 (Brown rice Chorinho + cowpea BRS Xiquexique) showed good acceptance, compared to Standard Baião and Control Baião, and may be recommended to the baião-de-dois's consumer.

**Keywords:** *Vigna unguiculata*, *Oriza sativa*, food preparation, sensory analysis.

## INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), além de um grande gerador de empregos e de renda, destaca-se como o componente principal na dieta da população da região Nordeste do Brasil, sendo um alimento bastante nutritivo, rico em proteínas e minerais (FREIRE FILHO et al., 2011). Na região Nordeste, vários pratos são elaborados a partir de feijão-caupi, sendo o baião-de-dois, o mais típico (Botelho, 2006), pelo qual o grão imaturo (feijão-verde) e o arroz são cozidos juntos, desenvolvendo-se um terceiro sabor muito apreciado (KBATOUNIAN, 1994). A utilização de arroz integral e feijão-caupi com altas concentrações de ferro e zinco na preparação do baião-de-dois pode agregar mais valor nutritivo, pois este contém maiores concentrações desses minerais, além de proteínas, vitaminas e fibras. O objetivo deste trabalho foi analisar sensorialmente formulações de baião-de-dois elaboradas a partir de arroz integral e feijão-caupi biofortificados.

## MÉTODOS

Foram elaboradas cinco formulações de baião-de-dois a partir de amostras de grãos imaturos de três cultivares biofortificadas de feijão-caupi (BRS Aracê, BRS Tumucumaque e BRS Xiquexique), uma amostra de grãos imaturos de uma cultivar de feijão-caupi comercial (BRS Guariba), uma amostra de grãos de uma cultivar de arroz biofortificada (Chorinho), uma amostra de grãos de arroz comercial polido (cultivar não identificada) e uma amostra de grãos de arroz comercial integral (cultivar não identificada): Baião Padrão (arroz polido comercial + feijão-caupi comercial); Baião Controle (arroz integral comercial + feijão-caupi comercial); Baião 1 (arroz integral Chorinho + feijão-caupi BRS Aracê); Baião 2 (arroz integral Chorinho + feijão-caupi BRS Tumucumaque); e Baião 3 (arroz integral Chorinho + feijão-caupi BRS Xiquexique).

As amostras de grãos das cultivares de arroz e feijão-caupi foram obtidos de cultivos realizados na Embrapa Meio-Norte (biofortificadas) e do comércio local (comerciais) em Teresina, Piauí. O preparo dos baiões-de-dois foi baseado na proporção de 1:1 de grãos secos de arroz e grãos verdes de feijão-caupi, respectivamente. Esta proporção foi escolhida após busca por receitas locais de baião-de-dois e após testes preliminares, já que esta proporção é bastante variável de acordo com cada região.

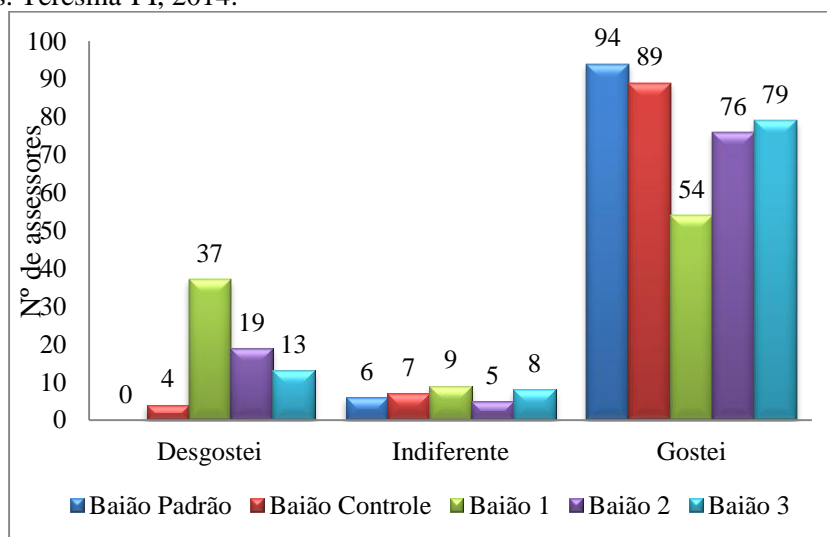
A análise sensorial das formulações para verificar a aceitação e a preferência foi realizada por meio dos testes de escala hedônica de nove pontos e comparação múltipla, com assessores não treinados, com idade entre 18 a 45 anos, de ambos os gêneros, recrutados na Universidade Federal do Piauí, em um total de 100 provadores. No teste de escala hedônica, foram avaliadas as cinco formulações quanto ao aspecto global, com relação aos atributos sabor, aroma, textura e aparência. No Teste comparação múltipla, foram oferecidas quatro amostras, sendo uma a controle. Os provadores compararam as três amostras (Baião-de-dois 1, 2 e 3) com o baião-de-dois controle e avaliaram o grau de diferença (DUTCOSKY, 2007).

As médias das notas de aceitação e grau de diferença das formulações de baião-de-dois foram comparadas pelo teste de tukey ( $P < 0,05$ ). As análises estatísticas foram realizadas, utilizando-se o programa computacional SAS (SAS INSTITUTE, 1999).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A frequência das respostas dos 100 assessores sensoriais no teste de escala hedônica, para as cinco formulações de baião-de-dois é apresentada na Figura 1.

**Figura 1** - Avaliação dos assessores com relação ao grau de aceitação das formulações de baião-de-dois. Teresina-PI, 2014.



Legenda: Baião padrão= Baião-de-dois padrão (Arroz polido comercial + feijão-caupi comercial); Baião controle = Baião-de-dois controle (Arroz integral comercial + feijão-caupi comercial); Baião 1 = Baião-de-dois 1 (Arroz integral Chorinho + feijão-caupi BRS Aracê); Baião 2 = Baião-de-dois 2 (Arroz integral Chorinho + feijão-caupi BRS Tumucumaque); Baião 3 = Baião-de-dois 3 (Arroz integral Chorinho + feijão-caupi BRS Xiquexique).

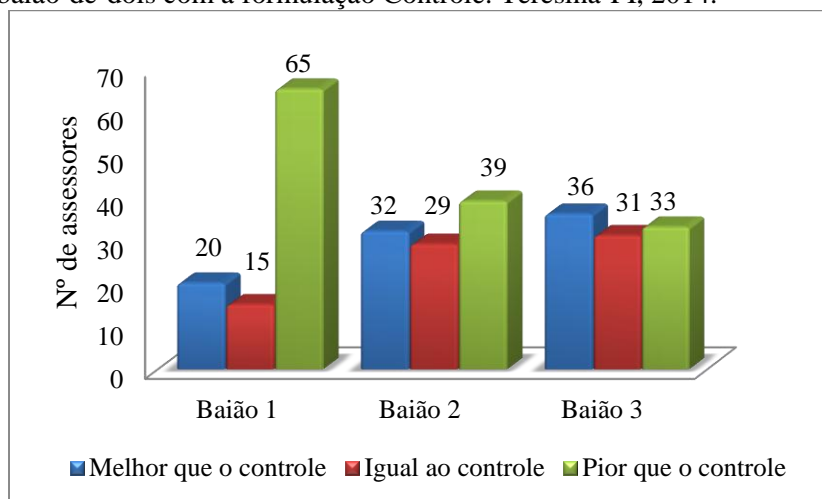
Os resultados indicam que a aceitação foi maior para o baião-de-dois padrão (94%), controle (89%) e, em seguida, o baião 3 (79%), pois foram observadas maiores frequências das notas de aceitação (soma das frequências das notas de 6 a 9-gostei). O baião-de-dois 1 foi o de



maior rejeição, pois obteve a menor frequência das notas de aceitação e maior frequência das notas de rejeição (soma das frequências das notas de 1 a 4- desgostei).

Os resultados do teste de comparação múltipla são apresentados na Figura 2. No teste de comparação múltipla, em que se comparou as formulações de baião-de-dois 1, 2 e 3 com a formulação baião-de-dois controle, o baião 3 foi considerado melhor que o baião controle por 36% dos assessores e também obteve a menor porcentagem de rejeição - pior que o controle (33%). Além disso, o baião-de-dois 1 foi novamente o de maior rejeição, visto que obteve a maior porcentagem de assessores que o consideraram pior que o controle (65%).

**Figura 2** - Avaliação dos assessores com relação ao Teste de Comparação Múltipla das formulações de baião-de-dois com a formulação Controle. Teresina-PI, 2014.



Legenda: Baião C = Baião-de-dois Controle (Arroz integral comercial + feijão-caupi comercial); Baião 1 = Baião-de-dois 1 (Arroz integral Chorinho + BRS Aracê); Baião 2 = Baião-de-dois 2 (Arroz integral Chorinho + BRS Tumucumaque); Baião 3 = Baião-de-dois 3 (Arroz integral Chorinho + BRS Xiquexique).

A maior rejeição do baião-de-dois 1 em todos os testes pode ser atribuída ao fato de cultivar de feijão-caupi BRS Aracê ser a de maior tempo de cocção (TC), o que pode ter influenciado no cozimento não uniforme. Com relação à utilização do arroz integral nas formulações de baião-de-dois, exceto na formulação padrão, percebeu-se, com os testes aplicados, que essa modificação afetou a aceitação das formulações de baião-de-dois elaboradas, haja vista que as notas de aceitação das formulações com arroz integral foram menores em relação a formulação com arroz polido, pois o consumo do arroz integral ainda não é hábito da população. Entretanto a aceitação da maioria das amostras com arroz integral foi superior a 70% (Baião-de-dois C, 2 e 3), demonstrando a viabilidade da utilização de arroz integral na preparação de baião-de-dois.

## CONCLUSÃO

Dentre as formulações testadas, o baião-de-dois 3 (Arroz integral Chorinho + feijão-caupi BRS Xiquexique) apresentou boa aceitação, em comparação ao baião padrão e ao controle, podendo ser recomendada para o consumidor de baião-de-dois.

## REFERÊNCIAS

- BOTELHO, R. B. A. **Culinária regional: o Nordeste e a alimentação saudável**. 2006. 45 f. Tese (Doutorado em Ciência da Saúde) - Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.
- DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. 2. ed. Curitiba: Champagnat, 2007. 123 p.
- FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. de M.; SILVA, K. J. D.; NOGUEIRA, M. do S. da R.; RODRIGUES, E. V. **Feijão-caupi: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina: Embrapa-Meio-Norte, 2011. 84 p.
- AS INSTITUTE.® **User's Guide, Version 7-2**. Cary: SAS Institute, 1999. 1550 p.

## RETENÇÃO DE CAROTENOIDES EM MILHO VERDE BIOFORTIFICADO MINIMAMENTE PROCESSADO ARMAZENADO EM DIFERENTES EMBALAGENS

### CAROTENOIDS RETENTION IN MINIMALLY PROCESSED BIOFORTIFIED GREEN CORN STORED IN DIFFERENT PACKAGING

Natália Alves Barbosa<sup>1</sup>, Maria Cristina Dias Paes<sup>2</sup>, Paulo Evaristo de Oliveira  
Guimarães<sup>3</sup>, Joelma Pereira<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Doutoranda Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, nataliaalvesb@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Ph.D. Ciência de Alimentos e Nutrição Humana, Embrapa Milho e sorgo, cristina.paes@embrapa.br <sup>3</sup>Professora, doutora em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, joper@dca.ufla.br

<sup>4</sup>Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo, paulo.guimaraes@embrapa.br

**RESUMO** - O objetivo do presente trabalho foi determinar e comparar a retenção de carotenoides em espigas minimamente processadas de milho verde normal e biofortificado com precursores de vitamina A (proVA), embaladas com diferentes materiais, ao longo do período de estocagem do produto em condições de comercialização a varejo. Foram avaliadas espigas embaladas em bandeja de poliestireno com cobertura de filme comercial e embalagem multicamadas nylon poli. O armazenamento por nove dias das espigas minimamente processadas não afeta a retenção aparente dos carotenoides totais,  $\beta$ -criptoxantina,  $\beta$ -caroteno, e total de proVA nos grãos, independentemente da cultivar e do tipo de embalagem aplicada.

**Palavras-chave:** Biofortificação, Provitamina A, Embalagem.

**ABSTRACT** - The objective of this work was to determine and compare retention of carotenoids in minimally processed ears of normal and biofortified (proVA) green maize packaged in polystyrene trays covered with commercial film or multilayer polynylon during storage under retail marketing conditions. Minimally processed normal and biofortified green maize ears show no significant changes in apparent retention for total carotenoids,  $\beta$ -carotene and total proVA carotenoids during nine days storage time, regardless of genotype and packaging.

**Keywords:** Biofortification, Provitamin A, Packaging.

### INTRODUÇÃO

O milho se destaca como fonte de carotenoides nas dietas das populações onde o consumo desse cereal é considerado base. Zeaxantina e luteína, classificados como xantofilas, são os principais carotenoides presentes nos grãos dos milhos amarelos, havendo ainda quantidades significativas de  $\beta$ -criptoxantina e menores teores de  $\alpha$  e  $\beta$ -carotenos, esses últimos precursores de vitamina A (BERARDO, 2004). O processamento industrial a que são submetidos os grãos verdes do milho, usualmente consumidos na dieta humana, bem como durante o armazenamento desses produtos, é preocupante, uma vez que os carotenoides apresentam instabilidade quanto à exposição ao oxigênio, enzimas oxidativas, luz e temperaturas elevadas (SARANTÓPOULOS et al., 2001).

No armazenamento de um produto é fundamental a preservação do valor nutricional do mesmo. Assim, investigar a retenção de carotenoides após o processamento mínimo e a estocagem do milho verde é essencial, uma vez que representa a forma usual de consumo deste produto. Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi determinar e comparar a retenção de carotenoides em espigas de milho verde normal e biofortificado com precursores de vitamina A minimamente processadas, embaladas em bandejas de poliestireno com cobertura de filme comercial policloreto de vinila (PVC 18 mm) e a vácuo (embalagem nylon poli multicamadas) ao longo do período de estocagem do produto usualmente praticado na comercialização a varejo.

### MÉTODO

#### Delineamento experimental

O experimento foi realizado em delineamento estatístico inteiramente casualizado, em esquema fatorial constituído de três fatores, 2x2x4 (cultivar, embalagem e período de armazenamento), sendo as cultivares BRS1030 (cultivar comum) e BRS4104 (cultivar biofortificada com carotenoides proVA) com embalagens poliestireno e multicamada nylon poli e armazenamento por 0, 3, 6 e 9 dias, em três repetições. A unidade experimental foi constituída por três espigas de milho.

### Matéria-prima e processamento mínimo

As espigas de milho verde foram sanitizadas com e sem palha em solução de hipoclorito de sódio 2%, embaladas e armazenadas em BOD com temperatura fixa em 5°C, com incidência de luz por nove horas diárias, durante um período de nove dias. Os produtos foram distribuídos aleatoriamente na BOD. A análise de carotenoides foi realizada nos dias 3, 6 e 9 de armazenamento.

### Extração de carotenoides

Os carotenóides foram extraídos das amostras em esquema sequencial de solventes orgânicos de acordo com o protocolo descrito por Rodriguez-Amaya e Kimura (2004), e quantificados em técnica de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE).

A concentração de carotenoides totais foi obtida pela soma dos valores totais de todas as frações quantificadas. A concentração de carotenoides com atividade pró-vitáminica A (proVA) foi obtida por meio da seguinte fórmula:

Carotenoides proVA = total  $\beta$ -caroteno +  $\frac{1}{2}$  total de  $\alpha$ -caroteno +  $\frac{1}{2}$  do total de  $\beta$ -criptoxantina ( $\mu\text{g/g}$ ).

O percentual de retenção aparente foi calculado de acordo com a fórmula proposta por Murphy et al. (1975):

$$\% \text{ retenção aparente} = \frac{\text{teor de carotenoides/g de alimento processado (base fresca)} \times 100}{\text{teor de carotenoides/g de alimento sem processamento (base fresca)}}$$

### Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SISVAR versão 5.3 (Build.77) (FERREIRA, 2000). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), sendo as médias comparadas pelo teste LSD ( $p=0,05$ ), quando detectado significância para o teste de F.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

O efeito da interação (cultivar x embalagem x período de armazenamento) não foi significativo ( $p>0,05$ ) para as variáveis  $\beta$ -criptoxantina,  $\beta$ -caroteno, carotenoides totais e carotenoides proVA, porém foi identificada significância do fator cultivar para a variável  $\beta$ -criptoxantina.

A retenção aparente de  $\beta$ -criptoxantina diferiu significativamente entre os grãos verdes das espigas de milho para as duas cultivares. Os grãos verdes da cultivar BRS4104 apresentaram menor média de retenção de  $\beta$ -criptoxantina, com diferença de 19,46% a menos quando comparada aos grãos verdes das espigas de milho da cultivar BRS1030.

Na Tabela 1 são apresentadas as médias da retenção aparente de  $\beta$ -criptoxantina dos grãos verdes das espigas de milho das diferentes cultivares estudadas.

Tabela 1 Médias da retenção aparente de  $\beta$ -criptoxantina (%) para os grãos verdes das espigas de milho das cultivares BRS1030 e proVA

Cultivares	<sup>1</sup> Retenção aparente de $\beta$ -criptoxantina (%)
BRS 1030	109,22 $\pm$ 4,70 <sup>a</sup>
BRS 4104 proVA	89,76 $\pm$ 4,70 <sup>b</sup>

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de LSD a 5% de probabilidade ( $p<0,05$ ). DP: Desvio padrão

Para as demais variáveis o armazenamento não interferiu na retenção para todos os fatores e suas respectivas interações. Sendo assim, não houve diferença significativa na retenção aparente dos carotenoides  $\beta$ -caroteno, carotenoides totais e carotenoides proVA nos grãos,

independentemente das cultivares de milho e da embalagem, ao longo do armazenamento. As médias dos resultados estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 Médias de retenção aparente (%) de  $\beta$ -caroteno, carotenoides totais e carotenoides proVA após processamento mínimo das espigas de milho armazenadas por 9 dias

	Retenção de carotenoides (%)		
	$\beta$ -caroteno	carotenoides totais	ProVA
Média mínima	85,93	79,90	81,16
Média máxima	122,24	127,90	129,47
Média geral	106,53	100,86	101,62
CV	3,22	4,56	3,64

O processamento e a estocagem dos alimentos podem alterar significativamente a composição qualitativa e quantitativa dos carotenoides (CAVALCANTE; RODRIGUEZ-AMAYA, 1995). Contudo, a retenção dos carotenoides pró-vitâmicos durante a estocagem de alimentos processados é favorecida pela baixa temperatura, proteção da luz e antioxidantes, presentes naturalmente ou adicionados como meio de preservação do alimento (RODRIGUEZ-AMAYA, 1997).

Dessa forma, processamento com baixa temperatura em menor tempo é uma boa alternativa para se preservar os carotenoides (RODRIGUEZ-AMAYA, 1993). Hussein et al. (2000), estudando o efeito de duas embalagens (*squeeze* e a vácuo) na retenção de  $\beta$ -caroteno em brócolis minimamente processado e armazenado durante o período de varejo para este produto (10 dias), percebeu que não há diferença significativa entre as embalagens. O mesmo aconteceu no presente estudo. O tipo de embalagem (poliestireno e nylon poli multicamadas) não influenciou na retenção de nenhum dos carotenoides avaliados, independentemente da cultivar.

## CONCLUSÃO

O armazenamento por nove dias a 5°C não afetou a retenção aparente de carotenoides totais, carotenoides proVA e  $\beta$ -caroteno nos grãos de espigas de milho verde minimamente processadas, não havendo diferença nessa resposta entre cultivares. A aplicação da embalagem de bandeja de poliestireno com cobertura de filme comercial ou multicamadas nylon poli não influenciou na retenção de carotenoides para esse produto, podendo ser escolhida a de menor custo.

## REFERÊNCIAS

- BERARDO, N.; BRENNAN, O. V.; AMATO, A.; VALOTI, P.; PISACANE, V.; MOTTO, M. Carotenoids concentration among maize genotypes measured by near infrared reflectance spectroscopy (NIRS). **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, London, v. 5, n. 3, p. 393-398, Sept. 2004.
- CAVALCANTE, M. L.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Alteration of the carotenoid composition during manufacture and storage of frozen *Eugenia uniflora* fruit. In: **WORLD CONGRESS OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY**, 9., 1995, Budapest. **Proceedings...** Budapest: WCFST, 1995. 1 CD-ROM.
- FERREIRA, D. F. **Sistema de análises estatísticas SISVAR**. Lavras: UFLA, 2000.
- HUSSEIN, A.; ODUMERU, T.; AYANDABEJO, H.; FAULKNER, W. B.; MCNAB, H.; HAGER, L.; SZIJARTO, L. Effects of processing and packaging on vitamin C and b-carotene content of ready-to-use (RTU) vegetables. **Food Research International**, Barking, v. 33, n. 2, p. 131-136, Jan. 2000.
- MURPHY, E. W.; CRINER, P. E.; GRAY, B. C. Comparisons of methods for calculating retentions of nutrients in cooked foods. **Journal Agricultural Food Chemistry**. Washington, 1975. v. 23, n. 6, p. 1153-1157.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **Carotenoids and food preparation:** the retention of provitamin carotenoids in prepared, processed, and stored foods. Washington: USAID, 1997. 93 p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Nature and distribution of carotenoids in foods. In: CHATALAMBOUS, F. (Ed.). **Shelf life of foods and beverages:** chemical, biological, physical and nutritional aspects. Amsterdam: Elsevier Science, 1993. p. 547-589.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M. **HarvestPlus Handbook for Carotenoid Analysis.** Washington: IFPRI; Cali: CIAT, 2004. 58 p. (HarvestPlus Technical Monograph, 2). Disponível em: <<http://www.harvestplus.org/sites/default/files/tech02.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2015.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; CANAVESI, E. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis.** Campinas: CETEA/ITA, 2001. cap. 1, p. 1-22.





## RETENÇÃO DE CAROTENOIDES EM FLOCÃO DE MILHO BIOFORTIFICADO APÓS ARMAZENAMENTO E QUANTIFICAÇÃO DE CAROTENOIDES EM PRODUTOS DERIVADOS

### CAROTENOID RETENTION IN BIOFORTIFIED CORN GRITS (FLOCÃO) AFTER STORAGE AND CAROTENOID QUANTIFICATION IN PRODUCTS THERE OFF

Adriana Paula da Silva Minguita<sup>1</sup>; José Luiz Viana de Carvalho<sup>2</sup>, Deise Maria de Oliveira Galvão<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Técnica, Embrapa Agroindústria de Alimentos. Av. das Américas, 29501, Guaratiba, RJ email: adriana.minguita@embrapa.br

<sup>2</sup>Pesquisador, Embrapa Agroindústria de Alimentos. Av. das Américas, 29501, Guaratiba, RJ email: jose.viana@embrapa.br

<sup>3</sup>Analista, Embrapa Tabuleiros Costeiros. Av. Beira Mar, nº 3.250, Bairro Jardins, Caixa Postal 44, Aracaju, SE email: deise.oliveira-galvao@embrapa.br

**RESUMO** - Um dos cereais mais consumidos mundialmente, o milho vem sendo objeto de pesquisas e trabalhos de melhoramento genético como estratégia para o aumento das concentrações de nutrientes essenciais à dieta humana, processo denominado biofortificação (HarvestPLUS, 2011). A deficiência de vitamina A entre a população brasileira, vem sendo motivo de grande preocupação para a saúde pública. No Brasil, a primeira variedade brasileira de milho com teores aumentados de carotenoide precursores de vitamina A foi desenvolvida com sucesso por pesquisadores da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas (MG) como uma alternativa para melhorar o valor nutritivo e, portanto, ajudar a diminuir esta deficiência. O trabalho de melhoramento não deve necessariamente alterar a aparência, o sabor, a textura ou a qualidade culinária do alimento (NUTTI et al., 2010), preservando todas as características tecnológicas do mesmo de forma a não provocar recusas do produto por parte dos agricultores e consumidores. O mesmo se espera de alimentos produzidos com as matérias-primas biofortificadas, pois é sabido que alimentos processados tendem a sofrer modificações e perdas de sua composição química durante seu processamento e armazenamento devido à instabilidade de algumas estruturas químicas, tais como carotenoides, os quais podem causar ao produto uma considerável perda nutricional (BARBOSA, 2013). Por esta razão, o objetivo deste estudo foi avaliar a retenção de carotenoides em uma amostra de flocão de milho biofortificado, armazenado em embalagem com proteção contra luz e em refrigeração por 9 meses além de quantificar em bolo e biscoitos produzidos com o mesmo flocão o perfil de carotenoides para avaliação do potencial nutricional dos mesmos. Os bolos e biscoitos foram produzidos utilizando-se, em sua composição, 30% de flocão e assados a 180°C pelo tempo determinado para cada produto. Após análise foi possível visualizar uma baixa retenção de carotenoides no flocão avaliado, o que já era esperado em função do tempo de armazenagem. Já os produtos preparados com o flocão apresentaram boa retenção de carotenoides totais tendo como média 573 µg/100g para os bolos e 329 µg/100g para os biscoitos, visto que só foram utilizados 30 % do flocão nas formulações.

**Palavras-chave:** armazenamento, processamento, retenção.

**ABSTRACT** - One of the most consumed grain worldwide, corn has been the object of research and breeding programs as a strategy to increase the essential nutrient concentrations human diet, a process called biofortification (HarvestPlus, 2011). Vitamin A deficiency among the Brazilian population, it has been of great concern to public health. In Brazil, the first Brazilian corn variety with increased levels of pro-vitamin A was successfully developed by researchers at Embrapa Maize and Sorghum, in Sete Lagoas (MG) as an alternative to improve the nutritional value and therefore help reduce this deficiency. The breeding should not necessarily change the appearance, taste, texture or (Nutti et al., 2010), preserving all the technological properties of it so as not to cause product refusals by farmers and consumers. The same is expected from foods produced with biofortified crops, it is known that processed foods tend to undergo changes and loss of its chemical composition during its processing and storage due to the instability of some chemical



structures, such as carotenoids, which can cause the product a considerable nutritional loss (BARBOSA, 2013). For this reason, the aim of this study was to evaluate the carotenoids profile in corn grits produced used. The Brazilian word for this product is “flocão” that will be used in this work. The sample was packed and storage in cool ambient protected from light, during 9 months. Cookies and cake recipes were prepared using “flocão” as ingredient and carotenoid profile was determined in order to evaluate the nutritional potential. The cakes and cookies were produced using 30% “flocão” in its composition and baked at 180°C, during the time requested for each product. It was perceived a low carotenoid retention at the “flocão” evaluated after 9 months of storage that was expected. Considering the results for total carotenoids presented an average of 573 mg / 100g for cakes and 329 mg / 100g for the cookies, compared with the 863 mg /100g of “flocão”, it can be observed that preparations using 30% “flocão” as ingredient retained as considerable amount of total carotenoids.

**Keywords:** storage, processing, retention.

## INTRODUÇÃO

Consumido *in natura* ou na forma de produtos industrializados, o milho (*Zea mays L.*) tem grande contribuição na alimentação humana e animal em função de suas características nutricionais. Por ser rico em carboidratos e seu óleo rico em ácidos graxos polinsaturados apresenta grande fonte energética. Como os demais cereais sua proteína é deficiente em alguns aminoácidos. Canjica, farinha de milho, fubá, grits e flocão, são produtos derivados do milho através do procedimento de moagem a seco e peneiramento, caracterizando-os por suas granulometrias (GERMANI, 2012).

Os carotenoides são compostos naturais de propriedades expressivas encontradas e diversos alimentos, dentre eles se destaca o milho. No Brasil, a primeira variedade brasileira de milho com teores aumentados de pro-vitamina A está sendo desenvolvida com sucesso por pesquisadores da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas (CANDIDO, 2014).

O trabalho de melhoramento deve preservar a aparência, o sabor, a textura ou a qualidade culinária do alimento (NUTTI et al., 2010), preservando todas as características tecnológicas do mesmo de forma a não provocar recusas do produto por parte dos agricultores e consumidores. O mesmo se espera de alimentos produzidos com tais produtos, pois é sabido que alimentos processados tendem a sofrer modificações e perdas de sua composição química durante seu processamento e armazenamento devido a instabilidade de algumas estruturas químicas, tais como carotenoides, os quais podem causar ao produto uma considerável perda nutricional (CANDIDO, 2014).

Por esta razão o objetivo deste trabalho foi avaliar a retenção de carotenoides em flocão de milho biofortificado (BRS 4104) após armazenagem em refrigeração por 9 meses em embalagem original lacrada e quantificar, após este período, o perfil de carotenoides em produtos preparados com 30 % do mesmo.

## MÉTODO

O flocão utilizado para teste foi cedido pela Embrapa Tabuleiros Costeiro, onde o milho, da variedade BRS 4104, foi colhido. O mesmo foi processado em flocão pela empresa Coringa Ltda., na cidade de Arapiraca/AL.

As amostras de flocão foram enviadas a Embrapa Agroindústria de Alimentos em 10/07/14, passando pela primeira avaliação de perfil de carotenoides. Em seguida foram armazenados em geladeira por nove meses, passando por nova avaliação de retenção de carotenoides. Nesta mesma data foi realizado a produção de bolo e biscoitos utilizando-se para a formulação de ambos, 30% do flocão e 70% de farinha de trigo. Os demais ingredientes constituíram-se em açúcar, ovos, leite, óleo de canola e fermento químico para o bolo, e açúcar, ovo e margarina para os biscoitos.

Os carotenoides foram extraídos segundo método de extração de Rodrigues-Amaya, D.B.A Guide to Carotenoid Analysis in Food, 2001, 64p. e quantificados segundo método por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (PACHECO, 2009).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Tabela 1** - Perfil de Carotenoides em Flocão e Derivados.

	Carot totais	Lut	Zea.	$\beta$ - cript.	$\alpha$ - carot.	$\beta$ - carot.	13-cis $\beta$ -carot.	9-cis $\beta$ - carot.	Lic.
<b>Flocão de milho (10/07/14 )</b>	4235	626	208 4	333	ND	358	126	130	ND
<b>Flocão de milho (25/05/15 )</b>	863	111	304	97	ND	87	34	37	0,74
<b>Bolo de flocão</b>	572	118	212	40	ND	41	15	14	NQ
<b>Biscoito de flocão</b>	329	24	40	14	ND	149	35	12	0,64

Carot. totais - Carotenoides totais/ Lut. - Luteína/ Zea. - Zeaxantina/  $\beta$ -cript. -  $\beta$ -criptoxantina/  $\alpha$ -carot. -  $\alpha$ -caroteno/  $\beta$ -carot. -  $\beta$ -caroteno/ 13-cis  $\beta$ -carot. - 13-cis  $\beta$ -caroteno/ 9-cis  $\beta$ -carot. - 9-cis  $\beta$ -caroteno/ Lic. - Licopeno. Resultados expressos em ( $\mu\text{g}100\text{g}^{-1}$ ).

Segundo Cândido, 2014, a instabilidade dos carotenoides na presença de oxigênio, luz, metais, enzimas, calor e peróxidos, é notória, muitas vezes acarretando prejuízos nutricionais ao alimento. Sendo assim, os resultados do perfil de carotenoides, encontrados no flocão BRS 4104 biofortificado foram o esperado pelo longo tempo de armazenamento, mesmo que em refrigeração e embalagem metalizada com proteção de luz, em função da instabilidade dos carotenoides (Tabela 1).

Quanto ao perfil de carotenoides nos produtos com flocão de milho, ainda foi possível quantificá-los, embora só tenham sido utilizados 30 % do flocão nas formulações. É preciso, também, levar em consideração que ingredientes como o óleo vegetal e a margarina utilizada, provavelmente, foram responsáveis por parte do teor de  $\beta$ -caroteno encontrado nesses produtos.

### CONCLUSÃO

Ficou evidente que em condições normais de armazenamento, a perda dos carotenoides é inevitável, mesmo a temperatura de refrigeração após 10 meses. Embora o produto ainda esteja tecnologicamente viável, o seu aproveitamento como aporte de pró-vitamina A é praticamente insuficiente em relação a um efeito significativo quanto a esse micronutriente.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Fundo de Pesquisa Embrapa-Monsanto e ao HarvestPlus pelo apoio financeiro.

### REFERÊNCIAS

CÂNDIDO, B. D. V. **Retenção de carotenoides após moagem de milho biofortificado e durante o armazenamento dos derivados**. 2010. 98 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

GERMANI, R. Moagem. In: TORREZAN, R. (Ed.). **Árvore do Conhecimento: Tecnologia de Alimentos**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia\\_de\\_alimentos/arvore/CONT000fid5sgie02wyiv80z4s473y1hai57.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000fid5sgie02wyiv80z4s473y1hai57.html)> Acesso em: 27 jul. 2015.

NUTTI, M. R.; WATANABE, E.; CARVALHO, J. L. V. de. A biofortificação como ferramenta para combate a deficiência em micronutrientes. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE GEOLOGIA MÉDICA, 2005, Rio de Janeiro. **Geologia médica no Brasil: efeitos dos materiais e fatores geológicos na saúde humana e meio ambiente**. Rio de Janeiro: CPRM, Serviço Geológico do Brasil, 2006. p. 43-47.

PACHECO, S. **Preparo de padrões analíticos, estudo de estabilidade e parâmetros de validação para ensaio de carotenóides por cromatografia líquida**. 2009. 106 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2009.



## BIOFORTIFICAÇÃO DE ALIMENTOS NO MUNICÍPIO DE ITAGUAÍ: MELHORANDO A QUALIDADE NUTRICIONAL DA MERENDA ESCOLAR

### BIOFORTIFICATION IN ITAGUAÍ MUNICIPALITY: IMPROVING NUTRITIONAL QUALITY OF SCHOOL MEAL

Carolina Claudio de Oliveira Silva<sup>1</sup>; Rosires Deliza<sup>2</sup>; Marília Regini Nutti<sup>3</sup>; José Luiz Viana de Carvalho<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Bolsista/Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro - RJ, [carolina.claudio@colaborador.embrapa.br](mailto:carolina.claudio@colaborador.embrapa.br)

<sup>2</sup>Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro - RJ, [rosires.deliza@embrapa.br](mailto:rosires.deliza@embrapa.br)

<sup>3</sup>Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro - RJ, [marilia.nutti@embrapa.br](mailto:marilia.nutti@embrapa.br)

<sup>4</sup>Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro - RJ, [jose.viana@embrapa.br](mailto:jose.viana@embrapa.br)

**RESUMO** - O presente estudo teve como objetivo avaliar a contribuição para a Ingestão Dietética Recomendada (RDA) de carotenoides pró-vitâmicos A ( $\beta$ -caroteno), ferro e zinco de alimentos biofortificados (aipim, batata doce, milho e feijão) inseridos na merenda escolar de alunos de 5 a 12 anos regularmente matriculados em escolas do município de Itaguaí/RJ. Para teores de carotenoides totais e  $\beta$ - caroteno destacou-se a batata doce com respectivamente 9080  $\mu\text{g}/100\text{g}$  e 8242  $\mu\text{g}/100\text{g}$  em base seca. Em feijão, foram encontrados respectivamente 21,6 mg/kg e 15,8 mg/kg de ferro e zinco. A batata doce biofortificada contribui com 34,4% da RDA para crianças de 4 a 8 anos e 22,9% da RDA para crianças de 9 a 13 anos. O feijão contribui com 10,8 % da RDA de Fe para crianças de 4 a 8 anos e 15,8% da RDA para Zn, e contribui com 13,5 % da RDA para Fe e 9,4% da RDA para Zn. Os resultados encontrados confirmam que a biofortificação de alimentos é uma estratégia viável e contribui para aumentar a segurança alimentar das crianças.

**Palavras-chave:** Biofortificação de alimentos, merenda escolar, segurança alimentar.

**ABSTRACT** - The present study aim to evaluate the contribution for Recommended Dietary Allowance (RDA) of pro-vitamin A carotenoids (beta-carotene), Iron and Zinc biofortified foods (cassava, sweet potatoes, corn and beans) introduced in school meals among 5 to 12 years old students enrolled in public schools in Itaguaí – RJ. For total carotenoid content and  $\beta$ - carotene sweet potatoes presented the best content with respectively 9080 mg/100 g and 8242 g/100g dry basis. In beans were respectively found 21.6 mg/ kg and 15.8 mg/kg of iron and zinc. Biofortified sweet potato contributes with 34.4% of RDA for 4 to 8 years old children and 22.9% of the RDA for 9 to 13 years old children. For Iron and Zinc beans contributes with 10.8% and 15.8% for RDA respectively for 4 to 8 years old children. For children among 9 to 13 years, biofortified beans is able to provide 13.5% of the RDA for Iron and 9.4% of the RDA for Zinc. The results confirm that biofortification is a viable strategy and helps to increase the food security of children.

**Keywords:** Biofortification, school meal, food security.

### INTRODUÇÃO

Dentre as deficiências de micronutrientes destacam-se como problema de saúde pública a vitamina A, ferro e zinco, atingindo grupos populacionais biologicamente vulneráveis, principalmente as crianças (PREVENTING..., 2007). Logo, a biofortificação de alimentos vem sendo utilizada como estratégia de saúde pública para complementar as intervenções existentes no combate destas deficiências (NESTEL et al., 2011; MAYER et al., 2008).

Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a contribuição para a Ingestão Dietética Recomendada (RDA) de carotenoides pró-vitâmicos A ( $\beta$ -caroteno), ferro e zinco de alimentos biofortificados (aipim, batata doce, milho e feijão) inseridos na merenda escolar de alunos regularmente matriculados em escolas do Município de Itaguaí/RJ.

## MÉTODO

### Local da pesquisa

O estudo foi realizado em três escolas de zona rural localizadas no município de Itaguaí, RJ, onde se encontram regularmente matriculados 327 alunos, com idades entre 5 a 12 anos. O projeto foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro- UFRJ e aprovado sob número CAAE 41230815.8.0000.5257.

### Matérias primas utilizadas no estudo

Foram inseridos no cardápio da merenda escolar os respectivos alimentos biofortificados: aipim, batata doce, milho e feijão preto. Cada produto foi oferecido no almoço para os alunos das três escolas envolvidas na pesquisa dentro do mesmo cardápio, com exceção do milho, que foi realizado bolo no lanche da tarde.

### Caracterização química dos alimentos

Para a caracterização química dos alimentos, após o preparo, foram devidamente coletadas amostras de cada produto para posterior análise.

O conteúdo de carotenóides totais e  $\beta$ -caroteno para as amostras de batata doce, aipim e milho, foi determinado por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) seguindo a metodologia descrita por Rodriguez-Amaya (2001) e o conteúdo dos minerais (ferro e zinco) para o feijão, foi analisado efetuando-se mineração em micro-ondas de cavidade (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY, 2010 – método 999.10. item 9.1.08) e quantificação de acordo com método 990.08, item 9.2.39 da AOAC 2010, no Laboratório de Análise Físico-química da Embrapa Agroindústria de Alimentos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para teor médio de carotenóides totais ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ ), teor médio de  $\beta$ -caroteno ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ ), ferro ( $\text{mg}/\text{Kg}$ ) e zinco ( $\text{mg}/\text{kg}$ ) estão expressos na Tabela 1.

**Tabela 1** – Conteúdo de carotenóides totais,  $\beta$ -caroteno, ferro e zinco em alimentos biofortificados em base seca.

ALIMENTO	Teor médio de carotenóides totais ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )	Teor médio de $\beta$ -caroteno ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )	Ferro ( $\text{mg}/\text{Kg}$ )	Zinco ( $\text{mg}/\text{Kg}$ )
Batata doce biofortificada	9080	8242	NQ <sup>1</sup>	NQ <sup>1</sup>
Aipim biofortificado	812	715	NQ <sup>1</sup>	NQ <sup>1</sup>
Feijão biofortificado	NQ <sup>1</sup>	NQ <sup>1</sup>	21,6	15,8
Bolo de Milho biofortificado	2459,5	224	NQ <sup>1</sup>	NQ <sup>1</sup>

<sup>1</sup>NQ - não quantificado.



Os maiores teores de carotenoides totais e  $\beta$ -caroteno foram encontrados para a batata doce. Quanto aos minerais ferro e zinco foram encontrados somente no feijão biofortificado (Tabela 1).

Na Tabela 2 podem ser observadas a Ingestão Dietética de Referência (DRIs) para a faixa etária estudada, o teor de vitamina A em equivalente de Retinol (RAE) por alimento em porção de 20 gramas de batata doce e aipim e 30 gramas de bolo (quantidade servida para os alunos) e a contribuição em percentual para o alcance da RDA (Ingestão Dietética Recomendada).

Dentre os alimentos que foram inseridos no cardápio da merenda escolar pode-se destacar que o consumo de uma porção de batata doce biofortificada contribui com 34,4% da RDA para crianças de 4 a 8 anos e 22,9% da RDA para crianças de 9 a 13 anos.

Na Tabela 3, podem ser observadas a Ingestão Dietética de Referência (DRIs) para a faixa etária estudada, o teor de ferro e zinco em porção de 50 gramas (quantidade servida para os alunos) e a contribuição em percentual para o alcance da RDA.

O consumo do feijão biofortificado é capaz de fornecer para crianças de 4 a 8 anos 10,8 % da RDA para Fe e 15,8% da RDA para Zn. Para crianças entre 9 a 13 anos, o consumo de feijão biofortificado é capaz de fornecer 13,5% da RDA para Fe e 9,4% da RDA para Zn.

## CONCLUSÃO

Os resultados encontrados confirmam que a biofortificação de alimentos é uma estratégia viável e contribui para aumentar a segurança alimentar das crianças.

**Tabela 2** - Ingestão Dietética Recomendada (RDA) por estágio de vida, teor de vitamina A em equivalente de retinol em 100 gramas do alimento e em porção de 20 e 30 gramas.

Alimento	Recomendação de ingestão de Vitamina A por estágio de vida ( $\mu\text{g}/\text{dia}$ )	Teor de vitamina A em RAE/100g – (%RDA)	Teor de vitamina A em RAE/ Porção de 20/30g (% RDA)
Batata doce biofortificada	4-8 anos (400)	687 $\mu\text{g}/100\text{g}$ (17,1% RDA)	137,4 $\mu\text{g}/20\text{g}$ (34,4% RDA)
	9-13 anos (600)	687 $\mu\text{g}/100\text{g}$ (14,5% RDA)	137,4 $\mu\text{g}/20\text{g}$ (22,9% RDA)
Aipim Biofortificado	4-8 anos (400)	59,5 $\mu\text{g}/100\text{g}$ (14,9% RDA)	11,9 $\mu\text{g}/20\text{g}$ (3% RDA)
	9-13 anos (600)	59,5 $\mu\text{g}/100\text{g}$ (9,9% RDA)	11,9 $\mu\text{g}/20\text{g}$ (2% RDA)
Bolo de milho biofortificado	4-8 anos (400)	18,6 $\mu\text{g}/100\text{g}$ (4,6% RDA)	5,6 $\mu\text{g}/30\text{g}$ (1,4% RDA)
	9-13 anos (600)	18,6 $\mu\text{g}/100\text{g}$ (3,1% RDA)	5,6 $\mu\text{g}/30\text{g}$ (0,9% RDA)





**Tabela 3** - Ingestão Dietética Recomendada (RDA) por estágio de vida, teor de ferro (Fe) e zinco (Zn) por porção de 50 gramas do alimento.

Alimento	RDA por estágio de vida (mg/dia de Fe) (mg/dia de Zn)	Teor de Fe por porção de 50 g (% RDA)	Teor de Zn por porção de 50 g (% RDA)
Feijão Biofortificado	4-8 anos (10) (5)	1,08 mg/50g (10,8% RDA)	0,79 mg/50g (15,8% RDA)
	9-13 anos (8) (8)	1,08 mg/50g (13,5% RDA)	0,79 mg/50g (9,8% RDA)
	4-8 anos (10) (5)	0,75 mg/50g (7,5% RDA)	0,38 mg/50g (7,6% RDA)
	9-13 anos (8) (8)	0,75 mg/50g (9,4% RDA)	0,38 mg/50g (4,7%)
Feijão Convencional			

## REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. 18<sup>th</sup>. ed., 3th. Review, Washington: AOAC, 2010. 1094 p.

MAYER, J. E.; PFEIFFER, W. H.; BEYER, P. Biofortified crops to alleviate micronutrient malnutrition. **Current Opinion Plant Biology**, v. 11, p. 166-170, 2008.

NESTEL, P.; BOUIS, H.; MEENAKSHI, J. V.; PFEIFER, W. Biofortification of Staple Food Crops, Symposium: Food Fortification in Developing Countries, **The Journal of Nutrition**, p. 1064-1067, 2011.

PREVENTING and controlling micronutrient deficiencies in populations affected by an emergency: multiple vitamin and mineral supplements for pregnant and lactating women, and for children aged 6 to 59 months. Geneva: WORLD HEALTH ORGANIZATION; Italy: WFP; New York: UNICEF, 2007. 2 p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **Carotenoides y preparación de alimentos**: la retención de los carotenoides provitamina A en alimentos preparados, procesados y almacenados. Washington: USAID, 2001.



**CARACTERÍSTICAS QUÍMICA, TECNOLÓGICA, NUTRICIONAL E SENSORIAL DE BATATA-DOCE BIOFORTIFICADA**  
**CHEMICAL, TECHNOLOGICAL, NUTRITIONAL AND SENSORY PROPERTIES OF BIOFORTIFIED SWEET POTATO**

Elma Regina Silva de Andrade Wartha<sup>1</sup>, Mayara Lúcia Marins<sup>2</sup>, Paula Nascimento Brandão Lima<sup>3</sup>, Pamella Shayanne Lima Melo<sup>4</sup>, Dayanne da Costa<sup>5</sup>, Jose Luiz Viana de Carvalho<sup>6</sup>, Maria Urbana Correa Nunes<sup>7</sup>, Hélio Wilson Lemos de Carvalho<sup>8</sup>, Danielle Góes da Silva<sup>9</sup>, Raquel Simões Mendes Netto<sup>10</sup>

<sup>1</sup>Professora Doutora, Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão/SE, Brasil, ewartha@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Mestre, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Sergipe, Cristóvão/SE, Brasil, mayaranutricao@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Graduada no Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão/SE, Brasil, paulanblima@gmail.com

<sup>4</sup>Graduada no Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão/SE, Brasil, pamellamlima@gmail.com

<sup>5</sup>Graduada no Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão/SE, Brasil, day\_nut@yahoo.com.br

<sup>6</sup>Pesquisador Mestre, Embrapa Agroindústria de Alimentos, CTAA, Rio de Janeiro/RJ, Brasil, jose.viana@embrapa.br

<sup>7</sup>Pesquisadora Doutora, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju/SE, Brasil, maria-urbana.nunes@embrapa.br

<sup>8</sup>Pesquisador Mestre, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju/SE, Brasil, helio.carvalho@embrapa.br

<sup>9</sup>Professora Doutora, Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão/SE, Brasil, dannygoes@yahoo.com

<sup>10</sup>Professora Doutora, Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão/SE, Brasil, raquelufs@gmail.com

**RESUMO** - O objetivo desse trabalho foi caracterizar quimicamente batata doce biofortificada *in natura* e cozida e avaliar sua aceitação por pré-escolares. As amostras utilizadas foram cultivares biofortificados de batata doce (*Ipomoea batatas* L.), produzidos pela Embrapa/Tabuleiros Costeiros. Foram determinados composição centesimal, carotenoides, zinco e ferro e avaliadas características tecnológicas (rendimento, tempo de cocção, etc). A aceitabilidade foi realizada com pré-escolares de três creches filantrópicas, em dois momentos: teste de aceitação, utilizando escala hedônica facial de 5 pontos e análise de resto-ingestão. Houve aumento no teor de proteínas das batatas biofortificadas *in natura* (2,2g) e cozida (1,6g) quando comparadas às convencionais *in natura* (1,5g) e cozida (1,0g). As propriedades tecnológicas foram mantidas, com maciez superior para a amostra biofortificada. Houve expressivo incremento de carotenoides, em especial beta-caroteno, assim como aumento do conteúdo de ferro quanto comparada à batata doce convencional. As notas atribuídas no teste de aceitação se situaram na região positiva da escala (4,2). Portanto, a introdução da batata doce biofortificada na alimentação escolar poderá ser uma alternativa no combate às carências nutricionais, principalmente deficiências de vitamina A.

**Palavras-chave:** batata-doce biofortificada, carotenoides, sensorial.

**ABSTRACT** - The aim of this study was to determine chemical proprieties of raw and cooked biofortified sweet potato and to evaluate the sensory acceptability by school-aged children. The biofortified sweet potato varieties (*Manihot esculenta* Crantz) were donated by Embrapa/Tabuleiros Costeiros. Raw and cooked sweet potatoes were analyzed for chemical composition, carotenoids, zinc and iron and evaluated for their technological characteristics (yield, cooking time, etc.). The acceptability of the cooked biofortified sweet potato was evaluated

with preschool children from three philanthropic daycare centres, under two circumstances: acceptance testing using 5-point facial hedonic scale and leftover-ingestion analysis. There was an increase in protein content in *in natura* (2.2g) and cooked (1.6g) biofortified potatoes when compared to *in natura* (1.5g) and cooked (1.0g) common potato. Technological properties were maintained, emphasizing the soft texture of the biofortified sample. There was a significant increase in carotenoids, especially beta-carotene, as well as increase of iron content when compared to conventional sweet potato. With respect to the acceptance test, the average displayed a positive performance in the scale (4.2). Therefore, the introduction of biofortified sweet potato in school meals could be a good alternative against nutritional deficiencies, especially deficiencies of vitamin A.

**Keywords:** biofortified sweet potato, carotenoids, sensory.

## INTRODUÇÃO

A desnutrição é um dos mais importantes problemas de saúde pública que ainda afeta milhões de pessoas no mundo. Desta maneira, a biofortificação de alimentos torna-se umas das estratégias eficientes no combate a carências nutricionais (MAYER et al, 2008). A biofortificação de alimentos pode ser vista como estratégia de alto potencial de cobertura populacional e para intervenções nutricionais por não interferir nos hábitos alimentares.

## MÉTODO

As amostras de batatas doces biofortificada e convencional foram fornecidas pela Embrapa Tabuleiros Costeiros/SE, sendo utilizadas para as análises físico-químicas *in natura* e cozidas.

### Caracterização química:

A composição centesimal foi realizada, em triplicata, de acordo com as técnicas da ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (2000) e Instituto Adolfo Lutz (2005) e para a determinação de carotenoides e minerais, seguiram-se os métodos descritos nos procedimentos operacionais padrão (POP's) do Laboratório de Minerais da Embrapa Agroindústria de Alimentos.

### Características tecnológicas:

Fichas técnicas foram elaboradas segundo Ornellas (2007), contendo nome da preparação, ingredientes, quantidades, rendimento e fator de cocção.

### Análise sensorial:

Foi realizado teste com escala hedônica por pré-escolares (de 5 até 6 anos e 11 meses) em três creches filantrópicas do município de Aracaju/SE avaliando o atributo sabor (RE, 2006). O resto-ingestão de batata doce foi verificado e analisado de acordo com o FNDE (2013).

### Análise Estatística:

Os resultados foram avaliados por análise de variância (ANOVA). Para o comparativo das médias utilizou-se o teste de Bonferroni e de Mann-Whitney, com 95% de significância ( $p < 0,05$ ). O programa estatístico adotado foi o STATPLUS versão 5.0/2009.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto às características tecnológicas, após processamento térmico, a batata doce biofortificada obteve maior rendimento, justificado pela maior hidratação, em decorrência de possivelmente pelo conteúdo de amido presente, o que colabora para sua textura mais macia quando comparada à convencional. Quanto ao tempo de cocção, foram similares, em torno de 24 minutos, demonstrando que são alimentos relativamente rápidos de cozimento. Quanto à coloração, a batata doce biofortificada antes do cozimento apresentava cor alaranjada, denotando provável concentração de carotenoides. Após o cozimento houve intensificação da cor, tornando-a similar à abóbora.

A batata doce biofortificada apresentou valores superiores de proteínas e menor valor calórico em ambos os estados físicos quando comparada à convencional (Tabela 1).

Foi possível quantificar um elevado conteúdo de carotenoides, em especial beta-caroteno (Tabela 2). Ademais, houve incremento de 10% no conteúdo de ferro para a batata doce biofortificada *in natura* quando comparada à convencional,  $p < 0,05$  (Tabela 2). Entretanto, após a

cozida houve perda deste mineral. No processo de cozimento, houve também acréscimo no teor de carotenoides totais e maior retenção de beta-caroteno, evidenciando que a batata doce biofortificada é um alimento rico em carotenoides pró-vitamina A

**Tabela 1** – Composição centesimal de batatas doces convencional e biofortificada.

<b>Batata doce</b>	<b>Composição Centesimal (g/100g)*</b>					<b>VCT**</b> *
	Umidade	Carboidrato	Lipídio	Proteína	Cinzas	
<b>In natura</b>						
Convencional	72,6 ± 0,1a	24,7	0,14±0,03a	1,47±0,19a	1,1±0,06a	106
Biofortificada	73,5 ± 0,4a	21,8	0,14±0,45a	2,2 ±0,94b	1,2 ±1,09a	97
<b>Cozida</b>						
Convencional	74,8 ±0,0c	23,4	0,20 ±0,03c	1,04±0,54c	0,57±0,16	100
Biofortificada	76,2 ±0,2c	21,7	0,10 ± 1,2c	1,6 ±0,81d	0,63 ±0,95	95

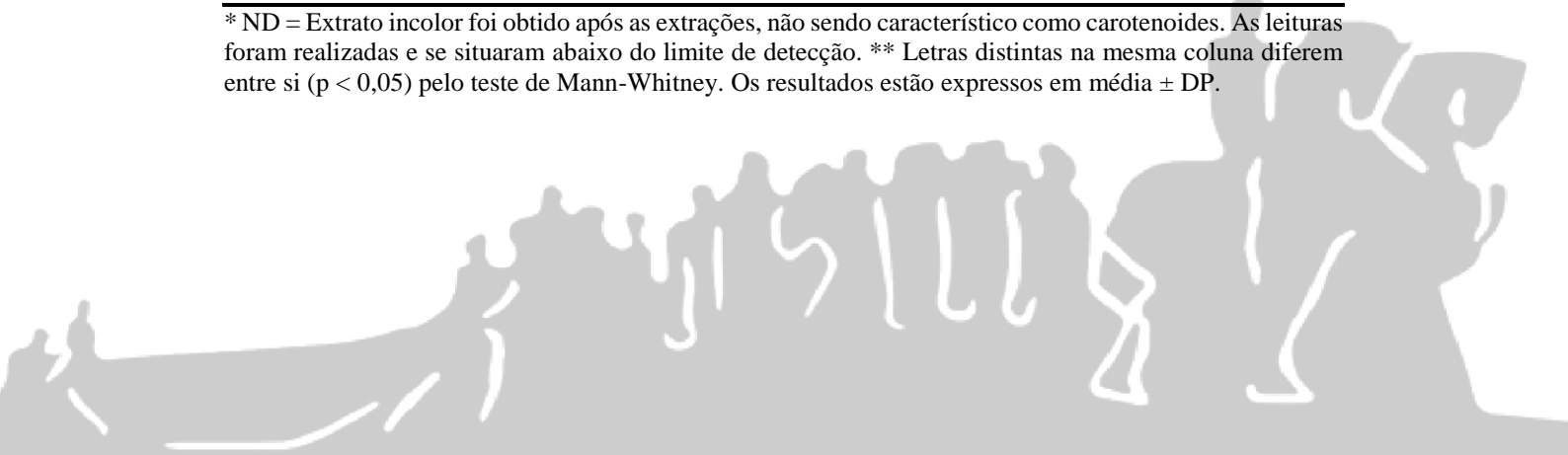
\* Letras iguais na mesma coluna, comparando batatas doces *in natura* (convencional e biofortificada) ou cozidas (convencional e biofortificada), não diferem entre si ( $p \geq 0,05$ ). \*\* VCT = Valor calórico total do alimento (Kcal/100g). Os resultados estão expressos em média ± DP.

Com relação à aceitação, mais de 80% dos alunos atribuíram notas acima da faixa positiva, 4 (gostei) e 5 (adorei), como mostrado na Figura 1. A média de notas foi 4,2, similar à da batata doce convencional ( $p > 0,05$ ). O percentual de resto-ingestão de batata doce resultou em índice abaixo (54%) do que preconiza o FNDE, o qual deva ser acima de 90%. Provavelmente, esta disparidade em relação às notas do teste de aceitação seja reflexo de ter sido o primeiro contato que as crianças tiveram com o alimento ou por ter sido ofertada acompanhada de outras preparações de origem animal.

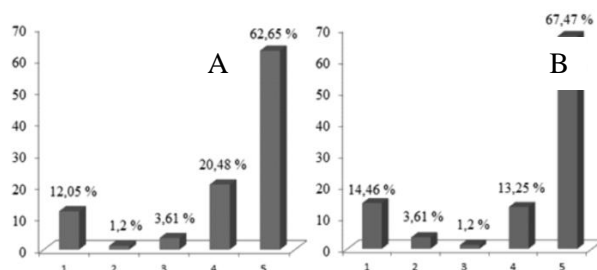
**Tabela 2** - Carotenoides pró-vitamínicos, ferro e zinco em batatas doces biofortificada e convencional.

<b>Batata doce</b>	<b>Carotenóides (µg/100g)*</b>				<b>Minerais (mg)**</b>	
	Totais	β-caroteno	13- <i>cis</i> β-	9 <i>cis</i> β-	Ferro	Zinco
<b>In natura</b>						
Convencional	ND*	ND	ND	ND	8,7 <sup>a</sup> ±0,5	8,4 <sup>a</sup> ±0,3
Biofortificada	13682±484	10899±64,3	511,0±72,1	456,5±10,6	9,6 <sup>b</sup> ±0,1	6,8 <sup>b</sup> ±0,02
<b>Cozida</b>						
Convencional	ND	ND	ND	ND	8,6±0,2 <sup>c</sup>	7,6±0,1 <sup>c</sup>
Biofortificada	18068,5±69,8	16243±60,2	369±14,1	129,5±13,4	8,0±0,1 <sup>d</sup>	6,2±0,9 <sup>3d</sup>

\* ND = Extrato incolor foi obtido após as extrações, não sendo característico como carotenoides. As leituras foram realizadas e se situaram abaixo do limite de detecção. \*\* Letras distintas na mesma coluna diferem entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Mann-Whitney. Os resultados estão expressos em média ± DP.



**Figura 1** - Frequência de notas de batatas doces convencional (A) e biofortificada (B), n= 83.



## CONCLUSÃO

A batata doce biofortificada compreende um excelente alimento fonte de carotenoides, em especial beta-caroteno, mesmo após o processo de cocção. Aliás, a mudança de cor não interferiu na aceitação em detrimento do sabor, com possibilidades de inserção deste alimento na alimentação escolar sem causar impacto no hábito alimentar da população, em particular crianças. Sendo, portanto, provável alternativa no combate a carências nutricionais, principalmente deficiência de vitamina A.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official Methods of Analysis. 17 ed. Gaithersburg, 2000.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**: métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo, 2005. 1018 p.

MAYER, J. E. et al. Biofortified crops to alleviate micronutrient malnutrition. **Current Opinion in Plant Biology**, London, v. 11, n. 2, p. 166-170, 2008.

ORNELAS, H. L. **Seleção e preparo de alimentos**. 8. ed. São Paulo: Atheneu, 2007. p. 158-164.



## CARACTERÍSTICAS QUÍMICA, TECNOLÓGICA, NUTRICIONAL E SENSORIAL DE MANDIOCA BIOFORTIFICADA

### CHEMICAL, TECHNOLOGICAL, NUTRITIONAL AND SENSORY PROPERTIES OF BIOFORTIFIED CASSAVA

Elma Regina Silva de Andrade Wartha<sup>1</sup>, Mayara Lúcia Marins<sup>2</sup>, Paula Nascimento Brandão Lima<sup>3</sup>, Pamella Shayanne Lima Melo<sup>4</sup>, Dayanne da Costa<sup>5</sup>, Jose Luiz Viana de Carvalho<sup>6</sup>, Maria Urbana Correa Nunes<sup>7</sup>, Hélio Wilson Lemos de Carvalho<sup>8</sup>, Danielle Góes da Silva<sup>9</sup>, Raquel Simões Mendes Netto<sup>10</sup>

<sup>1</sup>Professora Doutora, Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão/SE, Brasil, ewartha@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Mestre, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Sergipe, Cristóvão/SE, Brasil, mayaranutricao@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Graduada no Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão/SE, Brasil, paulanblima@gmail.com

<sup>4</sup>Graduada no Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão/SE, Brasil, pamellamlima@gmail.com

<sup>5</sup>Graduada no Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão/SE, Brasil, day\_nut@yahoo.com.br

<sup>6</sup>Pesquisador Mestre, Embrapa Agroindústria de Alimentos, CTAA, Rio de Janeiro/RJ, Brasil, jose.viana@embrapa.br

<sup>7</sup>Pesquisadora Doutora, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju/SE, Brasil, maria-urbana.nunes@embrapa.br

<sup>8</sup>Pesquisador Mestre, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju/SE, Brasil, helio.carvalho@embrapa.br

<sup>9</sup>Professora Doutora, Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão/SE, Brasil, dannygoes@yahoo.com

<sup>10</sup>Professora Doutora, Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão/SE, Brasil, raquelufs@gmail.com

**RESUMO** - A biofortificação pode ser alternativa para a obtenção de alimentos mais nutritivos, com fácil acessibilidade e baixo custo, visando à redução de carências nutricionais. O objetivo desse trabalho foi caracterizar quimicamente mandioca biofortificada *in natura* e cozida e avaliar sua aceitação por pré-escolares. As amostras utilizadas foram cultivares biofortificados de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), produzidos pela EMBRAPA/Tabuleiros Costeiros. Foram determinados: composição centesimal, carotenoides, zinco e ferro e avaliadas características tecnológicas (rendimento, tempo de cozimento, entre outros aspectos). A aceitabilidade foi realizada com pré-escolares de três creches filantrópicas, em dois momentos: teste de aceitação, utilizando escala hedônica facial de 5 pontos e análise de resto-ingestão. Foram observados altos teores de carboidratos e umidade na mandioca biofortificada similares a convencional ( $p > 0,05$ ) e, mantidas as propriedades tecnológicas, com maciez superior da raiz biofortificada. As amostras biofortificadas tanto *in natura* quanto cozidas contêm elevados conteúdos de carotenoides, assim como incremento de ferro. Quanto ao teste de aceitação, as notas atribuídas se situaram na região positiva da escala com notas acima de 4,0. Portanto, a ótima aceitação de mandioca biofortificada gera boas perspectivas de inclusão desta na alimentação escolar. Da mesma forma, apresentam potencial para comercialização em vista do acréscimo do valor nutritivo, principalmente, no que diz respeito a pró-vitâmicos A e ferro.

**Palavras-chave:** mandioca biofortificada, carotenoides, sensorial.

**ABSTRACT** - The biofortification could be an alternative to increment nutritional traits of food with easy accessibility and low cost, in order to reduce nutritional deficiencies. The aim of this study was to determine chemical properties of raw and cooked biofortified cassava and to



evaluate the sensory acceptability by school-aged children. The biofortified cassava varieties (*Manihot esculenta* Crantz) were donated by EMBRAPA/ Coastal Tablelands. Raw and cooked cassavas were analyzed for chemical composition, carotenoids, zinc and iron and evaluated technological characteristics (yield, cooking time, among others). The acceptability of the cooked biofortified cassava was evaluated with preschool children from three philanthropic daycare centres, under two circumstances: acceptance testing using 5-point facial hedonic scale and leftover-ingestion analysis. It was found high levels of carbohydrate and moisture in all samples. Technological properties were maintained, emphasizing the soft texture of the biofortified root. Biofortified samples, both *in natura* as cooked, contained significant amounts of total carotenoids, as well as increase of iron. With respect to the acceptance test, the average assigned stood in the positive region of the scale, ie notes above 4.0. The results indicate promising prospects for the inclusion of biofortified cassava for school feeding due to its appreciable acceptance. Likewise, have potential for commercialization in view of the increased nutritive value, especially as regards the provitamin A and iron concentrations.

**Keywords:** biofortified cassava, carotenoids, sensory evaluation.

## INTRODUÇÃO

Apesar dos avanços da tecnologia de alimentos, incluindo fortificação de nutrientes em alimentos, estima-se que, aproximadamente, 50 a 70% da mortalidade de crianças nos países em desenvolvimento, no final do período do século passado, foram resultantes de fome e desnutrição, direta ou indiretamente (FOCUSING..., 2004). Considerando esse quadro preocupante, estratégias para o combate de carências nutricionais, principalmente para países em desenvolvimento, são implementadas, as quais destacam a diversificação da dieta alimentar e a suplementação de vitaminas e minerais, além da fortificação de alimentos. Porém, todos esses recursos dependem de infraestruturas de mercado e sistemas de saúde altamente funcionais que permitam o acesso das populações aos produtos gerados (MAYER et al, 2008). Somando-se a isto, o melhoramento de plantas alternativamente, poderia compreender mais uma estratégia para a implementação de uma dieta equilibrada.

## MÉTODO

As amostras de mandiocas biofortificadas e convencional foram fornecidas pela EMBRAPA – Tabuleiros Costeiros/SE, sendo utilizadas para as análises físico-químicas *in natura* e cozidas.

### Caracterização Química:

A composição centesimal foi realizada, em triplicata, de acordo com a metodologia da ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (2000) e Instituto Adolfo Lutz (2005) e, para a determinação de carotenoides e minerais, seguiu-se os métodos descritos nos procedimentos operacionais padrão (POP's) do Laboratório de Minerais da Embrapa Agroindústria de Alimentos.

### Características Tecnológicas:

Fichas técnicas foram elaboradas segundo Ornellas (2007), contendo nome da preparação, ingredientes, quantidades, rendimento e fator de cocção.

### Análise Sensorial:

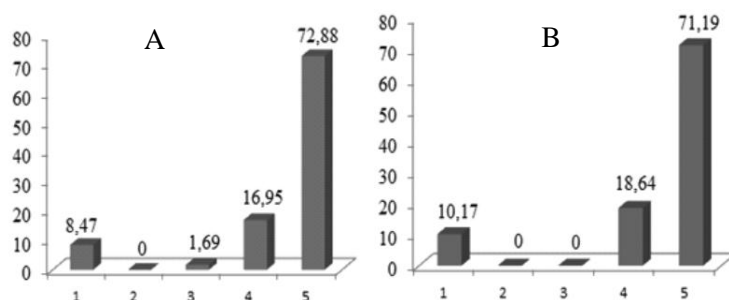
Foi realizado teste com escala hedônica por pré-escolares (de 5 até 6 anos e 11 meses) em três creches filantrópicas do município de Aracaju/SE avaliando o atributo sabor (RE, 2006). O resto-ingestão de mandioca foi verificado e analisado de acordo com o FNDE (2013). Os procedimentos foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Sergipe, sob protocolo no. 0249.0107.000-11.

### Análise Estatística:

Os resultados foram avaliados pela análise de variância (ANOVA). Para a comparação das médias utilizou-se o teste de Bonferroni e de Mann-Whitney, com 95% de significância ( $p < 0,05$ ). O programa estatístico adotado foi o STATPLUS versão 5.0/2009.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO





**Figura 1** - Frequência das notas das mandiocas convencional (A) e biofortificada (B), n= 59.

## CONCLUSÃO

A mandioca biofortificada pode ser considerada excelente fonte de carotenoides, em especial o beta-caroteno, sendo, portanto, provável alternativa no combate a deficiência de vitamina A. Ademais, a mudança de cor não interferiu na aceitação em detrimento do sabor, com possibilidades de inserção deste alimento na alimentação escolar sem causar impacto no hábito alimentar da população, em particular, crianças.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official Methods of Analysis*. 17 ed. Gaithersburg, 2000.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**: métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo, 2005. 1018 p.

MAYER, J. E. et al. Biofortified crops to alleviate micronutrient malnutrition. **Current Opinion Plant Biology**, London, v. 11, n. 2, p.166-170, 2008.

ORNELAS, H. L. **Seleção e preparo de alimentos**. 8 ed. São Paulo: Atheneu, 2007. p.158-164.

FOCUSING on anaemia: Towards an integrated approach for effective anaemia control. Geneva: WORLD HEALTH ORGANIZATION; New York: UNICEF, 2004. Disponível em: <[http://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/WHOandUNICEF\\_statement\\_anaemia/en/](http://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/WHOandUNICEF_statement_anaemia/en/)>. Acesso em: 03 jun. 2012.



## ACEITABILIDADE DE FARINHA DE MILHO BIOFORTIFICADO (FLOCÃO) COMO INGREDIENTE NO PREPARO DE CUSCUZ

### ACCEPTABILITY OF BIOFORTIFIED CORN GRITS (FLOCÃO) AS AN INGREDIENT TO PREPARE BRAZILIAN COUSCUZ

Elma Regina Silva de Andrade Wartha<sup>1</sup>, José Valter dos Santos Costa<sup>2</sup>, Paula Nascimento Brandão Lima<sup>3</sup>, Pamella Shayanne Lima Melo<sup>4</sup>, Grasielle Sousa Meneses<sup>5</sup>, Mônica Ferreira Batista dos Santos<sup>6</sup>, Danielle Góes da Silva<sup>7</sup>, Raquel Simões Mendes Netto<sup>8</sup>

<sup>1</sup>Professora Doutora, Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão/SE, Brasil, ewartha@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Graduado no Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão/SE, Brasil, valterscosta@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Graduada no Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão/SE, Brasil, paulanblima@gmail.com

<sup>4</sup>Graduada no Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão/SE, Brasil, pamellalima@gmail.com

<sup>5</sup>Graduanda do Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão/SE, Brasil

<sup>6</sup>Graduanda do Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão/SE, Brasil, monicafbs15@gmail.com

<sup>7</sup>Professora Doutora, Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão/SE, Brasil, dannygoes@yahoo.com

<sup>8</sup>Professora Doutora, Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão/SE, Brasil, raquelufs@gmail.com

**RESUMO** - Este estudo teve como objetivo avaliar a aceitação de farinha de milho tipo flocão na forma de cuscuz por pré-escolares. Foi utilizada farinha de milho (tipo flocão) biofortificado do cultivar BRS 4104 pró-vitamina A, fornecida pela EMBRAPA, para elaboração de cuscuz. A aceitabilidade do cuscuz foi realizada com pré-escolares na faixa etária de quatro a cinco anos e onze meses de três creches aplicando-se dois testes: teste de aceitação, utilizando-se escala hedônica facial de 5 pontos (n=67) e análise de resto-ingestão (n=201). O índice de resto-ingestão resultou em 94% de aceitação do cuscuz. Quanto ao teste de aceitação, aproximadamente 15 e 77% das crianças atribuíram nota 4 (gostei) e 5 (adorei), respectivamente, na escala hedônica, demonstrando a ótima aceitação da preparação elaborada. Portanto, a introdução de farinha de milho biofortificado com pró-vitamina A é viável como ingrediente no preparo de cuscuz para a alimentação escolar com base em sua aceitabilidade.

**Palavras-chave:** farinha de milho biofortificado, análise sensorial, resto-ingestão.

**ABSTRACT** - This study aimed at evaluate the acceptability of biofortified corn flake (flocão) like couscous by school-aged children. Biofortified (BRS 4104 provitamin A) flocão corn flake was donated by EMBRAPA and used to prepare couscous. The acceptability of the couscous was evaluated with preschool children from three philanthropic daycare centres, following two evaluation methodologies: acceptance testing using 5-point facial hedonic scale (n=67) and leftover-ingestion analysis (n=201). The leftover-ingestion analysis resulted in a high percentage, comprising 94% of couscous acceptance. The acceptability percentages were approximately 15 and 77% for note 4 (liked) and 5 (loved), respectively, showing the great acceptance of the couscous. Therefore, the introduction of biofortified corn flake with provitamin A as an ingredient in the preparation of couscous is relevant to school meals due to its high acceptance.

**Keywords:** biofortified corn flake, sensory evaluation, leftover-ingestion.

## INTRODUÇÃO

A biofortificação é considerada como uma alternativa para a obtenção de alimentos mais nutritivos, com fácil acessibilidade e baixo custo, visando à redução de carências nutricionais, visto que a deficiência de micronutrientes é ainda um dos mais importantes problemas de saúde pública que ainda afeta milhões de pessoas no mundo. Desta maneira, a biofortificação de alimentos torna-se umas das estratégias eficientes no combate a esse problema (MAYER et al, 2008, NUTTI; CARVALHO; WATANABE, 2005; FOCUSING..., 2004).

Não obstante, a biofortificação pode propiciar alto potencial de cobertura populacional, além de não interferir nos hábitos alimentares; representando, desta forma, mais uma estratégia para intervenções nutricionais.

## MÉTODO

Foi utilizada farinha de milho biofortificado (tipo flocão) do cultivar BRS 4104 pró-vitamina A fornecida pela EMBRAPA, para elaboração de cuscuz.

### Análise Sensorial:

Foi realizado teste com escala hedônica por 67 pré-escolares (de 5 até 6 anos e 11 meses) (Figura 1), em três creches do município de Aracaju/SE avaliando-se o atributo sabor (RE, 2006), no total de 67 crianças.

Figura 1- Ficha de análise sensorial com escala hedônica facial de 5 pontos.

TESTE DE ACEITAÇÃO DA ALIMENTAÇÃO ESCOLAR

Nome \_\_\_\_\_ Série \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_\_

Marque a carinha que mais represente o que você achou do \_\_\_\_\_

1 2 3 4 5

Diga o que você **mais** gostou na preparação: \_\_\_\_\_

Diga o que você **menos** gostou na preparação: \_\_\_\_\_

Fonte: RE (2006).

O resto-ingestão do cuscuz foi verificado e analisado de acordo com protocolo descrito pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação - FNDE (BRASIL, 2013). As pesagens foram realizadas em balança (URANO, Mod. US20/2 POP S) com capacidade para até 20 Kg, n=201 crianças, divididas nas três instituições da seguinte maneira: creche 01, n=63; creche 02, n=92 e creche 03, n=58. Para todas as pesagens foram descontados os valores dos recipientes (bandejas, panelas, cubas e pratos). Na análise dos resultados foram aplicadas as seguintes fórmulas:

$$\text{Percentual de rejeição} = (\text{peso da refeição rejeitada} \times 100) / \text{peso da refeição distribuída}^*;$$

\*Peso da refeição distribuída = peso do alimento preparado – sobras;

$$\text{Índice de aceitação} = 100 - \text{percentual de rejeição}.$$

Segundo o FNDE (BRASIL, 2013), a amostra seria aceita com o índice de aceitação maior ou igual a 90%.

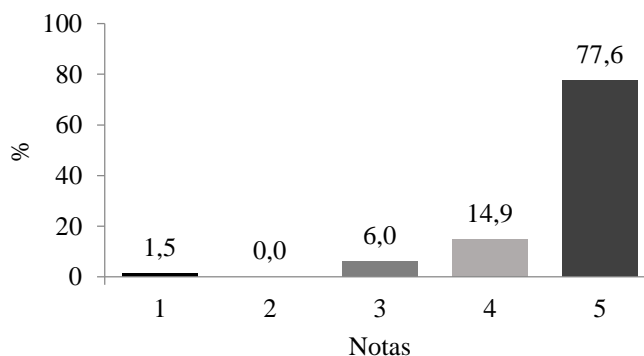
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Notas na região positiva da escala foram atribuídas por 92,5% dos alunos (Figura 2), compreendendo notas 4 e 5 correspondentes a “gostei” e “adorei”, respectivamente.

O percentual de resto-ingestão de cuscuz elaborado com farinha de milho biofortificado flocão resultou em ótimos índices de aceitação, com média aproximada de 94% (Tabela 1), condizente com o que preconiza o FNDE (BRASIL, 2013), o qual considera que o percentual deve ser acima de 90%. Tal dado corrobora a expressiva aceitação que foi mencionada no teste anterior.

O processo de biofortificação não deve influenciar negativamente características físicas, nutricionais e sensoriais dos alimentos. Em adição, a manutenção do aspecto familiar do alimento é de grande valia, pois interfere na aceitação do consumidor que busca, dentre outros elementos, a qualidade culinária, principalmente no que se refere à aceitabilidade (VALDUGA, 2001).

**Figura 2** – Frequência de notas atribuídas por pré-escolares (n=67) para cuscuz preparado com farinha de milho floção biofortificada (BRS 4104 pró-vitamina A).



**Tabela 1** - Índice de aceitação de cuscuz de farinha de milho floção BRS 4104 em creches filantrópicas de Aracaju/SE, 2014.

Creches	%		
	Rejeição	Aceitação	Conclusão
1	6,02	93,97	Aceito
2	8,24	91,76	Aceito
3	3,06	96,93	Aceito
<b>Total</b>	5,60	94,40	Aceito

## CONCLUSÃO

A farinha de milho biofortificado floção como ingrediente para o preparo de cuscuz se mostra com forte potencial para o consumo, principalmente alternativamente à alimentação escolar, considerando sua ótima aceitação por pré-escolares apresentada neste estudo, sem causar impacto no hábito alimentar de indivíduos.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. Resolução nº 26, de 17 de junho de 2013. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar aos alunos da educação básica no âmbito do Programa Nacional de Alimentação Escolar - PNAE. Disponível em:

<[https://www.fnde.gov.br/fndelegis/action/UrlPublicasAction.php?acao=abrirAtoPublico&sgl\\_tipo=RES&num\\_ato=00000026&seq\\_ato=000&vlr\\_ano=2013&sgl\\_orgao=FND E/MEC](https://www.fnde.gov.br/fndelegis/action/UrlPublicasAction.php?acao=abrirAtoPublico&sgl_tipo=RES&num_ato=00000026&seq_ato=000&vlr_ano=2013&sgl_orgao=FND E/MEC)>. Acesso em: 26 jan. 2015.

MAYER, J. E. et al. Biofortified crops to alleviate micronutrient malnutrition. **Current Opinion in Plant Biology**, London, v. 11, n. 2, p.166-170, mar., 2008.

NUTTI, M.; CARVALHO, J. L. V.; WATANABE, E. A biofortificação como ferramenta para combate à deficiências de micronutrientes. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE GEOLOGIA MÉDICA, 2005, Rio de Janeiro. **Geologia médica no Brasil: efeitos dos materiais e fatores geológicos na saúde humana e meio ambiente**. Rio de Janeiro: CPRM, Serviço Geológico do Brasil, 2006. p. 43-47. Disponível em: <[http://www.cprm.gov.br/publique/media/geo\\_med7.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/geo_med7.pdf)>. Acesso em: 25 jul. 2012.

RE, R. da. **Desempenho de crianças em testes sensoriais discriminativos e afetivos com escalas híbridas ilustradas**. 2006. 150 f. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.



VALDUGA, E. et al. Avaliação da aceitabilidade e dos componentes minerais de diferentes cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) após a cocção. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 22, n. 2, p. 205-210, abr./jun., 2011.

FOCUSING on anaemia: Towards an integrated approach for effective anaemia control. Geneva: WORLD HEALTH ORGANIZATION; New York: UNICEF, 2004. Disponível em: [http://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/WHOandUNICEF\\_statement\\_anaemia/en/](http://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/WHOandUNICEF_statement_anaemia/en/)>. Acesso em: 03/06/2012.



# Tema 4: Recursos genéticos e melhoramento



## DETERMINAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE POLINIZAÇÃO EM LINHAGENS DE ABÓBORA

### DETERMINATION OF THE POLLINATION EFFICIENCY IN PUMPKIN LINES

Jaina Suellen da Silva Miranda<sup>1</sup>, Herbertt Jonathan Bonfim Santos<sup>1</sup>, Rita Mércia Estigarribia Borges<sup>2</sup>, Maria Auxiliadora Coelho Lima<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Estudante do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade de Pernambuco/Faculdade de Formação de Professores de Petrolina, Petrolina-PE, Bolsista da Embrapa, herbertt.h93@live.com;

<sup>2</sup>Estudante do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade de Pernambuco/Faculdade de Formação de Professores de Petrolina, Petrolina-PE, Bolsista da Embrapa, jainasuelen@gmail.com

<sup>3</sup>Engenheira-agrônoma. Doutoranda do curso de Pós-graduação em Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Estadual de Feira de Santana/Pesquisadora na Embrapa Semiárido, C.P 23, CEP 56302970, Petrolina/PE. rita.faustino@embrapa.br

<sup>4</sup>Engenheira Agrônoma, D.Sc. em Pós-Colheita, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina-PE, auxiliadora.lima@embrapa.br

**RESUMO** - O presente trabalho teve como objetivo determinar a eficiência da polinização controlada na obtenção de frutos autofecundados e híbridos em linhagens de abóbora (*Cucurbita moschata*). Treze linhagens e a cultivar Jacarezinho foram autofecundadas. A hibridação controlada foi quantificada no cruzamento entre duas linhagens contrastantes L1BGC545 (com alto teor de  $\beta$ -caroteno) x LCBBC (linhagem com baixo teor de  $\beta$ -caroteno) e recíproco. A eficiência de polinização foi quantificada pelo período de polinização (início após a data do transplante), bem como pela quantidade de frutos formados e percentual de aborto. O maior e o menor períodos de autofecundação foram observados nas linhagens F26P3 e L6BGC545, respectivamente. Não houve relação direta entre número de dias de polinização e aumento no número de frutos formados, tanto nas autofecundações quanto nas hibridações.

**Palavras-chave:** melhoramento de plantas, manejo, polinização controlada.

**ABSTRACT** - The aim of this study was to determine the efficiency of controlled pollination in getting self-pollinated pumpkin fruit and hybrid inbred lines (*Cucurbita moschata* L.). Thirteen lines and the Jacarezinho cultivar were self-pollinated. Controlled hybridization was quantified in the cross between two contrasting lines L1BGC545 (line with higher  $\beta$ -carotene content) x LCBBC (line low in  $\beta$ -carotene) and reciprocal cross. The pollination efficiency was quantified by pollination period (beginning after the date of transplanting) as well as the amount of fruits formed and abortion percentage. The largest and the shortest period of self-pollination were observed in F26P3 and L6BGC545 lines, respectively. There was no direct relationship between the number of days of pollination and increase in the number of fruits formed in both self-pollination and in the hybridizations.

**Keywords:** plant breeding, handling, controlled pollination.

### INTRODUÇÃO

Uma das estratégias para se obter material genético superior em um programa de melhoramento é a hibridação por meio de polinização controlada, por possibilitar cruzamento entre genótipos com características complementares e que sejam produtivos (Gusson et al., 2006). Os mesmos autores relataram que é possível viabilizar esse processo e garantir produtividade mais efetiva de sementes com qualidade, baseando-se no conhecimento prévio sobre fenologia e sistema reprodutivo da espécie. A abóbora (*Cucurbita moschata* L.) é uma espécie alógama com sistema de polinização cruzada mas que, devido à ocorrência de flores monoicas, tem sua estrutura genética similar à de espécies autógamas (Carvalho, 2001) apresentando baixa depressão endogâmica. No programa de melhoramento de abóbora realizado pela Embrapa Semiárido, a polinização controlada vem sendo utilizada na obtenção de linhagens superiores e híbridos. Com

isso, a eficácia do método utilizado vem sendo quantificada a cada ciclo. O presente trabalho teve como objetivo determinar a eficiência da polinização controlada na obtenção de frutos autofecundados e híbridos em abóbora.

## MÉTODO

A eficiência de polinização foi quantificada em experimento implantado no Campo Experimental de Bebedouro, pertencente à Embrapa Semiárido, localizado em Petrolina-PE, no período compreendido entre os meses de abril a maio de 2015. A semeadura foi realizada em bandejas de polietileno preenchidas com substrato comercial. Efetuou-se o transplante 15 dias após a semeadura, em dois de março de 2015, utilizando-se o espaçamento de 4 m x 2,5 m em sistema de irrigação por gotejamento. Todos os tratamentos culturais foram feitos de acordo com o recomendado para a cultura. Os frutos foram obtidos a partir da autofecundação das linhagens L2BGC545; L3BGC545; L4BGC545; L5BGC545; L1BGC569; L6BGC545; L7BGC545; L8BGC545; F1P32; F25P31; F12P20; F3P4; F26P3 e na cultivar Jacarezinho, bem como da hibridação entre L1BGC545 (linhagem com maior teor de  $\beta$ -caroteno) x LCBBC (linhagem com baixo teor de  $\beta$ -caroteno) e recíproco, que compunham o experimento. As polinizações foram feitas a partir do surgimento das primeiras flores masculinas e femininas, sempre no período matutino, isolando-se as flores, com o auxílio de uma linha de lã para que o pólen, na flor masculina, se desprendesse da antera e, na flor feminina, não houvesse contaminação pelos insetos polinizadores. A seleção e isolamento das flores foram feitos um dia antes da abertura das mesmas. A eficiência de polinização foi quantificada pelo período de polinização (início após a data do transplante), bem como pela quantidade de frutos formados e pelo percentual de aborto.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O maior e o menor períodos de autofecundação foram observados na linhagem F26P3 e L6BGC545, respectivamente (Tabela 1). Embora a linhagem com menor ciclo de autofecundação controlada também tenha apresentado baixo número de frutos formados (Tabela 1), não foi observada relação direta entre número de dias de polinização e aumento no número de frutos formados, pois as linhagens com maior número de frutos formados (L3BGC545 e L5BGC545) tiveram 15 e 11 dias de polinização controlada, respectivamente. Em relação à hibridação, a linhagem LCBBC teve 79% de aborto (Tabela 2), não sendo também observada relação direta entre período total de hibridação controlada e número de frutos formados. Segundo Silva et al (2012), a maior dificuldade no sucesso da polinização controlada está relacionada à homogeneidade de florescimento dentro dos genótipos de interesse e, no caso de hibridação, às variações na floração dos diferentes genótipos. Estudos adicionais nas linhagens avaliadas no presente trabalho deverão ter maior detalhamento de sua fenologia, para ver a influência da floração na obtenção de frutos por meio de polinização controlada.

## CONCLUSÃO

Não houve relação direta entre número de dias de polinização e aumento no número de frutos formados, tanto nas autofecundações quanto nas hibridações.

## REFERÊNCIAS

- CARVALHO, S. P. Reprodução das plantas cultivadas. In: BUENO, L. C. S.; MENDES, N. A. G.; CARVALHO, S. P. **Melhoramento genético de plantas: princípios e procedimentos**. Lavras: UFLA, 2001. 282 p.
- GUSSON, E.; SEBBENN, A. M.; KAGEYAMA, P. Y. Sistema de reprodução em populações de *Eschweilera ovata* (Cambess.) Miers. **Revista Árvore**, v. 30, n. 4, p. 491-502, 2006.
- SILVA, P. H. M. da; MORAES, C. B. de; MORI, E. S. **Polinização controlada em eucaliptos nas empresas florestais brasileiras**. Piracicaba: IPEF, 2012. 14 p. (Circular Técnica. IPEF, n. 204). Disponível em: <<http://ipef.br/publicacoes/ctecnica/nr204.pdf>>. Acesso em 20 jul 2015.

**Tabela 1.** Quantificação (em dias) do início e final do período de autofecundação, número de frutos formados e frutos abortados a partir da autopolinização de linhagens de abóbora (*Cucurbita moschata* L.) (Petrolina-PE. 2015).

LINHAGENS	INÍCIO DA AUTOFECAÇÃO (DIAS)	FINAL DA AUTOFECAÇÃO (DIAS)	PERÍODO TOTAL (DIAS)	TOTAL DE POLINIZAÇÕES	FRUTOS FORMADOS	ABORTOS (%)
L2BGC545	55	72	12	22	16	18%
L3BGC545	55	66	15	21	19	10%
L4BGC545	51	60	17	15	11	27%
L5BGC545	54	61	11	23	19	17%
L1BGC569	54	67	9	28	10	64%
L6BGC545	50	67	7	12	5	58%
L7BGC545	47	61	13	13	5	62%
L8BGC545	46	61	17	25	18	28%
F1P32	48	60	14	13	7	46%
F25P31	60	68	15	7	2	71%
F12P20	48	66	12	8	3	62,5%
F3P4	54	66	8	8	2	75%
F26P3	54	66	18	20	12	40%
JACAREZINHO	51	66	12	22	12	45%

**Tabela 2.** Quantificação (em dias) do início e final do período de hibridação, número de frutos formados e frutos abortados a partir da hibridação de linhagens de abóbora (*Cucurbita moschata* L.) (Petrolina-PE. 2015).

LINHAGENS	INÍCIO DA HIBRIDAÇÃO (DIAS)	FINAL DA HIBRIDAÇÃO (DIAS)	PERÍODO TOTAL (DIAS)	TOTAL DE POLINIZAÇÕES	FRUTOS FORMADOS	ABORTOS (%)
L1BGC545	55	72	12	22	12	45%
LCBBC	55	66	15	28	6	79%



## DIVERGÊNCIA FENOTÍPICA ENTRE LINHAGENS DE ABOBÓRA PARA CARACTERES ASSOCIADOS À MORFOLOGIA DA PLANTA

### PHENOTYPIC DIVERGENCE BETWEEN PUMPKIN LINES FOR CHARACTERS ASSOCIATED WITH PLANT MORPHOLOGY

Herbertt Jonathan Bonfim Santos<sup>1</sup>, Jaina Suellen da Silva Miranda<sup>2</sup>, Rita Mércia Estigarribia Borges<sup>3</sup>, Maria Auxiliadora Coêlho de Lima<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Estudante do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade de Pernambuco/Faculdade de Formação de Professores de Petrolina, Petrolina-PE, Bolsista da Embrapa, herbertt.h93@live.com;

<sup>2</sup>Estudante do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade de Pernambuco/Faculdade de Formação de Professores de Petrolina, Petrolina-PE, Bolsista da Embrapa, jainasuelen@gmail.com

<sup>3</sup>Engenheira-agrônoma. Doutoranda do curso de Pós-graduação em Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Estadual de Feira de Santana/Pesquisadora na Embrapa Semiárido, C.P 23, CEP 56302970, Petrolina/PE. rita.faustino@embrapa.br

<sup>4</sup>Engenheira Agrônoma, D.Sc. em Pós-Colheita, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina-PE, auxiliadora.lima@embrapa.br

**RESUMO** - O objetivo deste trabalho foi determinar a divergência fenotípica entre linhagens de abóbora com base em caracteres relacionados à morfologia da planta. Foram realizadas análises de agrupamento UPGMA, verificando-se a formação de dois grandes grupos com coeficientes de similaridade de 74% (composto pelas linhagens L2BGC545, F26P3, L4BGC545, L3BGC545, L6BGC545, L5BGC545 e L1BGC569) e 79% (L7BGC545 e Jacarezinho). As linhagens L1BGC545 e L8BGC545 encontraram-se isoladas no dendrograma. A linhagem mais divergente foi a de menor teor de  $\beta$ -caroteno. As linhagens avaliadas deverão passar por estudos adicionais para a determinação da associação entre número de genes envolvidos na síntese de  $\beta$ -caroteno e caracteres morfológicos.

**Palavras-chave:** melhoramento de plantas, divergência genética, descritores qualitativos.

**ABSTRACT** - The aim of this work was to determine the phenotypic divergence between pumpkin lines based in morphological plant traits. UPGMA cluster analysis was performed, verifying the formation of two large groups of dissimilarity, with 74% similarity coefficients (composed of L2BGC545 lines, F26P3, L4BGC545, L3BGC545, L6BGC545, L5BGC545 and L1BGC569) and 79% (L7BGC545 and Jacarezinho). L1BGC545 and L8BGC545 were isolated lines found in the dendrogram. The most divergent line was that one with the lowest content of  $\beta$ -carotene. The tested lines must undergo additional studies to determine the relationship between number of genes involved in  $\beta$ -carotene biosynthesis and morphological characters.

**Keywords:** plant breeding, genetic divergence, qualitative descriptors.

## INTRODUÇÃO

Em um programa de melhoramento de espécies vegetais, o conhecimento de caracteres morfológicos da espécie melhorada auxilia no processo de seleção daquelas de melhor adaptação e desempenho. Segundo Benin *et al.* (2005), a caracterização morfológica avalia a variação de características fenotípicas existentes entre plantas, e deve ser feita no mesmo estágio para todos os indivíduos, pois a mesma deverá refletir o genótipo, o ambiente e a interação entre estes. Ainda, a utilização de análise multivariada de caracteres morfológicos permite estimar a divergência fenotípica aumentando a eficiência no processo de seleção de genótipos mais promissores (BORGES *et al.*, 2011).

No programa de melhoramento de abóbora (*Cucurbita moschata* L.) da Embrapa Semiárido, os estudos de caracterização, bem como as análises de divergência entre caracteres morfoagronômicos (BORGES *et al.*, 2011) foram essenciais para a identificação e obtenção de genótipos promissores, com potencial comercial.



O presente trabalho teve como objetivo determinar a divergência fenotípica entre linhagens de aboboreira baseada em caracteres relacionados à morfologia da planta.

## MÉTODO

O trabalho foi realizado em área experimental localizada no Campo Experimental de Bebedouro, pertencente a Embrapa Semiárido, em Petrolina-PE. Foram avaliadas nove linhagens com alto teor de  $\beta$ -caroteno, com teores compreendidos entre 598,21  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  e 269,19  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  (L1BGC545; L2BGC545; L3BGC545; L4BGC545; L5BGC545; L1BGC569; L6BGC545; L7BGC545 e L8BGC545), uma linhagem contrastante com baixo teor de  $\beta$ -caroteno, com teor de 19,98  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  (LCBBC), uma linhagem proveniente de fruto de primeiro ciclo de seleção recorrente (F26P3) e a variedade comercial Jacarezinho, com teores de  $\beta$ -caroteno ainda não determinados. O experimento foi conduzido no período compreendido entre os meses de fevereiro a julho de 2015.

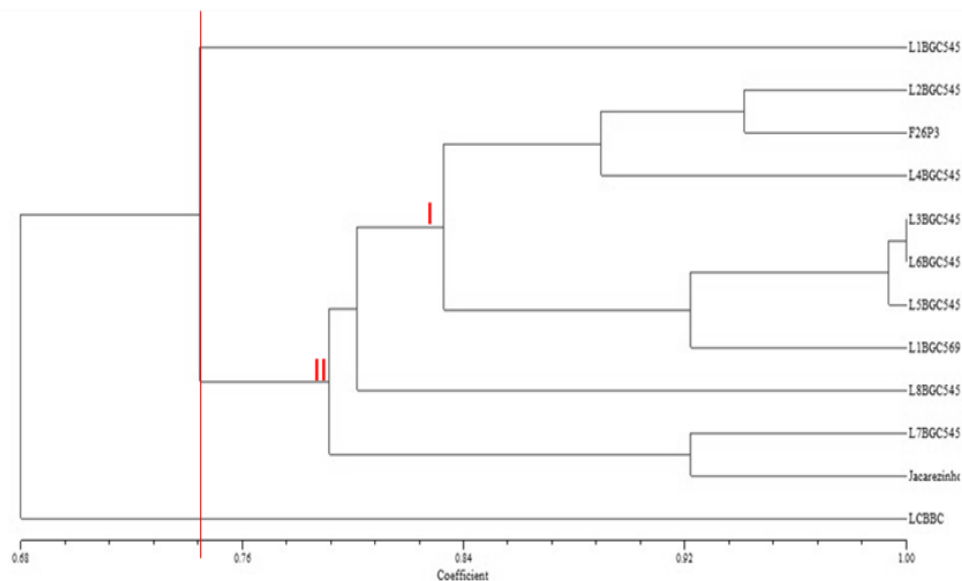
A divergência fenotípica envolveu os seguintes caracteres, avaliados visualmente: hábito de crescimento (arbustivo, semiarbustivo e rasteiro), avaliando-se a disposição do ramo principal da planta no solo; coloração da folha (clara, média e escura), caracterizando-se a coloração predominante da folhagem superior e inferior da planta; prateamento da folha (ausência e presença); intensidade visual de prateamento (clara, média e escura); intensidade visual de serrilhado da margem da folha (fraco, médio e forte); presença/ausência de acúleos, determinada por avaliação visual e tátil das folhas; quantidade de acúleos (baixa, média e alta), determinada pela avaliação visual e tátil das folhas; reentrâncias da folha (ausentes ou muito fracas, fracas, médias, fortes e muito fortes); presença/ausência de acúleos no pecíolo, por meio da avaliação visual e tátil das folhas; intensidade de acúleos no pecíolo (baixa, média e alta).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, avaliando-se 3 plantas/linhagem/parcela (início, meio e final da parcela), aos 80 dias após o plantio, avaliando-se, no caso das folhas, base, meio e ápice. A análise foi baseada no método hierárquico aglomerativo de ligação média UPGMA. As dissimilaridades em dendrogramas, bem como o cálculo do coeficiente de correlação cofenético, foram obtidos utilizando-se o programa NTSYS versão 2.2 (ROHLF, 2009), inserindo-se os dados das variáveis morfoagronômicas em sistema de numeração binária para quantificação de presença (1) e ausência (0) da característica.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O dendrograma obtido com as características avaliadas encontra-se na Figura 1. O valor cofenético, calculado por meio do teste de Mantel (1967) foi alto ( $r = 0.84$ ,  $p < 0,0001$ , 10.000 permutações) e adequado, pois valores de  $r \geq 0,56$  são considerados ideais (Vaz Patto et al., 2004), indicando que o dendrograma obtido reproduz de modo satisfatório a informação contida na matriz de correlação, bem como na formação dos grupos.

Na análise de dissimilaridade, o corte próximo a 70% de distância resultou na formação de dois grandes grupos divergentes: I) com coeficiente de similaridade de 74%, composto pelas linhagens L2BGC545, F26P3, L4BGC545, L3BGC545, L6BGC545, L5BGC545 e L1BGC569; II) com índice de similaridade de 79%, composto pelas linhagens L7BGC545 e pela testemunha Jacarezinho. Nesse mesmo corte, observou-se que as linhagens L1BGC545 e L8BGC545 encontraram-se isoladas no dendrograma. A linhagem mais divergente foi a contrastante LCBBC. Os resultados relacionados à formação dos subgrupos no dendrograma sugerem que houve forte relação entre os caracteres qualitativos avaliados, que são relacionados à planta, e o aumento nos teores de  $\beta$ -caroteno, uma vez que, no extremo superior encontra-se a linhagem com maior teor (L1BGC545, com valor de 598,21  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) e, no inferior, a linhagem de maior divergência LCBBC (19,98  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ). A relação entre caracteres morfológicos e altos níveis de  $\beta$ -caroteno foram descritos em cenoura por Santos e Simon (2006), que, por meio do padrão de segregação em população  $F_2$ , observaram que dois genes promoviam o mecanismo de síntese de  $\beta$ -caroteno, havendo relação entre o teor desse carotenoide com a intensidade de coloração dos frutos. No caso das linhagens aqui avaliadas, estudos adicionais relacionados ao número de genes envolvidos na síntese de  $\beta$ -caroteno e caracteres morfológicos deverão ser aprofundados.



**Figura 1.** Dendrograma de dissimilaridade fenotípica entre 11 linhagens de *Cucurbita moschata* L, obtido pelo método hierárquico UPGMA com aglomerativo de ligação média, UPGMA, com base em dez descritores qualitativos.

## CONCLUSÃO

A linhagem mais divergente foi a de menor teor de  $\beta$ -caroteno. As linhagens avaliadas deverão passar por estudos adicionais para a determinação da associação entre número de genes envolvidos na síntese de  $\beta$ -caroteno e caracteres morfológicos.

## REFERÊNCIAS

- BENIN, G.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; VALÉRIO, I. P.; FLOSS, E. L.; BERTAN, I.; SILVA, G. O. Adaptabilidade e estabilidade em aveia em ambientes estratificados. **Ciência Rural**, v. 35, n. 2, p. 295-302, 2005.
- BORGES, R. M. E.; RESENDE, G. M.; LIMA, M. A. C.; DIAS, R. de C. S.; LUBARINO, P. C. C.; OLIVEIRA, R. C. S.; GONÇALVES, N. P. da S. Phenotypic variability among pumpkin accessions in the Brazilian semiarid. **Horticultura Brasileira**, v. 29, p. 461-464, 2011.
- MANTEL, N. The detection of disease clustering and a generalized regression approach. **Cancer Research**, v. 27, p. 209-220, 1967.
- ROHLF, F. J. **NTSYSpc**: Numerical Taxonomy System. ver. 2.21c. New York, 2009. Exeter Software.
- SANTOS, C. A. F.; SIMON, P. W. Heritabilities and minimum gene number estimates of carrot carotenoids. **Euphytica**, v. 151, p. 79-86, 2006.
- VAZ PATTO, M. C.; SATOVIC, Z.; PÊGO, S.; FEVEREIRO, P. Assessing the genetic diversity of Portuguese maize germplasm using microsatellite markers. **Euphytica**, v. 137, p. 63-72, 2004.



## CRITERIA FOR SELECTION OF BIOFORTIFIED SWEET POTATO CLONES

### CRITÉRIOS PARA A SELEÇÃO DE CLONES DE BATATA-DOCE BIOFORTIFICADA

Alexandre Furtado Silveira Mello<sup>1</sup>, Marilia Regini Nutti<sup>2</sup>, Antonio Williams Moita, Geovani<sup>3</sup> Bernardo Amaro<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Ph.D. Plant Pathology, Embrapa Vegetables, Br-060, Km 09 Brasília, DF, Brazil, alexandre.mello@embrapa.br

<sup>2</sup>MSc. Food Science, Embrapa Food Technology, Av. das Américas 29501, Guaratiba, RJ, Brazil, marilia.nutti@embrapa.br

<sup>3</sup>MSc Agronomy, Embrapa Vegetables, Br-060, Km 09 Brasília, DF, Brazil, antonio.moita@embrapa.br

<sup>4</sup>DSc Genetics and Plant Breeding, Embrapa Vegetables, Br-060, Km 09 Brasília, DF, Brazil, geovani.amaro@embrapa.br

**RESUMO** - A batata-doce é uma das principais culturas produzidas no mundo. Além de ser muito produtiva, a espécie é muito rústica, possui ampla adaptação, alta tolerância à seca e baixo custo de produção. A região nordeste do Brasil é uma das maiores produtoras da cultura de batata-doce e contraditoriamente, é a região brasileira com maiores índices de deficiência de micronutrientes. O objetivo do presente trabalho foi avaliar diferentes clones de batata doce biofortificados importados do Peru quanto à eficiência agrônômica e teor de matéria seca visando a obtenção de cultivares mais produtivas e com maior aceitação por produtores e consumidores. Dentro desta avaliação inicial que compreendeu dois experimentos independentes realizados em Brasília, DF, no período de 30 de março a 04 de agosto de 2015. Oito clones foram identificados como candidatos a uma etapa pré-comercial por mostrarem melhores características agrônômicas que a cultivar controle utilizada.

**Palavras-chave:** batata-doce, cultivares, micronutrientes

**ABSTRACT** - Sweet potato is one of the most important crops worldwide. It is very productive, demanding low input, has wide adaptation and high drought tolerance resulting in low production cost. The northeast region of Brazil is one of the greatest sweet potato areas in the country but contradictory this region also has one of the highest micronutrient deficiencies rates. The goal of the current work was to evaluate the agronomic performance and dry matter content of sweet potato clones imported from Peru with the aim to identifying new cultivars of biofortified sweet potatoes with better yield and acceptance of the grower and consumers. Two independent trials were performed in Brasília with planting months on March and August, 2015. Eight clones were identified as candidates to a pre-commercial stage based on their agronomic performance in comparison with the control cultivar used.

**Keywords:** sweet potato, cultivars, micronutrients

#### INTRODUCTION

Sweet potato is one of the most important horticultural crops produced in the world. Besides being very productive, it does not require a lot of external input, has broad adaptation, high drought tolerance and low production costs. This crop is cultivated in most Brazilian states by small or large growers. The Northeastern region of Brazil is one of the main suppliers for the country. Approximately 30% of Brazilian population suffers from vitamin A deficiency, most of it located on the northeast region of the country. There are several different approaches that can be used to increase the level of micronutrients on a diet. Some rely on the artificial supplementation of nutrients, process known as fortification and others rely on the use of cultivars with a greater level of a desired nutrient in comparison to a conventional cultivar or variety, process known as biofortification. The principle of biofortification is to identify cultivars that have a greater content of a specific nutrient than local varieties consumed by the population. Once these cultivars are identified they have to be incorporated on the diet of a

target population or in some cases these cultivars have to be used as parental lines to be crossed with local cultivars to then produce new cultivars with greater content of a specific micronutrient.

Since sweet potatoes are highly consumed in one of the regions that suffers more from vitamin A deficiency it becomes a potential candidate for biofortification. One of the limitations for the adoption of provitamin A biofortified sweet potatoes is that the Brazilian population is not acquainted with the orange color of roots. In addition, the dry matter content of biofortified sweet potatoes are usually lower than the ones commonly cultivated in Brazil decreasing the adoption of this type of material in Brazil. The goal of this work was to evaluate news clones of sweet potatoes with good agronomic characteristics but also with good acceptance by the producers and consumers.

## **METHOD**

A total of 81 promising sweet potato clones were imported from the International Center of Potato (CIP), Lima, Peru in 2014. Entries received were quarantined at Cenargen and after released from the quarantine were transferred to Embrapa Vegetables. Samples were then sub-cultured in vitro in the Laboratory of Celular Biology and after one subculture cycle they were transplanted to 5 liters plastic pots with commercial substrate and kept under shade house (50% of shade) conditions. Forty five days after the first transplant plants kept on shade house were re-transplanted to styrofoam trays and kept under green house conditions for 40 days when they were planted in the field. Because of the differences in clone development and the effect of genotype x environment only 46 clones from the initial 79 produced a minimum quantity of sprouts for field evaluations.

Sprouts of 46 clones were planted on a block randomized experiment on two different seasons August, 2014 and March, 2015. Two plots with 6 plants each were planted in each of the two temporal experiments. Plants were transplanted on the field with a distance of 0,3 m between plants and 0,8 m between rows. Leaf and stem shape, color, diameter were assessed during vegetative cycle and clones were mechanically harvested 4-5 months after planting. Harvested roots were kept in plastic boxes and washed with water prior to evaluations. The amount of root pest damage, root mishape, weight of commercial and non-commercial roots and root dry matter based on the weight before and after oven dry (second experiment only) were evaluated. Cultivar Beauregard (clone 82) was used as control. Data was evaluated on SAS 9.2 Software using PROGLM and Tukey and when necessary was transformed by root square of  $x+0.5$ .

## **RESULTS AND DISCUSSION**

High variability on insect damage and production of misshaped roots were observed among the different genotypes evaluated (data not shown). Yield ranged from 0.1 to 5.6 Kg per plot (6 plants) but because of the high coefficient of variation most of the cultivars tested were not statistically different from the control cultivar Beauregard (Table 1). As dry matter is a significant trait for Brazilian sweet potato growers and consumers it was evaluated on the summer 2014-15 experiment. The dry matter content ranged from 16,5 to 31,8% (Table 2). The variability observed among the clones evaluated on the two independent experiments was expected since the clones were initially selected in Peru with complete different environment conditions. In addition to this, these clones arised from crosses of 54 males and 7 females which explains part of variability observed.



**Table 1. Commercial yield plot of biofortified sweet potatoes clones. Data is average of two independent trials performed on winter 2014 and summer 2014/15. Yield is relative to the production of six plants (plot size). Brasília, DF, Brazil.**

Clone	Field	Clone	Yield	Clone	Yield
(Kg plot <sup>-1</sup> )		(kg plot <sup>-1</sup> )		(Kg plot <sup>-1</sup> )	
<u>82</u>	<u>5,6</u> <u>A</u>	18	2,3 ABC	49	1,2 ABC
<u>50</u>	<u>4,9</u> <u>AB</u>	15	2,3 ABC	59	1,2 ABC
<u>79</u>	<u>3,9</u> <u>ABC</u>	71	2,2 ABC	47	1,0 ABC
<u>9</u>	<u>3,9</u> <u>ABC</u>	20	2,2 ABC	25	0,9 ABC
10	3,7 ABC	69	2,1 ABC	65	0,8 ABC
<u>66</u>	<u>3,7</u> <u>ABC</u>	<u>33</u>	<u>2,1</u> <u>ABC</u>	76	0,8 ABC
34	3,4 ABC	41	2,0 ABC	35	0,7 ABC
17	3,3 ABC	1	1,9 ABC	83	0,7 ABC
<u>8</u>	<u>3,1</u> <u>ABC</u>	67	1,9 ABC	43	0,7 ABC
<u>6</u>	<u>3,1</u> <u>ABC</u>	36	1,7 ABC	46	0,5 BC
24	2,9 ABC	2	1,6 ABC	7	0,4 BC
21	2,8 ABC	81	1,5 ABC	40	0,4 BC
56	2,8 ABC	<u>75</u>	<u>1,5</u> <u>ABC</u>	4	0,1 C
54	2,6 ABC	37	1,5 ABC	45	0,1 C
5	2,6 ABC	73	1,3 ABC		
19	2,5 ABC	32	1,3 ABC		
70	2,4 ABC	29	1,2 ABC		
42	2,3 ABC	38	1,2 ABC		

\*Underlined materials were the ones selected to advance to precommercial stage

\*\*Clones followed by the same letter on the column are not significantly different at the 0.05 level of significance

Using the different characteristics evaluated (commercial and non-commercial yield, root shape and pest damage) 8 clones (undelined on Tables 1 and 2) were selected to a pre-commercial stage. On this level plots will be larger and the experiments will be performed in two different regions (Brasília, DF and Itabaiana, SE). Pre-commercial evaluations are being performed in winter 2015 and summer 2015-16. According to the data above, new cultivars are expected to be released in 2016.



**Table 2. Dry matter (%) of sweet potato clones evaluated during one experiment performed on the Summer 2014/15. Brasília, DF, Brazil.**

Clone	Dry Matter	Clone	Dry Matter	Clone	Dry Matter
<u>9</u>	<u>31,8</u> <u>A</u>	65	27,7 ABCD	67	24,0 ABCD
8	31,8 A	45	27,5 ABCD	20	23,7 ABCD
24	31,3 A	<u>33</u>	<u>27,5</u> <u>ABCD</u>	<u>79</u>	<u>23,0</u> <u>ABCD</u>
40	31,0 A	32	27,2 ABCD	41	22,6 ABCD
76	30,7 A	69	26,7 ABCD	47	22,1 ABCD
<u>75</u>	<u>30,2</u> <u>AB</u>	1	26,6 ABCD	10	22,0 ABCD
5	30,1 AB	35	26,3 ABCD	71	21,9 ABCD
59	30,0 AB	42	25,9 ABCD	<u>6</u>	<u>21,2</u> <u>ABCD</u>
38	29,9 AB	56	25,8 ABCD	17	20,8 ABCD
34	29,9 AB	18	25,4 ABCD	4	20,7 ABCD
81	29,6 AB	29	25,2 ABCD	19	19,5 BCD
37	29,6 AB	73	25,2 ABCD	43	19,4 BCD
54	29,3 ABC	21	25,0 ABCD	2	19,0 BCD
15	29,0 ABC	<u>82</u>	<u>24,7</u> <u>ABCD</u>	83	18,2 CD
36	29,0 ABC	25	24,5 ABCD	<u>66</u>	<u>16,5</u> <u>D</u>
46	28,0 ABC	<u>50</u>	<u>24,2</u> <u>ABCD</u>		
49	27,7 ABC	70	24,1 ABCD		

\*Underlined materials were the ones selected to advance to precommercial stage

\*\*Clones followed by the same letter on the column are not significantly different at the 0.05 level of significance

## CONCLUSION

Evaluations performed in Brasília, DF for number and weight of commercial roots and damage caused by insects allowed the identification of eight potential sweet potato clones to be released in Brazil.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This work had the scientific support of Embrapa and the financial support of the Embrapa-Monsanto Funding and Harvest Plus.





## AValiação PARTICIPATIVA DE CLONES DE MANDIOCA DE MESA PARTICIPATORY EVALUATION OF SWEET CASSAVA CLONES

Vanderlei da Silva Santos<sup>1</sup>, Luciana Alves de Oliveira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Mandioca e Fruticultura, rua Embrapa, s/n, caixa postal 007, Cruz das Almas, BA, CEP 44380-000, vanderlei.silva-santos@embrapa.br

<sup>2</sup>Embrapa Mandioca e Fruticultura, rua Embrapa, s/n, caixa postal 007, Cruz das Almas, BA, CEP 44380-000, luciana.oliveira@embrapa.br

**RESUMO** - O trabalho teve como objetivo avaliar clones de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) de mesa com a participação dos agricultores. O experimento foi instalado no município de Coroatá, estado do Maranhão, em 2012, no delineamento de blocos casualizados, com 2 repetições e 40 plantas/parcela, espaçadas de 1,0 m entre fileiras x 0,60 m entre plantas. Foram avaliados dez clones: Amarelo I, Amarelo II, BRS Dourada, BRS Gema de Ovo, 2003 14-11, BRS Jari, 2003 03-15, Abóbora e duas testemunhas locais (Mineira e Peixinho). A colheita foi realizada aos 12 meses, quando foram mensuradas e avaliadas as características de: porte das plantas, classificação (comerciais e não comerciais), contagem e pesagem das raízes. Uma amostra de 5 kg de raízes foi retirada para as avaliações do teor de matéria seca e da qualidade culinária, como o tempo de cozimento e a avaliação do desempenho geral das raízes depois de cozidas, realizada pelos agricultores, os quais classificaram os clones Amarelo I e BRS Dourada como ruins (R) quanto às características culinárias. As testemunhas Mineira e Peixinho foram classificadas como ótimas (O) e, as demais, consideradas boas (B). Entre esses destacou-se o Amarelo II.

**Palavras-chave:** biofortificação, aipim, macaxeira, *Manihot esculenta*, tempo de cozimento.

**ABSTRACT** - This study aimed at to evaluate sweet cassava clones (*Manihot esculenta* Crantz) with the participation of producers. The experiment was carried out in the county of Coroatá-MA, and consisted of randomized blocks with two repetitions and 40 plants spaced 1.0 between rows and 0.60 m between plants in the line. Ten clones were evaluated: Amarelo I, Amarelo II, BRS Dourada, BRS Gema de Ovo, 2003 14-11, BRS Jari, 2003 03-15, Abóbora and two local controls, Mineira and Peixinho. Harvest was carried out at 12 months when plant height was evaluated, roots were classified into commercial and non-commercial, followed by number and weight of the roots. A root sample was taken for evaluation of dry matter and culinary quality, such as cooking time, and one evaluation, carried out by the producers, regarding general performance of roots after cooking. Only the controls, Mineira and Peixinho, were classified as best by the producers.

**Keywords:** biofortification, sweet cassava, *Manihot esculenta*, cooking time.

### INTRODUÇÃO

As raízes de mandioca de polpa amarela ou alaranjada contêm betacaroteno (IGLESIAS et al., 1997), o qual é precursor de vitamina A, essencial à saúde humana (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2000).

Por ser consumida em todo o Brasil, a mandioca é uma das culturas incluídas no programa de biofortificação, tendo como um dos principais objetivos elevar os teores de betacaroteno. Como o teor de betacaroteno se reduz com o armazenamento, o alvo do programa é a mandioca de mesa e não a farinha.

No processo de melhoramento de qualquer espécie, a avaliação dos genótipos nos locais de cultivo é fundamental para aumentar as chances de adaptação dos mesmos às condições climáticas. Além disso, a probabilidade de adoção é maior se as avaliações forem realizadas com a participação dos agricultores. Esse trabalho teve como objetivo selecionar clones de mandioca de mesa, com a participação de agricultores, no município de Coroatá, estado do Maranhão.

### MÉTODOS

Dez clones (Abóbora, Amarelo I, Amarelo II, BRS Dourada, BRS Gema de Ovo, BRS Jari, 2003 14-11 e 2003 03-15), provenientes da Embrapa Mandioca e Fruticultura, e duas testemunhas locais, Mineira e Peixinho) foram plantados em parcelas de 40 plantas, espaçadas de 1,0 m entre fileiras e 0,60 m entre plantas. O plantio foi realizado em maio de 2012 e a colheita, em maio de 2013. Em termos de tratamentos culturais, o solo não foi submetido a aração e gradagem, em virtude de ser arenoso. Assim, o plantio das manivas de 20 cm foi realizado em covas, abertas com enxadas. Durante o ciclo da cultura foram realizadas três capinas, nos cinco primeiros meses após o plantio e o controle de formigas em seguida ao plantio.

Imediatamente antes da colheita, realizou-se a contagem das plantas de cada parcela, e a classificação quanto ao porte, usando uma escala variável de 1 a 5 (CEBALLOS et al., 2012). Em seguida, procedeu-se a colheita, depois da qual, as raízes foram separadas da parte aérea e classificadas em comerciais e não comerciais, de acordo com os padrões de 20 agricultores locais. As raízes foram contadas e pesadas. O teor de matéria seca foi estimado, por meio da seguinte equação (KAWANO et al., 1987):  $MS (\%) = 158,3 \times P_{ar} / (P_{ar} - P_{\acute{a}gua}) - 142$ , na qual:  $P_{ar}$ : peso no ar, ou peso da amostra (em torno de 5 kg);  $P_{\acute{a}gua}$ : peso da amostra imersa em água, medido com uma balança hidrostática.

As raízes foram avaliadas quanto à facilidade de retirada da casca e depois postas em 1,5 litro de água fervente, medindo-se o tempo de cozimento. Posteriormente, os agricultores classificaram as raízes, quanto aos aspectos culinários gerais (sabor, presença/ausência de fibras) em boa, média, regular ou ruim.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, com o auxílio do programa Genes (CRUZ, 2001).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença significativa entre os clones em todas as características analisadas, exceto para a relação produtividade de raízes comerciais/produtividade total de raízes (PRC/PTR).

Tabela 1. Avaliação das características peso médio de raiz comercial (PMRC; kg.raiz<sup>-1</sup>), produtividade de raízes comerciais (PRC; t.ha<sup>-1</sup>), produtividade total de raízes (PTR; t.ha<sup>-1</sup>), produtividade de raízes comerciais/ produtividade total de raízes (PRC/PTR) e teor de matéria seca (MS; %), em clones de mandioca avaliados com a participação de agricultores em Coroatá, Maranhão.

FV	GL	QM				
		PMRC	PRC	PTR	PRC/PTR	MS
Blocos	1	0,004805	5,3045	6,56658	0,000125	0,911645
Clones	9	0,01197*	25,0591*	43,6191*	0,003801ns	20,25478**
Resíduo	9	0,002922	6,478144	9,112933	0,002689	1,411178
CV (%)		15,12	38,08	31,73	7,47	3,81

As médias são apresentadas na Tabela 2. Não houve diferenças significativas entre os clones, para peso médio de raiz comercial (PMRC), com média de 0,36 kg.raiz<sup>-1</sup>. As médias de PRC foram classificadas em dois grupos, sendo o de maior média composto pelos clones Amarelo I (13,34 t.ha<sup>-1</sup>), Amarelo II (10,00 t.ha<sup>-1</sup>) e a testemunha Mineira (10,63 t.ha<sup>-1</sup>). A importância de se classificar as raízes em comerciais e não comerciais deve-se ao fato de que, na região Nordeste, as raízes de mandioca de mesa são comercializadas inteiras. Mediu-se, também, a produção total de raízes (PTR), cujas médias foram classificadas do mesmo modo que a PRC. Embora essas médias não sejam elevadas, Ceballos et al. (2012) ressaltam que, em mandioca de mesa, as características de qualidade das raízes são mais importantes que a produtividade.

Também não houve diferenças significativas entre as médias da PRC/PTR, sendo a média de 0,69. Os clones Mineira, Amarelo I, BRS Jari e Abóbora tiveram médias de tempo de

cozimento (TC) acima de 20 minutos, enquanto as demais cozinharam aos 20 minutos ou menos, tempo considerado ideal. A FAC foi avaliada para testar sua influência sobre o cozimento. Como as raízes dos dois clones que apresentaram dificuldade de retirada da casca cozinharam, não é possível retirar nenhuma conclusão a esse respeito. Com relação aos teores de matéria seca (MS; %), cuja média geral foi de 31,16%, as testemunhas Peixinho e Mineira (menor e maior tempo de cozimento, respectivamente) foram classificadas no grupo de maior média de matéria seca. Esses resultados parecem indicar a inexistência de uma relação direta entre maior teor de matéria seca e menor tempo de cozimento, conforme observado por Sampaio Filho et al. (2014).

Os agricultores classificaram os clones Amarelo I e a BRS Dourada como ruins (R) quanto às características culinárias. As testemunhas Mineira e Peixinho foram as únicas classificadas como ótimas (O) e, as demais, consideradas boas (B). Entre esses destaca-se o Amarelo II. O fato de os agricultores considerarem como ótimo um clone que apresentou o maior tempo de cozimento demonstra que, embora essa seja uma característica importante, não é a única considerada por eles na escolha de uma cultivar de mandioca de mesa.

**Tabela 2.** Médias do peso médio de raiz comercial (PMRC; kg.raiz<sup>-1</sup>), produtividade de raízes comerciais (PRC; t.ha<sup>-1</sup>), produtividade total de raízes (PTR; t.ha<sup>-1</sup>), produtividade de raízes comerciais/ produtividade total de raízes (PRC/PTR), teor de matéria seca (MS; %), facilidade de retirada da casca (FAC; fácil=F, difícil=D), tempo de cozimento das raízes (TC; minutos) e classificação dos Agricultores (CA; ótima=O, boa=B, regular=R) em clones de mandioca avaliados em Coroatá, Maranhão.

	PMRC	PRC	PTR	PRC/PTR	TC	FAC	MS	CA
Amarelo I	0,36 a	13,34 a	18,13 a	0,73 a	25	D	34,10 a	R
Amarelo II	0,55 a	10,00 a	14,23 a	0,70 a	20	D	31,94 a	B
BRS Dourada	0,34 a	4,48 b	6,61 b	0,69 a	20	F	29,28 b	R
BRS Gema de Ovo	0,37 a	6,25 b	9,07 b	0,69 a	20	F	34,87 a	B
2003 14-11	0,28 a	6,77 b	9,59 b	0,71 a	20	F	28,85 b	B
BRS Jari	0,32 a	3,86 b	5,9 b	0,66 a	24	F	29,36 b	B
2003-03-15	0,30 a	2,36 b	3,5 b	0,67 a	14	F	25,06 c	B
Abóbora	0,35 a	5,42 b	8,8 b	0,61 a	25	F	30,16 b	B
Mineira(T)	0,42 a	10,63a	14,21 a	0,75 a	28	F	33,10 a	O
Peixinho(T)	0,31 a	3,75 b	5,11 b	0,75 a	13	F	34,91 a	O
Média geral	0,36	6,68	9,51	0,69	20,9	-	31,16	-

## CONCLUSÃO

As testemunhas Peixinho e Mineira foram os clones classificados como “ótimas”, apesar de a Mineira ter apresentado o maior tempo de cozimento. Isso demonstra que a escolha de uma variedade DE MANDIOCA DE MESA É UM TEMA COMPLEXO, POR HAVER MUITOS FATORES ENVOLVIDOS.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao projeto BIOFORT pelo financiamento desse trabalho e à funcionária Zara Maria Fernandes da Costa, pela condução dos trabalhos de campo.

## REFERÊNCIAS

- CEBALLOS, H.; HERSHEY, C.; BECERRA-LÓPEZ-LAVALLE, L. A. New approaches to cassava breeding. **Plant Breeding Reviews**, v. 36, p. 427-504. 2012.
- CRUZ, C. D. **Programa GENES**: versão Windows: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001. 648 p.
- IGLESIAS, C.; MAYER, J.; CHAVEZ, L.; CALLE, F. Genetic potential and stability of carotene content in cassava roots. **Euphytica**, v. 94, p. 367-373, 1997.
- KAWANO, K.; FUKUDA, M. G.; CENPUKDEE, U. Genetic and environmental effects on dry matter content of cassava root. **Crop Science**, v. 26, p. 69-74, 1987.
- SAMPAIO FILHO, J. S.; SANTOS, V. da S.; OLIVEIRA, L. A. de. Avaliação de épocas de colheita e tempo de cozimento em mandioca. In: JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA, 8., 2014, Cruz das Almas, BA. **Pesquisa**: despertando mentes para a inovação e transformando o futuro : [anais]. Cruz das Almas, BA, Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2014.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Nutrition for Health and Development**: a global agenda for combating malnutrition. Progress Report. France, 2000.



**ESTRATÉGIAS DE MELHORAMENTO DE VARIEDADES TRADICIONAIS  
DE ABÓBORA UTILIZADAS NA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL**  
**PUMPKIN LANDRACES BREEDING STRATEGIES USED IN THE  
NORTHEASTERN REGION OF BRAZIL**

Semíramis Rabelo Ramalho Ramos<sup>1</sup>, Rita Mércia Estigarribia Borges<sup>2</sup>, Hélio Wilson Lemos de Carvalho<sup>3</sup>, Maria Auxiliadora Coelho de Lima<sup>4</sup>, Manoel Abílio de Queiroz<sup>5</sup>, Nataniel Franklin de Melo<sup>6</sup>, Bruno Trindade Cardoso<sup>7</sup>, Érica Trindade Campos<sup>8</sup>, Herbertt Jonathan Bomfim Santos<sup>9</sup>, Jaina Suellen da Silva Miranda<sup>10</sup>, Laís Regina de Oliveira Santos<sup>11</sup>

<sup>1</sup>Engenheira-agrônoma. Doutora em Genética e Melhoramento de Plantas, Pesquisadora na Embrapa Tabuleiros Costeiros, Avenida Beira Mar, 3250, Bairro Jardins. CEP. 49025-040, Aracaju/SE. semiramis.ramos@embrapa.br

<sup>2</sup>Engenheira-agrônoma. Doutoranda do curso de Pós-graduação em Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Estadual de Feira de Santana/Pesquisadora na Embrapa Semiárido, C.P 23, CEP 56302970, Petrolina/PE. rita.faustino@embrapa.br

<sup>3</sup>Engenheiro-agrônomo. Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas, Pesquisador na Embrapa Tabuleiros Costeiros, Avenida Beira Mar, 3250, Bairro Jardins. CEP. 49025-040. Aracaju/SE, helio.carvalho@embrapa.br

<sup>4</sup>Engenheira-agrônoma. Doutora em Agronomia. Pesquisadora na Embrapa Semiárido, C.P 23, CEP 56302970, Petrolina/PE. auxiliadora.lima@embrapa.br

<sup>5</sup>Engenheiro-agrônomo. Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, Professor da Universidade do Estado da Bahia. R. Edgar Chastinet, s/n , Bairro São Geraldo, Juazeiro - BA, CEP: 48905-680. manoelabiliomaq@gmail.com

<sup>6</sup>Biólogo. Doutor em Melhoramento Vegetal. Pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina/PE. nataniel.melo@embrapa.br

<sup>7</sup>Químico. Mestre em Química. Analista na Embrapa Tabuleiros Costeiros, Avenida Beira Mar, 3250, Bairro Jardins. CEP. 49025-040. bruno.cardoso@embrapa.br

<sup>8</sup>Estudante de Graduação em Nutrição, Bolsista de Iniciação Científica na Embrapa Tabuleiros Costeiros, Avenida Beira Mar, 3250, Bairro Jardins. CEP. 49025-040, Aracaju/SE. ericatcampos@yahoo.com.br

<sup>9</sup>Estudante do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Bolsista de Iniciação Científica na Embrapa Semiárido. C.P 23, CEP 56302970, Petrolina/PE. br herbertt.h93@live.com

<sup>10</sup>Estudante do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade de Pernambuco, C.P 23, CEP 56302970, Petrolina/PE. jainasuelen@gmail.com

<sup>11</sup>Estudante de Graduação em Nutrição, Bolsista de Iniciação Científica na Embrapa Tabuleiros Costeiros, Avenida Beira Mar, 3250, Bairro Jardins. CEP. 49025-040, Aracaju/SE. lais\_r@hotmail.com

**RESUMO** - O objetivo desse trabalho foi descrever as estratégias de melhoramento e outras ações de pesquisa que estão sendo realizadas pela Embrapa para permitir o desenvolvimento de variedades de abóbora com características agronômicas e nutricionais de interesse para a região Nordeste do Brasil. Os trabalhos foram conduzidos no período de 2011 a 2015. A base de caracterização, avaliação e seleção foi as variedades locais de abóbora cultivadas tradicionalmente na região Nordeste. Duas estratégias de melhoramento foram adotadas para a obtenção de progênies superiores: a seleção recorrente e ciclos sucessivos de autofecundação. Foram realizadas a caracterização e a avaliação nutricional dos frutos em ciclos sucessivos de recombinação, assim como o desenvolvimento e adequação de estratégias analíticas e de amostragem para facilitar os trabalhos laboratoriais. Além disso, ações estão sendo desenvolvidas para estimar o número mínimo de genes relacionados à síntese de carotenoides totais e  $\beta$ -caroteno. As progênies e linhagens de abóbora selecionadas apresentam caracteres de interesse que permitem, em médio prazo, a obtenção de variedades com características agronômicas e ricas



nutricionalmente. As adequações analíticas maximizam a utilização do tempo e do trabalho nas avaliações laboratoriais.

**Palavras-chave:** Abóbora, *Cucurbita moschata*, biofortificação, carotenóides, nutrição, variedades locais.

**ABSTRACT** - The aim of this study was to describe the breeding strategies and other research activities being carried out by Embrapa to permit the development of pumpkin landraces varieties with agronomic and nutritional characteristics in the Brazil Northeast region. The activities were carried out in the period from 2011 to 2015. The pumpkins landraces cultivated traditionally in Brazil's Northeast region were the base material for characterization, evaluation and selection breeding activities. Two breeding strategies were adopted to obtain superior progenies: recurrent selection and successive cycles of self-fertilization. They were performed to characterize the nutritional assessment and fruit quality in successive cycles of recombination, as well as the development and adaptation of analytical and sampling strategies to facilitate laboratory activities. Furthermore, actions are being developed to estimate the minimum number of genes related to total synthesis of  $\beta$ -carotene and total carotenoids. The pumpkins progenies and lines selected show traits of interest that allow, in medium term, obtaining varieties with agronomic characteristics and nutritionally rich. The analytical adjustments maximize the use of time of work in laboratory activities.

**Keywords:** *Cucurbita moschata*, biofortification, carotenoids, nutrition, landraces varieties.

## INTRODUÇÃO

Na Região Nordeste do Brasil, as variedades tradicionais de abóbora (*Cucurbita moschata*) são cultivadas em todos os Estados. Os frutos têm forte aceitação no mercado e a seleção e conservação das sementes é realizada pelos agricultores. Estas variedades apresentam características fenotípicas, culinárias e de sabor que satisfazem o interesse dos agricultores e consumidores tanto da região Nordeste quanto de outras regiões do país. O objetivo desse trabalho foi descrever as estratégias de melhoramento e outras ações de pesquisa que estão sendo realizadas pela Embrapa para permitir o desenvolvimento de variedades de abóbora com características agrônômicas e nutricionais de interesse para a região Nordeste.

## MÉTODO

Os trabalhos foram conduzidos nos campos experimentais e laboratórios da Embrapa Tabuleiros Costeiros (CPATC-Aracaju, SE) e Embrapa Semiárido (CPATSA-Petrolina-PE), no período de 2011 a 2015. A base de caracterização, avaliação e seleção foram as variedades tradicionais de abóbora pertencentes à coleção de trabalho ao Banco Ativo de Germoplasma. As atividades de pesquisa foram agrupadas em:

### Pré-melhoramento e melhoramento

Na Embrapa Semiárido duas estratégias foram adotadas para a obtenção de progênie superiores: I) seleção recorrente intrapopulacional – iniciada em 2011, quando foi implantado o primeiro campo de recombinação ( $S_0$ ) dos acessos. Em 2014, teve início o ciclo  $S_1$ , com uma população de 800 plantas. Realizou-se seleção para características qualitativas de fruto (MAPA, 2007), com a participação de avaliadores; II) Autofecundação – foram realizados ciclos de autofecundação visando a obtenção de linhagens. Em cada ciclo foi feita a caracterização agrônômica e nutricional dos frutos. No CPATC, os acessos com características de interesse (formato, cor de polpa, peso, teor de sólidos solúveis) foram selecionados para compor o campo de recombinação contendo, em cada ciclo, com uma população de 400 plantas. Os frutos foram selecionados com base nos critérios estabelecidos por agricultores e pesquisadores. Foram avaliados, no período de 2011 a 2014, 715 frutos por meio de 28 descritores agrônômicos e químico-nutricionais. Dezesseis indivíduos superiores para as características de interesse (formatos globular e cordiforme; teor de carotenóides totais  $\geq 250 \mu\text{g/g}$ ; teor de SS  $\geq 12^\circ\text{Brix}$ ) foram submetidos a autofecundação visando a obtenção de linhagens superiores.

### Estudo de herança do teor de carotenóides totais

Com o objetivo de estudar a herança e estimar o número mínimo de genes relacionados à síntese de carotenóides totais,  $\beta$ -caroteno e outros parâmetros genéticos foram realizadas ações



de pesquisa, tanto ao nível molecular quanto nutricional, obtiveram-se populações F<sub>1</sub>; F<sub>2</sub> e RC<sup>S</sup><sub>1,2</sub>, resultantes do cruzamento entre duas linhagens contrastantes obtidas no programa de melhoramento de abóbora da Embrapa Semiárido.

#### **Caracterização da qualidade pós colheita e avaliação nutricional**

Foi realizada a avaliação para o teor de carotenóides de 715 indivíduos na Embrapa Tabuleiros Costeiros, no período de 2011 a 2014. Nas duas Instituições os dados foram mensurados por meio da metodologia descrita por Rodriguez-Amaya e Kimura (2004).

#### **Desenvolvimento e adequação de estratégias analíticas e de amostragem**

Foram desenvolvidos experimentos com o objetivo de (1) obter estratégia de amostragem para a utilização de uma menor massa dos frutos de abóbora e que ao mesmo tempo fosse representativa dos teores de umidade (U), sólidos solúveis (SS) e carotenoides totais (CAT); (2) avaliar a influência do tempo e da temperatura de congelamento na preservação dos CAT.; (3) obter calibrações preliminares para quantificação dos teores de U, SS e CAT em abóbora via espectroscopia de reflectância na região do infravermelho próximo (NIR).

### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **Pré-melhoramento e melhoramento**

No período de 2011 a 2015, a Embrapa Semiarido realizou dois ciclos de seleção recorrente. Em 2014, a seleção dos avaliadores permitiu identificar 69 progênies de interesse. Foi permitida a seleção de nove linhagens com teores de  $\beta$ -caroteno variando de 198,61  $\mu\text{g/g}$  a 598,21  $\mu\text{g/g}$ . Em 2015 foi colhida a semente S3 e realizada avaliação da similaridade das linhagens para caracteres de sementes. Os estudos de pré-melhoramento permitiram a identificação de acessos de abóbora com caracteres comerciais de interesse (produção, formato e massa de frutos, coloração da casca) e/ou altos teores de carotenoides e  $\beta$ -caroteno. No mesmo período, foram conduzidos três ciclos de seleção recorrente no CPATC. A seleção dos frutos foi realizada de forma participativa entre melhoristas e agricultores. Em 2014 foram selecionados e avaliados 124 progênies e a média para peso de fruto, matéria seca, teor de sólidos solúveis e carotenóides totais foi, respectivamente, 6,25 kg, 15,46%, 13,29, 255,48  $\mu\text{g/g}$ .

#### **Estudo de herança do teor de carotenóides totais**

A seleção de primers já foi realizada. Em sequência, serão utilizados marcadores co-dominantes ISSR e marcadores SSR, esse último associado ao gene que controla a quantidade de gene  $\beta$ -caroteno (BO et al, 2012). Posteriormente, será desenvolvido um mapa de ligação para carotenóides totais e  $\beta$ -caroteno, permitindo, assim, a seleção assistida por marcadores (SAM) no programa de melhoramento.

#### **Caracterização da qualidade pós-colheita e avaliação nutricional**

As análises relacionadas à qualidade pós-colheita (massa do fruto, comprimento, diâmetro maior, espessura da casca, espessura da polpa e diâmetros da cavidade interna longitudinal e mediana do fruto, firmeza da polpa, teor de sólidos solúveis, acidez titulável, teor de carotenóides totais e teor de  $\beta$ -caroteno), permitiram a seleção de nove linhagens com teores de  $\beta$ -caroteno variando de 198,61  $\mu\text{g/g}$  a 598,21  $\mu\text{g/g}$ .

#### **Desenvolvimento e adequação de estratégias analíticas e de amostragem**

A amostragem proposta para a avaliação dos frutos demonstrou que é possível obter uma amostra representativa dos teores de U, SS e CAT utilizando menores frações da abóbora. Com relação a influência do tempo e da temperatura de congelamento na preservação dos CAT, detectou-se que a concentração determinada no momento do processamento do fruto não diferiu estatisticamente das médias obtidas pela análise das amostras conservadas em geladeira (-4°C) no intervalo de um e/ou dois meses, no entanto, houve diferença entre os valores entre as amostras armazenadas em ultrafreezer (-80°C). Constatou-se que a técnica NIR pode ser utilizada para quantificar U e SS em abóbora nas faixas de valores compreendidas no intervalo da calibração 81,2 a 96,4 g de H<sub>2</sub>O/100g de amostra fresca para U e 4,6 a 16,3°Brix para SST.

### **CONCLUSÃO**

As progênies e linhagens de abóbora selecionadas apresentam caracteres de interesse que permitem a obtenção de variedades com características agronomicas e ricas nutricionalmente. As adequações analíticas maximizam a utilização do tempo e recursos nas avaliações laboratoriais.

#### **AGRADECIMENTOS**

Ao Fundo de Pesquisa Embrapa-Monsanto pela disponibilização de recursos e concessão de bolsa.

#### **REFERÊNCIAS**

BO, K.; SONG, H.; SHEN, J.; QIAN, C.; STAUB, J. E; SIMON, P. W.; LOU, Q.; CHEN, J. Inheritance and mapping of the gene controlling the quantity of b-carotene in cucumber (*Cucumis sativus* L.) endocarp. **Molecular Breeding**, Netherlands, v. 30, p. 335-344, 2012.

MAPA- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2007, 6 de dezembro. Disponível em <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 01 de ago 2015.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M. **HarvestPlus Handbook for Carotenoid Analysis**. Washington: IFPRI; Cali: CIAT, 2004. 58 p. (HarvestPlus Technical Monograph, 2). Disponível em: <<http://www.harvestplus.org/sites/default/files/tech02.pdf>>. Acesso em: 20 de abr. 2015.



## GANHO GENÉTICO ESPERADO COM A SELEÇÃO EM LINHAGENS ELITE DE FEIJÃO-CAUPI DE PORTE SEMIERETO PARA AS CONCENTRAÇÕES DE FERRO E ZINCO NO GRÃO

### EXPECTED GENETIC GAIN WITH SEMI ERECT ELITE LINES SELECTION FOR IRON AND ZINC CONCENTRATIONS IN THE GRAIN

Cristina Zita de Moraes Costa Dias-Barbosa<sup>1</sup>, Kaesel Jackson Damasceno-Silva<sup>2</sup>, Diego Sávio Vasconcelos de Oliveira<sup>1</sup>, Luis José Duarte Franco<sup>3</sup>, Regilda Saraiva do Reis Moreira-Araújo<sup>4</sup> e Maurisrael de Moura Rocha<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pós-graduando, Universidade Federal do Piauí, Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, B. Ininga, Teresina, PI, 64049-550, cristina.dias@ifma.edu.br, diego.oliveira@embrapa.br

<sup>2</sup>Pesquisador, Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, 5650, B. Buenos Aires, 64006-220, Teresina, PI, maurisrael.rocha@embrapa.br, kaesel.damasceno@embrapa.br

<sup>3</sup>Analista, Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, 5650, B. Buenos Aires, 64006-220, Teresina, PI, luis.franco@embrapa.br

<sup>4</sup>Professora, Universidade Federal do Piauí, Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, B. Ininga, Teresina, PI, 64049-550, regilda@ufpi.edu.br

**RESUMO** - Este trabalho teve como objetivo estimar o ganho genético esperado com a seleção em linhagens elite de feijão-caupi de porte semiereto para as concentrações de ferro e zinco no grão. Foram analisadas amostras de grãos secos de 16 genótipos de feijão-caupi, sendo 15 linhagens e uma cultivar testemunha (BRS Tumucumaque). Os tratamentos foram analisados estatisticamente em delineamento de blocos inteiramente casualizados, em triplicata. Foram realizadas análises de variância; as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ) e os resultados foram expressos em média  $\pm$  desvio padrão; e estimado o ganho genético esperado com a seleção das linhagens com maiores concentrações desses minerais. Os genótipos de feijão-caupi avaliados apresentaram maior ganho esperado com a seleção para a concentração de ferro, relativamente à concentração de zinco. As linhagens MNC04-762F-9 e MNC04-792F-146 destacaram-se quanto às concentrações de ferro e zinco no grão e, portanto, apresentam maior potencial para serem lançados como cultivares biofortificadas nesses minerais.

**Palavras-chave:** *Vigna unguiculata*, biofortificação, microminerais.

**ABSTRACT** - This study aimed to estimate the expected genetic gain with the selection in semi-erect plant elite lines of cowpea for iron and zinc concentrations in the grain. Dry grain samples of 16 cowpea genotypes were analyzed, 15 lines and a cultivar control (BRS Tumucumaque). The treatments were statistically analyzed in a complete randomized block design, in triplicate. Analyses of variance were performed; the means were grouped by the Scott-Knott test ( $p < 0.05$ ) and the results were expressed as mean  $\pm$  standard deviation; and the genetic expected gain with selection of higher concentrations of these minerals was estimated. The lines showed greater genetic gain for iron concentrations than the zinc concentration. The MNC04-762F-9 and MNC04-792F-146 lines highlighted as the iron and zinc concentration in the grain and therefore have higher potential to be released as biofortified cultivars for these minerals.

**Keywords:** *Vigna unguiculata*, biofortification, microminerals.

### INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) faz parte da dieta de milhões de pessoas no Brasil, principalmente nas regiões Norte e Nordeste, sendo um alimento importante da dieta básica de comunidades pobres de países em desenvolvimento. Por isso, este foi incluído no programa de biofortificação de alimentos da Embrapa, o BioFORT, visando a sua biofortificação, principalmente em relação às concentrações dos micronutrientes ferro e zinco.

A existência de variabilidade no germoplasma de feijão-caupi para as concentrações de ferro e zinco tem sido constatada em vários trabalhos (CARVALHO, 2011; MOURA, 2011;

SANTOS; BOITEUX, 2013), o que evidencia a possibilidade de seleção rápida (“fast track”) de genótipos, uma das primeiras etapas de um programa de biofortificação.

Este trabalho teve como objetivo estimar o ganho genético esperado com a seleção em linhagens elites de feijão-caupi de porte semiereto para as concentrações de ferro e zinco no grão.

## MÉTODOS

Foram avaliadas amostras de grãos de 16 genótipos de feijão-caupi, sendo 15 linhagens elite e uma cultivar, oriundos do programa de biofortificação de feijão-caupi da Embrapa Meio-Norte, em Teresina, PI, no ano de 2015. Adotou-se o delineamento em blocos inteiramente casualizados, com três repetições. As amostras foram analisadas para as concentrações de ferro e zinco no grão pela metodologia de digestão nitroperclórica e leitura em espectrofotômetro de emissão atômica com fonte de chamas, segundo Sarruge e Haag (1974), com adaptações. Todas as análises foram realizadas em triplicata. Foram realizadas análises de variância, as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ), os resultados foram expressos em média  $\pm$  desvio padrão e foi estimado o ganho genético esperado com a seleção das linhagens com maiores concentrações desses minerais no grão. Os dados foram analisados estatisticamente, utilizando-se o programa computacional Genes (CRUZ, 2006).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias das concentrações de ferro e zinco no grão dos genótipos de porte semiereto avaliados, encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Concentrações de ferro e zinco e estimativas de ganho genético (Gs) esperado com a seleção, obtidos a partir da avaliação de 16 genótipos de feijão-caupi de porte semiereto. Teresina, PI, 2015.

Genótipo	Ferro (mg 100g <sup>-1</sup> )	Zinco (mg 100g <sup>-1</sup> )
1 - MNC04-762F-3	5,98 $\pm$ 0,17c	4,22 $\pm$ 0,22b
2 - MNC04-762F-9	6,86 $\pm$ 0,26a	4,42 $\pm$ 0,17a
3 - MNC04-769F-30	5,57 $\pm$ 0,09d	4,11 $\pm$ 0,04b
4 - MNC04-769F-48	5,30 $\pm$ 0,32d	4,10 $\pm$ 0,24b
5 - MNC04-769F-62	5,97 $\pm$ 0,28c	4,64 $\pm$ 0,09a
6 - MNC04-782F-104	5,34 $\pm$ 0,13d	4,02 $\pm$ 0,10b
7 - MNC04-792F-143	4,86 $\pm$ 0,36e	3,53 $\pm$ 0,67b
8 - MNC04-792F-144	4,91 $\pm$ 0,08e	4,03 $\pm$ 0,09b
9 - MNC04-792F-146	7,30 $\pm$ 0,18a	4,67 $\pm$ 0,02a
10 - MNC04-792F-148	5,83 $\pm$ 0,20c	4,51 $\pm$ 0,05a
11 - MNC04-795F-153	5,21 $\pm$ 0,48d	3,89 $\pm$ 0,28b
12 - MNC04-795F-154	5,37 $\pm$ 0,18d	4,34 $\pm$ 0,13a
13 - MNC04-795F-155	4,89 $\pm$ 0,50e	3,99 $\pm$ 0,41b
14 - MNC04-795F-159	4,70 $\pm$ 0,01e	3,88 $\pm$ 0,08b
15 - MNC04-795F-168	4,96 $\pm$ 0,09e	3,93 $\pm$ 0,10b
16 - BRS Tumucumaque <sup>1</sup>	6,43 $\pm$ 0,17b	4,47 $\pm$ 0,05a
Média das linhagens (Mo)	5,54 $\pm$ 0,22	4,15 $\pm$ 0,18
Linhagens selecionadas	2, 9	2, 5, 9, 10, 12
Média das linhagens selecionadas (Ms)	7,08 $\pm$ 0,22	4,52 $\pm$ 0,12
CV (%)	4,62	5,67
Gs 1 (%) <sup>2</sup>	9,02	0,91
Gs 2 (%) <sup>3</sup>	24,79	7,24

Médias com diferentes letras na mesma coluna são significativamente diferentes pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ); <sup>1</sup>Testemunha; <sup>2</sup>Ganho genético esperado com a seleção das linhagens com médias iguais ou acima da média da testemunha; <sup>3</sup>Ganho genético esperado com a seleção das linhagens com médias iguais ou acima da média geral das linhagens.

A média da concentração de ferro dos genótipos variou de 4,70 mg 100g<sup>-1</sup> a 7,30 mg 100g<sup>-1</sup>, com média geral de 5,54 mg 100g<sup>-1</sup> (Tabela 1). Carvalho (2011) observou variação para o conteúdo de ferro de 6,1 a 8,1 mg 100g<sup>-1</sup> em um estudo envolvendo 30 genótipos brasileiros de

feijão-caupi, variação essa, maior do que a verificada no presente trabalho. Costa (2013), avaliou 160 populações F3 de feijão-caupi e também obteve uma variação maior (3,76 mg 100g<sup>-1</sup> a 12,13 mg 100g<sup>-1</sup>) do que a do presente trabalho. Os genótipos foram agrupados em cinco grupos, segundo o teste de Scott-Knott (p<0,05). Destacaram-se as linhagens MNC04-762F-9 e MNC04-792F-146, respectivamente com médias de 6,86 mg 100g<sup>-1</sup> e 7,30 mg 100g<sup>-1</sup>, superiores à média da testemunha (BRS Tumucumaque).

A média da concentração de zinco dos genótipos variou de 3,53 mg 100g<sup>-1</sup> a 4,67 mg 100g<sup>-1</sup>, com média geral de 4,15 mg 100g<sup>-1</sup> (Tabela 1). Os genótipos foram agrupados em dois grupos, segundo o teste de Scott-Knott (p<0,05). As linhagens MNC04-792F-146, MNC04-769F-62, MNC04-792F-148, MNC04-762F-9 e MNC04-795F-154 foram semelhantes à testemunha (BRS Tumucumaque), e juntas, destacaram-se dos demais genótipos, com médias acima de 4,0 mg 100g<sup>-1</sup>.

O ganho genético esperado com a seleção (Gs %) das melhores linhagens em relação à média da testemunha (G1), foi maior para o conteúdo de ferro, com 9,02%, relativamente à concentração de zinco (0,91%). Em relação à média das linhagens (Gs2), o ganho para ferro e zinco foi bem maior, respectivamente, 24,79% e 7,24%. Os ganhos para a concentração de ferro foram menor (G1) e maior (G2), respectivamente, do que os resultados de Costa (2013), que obteve Gs de 11,22% ao avaliar 160 populações F2 de feijão-caupi resultante do cruzamento entre as cultivares BRS Xiquexique e BR 17-Gurguéia.

## CONCLUSÃO

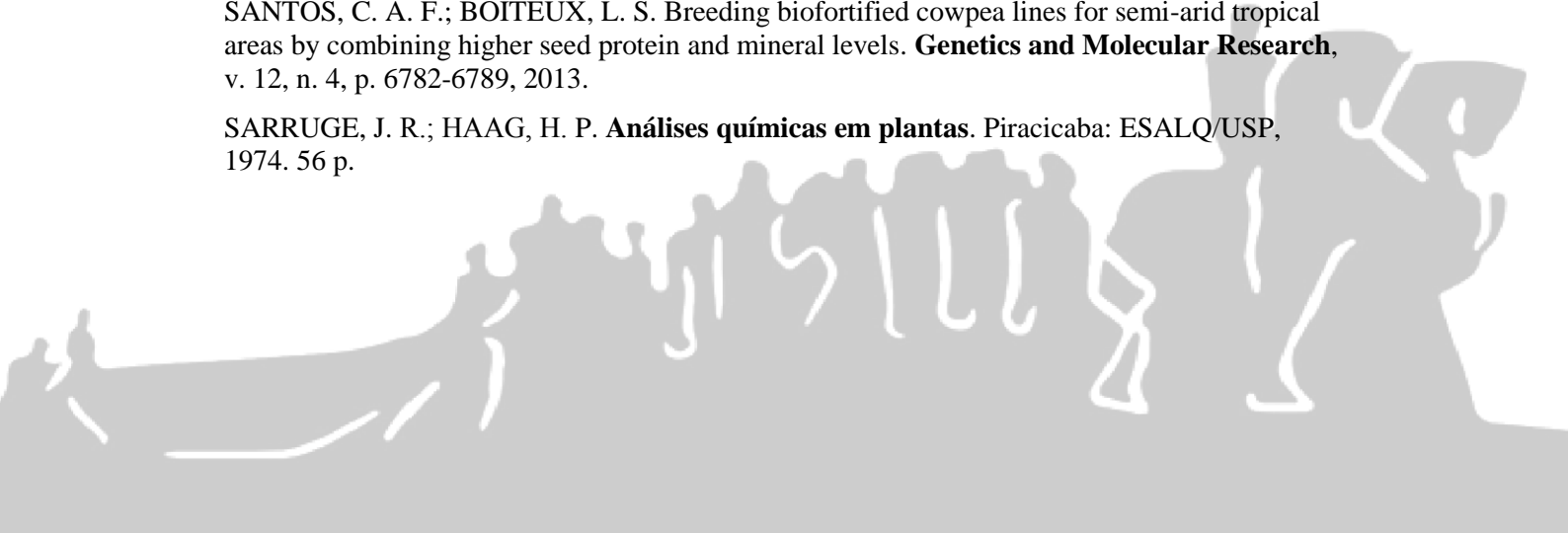
Os genótipos de feijão-caupi de porte semiereto avaliados apresentaram maior ganho esperado com a seleção para a concentração de ferro, relativamente à concentração de zinco. As linhagens MNC04-762F-9 e MNC04-792F-146 destacaram-se quanto às concentrações de ferro e zinco no grão e, portanto, apresentam maior potencial para serem lançados como cultivares biofortificadas nesses minerais.

## AGRADECIMENTOS

Aos programas de biofortificação HarvestPlus e BioFort, pelo apoio financeiro; à Embrapa Meio-Norte, pelo suporte estrutural e técnico na realização das análises laboratoriais.

## REFERÊNCIAS

- CARVALHO, L. C. B. **Cruzamentos dialélicos visando a obtenção de populações produtivas e biofortificadas para os teores de ferro, zinco e proteína em feijão-caupi**. 2011. 111 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2011.
- COSTA, M. M. **Potencial genético de populações segregantes para o teor de ferro e caracteres agrônômicos em feijão-caupi**. 2013. 79 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2013.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes: Estatística experimental e matrizes**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2006. 285 p.
- MOURA, J. O. **Potencial de populações segregantes de feijão-caupi para biofortificação e produção de grãos**. 2011. 81 f. Dissertação (Genética e Melhoramento) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2011.
- SANTOS, C. A. F.; BOITEUX, L. S. Breeding biofortified cowpea lines for semi-arid tropical areas by combining higher seed protein and mineral levels. **Genetics and Molecular Research**, v. 12, n. 4, p. 6782-6789, 2013.
- SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1974. 56 p.





## GANHO GENÉTICO ESPERADO COM A SELEÇÃO EM LINHAGENS ELITE DE FEIJÃO-CAUPI DE PORTE SEMIPROSTRADO PARA AS CONCENTRAÇÕES DE FERRO E ZINCO NO GRÃO

### EXPECTED GENETIC GAIN WITH SEMI PROSTRATE COWPEA ELITE LINES SELECTION FOR IRON AND ZINC CONCENTRATIONS IN THE GRAIN

Cristina Zita de Moraes Costa Dias-Barbosa<sup>1</sup>, Kaesel Jackson Damasceno-Silva<sup>2</sup>, Diego Sávio Vasconcelos de Oliveira<sup>1</sup>, Luis José Duarte Franco<sup>3</sup>, Regilda Saraiva do Reis Moreira-Araújo<sup>4</sup> e Maurisrael de Moura Rocha<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pós-graduando, Universidade Federal do Piauí, Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, B. Ininga, Teresina, PI, 64049-550, cristina.dias@ifma.edu.br, diego.oliveira@embrapa.br

<sup>2</sup>Pesquisador, Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, 5650, B. Buenos Aires, 64006-220, Teresina, PI, maurisrael.rocha@embrapa.br, kaesel.damasceno@embrapa.br

<sup>3</sup>Analista, Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, 5650, B. Buenos Aires, 64006-220, Teresina, PI, luis.franco@embrapa.br

<sup>4</sup>Professora, Universidade Federal do Piauí, Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, B. Ininga, Teresina, PI, 64049-550, regilda@ufpi.edu.br

**RESUMO** - Este trabalho teve como objetivo estimar o ganho genético esperado com a seleção em linhagens elite de feijão-caupi de porte semiprostrado para as concentrações de ferro e zinco no grão. Foram analisadas amostras de grãos secos de 17 genótipos de feijão-caupi, sendo 16 linhagens e uma cultivar testemunha (BRS Xiquexique). Os tratamentos foram analisados estatisticamente em delineamento de blocos inteiramente casualizados, em triplicata. Foram realizadas análises de variância; as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ) e os resultados foram expressos em média  $\pm$  desvio padrão; e estimado o ganho genético esperado com a seleção das linhagens com maiores concentrações desses minerais. Os genótipos de feijão-caupi avaliados apresentaram maior ganho genético esperado com a seleção para a concentração de ferro no grão, relativamente à concentração de zinco. As linhagens MNC04-769F-55 e MNC04-782F-108 apresentaram, respectivamente, concentrações de ferro e zinco similares à testemunha BRS Xiquexique e, portanto, apresentam maior potencial para serem lançadas como cultivares biofortificadas nesses minerais.

**Palavras-chave:** *Vigna unguiculata*, biofortificação, microminerais.

**ABSTRACT** - This study aimed to estimate the expected genetic gain with selection in semi-prostrate cowpea elite lines for iron and zinc concentrations in the grain. Dry grain samples of 17 cowpea genotypes were analyzed, 16 lines and a cultivate control (BRS Xiquexique). The treatments were statistically analyzed in a complete randomized block design, in triplicate. Analyses of variance were performed; the means were grouped by the Scott-Knott test ( $p < 0.05$ ) and the results were expressed as mean  $\pm$  standard deviation; and genetic expected gain with selection of lines with higher concentrations of these minerals was estimated. The cowpea genotypes evaluated showed greater genetic expected gain with selection for the concentration of iron in the grain, than the zinc concentration. The MNC04-769F-55 and MNC04-782F-108 lines presented, respectively, iron and zinc concentrations similar to control BRS Xiquexique and have higher potential to be released as biofortified cultivars in these minerals.

**Keywords:** *Vigna unguiculata*, biofortification, microminerals.

## INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) faz parte da dieta de milhões de pessoas no Brasil, principalmente nas regiões Norte e Nordeste, sendo um alimento importante da dieta básica de comunidades pobres de países em desenvolvimento. Por isso, este foi incluído no programa de biofortificação de alimentos da Embrapa, o BioFORT, visando a sua biofortificação, principalmente em relação às concentrações dos micronutrientes ferro e zinco.



A existência de variabilidade no germoplasma de feijão-caupi para as concentrações de ferro e zinco tem sido constatada em vários trabalhos (CARVALHO, 2011; MOURA, 2011; SANTOS; BOITEUX, 2013), o que evidencia a possibilidade de seleção rápida (“fast track”) de genótipos, uma das primeiras etapas de um programa de biofortificação.

Este trabalho teve como objetivo estimar o ganho genético esperado com a seleção em linhagens elites de feijão-caupi de porte semiprostrado para as concentrações de ferro e zinco no grão.

## MÉTODO

Foram avaliadas amostras de grãos de 17 genótipos de feijão-caupi de porte semiprostrado, sendo 16 linhagens elite e uma cultivar (BRS Xiquexique), oriundos do programa de biofortificação de feijão-caupi da Embrapa Meio-Norte, em Teresina, PI, no ano de 2015. Adotou-se o delineamento em blocos inteiramente casualizados, com três repetições. As amostras foram analisadas para as concentrações de ferro e zinco no grão pela metodologia de digestão nitroperclórica e espectrofotometria de emissão atômica com fonte de chamas, segundo Sarruge e Haag (1974), com adaptações. Todas as análises foram realizadas em triplicata. Foram realizadas análises de variância, as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ), os resultados foram expressos em média  $\pm$  desvio padrão e foi estimado o ganho genético esperado com a seleção das linhagens com maiores concentrações desses minerais no grão. Os dados foram analisados estatisticamente, utilizando-se o programa computacional Genes (CRUZ, 2006).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias das concentrações de ferro e zinco no grão dos genótipos de feijão-caupi de porte semiprostrado avaliados, encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1: Concentrações de ferro e zinco e estimativas do ganho genético (Gs) esperado com a seleção, obtidas a partir da avaliação de 17 genótipos de feijão-caupi de porte semiprostrado. Teresina, PI, 2015.

Genótipo	Ferro (mg 100g <sup>-1</sup> )	Zinco (mg 100g <sup>-1</sup> )
1 - MNC04-768F-21	5,39 $\pm$ 0,15 <sub>c</sub>	3,88 $\pm$ 0,11 <sub>d</sub>
2 - MNC04-769F-49	5,50 $\pm$ 0,32 <sub>c</sub>	3,93 $\pm$ 0,22 <sub>d</sub>
3 - MNC04-768F-16	6,14 $\pm$ 0,33 <sub>c</sub>	4,20 $\pm$ 0,09 <sub>c</sub>
4 - MNC04-769F-25	6,26 $\pm$ 0,44 <sub>c</sub>	4,20 $\pm$ 0,07 <sub>c</sub>
5 - MNC04-769F-26	6,41 $\pm$ 0,29 <sub>c</sub>	4,20 $\pm$ 0,03 <sub>c</sub>
6 - MNC04-769F-27	6,30 $\pm$ 0,28 <sub>c</sub>	4,29 $\pm$ 0,03 <sub>c</sub>
7 - MNC04-769F-31	6,47 $\pm$ 0,04 <sub>c</sub>	4,42 $\pm$ 0,08 <sub>c</sub>
8 - MNC04-769F-45	6,79 $\pm$ 0,22 <sub>b</sub>	4,27 $\pm$ 0,13 <sub>c</sub>
9 - MNC04-769F-46	5,96 $\pm$ 0,26 <sub>c</sub>	3,78 $\pm$ 0,12 <sub>d</sub>
10 - MNC04-769F-55	7,96 $\pm$ 1,45 <sub>a</sub>	4,13 $\pm$ 0,06 <sub>c</sub>
11 - MNC04-774F-78	7,00 $\pm$ 0,15 <sub>b</sub>	4,20 $\pm$ 0,23 <sub>c</sub>
12 - MNC04-774F-90	6,83 $\pm$ 0,39 <sub>b</sub>	4,78 $\pm$ 0,16 <sub>b</sub>
13 - MNC04-782F-108	7,24 $\pm$ 0,56 <sub>b</sub>	5,21 $\pm$ 0,40 <sub>a</sub>
14 - MNC04-792F-123	6,07 $\pm$ 0,21 <sub>c</sub>	4,27 $\pm$ 0,07 <sub>c</sub>
15 - MNC04-792F-129	6,20 $\pm$ 0,52 <sub>c</sub>	3,95 $\pm$ 0,48 <sub>d</sub>
16 - MNC04-792F-158	6,91 $\pm$ 0,17 <sub>b</sub>	4,73 $\pm$ 0,04 <sub>b</sub>
17 - BRS Xiquexique <sup>1</sup>	7,50 $\pm$ 0,39 <sub>a</sub>	5,37 $\pm$ 0,29 <sub>a</sub>
Média das linhagens (Mo)	6,46 $\pm$ 0,36	4,28 $\pm$ 0,29
Linhagens selecionadas	10	13
Média das linhagens selecionadas (Ms)	7,96	5,21
CV (%)	7,24	4,65
Gs 1 (%) <sup>2</sup>	0,51	-2,77
Gs 2 (%) <sup>3</sup>	19,44	20,23

Médias com diferentes letras na mesma coluna são significativamente diferentes pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ); <sup>1</sup>Testemunha; <sup>2</sup>Ganho genético esperado com a seleção das linhagens com médias iguais ou acima

da média da testemunha; <sup>3</sup>Ganho genético esperado com a seleção das linhagens com médias iguais ou acima da média geral das linhagens.

A média da concentração de ferro dos genótipos apresentou amplitude de 5,39 mg 100g<sup>-1</sup> a 7,96 mg 100g<sup>-1</sup>, com média geral de 6,46 mg 100g<sup>-1</sup> (Tabela 1). Estes foram agrupados em três grupos de acordo o teste de Scott-Knott (p<0,05). A linhagem MNC04-769F-55 apresentou concentração de ferro similar à testemunha (BRS Xiquexique) e, juntas, se destacaram dos demais genótipos.

A concentração de zinco dos genótipos variou de 3,78 mg 100g<sup>-1</sup> a 5,37 mg 100g<sup>-1</sup>, com média geral de 4,28 mg 100g<sup>-1</sup> (Tabela 1). Estes foram agrupados em quatro grupos de acordo com o teste de Scott-Knott (p<0,05). A linhagem MNC04-782F-108 apresentou conteúdo de zinco similar à testemunha biofortificada (BRS Xiquexique) e, juntas, destacaram dos demais genótipos.

O ganho genético esperado com a seleção em relação à média da testemunha (Gs 1) para a concentração de ferro foi de 0,51%, menor que a obtida por Costa (2013), que foi de 11,22%. O ganho genético esperado com a seleção em relação à média da testemunha (Gs 1) para o conteúdo de zinco foi negativo (-2,77%) (Tabela 1), tendo em vista que a média da testemunha BRS Xiquexique foi superior à média da melhor linhagem em zinco. Neste caso, é preferível avaliar o Gs com base na média das linhagens, que foi positivo e alto (19,44%). O ganho esperado com a seleção em relação à média das linhagens (Gs 2) foi alto e positivo para ambos os minerais (19,44% e 20,23%), sendo maior que o Gs determinado para ferro (11,22%) por Costa (2013), que também foi com base na média dos genótipos.

## CONCLUSÃO

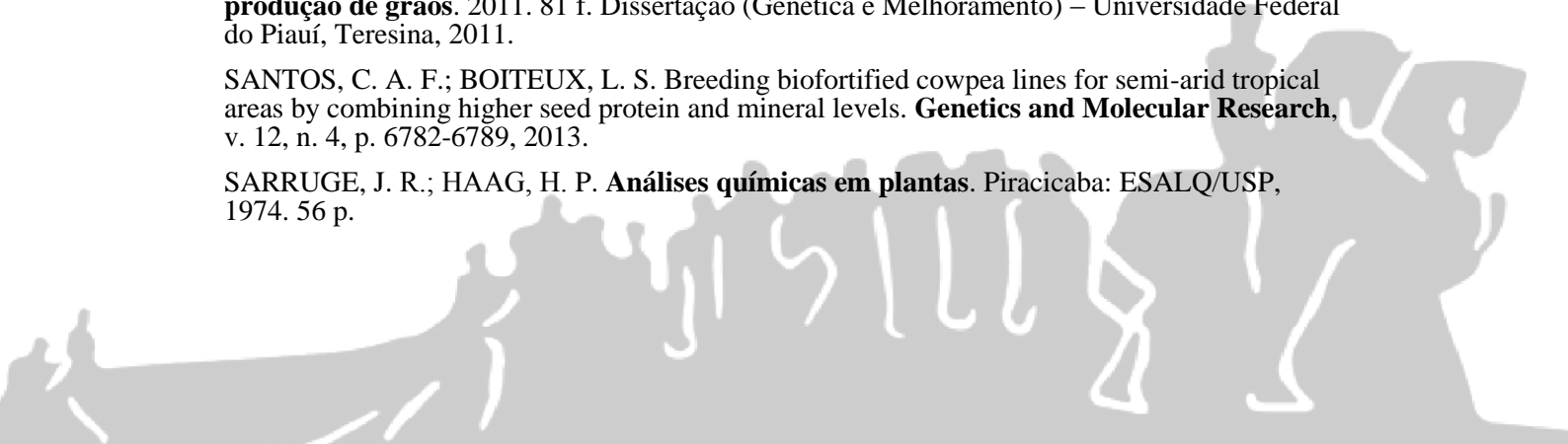
Os genótipos de feijão-caupi de porte semiprostrado avaliados apresentaram maior ganho genético esperado com a seleção para a concentração de ferro no grão, relativamente à concentração de zinco. As linhagens MNC04-769F-55 e MNC04-782F-108 apresentaram, respectivamente, concentrações de ferro e zinco similares à testemunha BRS Xiquexique e, portanto, apresentam maior potencial para serem lançados como cultivares biofortificadas nesses minerais.

## AGRADECIMENTOS

Aos programas de biofortificação HarvestPlus e BioFort, pelo apoio financeiro; à Embrapa Meio-Norte, pelo suporte estrutural e técnico na realização das análises laboratoriais.

## REFERÊNCIAS

- CARVALHO, L. C. B. **Cruzamentos dialélicos visando a obtenção de populações produtivas e biofortificadas para os teores de ferro, zinco e proteína em feijão-caupi**. 2011. 111 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2011.
- COSTA, M. M. **Potencial genético de populações segregantes para o teor de ferro e caracteres agrônômicos em feijão-caupi**. 2013. 79 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2013.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes: Estatística experimental e matrizes**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2006. 285 p.
- MOURA, J. O. **Potencial de populações segregantes de feijão-caupi para biofortificação e produção de grãos**. 2011. 81 f. Dissertação (Genética e Melhoramento) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2011.
- SANTOS, C. A. F.; BOITEUX, L. S. Breeding biofortified cowpea lines for semi-arid tropical areas by combining higher seed protein and mineral levels. **Genetics and Molecular Research**, v. 12, n. 4, p. 6782-6789, 2013.
- SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1974. 56 p.



## POTENCIAL GENÉTICO DE UM CRUZAMENTO DE FEIJÃO-CAUPI PARA AS CONCENTRAÇÕES DE PROTEÍNAS, FERRO E ZINCO NO GRÃO

### COWPEA CROSSING GENETIC POTENTIAL FOR PROTEIN, IRON AND ZINC CONCENTRATIONS IN THE GRAIN

Pauliana de Oliveira Monteiro<sup>1</sup>, Kaesel Jackson Damasceno-Silva<sup>2</sup>, Luis José Duarte Franco<sup>3</sup>, Edivan Carvalho Vieira<sup>4</sup> e Maurisrael de Moura Rocha<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduanda, Universidade Federal do Piauí, Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, B. Ininga, Teresina, PI, 64049-550, opauliana@hotmail.com, diego.oliveira@embrapa.br

<sup>2</sup>Pesquisador, Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, 5650, B. Buenos Aires, 64006-220, Teresina, PI, maurisrael.rocha@embrapa.br, kaesel.damasceno@embrapa.br

<sup>3</sup>Analista, Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, 5650, B. Buenos Aires, 64006-220, Teresina, PI, luis.franco@embrapa.br

<sup>4</sup>Professor, Universidade Federal do Piauí, Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, B. Ininga, Teresina, PI, 64049-550, edivancarvalho@yahoo.com.br

**RESUMO** - O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial genético de um cruzamento de feijão-caupi para as concentrações de ferro, zinco e proteína no grão. Realizou-se um cruzamento entre as cultivares BRS Xiquexique ( $P_1$ ) e BR 17-Gurguéia ( $P_2$ ). Avaliaram-se seis populações: os parentais ( $P_1$  e  $P_2$ ) e quatro populações resultantes do cruzamento entre estes ( $F_{1(1 \times 2)}$ ,  $F_{1(2 \times 1)}$ ,  $F_{2(1 \times 2)}$  e  $F_{2(2 \times 1)}$ ), para as concentrações de proteína, ferro e zinco. Foram realizadas análises de variância e teste de comparação de médias e estimados os parâmetros genéticos: coeficiente de variação genética (CVg), herdabilidade no sentido amplo ( $h^2$ ) e a relação entre o coeficiente de variação genética e o coeficiente de variação experimental (CVg/CVe). Houve efeito materno no controle genético das concentrações de proteína, ferro e zinco. As populações avaliadas apresentaram variabilidade genética e alto componente genético na expressão do fenótipo. A população  $F_{2(1 \times 2)}$  apresentou a maior potencial para a seleção de genótipos com alta concentração de ferro, enquanto a população  $F_{2(2 \times 1)}$  será mais favorável para o melhoramento da concentração de zinco.

**Palavras-chave:** *Vigna unguiculata*, hibridação, populações segregantes, qualidade nutricional.

**ABSTRACT** - The objective of this study was to evaluate the genetic potential of a cowpea crossing for iron, zinc and protein concentrations in the grain. A crossing between BRS Xiquexique ( $P_1$ ) and BR-17 Gurguéia ( $P_2$ ) cultivars was conducted. Six populations: parental ( $P_1$  and  $P_2$ ) and four populations resulting from the crossing of these ( $F_{1(1 \times 2)}$ ,  $F_{1(2 \times 1)}$ ,  $F_{2(1 \times 2)}$  and  $F_{2(2 \times 1)}$ ) were evaluated for the protein, iron and zinc concentrations. Analysis of variance and mean comparison test were performed and estimates of the genetic parameters genetic variation coefficient (CVg), heritability in broad sense ( $h^2$ ) and relationship between the coefficient of genetic variation and the coefficient of experimental variation (CVg/CVe). There were maternal effect in genetic control of the concentrations of proteins, iron and zinc. The populations studied showed high genetic variability and genetic component in phenotype expression. The  $F_{2(1 \times 2)}$  population has greater potential for selection of genotypes with high iron concentration, while the  $F_{2(2 \times 1)}$  population will be more favorable for the improvement of the zinc concentration.

**Keywords:** *Vigna unguiculata*, hybridization, segregating populations, nutritional quality.

### INTRODUÇÃO

O Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma das principais culturas alimentares das regiões Nordeste e Oeste da África. O seu cultivo expande-se pelas regiões tropicais e subtropicais do mundo, com o Brasil ocupando a terceira posição dentre os maiores produtores. Além de um grande gerador de empregos e de renda, destaca-se como o componente principal na dieta dos nordestinos, sendo um alimento bastante nutritivo, rico em proteína e minerais (FREIRE FILHO et al., 2011).

A existência de variabilidade no germoplasma de feijão-caupi para as concentrações de ferro e zinco tem sido constatada em vários trabalhos (CARVALHO, 2011; MOURA, 2011; SANTOS; BOITEUX, 2013) e permitiu a seleção de genitores com altas concentrações desses

nutrientes e a realização dos primeiros cruzamentos com o objetivo de gerar cultivares biofortificadas.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial genético de um cruzamento de feijão-caupi para as concentrações de proteína, ferro e zinco no grão.

## MÉTODO

Realizou-se um cruzamento envolvendo dois genótipos parentais de feijão-caupi, BRS Xiquexique ( $P_1$ ) e BR 17-Gurguéia ( $P_2$ ), na Embrapa Meio-Norte, em Teresina-PI, em condições de telado, como parte do programa de biofortificação do feijão-caupi. A partir do cruzamento entre os parentais  $P_1$  e  $P_2$ , foram obtidas as gerações  $F_1$  e  $F_2$  e seus recíprocos  $F_{1(1 \times 2)}$ ,  $F_{1(2 \times 1)}$ ,  $F_{2(1 \times 2)}$ ,  $F_{2(2 \times 1)}$ . As concentrações de ferro e zinco no grão de feijão caupi foram determinadas pela metodologia de digestão nitroperclórica e leitura em espectrofotômetro de absorção atômica de chama, conforme Sarruge e Haag (1974). A determinação de proteína foi baseada na determinação de nitrogênio, pelo método de Kjeldahl, segundo ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (2005), usando-se o fator de conversão de 6,25. Adotou-se um delineamento em blocos inteiramente casualizados, com seis tratamentos e três repetições. Todas as análises foram realizadas em triplicata. Foram realizadas análises de variância, teste de comparação de médias e estimativas dos parâmetros genéticos: coeficiente de variação genético, relação entre o coeficiente de variação genética e o coeficiente de variação experimental. As análises estatísticas foram realizadas, utilizando o programa computacional Genes (CRUZ, 2006).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias das populações para os caracteres avaliados são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Médias das concentrações de proteína, ferro e zinco de seis populações de feijão-caupi. Teresina, PI, 2014.

População	Proteína (%)	Ferro (mg 100g <sup>-1</sup> )	Zinco (mg 100g <sup>-1</sup> )
$P_1$	27,99 c	5,70 cd	6,64 b
$P_2$	30,43 a	5,58 cd	6,62 b
$F_{1(1 \times 2)}$	29,01 b	5,91 bc	7,04 a
$F_{1(2 \times 1)}$	28,07 c	4,80 d	6,55 b
$F_{2(1 \times 2)}$	26,52 d	7,10 a	6,22 c
$F_{2(2 \times 1)}$	26,34 d	6,75 ab	6,63 b
Média Geral	28,06	5,97	6,61

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

A concentração de proteína variou de 26,34% ( $F_{2(2 \times 1)}$ ) a 30,43% ( $P_2$ ), com uma média geral de 28,06%. A variação e a média de proteína apresentadas pelas populações indicam que há grandes possibilidades de selecionar genótipos com alta concentração de proteína. A média encontrada foi superior às médias encontrada por Moura (2011), que obteve 26,40%, e por Freire Filho et al. (2011), que encontraram média de 24,0%.

Com relação à concentração de ferro, houve uma amplitude de variação de 4,80 mg 100 g<sup>-1</sup> a 7,10 mg 100 g<sup>-1</sup>, com uma média de 5,97 mg 100g<sup>-1</sup>, sendo esta maior do que a encontrada por Rocha et al. (2011), que foi de 5,90 mg 100 g<sup>-1</sup>, e menor do que a média obtida por Carvalho (2011), que foi de 7,37 mg 100 g<sup>-1</sup>.

A concentração de zinco variou de 6,22 mg 100 g<sup>-1</sup> ( $F_{2(1 \times 2)}$ ) a 7,04 mg 100 g<sup>-1</sup> ( $F_{1(1 \times 2)}$ ). Esse caráter apresentou média de 6,61 mg 100 g<sup>-1</sup>, sendo esta superior às médias encontradas por Rocha et al. (2008), Moura (2011) e Carvalho (2011) que encontraram médias de 55,00 mg.

As médias das populações  $F_1$  e seus recíprocos,  $F_{1(1 \times 2)}$  e  $F_{1(2 \times 1)}$  foram estatisticamente diferentes, indicando que neste cruzamento existe efeito materno, ou seja, as populações  $F_2$  e seus recíprocos podem ser explorados de forma diferente no melhoramento dos caracteres nutricionais. Indica também que a seleção só será viável a partir da geração  $F_3$ . Moura (2011), avaliando dois cruzamentos para altas concentrações de ferro e zinco, também encontraram efeito materno para as concentrações de ferro, zinco e proteína.

As estimativas dos parâmetros coeficiente de variação genético (CVg), relação entre o CVg/Cve (coeficiente de variação experimental) e herdabilidade ( $h^2$ ) para os três caracteres avaliados são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Estimativas dos parâmetros genéticos: coeficiente de variação genético (CVg), razão CVg/Cve e herdabilidade ( $h^2$ ) para as concentrações de proteína, ferro e zinco obtidas a partir da avaliação de seis populações de feijão-caupi. Teresina, PI, 2014.

Parâmetros	Proteína (%)	Ferro (mg 100 g <sup>-1</sup> )	Zinco (mg 100 g <sup>-1</sup> )
CVg (%)	5,45	13,5	3,84
$h^2$ (%)	98,77	93,73	95,2
CVg/CVe	5,18	2,23	2,57

O CVg apresentou maior estimativa para a concentração de ferro, indicando maior possibilidade de sucesso com a seleção para esse caráter, relativamente às concentrações de proteína e zinco. A razão CVg/CVe foi maior para a concentração de proteína, sugerindo que dos três caracteres avaliados, este foi o que teve menor influência de fatores ambientais. Os três caracteres apresentaram altas estimativas de herdabilidade (>90%), indicando que existe um alto componente genético na expressão do fenótipo desses caracteres. Essas estimativas foram maiores que as encontradas por Moura (2011), que obteve estimativas das concentrações de proteínas, ferro e zinco, respectivamente de 86%, 12% e 77%.

## CONCLUSÃO

As populações avaliadas apresentaram variabilidade genética e alto componente genético na expressão do fenótipo. Para este cruzamento, existe efeito materno no controle genético das concentrações de proteína, ferro e zinco. A população  $F_{2(1 \times 2)}$  apresenta maior potencial para a seleção de genótipos com alta concentração de ferro, enquanto a população  $F_{2(2 \times 1)}$  será mais favorável para o melhoramento da concentração de zinco.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official Methods of Analysis of AOAC International. 18 ed. Gaithersburg: AOAC International, 2005.
- CARVALHO, L. C. B. **Cruzamentos dialélicos visando à obtenção de populações produtivas e biofortificadas para os teores de ferro, zinco e proteína em feijão-caupi**. 2011. 111 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2011.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes: estatística experimental e matrizes**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2006. 285 p.
- FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. de M.; SILVA, K. J. D.; NOGUEIRA, M. do S. da R.; RODRIGUES, E. V. **Feijão-caupi: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina: Embrapa-Meio-Norte, 84 p. 2011.
- MOURA, J. O. **Potencial de populações segregantes de feijão-caupi para biofortificação e produção de grãos**. 2011. 81 f. Dissertação (Genética e Melhoramento) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2011.
- ROCHA, M. M.; FREIRE FILHO, F. R.; SILVA, K. J. D.; RIBEIRO, V. Q.; BARRETO, A. L. H.; FRANCO, L. J. D.; BASSINELO, P. Z.; NUTTI, M. R.; CARVALHO, J. L. V. **Avaliação dos conteúdos de proteína, ferro e zinco em germoplasma elite de feijão-caupi**, 2008, 4 p. (Embrapa Meio-Norte. Comunicado Técnico, 212).
- SANTOS, C. A. F.; BOITEUX, L. S. Breeding biofortified cowpea lines for semi-arid tropical areas by combining higher seed protein and mineral levels. **Genetics and Molecular Research**, v. 12, n. 4, p. 6782-6789, 2013.
- SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1974. 56 p.



## CONCENTRAÇÃO DE FERRO E ZINCO EM GRÃOS DE TRIGO COLHIDOS E TRILHADOS MANUALMENTE – 2013

### IRON AND ZINC CONCENTRATION IN MANUALLY HARVESTED AND THRESHED WHEAT GRAINS – 2013

Anderson Lazzarotto<sup>1</sup>, Pedro Luiz Scheeren<sup>2</sup>, Eduardo Caierão<sup>2</sup>, Ricardo Lima de Castro<sup>2</sup>, Genei Antonio Dalmago<sup>2</sup>, José Luiz Viana de Carvalho<sup>3</sup>, Marília Regini Nutti<sup>3</sup>, Mariana Biff<sup>4</sup>, Bruna Possebon<sup>4</sup> e Eloi Primaz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Acadêmico do curso de Agronomia, Faculdade IDEAU, Rua Jacob Gremmelmaier, 215, Centro, CEP 99900-000, Getúlio Vargas – RS. E-mail: anderson.lazzarotto@outlook.com

<sup>2</sup>Pesquisador, Embrapa Trigo, Rodovia BR 285, km 294, CEP 99001-970, Passo Fundo - RS.

<sup>3</sup>Pesquisador, Embrapa Agroindústria de Alimentos, Avenida das Américas, 29501, CEP 23020-470, Guaratiba, Rio de Janeiro – RJ.

<sup>4</sup>Acadêmico da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, UPF. Rodovia BR 285, Bairro São José, CEP 99052-900. Passo Fundo - RS.

**RESUMO** - Aproximadamente 2 bilhões de pessoas no mundo sofrem com a deficiência de micronutrientes. Para combatê-la, são fornecidos suplementos de minerais e vitaminas, além da fortificação de alimentos em pós-colheita. No Brasil, a fortificação de farinhas de trigo e de milho com ferro e ácido fólico é obrigatória. Porém, há limites para a fortificação de alimentos e fornecimento de suplementos. Uma forma de auxiliar na redução da desnutrição é o desenvolvimento de produtos agrícolas biofortificados. Este trabalho objetivou quantificar as concentrações de ferro e zinco nos grãos de cultivares de trigo. Em 01 de julho de 2013, na Embrapa Trigo, foi realizada a semeadura de 30 cultivares de trigo indicadas para cultivo no RS, usando parcelas de 2,4 m<sup>2</sup>, com 330 sementes m<sup>-2</sup>. O delineamento experimental foi blocos ao acaso com 4 repetições. A colheita e a trilha foram feitas de forma manual. A quantificação de Fe e Zn foi realizada em espectrômetro de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado e os dados obtidos foram submetidos à ANOVA e ao teste de Scott-Knott, a 5 %. A cultivar BRS Parrudo teve a maior concentração de Fe, mas foi enquadrada como cultivar com concentração intermediária. A cultivar BRS 331 teve a concentração mais elevada de Zn, não diferindo significativamente das cultivares TBIO Seletto, CD 1440 e BRS Parrudo, sendo esses valores superiores à concentração alvo.

**Palavras-Chave:** biofortificação; micronutrientes; deficiências nutricionais.

**ABSTRACT** - About 2 billion people worldwide suffer from micronutrient deficiencies. To fight it, provided mineral supplements and vitamins, in addition to food fortification in post-harvest. In Brazil, the fortification of wheat flour and corn with iron and folic acid is mandatory. However, there are limits to food fortification and supply of supplements. One way to help reduce malnutrition is developing biofortified crops. This study aimed to quantify the iron and zinc concentrations in wheat cultivars grains. On July 1, 2013, at Embrapa Wheat, sowing 30 wheat cultivars in cultivation in the RS was performed, using plots of 2,4 m<sup>2</sup>, with 330 seeds m<sup>2</sup>. The experimental design was a randomized block design with four replications. The harvest was done manually. The quantification of iron and zinc was held in optical emission spectrometer with inductively coupled plasma and the data were submitted to ANOVA and Scott-Knott test at 5%. BRS Parrudo showed the highest concentration of iron, but was framed as cultivar with intermediate concentration. BRS 331 showed the highest concentration of zinc, do not differing significantly from TBIO Seletto, CD 1440 and BRS Parrudo, was these levels above the target concentration.

**Keywords:** biofortification; micronutrients; nutritional deficiencies.

### INTRODUÇÃO

A demanda por alimentos no mundo tem aumentado significativamente devido ao crescimento da população. As técnicas agrícolas desenvolvidas na “revolução verde” permitem



suprir grande parte da demanda de alimentos. Contudo, deficiências nutricionais, principalmente de micronutrientes, tem persistido mesmo com o aumento da produção de alimentos. Cerca de 2 bilhões de pessoas possuem a deficiência de um ou mais micronutrientes (FAO, 2013). Para combatê-la, os países em desenvolvimento fornecem suplementos de minerais e vitaminas para mulheres grávidas e crianças, além da fortificação de alimentos em pós-colheita (NUTTI et al., 2006). No Brasil, a fortificação de farinhas de trigo e de milho com ferro (Fe) e ácido fólico é obrigatória desde 2002 (BRASIL, 2002). Entretanto, há limites para a fortificação de alimentos e fornecimento de suplementos comerciais, pois seu consumo massivo pode ser prejudicial ao organismo humano (CARVALHO; NUTTI, 2012). Uma forma de complementar as ações de redução da desnutrição é a criação de produtos agrícolas biofortificados, com maior conteúdo destes nutrientes. Este trabalho objetivou quantificar as concentrações de ferro (Fe) e zinco (Zn) nos grãos de cultivares de trigo.

## **MÉTODO**

Em 01 de julho de 2013, no campo experimental da Embrapa Trigo, foi realizada a semeadura de 30 cultivares de trigo indicadas para cultivo no RS, usando parcelas de 2,4 m<sup>2</sup>, com 330 sementes por m<sup>2</sup>. O delineamento experimental foi blocos ao acaso com quatro repetições. A colheita e a trilha foram feitas de forma manual, evitando o contato dos grãos com metais e possível contaminação. Amostras de 100 g de grãos de cada cultivar foram enviadas à Embrapa Agroindústria de Alimentos para determinação da concentração de Fe e Zn. A quantificação de Fe e Zn foi realizada em espectrômetro de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado. Os dados foram submetidos à análise de variância e comparadas através do teste de Scott-Knott, a 5 % de probabilidade de erro.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A cultivar BRS Parrudo teve a maior concentração de Fe entre os genótipos avaliados, com 41,35 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 1), enquanto a média geral foi 33,27 mg kg<sup>-1</sup>. A concentração de Fe em BRS Parrudo foi cerca de 20 % menor do que a concentração alvo para ser considerada como produto biofortificado, que é de 52 mg kg<sup>-1</sup> (BOUIS et al., 2011). No entanto, no programa HarvestPlus, o limite exigido para classificação na concentração intermediária é a concentração básica (30 mg kg<sup>-1</sup>), somada à 50 % da diferença entre a concentração básica e a concentração alvo, determinando o valor final de 41 mg kg<sup>-1</sup>. Assim, a concentração de Fe obtida nos grãos da cultivar BRS Parrudo foi suficiente para enquadrá-la como cultivar com concentração intermediária.



**Tabela 1. Concentração de Zinco e Ferro nos grãos de cultivares de trigo indicadas para cultivo no Rio Grande do Sul, em 2013.**

<b>Genótipo</b>	<b>Média Zn (mg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Média Fe (mg kg<sup>-1</sup>)</b>
BRS 331	37,28 a	37,85 b
TBIO Seletto	34,97 a	33,18 e
CD 1440	34,50 a	38,31 b
BRS Parrudo	33,97 a	41,35 a
BRS Guamirim	33,20 b	37,40 b
JF 90	32,76 b	35,41 d
TBIO Alvorada	32,69 b	32,79 e
Fundacep Raízes	32,66 b	33,57 e
Topázio	32,22 b	36,01 c
BRS 328	32,22 b	34,54 d
BRS 327	32,17 b	38,09 b
TEC Vigore	32,04 b	36,57 c
CD 1550	31,89 b	36,37 c
TBIO Tibagi	31,21 b	34,27 d
Ametista	30,75 b	31,43 f
TBIO Pioneiro	30,40 c	30,13 g
TEC Frontale	30,31 c	33,06 e
Jadeíte 11	30,22 c	35,35 d
Marfim	29,81 c	32,24 e
TBIO Mestre	28,92 c	33,08 e
Fundacep Horizonte	28,91 c	32,29 e
Estrela Atria	28,57 c	31,47 f
Fundacep 52	28,02 c	35,40 d
Fundacep Bravo	27,91 c	33,94 e
Campeiro	27,62 c	29,30 g
TBIO Sinuelo	27,61 c	27,78 h
TBIO Iguaçu	27,13 c	25,43 i
TBIO Itaipu	27,12 c	25,39 i
Quartzo	27,07 c	26,23 i
Mirante	25,98 c	29,82 g
Média geral	30,68	33,27
C.V.	6,86 %	3,84 %

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro.

A média geral das cultivares para Zn foi de 30,68 mg kg<sup>-1</sup>. A cultivar BRS 331 teve a concentração mais elevada de Zn (37,28 mg kg<sup>-1</sup>) (Tabela 1), não diferindo significativamente de TBIO Seletto (34,97 mg kg<sup>-1</sup>), CD 1440 (34,50 mg kg<sup>-1</sup>) e BRS Parrudo (33,97 mg kg<sup>-1</sup>). Esses valores foram superiores à concentração alvo referida pelo Programa HarvestPlus, que é de 33 mg kg<sup>-1</sup> (BOUIS et al., 2011). Logo, BRS 331, TBIO Seletto, CD 1440 e BRS Parrudo podem ser consideradas como cultivares biofortificadas em termos de concentrações de Zn. Além disso, BRS Guamirim, com 33,20 mg kg<sup>-1</sup>, também atingiu a concentração alvo, mas diferiu das cultivares anteriores.

## CONCLUSÃO

Assim, foi observada grande amplitude nas concentrações, tanto de Fe, quanto de Zn nos grãos das cultivares de trigo, sendo a cultivar BRS Parrudo a que apresentou a maior concentração de Fe, enquanto BRS 331, TBIO Seletto, CD 1440 e BRS Parrudo apresentaram as maiores concentrações de Zn. Como o melhoramento não vinha buscando cultivares biofortificadas, surge uma nova oportunidade para o melhoramento de trigo, que é o desenvolvimento de produtos biofortificados com elevados os teores de Fe e Zn.

## AGRADECIMENTOS

Ao HarvestPlus e ao CNPq pela disponibilização de recursos financeiros. Aos funcionários da Embrapa Trigo, Ivan Rodrigo Neuls e Dirceu Rebechi, pela colaboração na realização deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

- BOUIS, H. E.; HOTZ, C.; McCLAFFERTY, B.; MEENAKSHI, J. V.; PFEIFFER, W. H. Biofortification: A new tool to reduce micronutrient malnutrition. **Food and Nutritional Bulletin**, vol. 32, n.1, 2011.
- BRASIL. Resolução RDC nº 344, de 13 de dezembro de 2002. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 18 dez. 2002. Seção 1. p. 58.
- CARVALHO, J. L. V.; NUTTI, M. R. Biofortificação de produtos agrícolas para nutrição humana. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 64., 2012, São Luís. **Ciência, cultura e saberes tradicionais para enfrentar a pobreza**. São Luís: SBPC: UFMA, 2012.
- FAO. **El estado mundial de la agricultura y la alimentación: sistemas alimentarios para una mejor nutrición**. Roma: FAO, 2013. 109 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/018/i3300e/i3300e.pdf>> Acesso em: 01 mar 2014.
- NUTTI, M. R.; CARVALHO, J. L. V.; WATANABE, E. A biofortificação como ferramenta para combate a deficiências em micronutrientes. In: SILVA, C. R.; FIGUEIREDO, B. R.; CAPITANI, E. M. de; CUNHA, F. G. **Geologia médica no Brasil: efeitos dos materiais e fatores geológicos na saúde humana e meio ambiente**. Rio de Janeiro: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2006. p. 43-47. Disponível em: <[http://www.cprm.gov.br/publique/media/geo\\_med7.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/geo_med7.pdf)> Acesso em: 16 mar. 2014.



## CONCENTRAÇÃO DE FERRO E ZINCO EM GRÃOS DE CULTIVARES DE TRIGO SOB COLHEITA MANUAL E MECANIZADA – 2013

### IRON AND ZINC CONCENTRATION IN MANUALLY OR MECHANICALLY HARVESTED AND THRESHED WHEAT GRAIN CULTIVARS – 2013

Anderson Lazzarotto<sup>1</sup>, Pedro Luiz Scheeren<sup>2</sup>, Eduardo Caierão<sup>2</sup>, Ricardo Lima de Castro<sup>2</sup>, Genei Antonio Dalmago<sup>2</sup>, José Luiz Viana de Carvalho<sup>3</sup>, Marília Regini Nutti<sup>3</sup>, Mariana Biff<sup>4</sup>, Bruna Possebon<sup>4</sup>, Eloi Primaz<sup>1</sup> e Messias Vivian Junior<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Acadêmico do curso de Agronomia, Faculdade IDEAU, Rua Jacob Gremmelmaier, 215, Centro, CEP 99900-000, Getúlio Vargas – RS. E-mail: anderson.lazzarotto@outlook.com

<sup>2</sup>Pesquisador, Embrapa Trigo, Rodovia BR 285, km 294, CEP 99001-970, Passo Fundo - RS.

<sup>3</sup>Pesquisador, Embrapa Agroindústria de Alimentos, Avenida das Américas, 29501, CEP 23020-470, Guaratiba, Rio de Janeiro – RJ.

<sup>4</sup>Acadêmico da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, UPF. Rodovia BR 285, Bairro São José, CEP 99052-900. Passo Fundo - RS.

**RESUMO** - O trigo é um alimento básico para população mundial e pode ser usado no auxílio da redução das deficiências de micronutrientes. Este trabalho objetivou quantificar as concentrações de Fe e Zn nos grãos de cultivares de trigo e avaliar a influência da forma de colheita, manual ou mecanizada, nestas concentrações. A quantificação de Fe e Zn foi realizada em espectrômetro de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado. As formas de colheita do trigo não apresentaram diferenças significativas na concentração de Fe e Zn nos grãos. A cultivar BRS 331 mostrou a maior concentração de Zn. As cultivares TBIO Seletto, CD 1440 e BRS Parrudo, também apresentaram valores superiores à concentração alvo. A cultivar BRS Parrudo teve a maior concentração de Fe, mas foi enquadrada como cultivar com concentração intermediária.

**Palavras-Chave:** Cereal; Triticum; biofortificação; cultivar.

**ABSTRACT** - Wheat is a staple food for world population and can be used in helping to reduce micronutrient deficiencies. This study aimed to quantify the concentration of iron and zinc in wheat cultivar grains and to evaluate the influence of the way of harvest, by hand or mechanized, in those concentrations. The quantification of iron and zinc was held in optical emission spectrometer with inductively coupled plasma. The way of wheat harvest did not show significant difference in concentration of iron and zinc in the grain. BRS 331 showed the highest concentration of zinc. TBIO Seletto, CD1440 and BRS Parrudo also showed levels above the target concentration. BRS Parrudo showed the highest concentration of iron, but was framed as cultivar of intermediate concentration.

**Keywords:** Cereal; Triticum; biofortification; cultivar.

### INTRODUÇÃO

O trigo, por possuir elevado valor nutritivo, além de outras características como a baixa quantidade de água no grão, a facilidade de processamento e de transporte, tornou-se um alimento básico de grande parte da população mundial. Devido a abrangência de seu consumo, o trigo pode ser utilizado como importante ferramenta no auxílio da redução das deficiências de micronutrientes, que atinge, aproximadamente, dois bilhões de pessoas ao redor do mundo (FAO, 2013).

Para analisar a concentração de micronutrientes em grãos de culturas alimentares básicas, o programa HarvestPlus de biofortificação recomenda que as amostras sejam colhidas de forma manual, para evitar contaminação das amostras e interferência nas análises (STANGOULIS & SISON, 2008). Contudo, a realização das práticas de colheita e debulha de grãos de trigo de forma manual demanda grande quantidade de tempo e de mão-de-obra, o que acaba limitando a quantidade de genótipos avaliados. Este trabalho objetivou quantificar as concentrações de ferro (Fe) e zinco (Zn) nos grãos de cultivares de trigo e avaliar a influência da forma de colheita nas concentrações de Fe e Zn, no trigo.

## MÉTODOS

O trabalho foi realizado no campo experimental da Embrapa Trigo, em 2013. Foi realizada a semeadura de 30 cultivares de trigo indicadas para cultivo no RS, usando parcelas de 2,4 m<sup>2</sup>, com 330 sementes por m<sup>2</sup>. O delineamento experimental foi blocos ao acaso com quatro repetições. A colheita foi realizada em duas etapas, sendo a primeira feita de forma manual, e a segunda etapa da colheita foi realizada de forma mecanizada, com a utilização de uma colhedora de parcelas, da marca Wintersteiger. Amostras de 100 g de grãos de cada cultivar, de ambas as formas de colheita, foram analisadas na Embrapa Agroindústria de Alimentos para determinação da concentração de Fe e Zn. A quantificação de Fe e Zn foi realizada em espectrômetro de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e complementada pelo teste de agrupamento de médias de Scott-Knott, a 5 % de probabilidade de erro.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As formas de colheita do trigo, manual e mecanizada, não apresentaram diferenças significativas na concentração de Fe e Zn nos grãos (Tabela 1) para este grupo de cultivares de trigo incluídas neste ensaio. Assim, por meio da colheita mecanizada, será possível avaliar maior quantidade de genótipos com os mesmos recursos humanos em tempo similar, permitindo ampliar os estudos para a identificação de genótipos com altas concentrações destes nutrientes, tanto para uso no melhoramento como para a indicação de cultivar biofortificada.

**Tabela 1. Concentração média de Zinco e Ferro em grãos de cultivares de trigo colhidos de forma manual e mecanizada, em 2013.**

Forma de colheita	Média Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	Média Fe (mg kg <sup>-1</sup> )
Manual	30,68 a	33,28 a
Mecanizada	30,63 a	33,42 a

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro.

A média geral das cultivares para Zn foi de 30,66 mg kg<sup>-1</sup>. A cultivar BRS 331 teve a concentração mais elevada de Zn (com 36,83 mg kg<sup>-1</sup>), diferindo significativamente das demais (Tabela 2). As cultivares TBIO Seletto (34,21 mg kg<sup>-1</sup>), CD 1440 (33,99 mg kg<sup>-1</sup>) e BRS Parrudo (33,80 mg kg<sup>-1</sup>) também apresentaram valores superiores à concentração alvo referida pelo Programa HarvestPlus, que é de 33 mg kg<sup>-1</sup> (BOUIS et al., 2011). Logo, BRS 331, TBIO Seletto, CD 1440 e BRS Parrudo podem ser consideradas como cultivares biofortificadas em termos de concentrações de Zn. Além dessas, BRS Guamirim (com 33,14 mg kg<sup>-1</sup>) também atingiu a concentração alvo.



**Tabela 2. Concentração de Zinco e Ferro nos grãos de cultivares de trigo indicadas para cultivo no Rio Grande do Sul, em 2013.**

Genótipo	Média Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	Média Fe (mg kg <sup>-1</sup> )
BRS 331	36,83 a	37,94 b
TBIO Selete	34,21 b	32,79 f
CD 1440	33,99 b	37,85 b
BRS Parrudo	33,80 b	41,32 a
BRS Guamirim	33,14 c	37,19 c
JF 90	32,77 c	35,65 d
FUNDACEP Raízes	32,76 c	33,79 e
TEC Vigore	32,61 c	36,78 c
TBIO Alvorada	32,19 c	32,55 f
Topázio	32,04 c	35,89 d
CD 1550	32,01 c	36,11 d
BRS 327	31,88 c	38,70 b
BRS 328	31,74 c	34,53 e
TBIO Tibagi	31,38 c	34,31 e
TEC Frontale	30,94 c	33,69 e
TBIO Pioneiro	30,90 c	30,77 g
Ametista	30,19 d	31,54 g
Marfim	29,91 d	32,30 f
Jadeite 11	29,84 d	35,22 d
TBIO Mestre	29,09 d	33,22 e
Estrela Átria	28,94 d	31,89 f
FUNDACEP Horizonte	28,87 d	32,34 f
FUNDACEP 52	28,13 e	35,33 d
Campeiro	27,94 e	29,17 h
TBIO Itaipu	27,51 e	25,75 i
TBIO Sinuelo	27,50 e	28,16 h
Quartzo	27,48 e	26,72 i
TBIO Iguaçu	27,47 e	25,85 i
FUNDACEP Bravo	27,23 e	33,42 e
Mirante	25,77 e	29,61 h
Média geral	30,66	33,35
C.V.	6,42 %	3,85 %

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro.

A cultivar BRS Parrudo teve a maior concentração de Fe entre os genótipos avaliados, com 41,32 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 2), enquanto a média geral foi 33,35 mg kg<sup>-1</sup>. A concentração de Fe em BRS Parrudo foi cerca de 20 % menor do que a concentração alvo para ser considerada como produto biofortificado, que é de 52 mg kg<sup>-1</sup> (BOUIS et al., 2011). No entanto, no programa HarvestPlus, o limite exigido para classificação na concentração intermediária é a concentração básica (30 mg kg<sup>-1</sup>), somada à 50 % da diferença entre a concentração básica e a concentração alvo, determinando o valor final de 41 mg kg<sup>-1</sup>. Assim, a concentração de Fe obtida nos grãos da cultivar BRS Parrudo foi apenas suficiente para enquadrá-la como cultivar com concentração intermediária.

## CONCLUSÃO

As formas de colheita e debulha dos grãos, manual e mecanizada, não ocasionam variação significativa nas concentrações de Fe e Zn nos grãos de trigo, indicando que as amostras colhidas mecanicamente poderão ser submetidas à análise de quantificação de Fe e Zn nos grãos, sem interferência nos resultados.

Também foi observada grande amplitude nas concentrações, tanto de Fe, quanto de Zn nos grãos das cultivares de trigo, sendo a cultivar BRS Parrudo a que apresentou a maior



concentração de Fe, enquanto BRS 331, TBIO Seleto, CD 1440 e BRS Parrudo apresentaram as maiores concentrações de Zn.

#### **AGRADECIMENTOS**

Ao HarvestPlus e ao CNPq pela disponibilização de recursos financeiros. Aos funcionários da Embrapa Trigo, Ivan Rodrigo Neuls e Dirceu Rebechi, pela colaboração na realização deste trabalho.

#### **REFERÊNCIAS**

BOUIS, H. E.; HOTZ, C.; McCLAFFERTY, B.; MEENAKSHI, J. V.; PFEIFFER, W. H. Biofortification: A new tool to reduce micronutrient malnutrition. **Food and Nutritional Bulletin**, vol. 32, n.1, 2011.

FAO. **El estado mundial de la agricultura y la alimentación**: sistemas alimentarios para una mejor nutrición. Roma: **FAO**, 2013. 109 p.

STANGOULIS, J.; SISON, C. Crop sampling protocols for micronutrient analysis. Washington: **HarvestPlus Technical monograph** series 7, 2008. 20 p.



**AVANÇOS NO MELHORAMENTO GENÉTICO DO ARROZ VISANDO  
ELEVADAS CONCENTRAÇÕES DE ZINCO EM GRÃO POLIDO**  
**RICE BREEDING ADVANCES TARGETING HIGH CONCENTRATIONS OF  
ZINC IN POLISHED GRAIN**

Péricles de Carvalho Ferreira Neves<sup>1</sup>, José Almeida Pereira<sup>2</sup>, Priscila Zaczuk Bassinello<sup>3</sup>, José Luiz Viana de Carvalho<sup>4</sup>, Francisco Pereira Moura Neto<sup>5</sup>, Ivã Matsushige<sup>6</sup>

<sup>1</sup>PhD, Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO-462 km 12 Zona Rural 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO, pericles.neves@embrapa.br

<sup>2</sup>MSc, Embrapa Meio Norte, Teresina, PI. jose.almeida@embrapa.br

<sup>3</sup>DSc, Embrapa Arroz e Feijão, priscila.bassinello@embrapa.br

<sup>4</sup>MSc, Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ. jose.viana@embrapa.br

<sup>5</sup>MSc, Embrapa Arroz e Feijão, francisco.moura@embrapa.br

<sup>6</sup>MSc, Embrapa Arroz e Feijão, iva.matsushige@embrapa.br

**RESUMO** - O melhoramento populacional tem sido utilizado para melhorar cultivares de arroz a partir de uma base genética mais ampla. O objetivo deste trabalho foi avaliar 229 famílias S<sub>1</sub> da população BioFORT 1 em seu segundo ciclo de seleção recorrente, em relação ao conteúdo de Zn em grão polido e outras características agronômicas. Também foram testados cinco genótipos em sistemas de sequeiro e irrigado, para observar o efeito do solo e sistema sobre a concentração de Zn em grão polido. Em ambos os casos, utilizou-se como testemunha a cultivar comercial BRS Sertaneja. Os resultados mostraram uma variação importante na população BioFORT 1, com concentração média de Zn de 24,5 mg kg<sup>-1</sup> e um valor máximo de 35,3 mg kg<sup>-1</sup>, superior à BRS Sertaneja. Outros caracteres são compatíveis com as cultivares modernas. As avaliações sob diferentes sistemas e solos indicam que não existe uma correlação entre o teor de Zn no solo e nos grãos polidos. No entanto, interação genótipo x local significativa foi observada no sistema de terras altas, indicando que a seleção do genótipo deve levar em conta a região em que a futura cultivar será adotada.

**Palavras-chave:** Melhoramento populacional, arroz biofortificado.

**ABSTRACT** - Population breeding has been employed to improve rice cultivar from a broader genetic basis. The objective of this study was to evaluate 229 S<sub>1</sub> families from the population Biofort 1 in its second recurrent selection cycle regarding to Zn content in polished grains and other agronomic characteristics. Five genotypes were tested too under cultivation in upland and irrigated systems, to observe the effect of soil and system over Zn content in polished grain. In both cases, the commercial cultivar BRS Sertaneja was utilized as check. The results showed important variation in Biofort 1 population, with average Zn content of 24,5 mg.kg<sup>-1</sup> and maximum value of 35,3 mg.kg<sup>-1</sup>, superior to BRS Sertaneja. Other traits are compatible with modern cultivars. Evaluation under different systems and soil indicate that there is no correlation between Zn content in soil and polished grains. However, significant genotype x local interaction was observed in the upland system, indicating that genotype selection should take into account the region in which the future cultivar will be adopted.

**Keywords:** Population breeding, biofortified rice.

## INTRODUÇÃO

No Brasil, há prevalência de ingestão inadequada de Zn por 23,4% da população, sendo de maior ocorrência no meio rural do que no urbano, em homens do que em mulheres e na região Nordeste do país (Araújo, 2013). O arroz é alimento básico da população brasileira, sendo consumido em todo o país. O desenvolvimento de novas cultivares com concentração elevada de Zn depende tanto da metodologia adequada de melhoramento genético quanto do sistema adequado de avaliação e seleção de linhagens com foco na região de adoção e sistema de cultivo. O melhoramento populacional tem sido utilizado com eficiência em arroz, na concentração de

alelos responsáveis por diversos caracteres de controle genético complexo (Rangel et al., 2005). O objetivo deste trabalho foi avaliar famílias  $S_1$  da população de arroz Biofort 1, em segundo ciclo de seleção recorrente para o desenvolvimento de novas cultivares, e também verificar a concentração de Zn no grão em linhagens e cultivares de arroz quando cultivadas em solos e sistemas de cultivo distintos.

## MÉTODO

### Avaliação de famílias $S_1$

229 famílias  $S_1$  da população Biofort 1, obtida em 2010, no segundo ciclo de seleção recorrente (Neves et al. 2015, no prelo) foram avaliadas em campo, em Blocos Aumentados de Federer, na safra 2013/2014. O experimento foi cultivado no sistema de terras altas, na Embrapa Meio-Norte, em Teresina, PI. As parcelas consistiram de quatro linhas de 5 m, e densidade de semeadura de 70 sementes/m. A área útil consistiu das duas linhas centrais colhidas integralmente. Os tratamentos foram avaliados para teor de Zn total em grão polido, além de produtividade, altura de planta, ciclo vegetativo e qualidade dos grãos. As testemunhas foram as variedades Chorinho e Carolino e a cultivar BRS Sertaneja.

### Avaliação de genótipos de arroz

Foram avaliados cinco genótipos de arroz (BRS Esmeralda, Chorinho, BRA02535, BRS Sertaneja e Var. referência), sendo a cultivar BRS Sertaneja utilizada como testemunha. Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso com três repetições, em seis locais, sendo três em terras altas e três em sistema irrigado por lâmina de água. Todos os experimentos foram conduzidos na safra 2013/2014, na Embrapa Arroz e Feijão, exceto um, na Embrapa Meio-Norte, PI. As parcelas consistiram de quatro linhas de 3 m, espaçadas e 30 cm em terras altas e 17 cm no sistema irrigado. A densidade de semeadura foi de 70 sementes/m. Não houve aplicação de defensivos ou fertilização química. Para análise do solo, uma amostra composta representativa de cada local foi coletada imediatamente antes do plantio (Tabela 2). A área útil consistiu das duas linhas centrais colhidas integralmente.

### Avaliação de Zn

As avaliações de Zn e análise de solo foram realizadas na Embrapa Arroz e Feijão. Para os grãos utilizou-se a técnica de análise por espectrofotometria de absorção atômica por chama (KALRA, 1998).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Avaliação de famílias $S_1$

Observou-se grande variação nos teores de Zn entre famílias (Figura 1). A média da população, de  $24,5 \text{ mg kKg}^{-1}$ , foi superior à da melhor testemunha, Chorinho, onde foi observada a concentração de  $21,9 \text{ mg kg}^{-1}$ . A concentração máxima de Zn foi de  $35,3 \text{ mgkg}^{-1}$ , indicando que o uso da população Biofort 1 pode ser um método eficiente para o desenvolvimento de novas cultivares com maiores teores de Zn. Para todas as outras características, a população apresentou grande variação. A maior produtividade foi de  $6.166 \text{ kgha}^{-1}$ , superior à melhor testemunha, BRS Sertaneja, que produziu  $4.179 \text{ kgha}^{-1}$ .



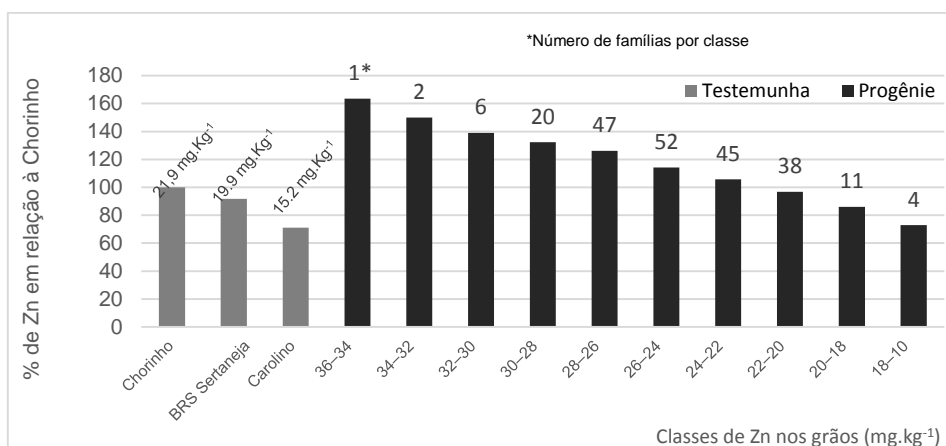


Figura 1. Variação na concentração de Zn em grãos polidos de arroz na população Biofort 1. Média: 24,5 mgkg<sup>-1</sup>; DMS: 3,1 mgkg<sup>-1</sup>; CV% 7,2.

### Avaliação de genótipos de arroz

No sistema de arroz irrigado, observou-se pouca variação nos teores de Zn nos grãos dos diferentes genótipos em diferentes locais, sem interação significativa genótipo x local, quando comparado com o sistema de terras altas (Tabela 1). Neste último houve forte interação genótipo x local, indicando que a seleção de genótipos neste sistema deve explorar a avaliação multilocal. Os teores de Zn no solo variaram de 2,7 mg/dm<sup>3</sup>, no nível crítico, a 5,7 mg/dm<sup>3</sup>. Entretanto não foi verificada correlação significativa entre teor de Zn no grão e no solo.

Tabela 1. Concentração de zinco em linhagens e variedades de arroz avaliadas em sistema de terras altas e irrigado com lâmina de água. Ano agrícola 2013/14.

Genótipo	Sistema Terras Altas				Sistema Irrigado			
	Palmital	Capivara	CPMN <sup>1</sup>	Média (análise conjunta)	Área 38	Área 53	Área 16	Média (análise conjunta)
BRS Esmeralda	13,7 AB	17,9 A	21,1 A	18,1 A	25,7 A	23,6 A	24,8 A	24,7 A
Chorinho	17,1 A	16,6 A	19,4 A	17,8 AB	19,5 B	16,4 B	17,8 B	17,9 B
BRA02535	14,1 AB	17,9 A	18,6 A	16,9 AB	19,3 B	15,5 B	17,5 B	17,5 B
BRS Sertaneja	10,6 B	14,0 A	19,2 A	15,1 BC	16,8 B	16,9 B	17,6 B	17,1 B
Var. referência	11,3 B	15,2 A	13,3 B	13,3 C	14,9 B	12,2 B	11,8 C	13,0 C
CV	12,1	18,5	8,4	12,5	8,6	10,5	8,8	8,9
Média	13,6	16,3	18,3	16,2	19,3	17,0	17,9	18,0
DMS 5%	5,5	9,2	4,3	2,9	4,6	5,0	4,4	2,2
Zn no solo (mg/dm <sup>3</sup> )	4,2	3,3	3,5		4,0	2,7	5,7	

<sup>1</sup>Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI.

Tabela 2. Resultados de análise de solo nos diferentes locais de avaliação. Ano agrícola 2013/14.

Local	Data das coletas	pH em H <sub>2</sub> O	Resultados físico-químicos*										M.O. g/kg
			Ca	Mg	Al	H + Al	P	K	Cu	Zn	Fe	Mn	
			mmol/dm <sup>3</sup>				mg/dm <sup>3</sup>						
Área 38	dezembro/2013	5	19	9	2	40	7,8	78	4,5	4,0	13,6	26,1	21,1
Área 53	dezembro/2013	5	15	6	2	41	10,5	45	3,1	2,7	63,0	27,8	16,8
Área 16	dezembro/2013	4,8	28	15	7	66	35,6	51	5,0	5,7	11,0	45,7	43,3
Palmital	maio/2014	5,8	32	14	0	27	19,4	101	1,8	4,2	565,0	51,8	44,1
Capivara	março/2014	5,8	19	13	0	27	7,1	87	1,9	3,3	519,0	31,3	36,6
CPAMN <sup>1</sup>	janeiro/2014	5,8	27	13	0	23	30,4	203	0,8	3,5	21,4	55,5	14,3

\*Ca, Mg e Al extraídos em KCl 1N; K, P, Cu, Fe, Mn, Zn extraídos em solução de Mehlich1 ( HCl 0,5 N + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,025 N)

Matéria Orgânica determinada pelo método de Walkley Black sem aquecimento suplementar. Obs.: Nível crítico de Zn (Mehlich1)=1-3 mg/dm<sup>3</sup>.<sup>1</sup>Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI.

## CONCLUSÃO

A população apresenta grande variabilidade para as concentrações de Zn em grãos polidos de famílias S<sub>1</sub>, chegando ao valor máximo de 35,3 mgkg<sup>-1</sup>, superior à cultivar comercial BRS Sertaneja. Há também grande variabilidade nas características gerais para uma boa cultivar, como produtividade, altura de planta, ciclo vegetativo e qualidade de grãos, podendo ser utilizada para o desenvolvimento de novas cultivares de arroz. Para o sucesso do melhoramento do arroz no sistema de terras altas, a seleção deverá ser realizada na região de adoção futura da nova cultivar.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. C.; BEZERRA, I. N.; BARBOSA, F. dos S. et al. Consumo de macronutrientes e ingestão inadequada de micronutrientes em adultos. **Revista de Saúde Pública**, v.47, p. 177S-189S, 2013. Suplemento.

KALRA, Y. P. **Handbook of Reference Methods for Plant Analysis**. New York: CRC Press; & Francis Group, 1998.

RANGEL, P. H. N.; CORDEIRO, A. C. C.; LOPES, S. I. G. et al. Advances in population improvement of irrigated rice in Brazil. In: GUIMARÃES, E. P. **Population improvement: a way of exploiting the rice genetic resources of Latin America**. Rome: FAO, 2005. p. 145-186.



## ESTRATÉGIAS DE MELHORAMENTO DE FEIJOEIRO-COMUM PARA ALTOS TEORES DE FERRO E ZINCO

### STRATEGIES FOR COMMON BEAN BREEDING FOR HIGH IRON AND ZINC CONTENT

Helton S. Pereira<sup>1</sup>, Maria J. Del Peloso<sup>1</sup>, Leonardo C. Melo<sup>1</sup>, Luís C. Faria<sup>1</sup>, Thiago L. P. O. Souza<sup>1</sup>, Priscila Z. Bassinello<sup>1</sup>, José L. C. Díaz<sup>1</sup>, Hélio W. L. Carvalho<sup>2</sup>, Antônio F. Costa<sup>3</sup>, Válter M. Almeida<sup>4</sup>, Carlos L. P. Melo<sup>5</sup>, José A. A. Moreira<sup>6</sup>, Mariana C. S. Magaldi<sup>1</sup>, Nilda P. Souza<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Arroz e Feijão, GO, helton.pereira@embrapa.br

<sup>2</sup>Embrapa Tabuleiros Costeiros, SE

<sup>3</sup>Instituto Agronômico de Pernambuco, PE

<sup>4</sup>Empresa Mato-Grossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural, MT

<sup>5</sup>Embrapa Agropecuária Oeste, MS

<sup>6</sup>Embrapa Milho e Sorgo, MG.

**RESUMO** - O desenvolvimento de cultivares de feijoeiro-comum com altos teores de ferro e zinco nos grãos pode contribuir para a redução de problemas causados pela deficiência desses nutrientes, que ocorrem na população brasileira. Alguns estudos foram realizados com o objetivo de verificar se é possível obter cultivares de feijoeiro-comum com maiores teores de ferro e zinco. Os resultados desses estudos mostraram que existe variabilidade genética entre linhagens de feijoeiro-comum com grãos carioca e preto, quanto aos teores de ferro e zinco nos grãos. Existe também grande efeito ambiental na expressão dos teores de ferro e zinco nos grãos. É possível obter linhagens com maiores teores de ferro e zinco nos grãos, a partir de cruzamentos. As cultivares BRS Cometa e BRS Sublime, de grãos tipo carioca, e BRS Supremo, de grãos pretos, apresentam maiores teores de ferro e zinco entre as cultivares disponíveis atualmente no mercado. **Palavras-chave:** *Phaseolus vulgaris*, biofortificação, interação genótipos x ambientes.

**ABSTRACT** - The development of common bean cultivars with high iron and zinc content in grains can help reduce problems caused by deficiency of these nutrients, that occur in the Brazilian population. Some studies have been conducted in order to verify if it is possible to obtain common bean cultivars with higher iron and zinc content. The results of these studies showed that there is genetic variability among common bean lines with carioca and black grains, for iron and zinc content in grains. There is also great environmental effect in the expression of these traits. It is possible to obtain lines with higher iron and zinc content in grains, from crosses. Cultivars BRS Cometa and BRS Sublime, with carioca grain type, and BRS Supremo, with black grain type, showed higher iron and zinc content among cultivars currently available on the market.

**Keywords:** *Phaseolus vulgaris*, biofortification, genotype-by-environment interaction.

#### INTRODUÇÃO

O feijoeiro-comum destaca-se por ser um dos principais alimentos consumidos pelos brasileiros e pelo aspecto nutricional, pois apresenta altos teores de proteínas, fibras, vitaminas, ferro e zinco, que são micronutrientes cruciais no funcionamento do corpo humano. É reconhecida a deficiência desses minerais em nível mundial nos seres humanos, principalmente em famílias carentes que não tem acesso à proteína animal como carne e produtos lácteos. Elevar os níveis desses nutrientes em alimentos que compõem a alimentação das pessoas torna-se uma alternativa válida para atenuar e até mesmo prevenir a desnutrição no Brasil e no mundo. Para execução dessa estratégia é necessário que haja variabilidade genética entre as linhagens submetidas à avaliação. O grande desafio é identificar e aliar esses novos caracteres que conferem melhor qualidade nutricional aos caracteres de importância agronômica, principalmente produtividade, isto é, ganhos simultâneos para ambos os caracteres, para que o produtor futuramente adote a cultivar biofortificada. Sendo assim, o programa de melhoramento de feijoeiro-comum da



Embrapa tem como objetivo identificar e desenvolver cultivares de feijoeiro-comum com grãos preto ou carioca, com maiores teores de ferro e zinco nos grãos.

## MÉTODO

Inicialmente, foram avaliadas 30 cultivares/linhagens pré-comerciais junto com testemunhas de altos teores de ferro e zinco nos grãos (Piratã 1, G6492, Xamego e Brasil 0001), com o objetivo de indicar imediatamente cultivares com altos teores desses minerais. Essas linhagens foram avaliadas em 19 ambientes (combinação de local, época de semeadura e ano), em Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Paraná, Pernambuco e Sergipe, nos anos de 2012, 2013 e 2014, nas épocas de semeadura das águas, seca e inverno. O delineamento experimental em cada ambiente foi o de blocos ao acaso, com duas repetições. As sementes colhidas em cada parcela foram utilizadas para análise dos teores de ferro e zinco, por digestão ácida da matéria orgânica, conforme técnica de espectrofotometria de absorção atômica por chama. Os dados obtidos foram submetidos a análises de variância por ambiente e também a análises de variância conjuntas, considerando-se o efeito de cultivares como fixo e o efeito de ambientes como aleatório. As médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott ao nível de 10% de probabilidade.

Também foram realizados experimentos com os objetivos de: estimar parâmetros genéticos e fenotípicos para os teores de ferro (TFe) e de zinco (TZn) nos grãos de feijão-comum; verificar a presença de interação de linhagens com ambientes; identificar linhagens elite que associem altos TFe e TZn, com boa adaptabilidade e estabilidade, e com potencial agrônomico; estudar a associação genética entre os TFe e TZn nos grãos; e verificar a necessidade de realização de ensaios em diferentes ambientes para seleção de linhagens superiores no aspecto nutricional. Inicialmente, foram avaliadas 140 linhagens em ensaios preliminares (carioca, preto, mulatinho, carioca precoce e roxinho). Cada ensaio preliminar foi conduzido separadamente, por tipo de grão, em vários ambientes, no ano de 2011, em blocos ao caso com três repetições. Foram realizadas avaliações agrônomicas em múltiplos ambientes e os TFe e TZn em um ambiente. Foram realizadas análises de variância individuais e estimados os parâmetros genéticos e fenotípicos, por tipo comercial de grão. Das 140 linhagens avaliadas, foram identificadas 22 com altos TFe e TZn no grão, para compor o ensaio de validação, que foi instalado no ano de 2013, em cinco ambientes, em blocos ao acaso com duas repetições, para avaliação específica do TFe e TZn. Os dados foram submetidos às análises de variância individuais e conjuntas. Foi avaliada a adaptabilidade e estabilidade fenotípica, utilizando-se o método de Nunes e obtidas estimativas de correlações fenotípicas e genéticas entre os TFe e TZn no grão e correlação entre ambientes para identificar o mais representativo.

Para a obtenção de linhagens com altos teores de ferro e zinco, foram obtidas e avaliadas populações segregantes de feijoeiro-comum com grãos carioca para a seleção das populações com maior potencial para altos TFe e TZn e posterior obtenção de linhagens. Foram utilizadas populações segregantes obtidas a partir de cruzamentos em esquema de dialelo completo entre seis genitores (BRS Cometa, BRS Requite, BRSMG Majestoso, Porto Real, G2358 e G14378) com altos teores de ferro e zinco, identificados previamente. Os experimentos foram constituídos por 15 populações e duas testemunhas (Pérola e Piratã 1), as gerações F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub> e F<sub>4</sub> foram avaliadas em Santo Antônio de Goiás-GO, inverno/2012, inverno/2013 e águas/2013, respectivamente; e F<sub>4</sub> (2° ambiente) em Brasília-DF, águas/2013; em blocos casualizados, com três repetições. Os caracteres avaliados foram os TFe e TZn. Foram realizadas análises de variância individuais e conjuntas, por caráter, considerando os efeitos de populações e de ambientes como fixos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi detectada existência de variabilidade entre as linhagens tanto para TFe quanto para TZn. O efeito ambiental também se mostrou importante. A interação genótipos x ambientes foi significativa para os dois caracteres, indicando que o comportamento das linhagens nos diferentes ambientes não foi coincidente. Para TFe, as médias das linhagens variaram de 52,8 a 69,0 mg kg<sup>-1</sup>. A linhagem Piratã1 (69,0 mg kg<sup>-1</sup>) foi superior às demais, apresentando TFe 14,6% superior à Pérola (60,3 mg kg<sup>-1</sup>), que é a cultivar mais plantada no país. As outras três testemunhas de altos TFe estiveram no segundo grupo de maiores médias, como esperado: Brasil 0001 (65,8 mg kg<sup>-1</sup>), G6492 (65,5 mg kg<sup>-1</sup>) e Xamego (64,5 mg kg<sup>-1</sup>). Entre as cultivares, destacaram-se BRS Supremo

(65,7 mg kg<sup>-1</sup>) e CNFP 11995 (65,2 mg kg<sup>-1</sup>), de grãos pretos e BRS Cometa (65,8 mg kg<sup>-1</sup>), BRS Sublime (64,8 mg kg<sup>-1</sup>) e CNFC 11948 (63,2 mg kg<sup>-1</sup>), de grãos do tipo carioca, pois estiveram no segundo grupo de médias também. Essas cultivares podem ser utilizadas imediatamente pelos agricultores. Em termos de superioridade relativa, a cultivar BRS Supremo apresentou TFe 6,8% superior ao da cultivar de grão preto mais plantada no Brasil (IPR Uirapuru). Já as cultivares de grão carioca, BRS Cometa e BRS Sublime, apresentaram 9,1 % e 7,5% de superioridade em relação a Pérola, respectivamente. Os TZn variaram entre 28,4 e 36,6 mg/kg. O maior TZn foi obtido pela testemunha Brasil 0001 (36,6 mg kg<sup>-1</sup>). As demais testemunhas de altos TZn também se mantiveram entre as linhagens com maiores teores: Xamego (33,9 mg kg<sup>-1</sup>), Piratã 1 (33,7 mg kg<sup>-1</sup>) e G 6492 (32,9 mg kg<sup>-1</sup>). Entre as cultivares de grão preto, a BRS Supremo apresentou o maior TZn (32,5 mg kg<sup>-1</sup>). Já entre as cultivares de grão carioca, BRS Sublime (31,7 mg kg<sup>-1</sup>), BRS Cometa (31,5 mg kg<sup>-1</sup>), CNFC 11948 (31,5 mg kg<sup>-1</sup>) e BRSMG Madrepérola (31,5 mg kg<sup>-1</sup>) foram as que apresentaram maiores teores, sendo que a cultivar Pérola apresentou 29,5 mg kg<sup>-1</sup>.

Com relação a avaliação das linhagens elite, visando identificar genitores para utilização no programa de desenvolvimento de linhagens com altos TFe e TZn, os resultados indicam que existe variabilidade genética para TFe e TZn entre linhagens elite de feijoeiro-comum do tipo carioca, mulatinho e preto. A condição para seleção de linhagens elite com maior TFe e TZn no grão é favorável, sendo observada alta herdabilidade e expressivos ganhos com a seleção. A interação de linhagens com ambientes para TFe e TZn em feijoeiro-comum é predominantemente do tipo simples. As linhagens CNFP 15701 e CNFC 15865, além da superioridade em acumular ferro e zinco nos grãos demonstraram ótima adaptabilidade e boa estabilidade fenotípica. As linhagens CNFC 15833, CNFC 15703 e CNFP 15676 foram selecionadas como candidatas para o desenvolvimento de cultivares biofortificadas, pois aliaram caracteres agrônômicos e nutricionais. Há associação genética positiva e de magnitude intermediária entre o TFe e TZn nos grãos e o efeito ambiental influencia fortemente os teores de ferro e zinco nos grãos de feijoeiro-comum. O ambiente Ponta Grossa-PR na safra da seca, foi o que melhor representou os cinco ambientes avaliados tanto para TFe como para TZn, indicado como o melhor sítio para avaliações dos ensaios iniciais.

Com relação a avaliação das populações segregantes, visando o desenvolvimento de novas linhagens, para TFe, as análises individuais identificaram diferenças significativas ( $p > 0,01$ ) entre as populações em todos os experimentos. O teor médio de ferro variou de 54,21 a 68,95 mg kg<sup>-1</sup>, nas gerações F<sub>2</sub> e F<sub>4</sub> (Santo Antônio de Goiás-GO), respectivamente. Para o TZn, também foram detectadas diferenças significativas entre as populações e o TZn médio variou de 32,67 a 39,36 mg kg<sup>-1</sup> nas gerações F<sub>3</sub> e F<sub>2</sub>, respectivamente. Os coeficientes de variação experimental ficaram abaixo de 9%, indicando boa precisão experimental. As análises conjuntas evidenciaram diferenças significativas ( $p < 0,01$ ) entre as populações, ambientes e interação de genótipos com ambientes para TFe e TZn. Este resultado indica a importância que o ambiente e a interação de genótipos com ambientes têm sobre a manifestação desses caracteres. As maiores médias para TFe foram observadas nas populações: BRS Requite x G2358 (72,49 mg kg<sup>-1</sup>) e Porto Real x G2358 (68,93 mg kg<sup>-1</sup>), que superaram a testemunha com alto TFe (Piratã 1: 67,61 mg kg<sup>-1</sup>). Já a testemunha Pérola, cultivar mais semeada no país, apresentou baixo TFe (56,30 mg kg<sup>-1</sup>), conforme esperado. Para TZn, as maiores médias foram das populações Porto Real x BRSMG Majestoso (39,27 mg kg<sup>-1</sup>) e Porto Real x G2358 (39,27 mg kg<sup>-1</sup>), ficando agrupadas com a testemunha Piratã 1, que apresenta alto TZn (40,28 mg kg<sup>-1</sup>). A população BRS Requite x G2358 apresentou TZn (37,67 mg kg<sup>-1</sup>) acima da testemunha Pérola, que apresentou baixo TZn (35,82 mg kg<sup>-1</sup>). Considerando os dois caracteres, as populações que se destacaram foram BRS Requite x G2358 e Porto Real x G2358 por reunirem, simultaneamente, altos TFe e TZn. Essas populações estão sendo utilizadas para obtenção de linhagens com altos TFe e TZn.

## CONCLUSÃO

Existe variabilidade genética entre linhagens de feijoeiro-comum com grãos carioca e preto, quanto aos teores de ferro e zinco nos grãos. Existe grande efeito ambiental nos teores de ferro e zinco nos grãos. É possível obter linhagens com maiores teores de ferro e zinco nos grãos, a partir de cruzamentos. As cultivares BRS Cometa e BRS Sublime, de grãos tipo carioca, e BRS

Supremo, de grãos pretos, apresentam maiores teores de ferro e zinco entre as cultivares disponíveis atualmente no mercado.



## AVALIAÇÃO DE LINHAGENS ELITE DE FEIJÃO-CAUPI COM TAMANHO EXTRAGRADE DO GRÃO PARA AS CONCENTRAÇÕES DE PROTEÍNA, FERRO E ZINCO

### ASSESSMENT OF ELITE COWPEA WITH EXTRA-LARGE GRAIN SIZE FOR PROTEIN, IRON AND ZINC CONCENTRATION

Francisco Rodrigues Freire Filho<sup>1</sup>, Kaesel Jackson Damasceno-Silva<sup>2</sup>, Luis José Duarte Franco<sup>3</sup>, Maurisrael de Moura Rocha<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pesquisador, Embrapa Amazônia Oriental, Travessa Enéas Pinheiro, s/n, Marco, Belém, PA, 66095-903, francisco.freire-filho@embrapa.br

<sup>2</sup>Pesquisador, Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, 5650, B. Buenos Aires, 64006-220, Teresina, PI, maurisrael.rocha@embrapa.br, kaesel.damasceno@embrapa.br

<sup>3</sup>Analista, Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, 5650, B. Buenos Aires, 64006-220, Teresina, PI, luis.franco@embrapa.br

**RESUMO** - O objetivo deste trabalho foi avaliar um grupo de 20 genótipos de feijão-caupi, sendo 19 linhagens e uma cultivar, com tamanho extragrande do grão para as concentrações de proteínas, ferro e zinco. As concentrações de ferro e zinco no grão foram determinadas pela metodologia de digestão nitroperclórica e espectrofotometria de absorção atômica de chama. A concentração de proteína foi baseada na determinação de nitrogênio, pelo método de Kjeldahl, usando-se o fator de conversão de 6,25. Adotou-se um delineamento em blocos inteiramente casualizados, com 20 tratamentos e três repetições. Todas as análises foram realizadas em triplicata. Foram realizadas análises de variância, teste de comparação de médias e estimativas dos parâmetros genéticos, coeficiente de variação genético e o coeficiente de determinação genotípica. Os genótipos apresentaram maior variabilidade genética e componente genético na expressão do fenótipo para a concentração de zinco no grão. As linhagens MNC05-828C-1-1, MNC05-828C-30-6-2, MNC05-828C-30-11-1 e MNC05-832B-234-5 apresentaram as maiores concentrações de ferro. A linhagem MNC05-828C-30-6-2 reúne bons níveis de proteína (24,63%), ferro (6,68 mg kg<sup>-1</sup>) e zinco (5,31 mg kg<sup>-1</sup>) no grão.

**Palavras-chave:** *Vigna unguiculata*, seleção, biofortificação, qualidade nutricional.

**ABSTRACT** - The objective of this study was to evaluate a group of 20 cowpea genotypes, with 19 lines and 1 cultivar, with extra-large grain size for protein, iron and zinc concentrations. The iron and zinc concentrations were determined by nitroperchloric digestion methodology and flame atomic absorption spectrophotometry. Protein concentration was based on nitrogen determined by the Kjeldahl method, using the conversion factor of 6.25. A completely randomized block design with 20 treatments and 3 replications was adopted. All analyzes were performed in triplicate. Analyses of variance were performed, mean comparison test and estimates of genetic parameters, genetic variation coefficient and genotypic determination coefficient. The genotypes had a higher genetic variability and genetic component in phenotype expression for the concentration of zinc in the grain. The MNC05-828C-1-1, MNC05-828C-30-6-2, MNC05-828C-30-11-1 and MNC05-832B-234-5 had the highest iron concentrations. The MNC05-828C-30-6-2 line showed high levels of protein (24.63%), iron (6.68 mg.kg<sup>-1</sup>) and zinc (5.31 mg.kg<sup>-1</sup>) concentrations in the grain.

**Keywords:** *Vigna unguiculata*, selection, biofortification, nutritional quality.

### INTRODUÇÃO

O Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), destaca-se como o componente principal na dieta das populações da região Nordeste do Brasil, sendo um alimento bastante nutritivo, rico em proteínas e minerais (FREIRE FILHO et al., 2011). A variabilidade no germoplasma de feijão-caupi para as concentrações de proteína, ferro e zinco tem sido constatada (CARVALHO, 2011; MOURA, 2011; SANTOS; BOITEUX, 2013), o que permite a seleção rápida (*fast track*) de

genótipos com altas concentrações desses nutrientes. O tamanho de grão extragrande (acima de 30 g/100 grãos) vem atender a uma demanda do mercado atual.

Este trabalho teve como objetivo avaliar genótipos de feijão-caupi com grãos de tamanho extragrande para as concentrações de proteína, ferro e zinco no grão.

## MÉTODOS

Foram avaliados 20 genótipos de feijão-caupi de tamanho extragrande do grão, sendo 19 linhagens e uma cultivar, para as concentrações de proteína, ferro e zinco no grão. As concentrações de ferro e zinco foram determinadas pela metodologia de digestão nitroperclórica e espectrofotometria de absorção atômica de chama (SARRUGE; HAAG, 1974). A determinação de proteína foi baseada na determinação de nitrogênio, pelo método de Kjeldahl (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 2005), usando-se o fator de conversão de 6,25. Adotou-se um delineamento em blocos inteiramente casualizados, com 20 tratamentos e três repetições. Todas as análises foram realizadas em triplicata. Foram realizadas análises de variância e teste de comparação de médias e estimados os parâmetros genéticos: coeficiente de variação genético (CVg) e coeficiente de determinação genotípica ( $H^2$ ). As análises estatísticas foram realizadas, utilizando o programa Genes (CRUZ, 2006).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias dos genótipos de feijão-caupi de tamanho extragrande do grão para as concentrações de proteína, ferro e zinco, são apresentadas na Tabela 1.

A concentração de proteína variou de 21,08% a 24,78%, com uma média geral de 23,58%. A variação e a média de proteína apresentadas pelas populações indicam que há grandes possibilidades de selecionar genótipos com alta concentração de proteína. A média encontrada foi inferior à média encontrada por Moura (2011), que obteve 26,40%, e similar à média encontrada por Freire Filho et al. (2011), que encontraram média de 24,0%. Os genótipos foram agrupados em quatro grupos pelo teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ), sendo um grupo com 10 genótipos apresentado as maiores concentrações de proteína.

Com relação à concentração de ferro, houve uma amplitude de variação de 4,90 mg 100 g<sup>-1</sup> a 6,68 mg 100 g<sup>-1</sup>, com uma média de 5,76 mg 100g<sup>-1</sup>, sendo esta similar a encontrada por Rocha et al. (2011), que foi de 5,90 mg 100 g<sup>-1</sup>, e menor que a média obtida por Carvalho (2011), que foi de 7,37 mg 100 g<sup>-1</sup>. Os genótipos foram agrupados em três grupos pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ), sendo o grupo com quatro linhagens (MNC05-828C-1-1, MNC05-828C-30-6-2, MNC05-828C-30-11-1 e MNC05-832B-234-5) apresentando as maiores concentrações de ferro.

A concentração de zinco variou de 3,92 mg 100 g<sup>-1</sup> a 5,53 mg 100 g<sup>-1</sup>. Esse caráter apresentou média de 4,90 mg 100 g<sup>-1</sup>, sendo esta inferior às médias encontradas por Rocha et al. (2008) e Carvalho (2011) que encontraram médias de 55,00 mg 100 g<sup>-1</sup>. Os genótipos foram agrupados em quatro grupos pelo teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ), sendo o grupo com 10 genótipos apresentando as maiores concentrações de zinco.

O CVg apresentou maior estimativa para a concentração de zinco, indicando maior possibilidade de sucesso com a seleção para esse caráter, relativamente às concentrações de proteínas e ferro. Os três caracteres apresentaram altas estimativas de  $H^2$  (>85%), indicando que existe um alto componente genético na expressão do fenótipo desses caracteres. As estimativas de  $H^2$  obtidas neste trabalho foram maiores que as encontradas por Moura (2011), que obteve estimativas para as concentrações de proteína, ferro e zinco, respectivamente, 86%, 12% e 77%.





Tabela 1 - Médias das concentrações de proteína, ferro e zinco de 20 genótipos de feijão-caupi de tamanho extragrande do grão. Teresina, PI, 2014.

Genótipo	Proteína (%)	Ferro (mg 100g <sup>-1</sup> )	Zinco (mg 100g <sup>-1</sup> )
MNC05-828C-1-1	22,99 b	6,40 a	5,38 a
MNC05-828-1-8	22,03 c	5,82 b	4,73 b
MNC05-828C-1-9	23,52 b	5,32 c	4,66 b
MNC05-828C-1-5	21,08 d	5,38 c	3,92 d
MNC05-828C-3-15	22,66 c	5,23 c	5,12 a
MNC05-828C-30-1	23,34 b	5,28 c	4,72 b
MNC05-828C-30-11	24,24 a	5,92 b	5,26 a
MNC05-828C-1-5-1	23,57 b	5,87 b	4,41 c
MNC05-828C-1-9-1	24,63 a	6,07 b	5,53 a
MNC05-828C-30-6-2	24,63 a	6,68 a	5,31 a
MNC05-828C-30-11-1	23,42 b	6,40 a	5,38 a
MNC05-828C-39-1-1	23,94 a	5,82 b	4,73 b
MNC05-829C-1-8	23,61 b	5,32 c	4,66 b
MNC05-829C-1-9	23,98 a	5,38 c	3,92 d
MNC05-829C-1-10	23,96 a	4,90 c	5,12 a
MNC05-829C-1-11	24,11 a	5,28 c	4,72 b
MNC05-829C-13-7	24,05 a	5,92 b	5,26 a
MNC05-829C-2-1-1	23,27 b	5,87 b	4,41 c
BRS Novaera	24,01 a	5,74 b	5,53 a
MNC05-832B-234-5	24,78 a	6,68 a	5,31 a
Média Geral	23,58	5,76	4,90
CV (%)	2,01	5,50	3,70
CV <sub>g</sub> (%)	3,59	8,17	9,76
H <sup>2</sup> (%)	90,50	86,90	95,43

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

## CONCLUSÃO

Os genótipos avaliados apresentaram maior variabilidade genética e componente genético na expressão do fenótipo para a concentração de zinco. As linhagens MNC05-828C-1-1, MNC05-828C-30-6-2, MNC05-828C-30-11-1 e MNC05-832B-234-5 apresentaram as maiores concentrações de ferro. A linhagem MNC05-828C-30-6-2 reuniu bons níveis de proteínas, ferro e zinco no grão.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 18 ed. Gaithersburg: AOAC International, 2005.

CARVALHO, L. C. B. **Cruzamentos dialélicos visando a obtenção de populações produtivas e biofortificadas para os teores de ferro, zinco e proteína em feijão-caupi**. 2011. 111 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal do Piauí, Teresina.

CRUZ, C. D. **Programa Genes: estatística experimental e matrizes**. Viçosa, MG: UFV, 2006, 285 p.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. de M.; SILVA, K. J. D.; NOGUEIRA, M. do S. da R.; RODRIGUES, E. V. **Feijão-caupi: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011. 84 p.

MOURA, J. O. **Potencial de populações segregantes de feijão-caupi para biofortificação e produção de grãos**. 2011. 81f. Dissertação (Genética e Melhoramento) – Universidade Federal do Piauí, Teresina.

ROCHA, M. de M.; FREIRE FILHO, F. R.; SILVA, K. J. D. e; RIBEIRO, V. Q.; BARRETO, A. L. H.; FRANCO, L. J. D.; BASSINELO, P. Z.; NUTTI, M. R.; CARVALHO, J. L. V. de.



**Avaliação dos teores de proteína, ferro e zinco em germoplasma elite de feijão-caupi.**

Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2008, 4 p. (Embrapa Meio-Norte. Comunicado Técnico, 212).

SANTOS, C. A. F.; BOITEUX, L. S. Breeding biofortified cowpea lines for semi-arid tropical areas by combining higher seed protein and mineral levels. **Genetics and Molecular Research**, v. 12, n. 4, p. 6782-6789, 2013.

SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1974 . 56 p.



## CONCENTRAÇÃO DE FERRO E ZINCO EM GRÃOS DE LINHAGENS DE TRIGO SOB COLHEITA MANUAL - 2013

### IRON AND ZINC CONTENT IN MANUALLY HARVESTED WHEAT GRAIN LINES - 2013

Pedro Luiz Scheeren<sup>1</sup>, Eduardo Caierão<sup>1</sup>, Ricardo Lima de Castro<sup>1</sup>, José Luiz Viana de Carvalho<sup>2</sup>, Marília Regini Nutti<sup>2</sup>, Anderson Lazzarotto<sup>3</sup>, Eloi Primaz<sup>3</sup>, Mariana Biff<sup>4</sup>, Bruna Possebon<sup>4</sup> e Messias Vivian Junior<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Pesquisador, Embrapa Trigo, Rodovia BR 285, km 294, Subúrbios, Caixa Postal 3081, CEP 99050-970, Passo Fundo - RS. E-mail:pedro.scheeren@embrapa.br

<sup>2</sup>Pesquisador, Embrapa Agroindústria de Alimentos, Avenida das Américas, 29501, CEP 23020-470, Guaratiba, Rio de Janeiro - RJ.

<sup>3</sup>Acadêmico do curso de Agronomia, Faculdade IDEAU, Rua Jacob Gremmelmaier, 215, Centro, CEP 99900-000, Getúlio Vargas - RS

<sup>4</sup>Acadêmico da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, UPF. Rodovia BR 285, Bairro São José, CEP 99052-900. Passo Fundo - RS.

**RESUMO** - O programa de melhoramento genético de trigo da Embrapa tem como objetivos principais o rendimento de grãos, a qualidade de uso tecnológico e a resistência às doenças. Mais recentemente, também a biofortificação passou a ser incluída como objetivo do melhoramento de trigo. Este trabalho, que objetivou quantificar as concentrações de ferro (Fe) e zinco (Zn) nos grãos de linhagens de trigo em avaliação final de Valor de Cultivo e Uso, foi realizado no campo experimental da Embrapa Trigo, em 2013. A quantificação de Fe e Zn nos grãos das linhagens de trigo foi realizada na Embrapa Agroindústria de Alimentos, usando espectrômetro de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado. A média geral dos genótipos para concentração de Fe foi de 33,88 mg kg<sup>-1</sup> e a cultivar BRS Parrudo teve a concentração mais elevada, com 41,47 mg kg<sup>-1</sup>, diferindo significativamente dos demais genótipos. Para Zn, a média geral dos genótipos foi de 27,62 mg kg<sup>-1</sup> e a cultivar BRS Parrudo também apresentou a concentração mais elevada, com 30,08 mg kg<sup>-1</sup>, diferindo significativamente de BRS 327, com 33,12 mg kg<sup>-1</sup>, e ambos diferindo dos demais genótipos. Considerando estes resultados, apenas BRS Parrudo e BRS 327 podem ser consideradas como cultivares biofortificadas em termos de concentrações de Zn.

**Palavras-chave:** Cereal; Triticum; ferro; zinco Biofortificação.

**ABSTRACT** - The main objectives of the wheat breeding program of Embrapa are grain yield, bread quality and disease resistance. More recently, biofortification was included as a goal of the wheat breeding program. This work aimed to quantify the concentrations of iron (Fe) and zinc (Zn) in the grains of wheat lines at final evaluation at Cultivation and Use Value trials and was conducted at the experimental field of Embrapa Wheat in 2013. Quantification of Iron and Zinc in the grains of wheat lines was carried out at Embrapa Food Technology, using optical emission spectrometer with inductively coupled plasma. The overall average of genotypes for Iron concentration was 33.88mg kg<sup>-1</sup> and BRS Parrudo showed the highest concentration, with 41.47 mg kg<sup>-1</sup>, differing significantly from the other genotypes. For Zn, the overall average of the genotypes was 27.62 mg kg<sup>-1</sup> and BRS Parrudo also showed the highest concentration, with 34.08 mg kg<sup>-1</sup>, differing significantly from BRS 327, with 33.12 mg kg<sup>-1</sup>, and both differing from the other genotypes. Considering these results, only BRS Parrudo and BRS 327 can be considered as biofortified cultivars in terms of Zn concentration.

**Keywords:** Cereal; Triticum; iron; zinc; Biofortification.

### INTRODUÇÃO

O programa de melhoramento genético de trigo da Embrapa tem como objetivos principais o elevado rendimento de grãos e a resistência às doenças. A partir da privatização da compra do trigo no Brasil, em 1990, a característica qualidade de uso tecnológico também passou a representar importante objetivo final de melhoramento das novas cultivares de trigo.

O trigo, por possuir elevado valor nutritivo, além de outras características como a baixa quantidade de água no grão, a facilidade de processamento e de transporte, tornou-se um alimento básico de grande parte da população mundial. Devido às diferentes formas de consumo nas diversas regiões no mundo, o trigo pode ser utilizado como importante ferramenta no auxílio da redução das deficiências de micronutrientes, que atingem, aproximadamente, dois bilhões de pessoas ao redor do mundo (FAO, 2013). Por esse motivo, mais recentemente, também a biofortificação foi incluída como objetivo do melhoramento de trigo. Este trabalho objetivou determinar as concentrações de Fe e Zn nos grãos de linhagens de trigo, em avaliação final de Valor de Cultivo e Uso (VCU) no Sul do Brasil.

## MÉTODOS

O trabalho foi realizado no campo experimental da Embrapa Trigo. Em julho de 2013, foi realizada a semeadura de 33 linhagens de trigo que estavam em avaliação final de Valor de Cultivo e Uso (VCU) no Sul do Brasil, e sete cultivares testemunhas de trigo (indicadas para cultivo no RS), usando parcelas de 2,4 m<sup>2</sup>, em duas repetições, com 330 sementes m<sup>-2</sup>. Amostras de 100 g de grãos de cada cultivar foram analisadas na Embrapa Agroindústria de Alimentos, em Guaratiba, no Rio de Janeiro, para determinação da concentração de Fe e Zn. A quantificação de Fe e Zn foi realizada em espectrômetro de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparadas através do teste de Scott-Knott, a 5 % de probabilidade de erro.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média geral dos genótipos para Fe foi de 33,88 mg kg<sup>-1</sup>. A cultivar BRS Parrudo teve a concentração mais elevada de Ferro, com 41,47 mg kg<sup>-1</sup>, diferindo significativamente de BRS 327, com 40,28 mg kg<sup>-1</sup>, e dos demais genótipos (Tabela 1).

Para Zn, a média geral das cultivares foi de 27,62 mg kg<sup>-1</sup>. BRS Parrudo apresentou a concentração mais elevada, com 34,08 mg kg<sup>-1</sup>, diferindo significativamente de BRS 327, com 33,12 mg kg<sup>-1</sup>, e ambos diferindo dos demais genótipos.

Desta forma, para Fe, apenas a cultivar testemunha BRS Parrudo pode ser enquadrada como cultivar intermediária se considerada a concentração alvo referida pelo Programa Harvest Plus, que é de 52 mg kg<sup>-1</sup> (BOUIS et al., 2011). Para Zn, apenas as cultivares BRS Parrudo e BRS 327 podem ser consideradas como biofortificados em termos de Zn, conforme concentração alvo referida pelo Programa Harvest Plus, que é de 33 mg kg<sup>-1</sup> (BOUIS et al., 2011).



**Tabela 1. Concentração de Ferro e Zinco nos grãos de linhagens de trigo em ensaios de Valor de Cultivo e Uso, no Rio Grande do Sul, em 2013. Passo Fundo, 2015.**

<b>Genótipo</b>	<b>Média Fe (mg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Média Zn (mg kg<sup>-1</sup>)</b>
BRS Parrudo	41,47 a	34,08 a
BRS 327	40,28 b	33,12 b
PF 090530	38,63 c	31,58 c
PF 090639	37,91 c	29,24 e
PF 100113	37,15 d	28,85 e
PF 100111	36,96 d	29,60 d
PF 080740	36,93 d	28,56 e
PF 080680	35,90 e	27,68 f
PF 080656	35,81 e	27,87 f
PF 101158	35,67 e	27,57 f
PF 100065	35,60 e	27,39 f
PF 080769	35,30 e	26,30 g
PF 080314	35,03 e	28,10 e
PF 101034	34,97 e	28,92 e
PF 070475	34,75 f	28,67 e
PF 090603	34,60 f	30,18 d
PF 080719	34,57 f	28,54 e
PF 100014	34,37 f	26,71 g
PF 101146	34,25 f	29,07 e
PF 101134	34,17 f	26,45 g
PF 101110	34,07 f	25,08 h
PF 101162	33,92 f	27,84 f
PF 070759	33,73 f	24,18 i
PF 101089	33,55 f	25,87 g
BRS Louro	33,16 g	27,15 f
PF 070806	33,04 g	26,45 g
PF 090703	32,79 g	25,37 h
PF 080748	32,60 g	26,01 g
PF 101048	31,86 h	23,67 i
PF 080310	31,71 h	25,59 h
PF 101122	31,44 h	27,08 f
PF 090702	31,34 h	25,64 h
PF 101054	31,13 h	22,97 j
PF 090663	31,02 h	24,31 i
PF 080399	30,88 i	28,69 e
BRS 374	30,48 i	27,56 f
PF 100010	30,39 i	26,56 g
TBIO Pioneiro	30,18 i	30,25 d
TBIO Sinuelo	27,86 j	27,52 f
Quartzo	25,62 l	28,86 e
Média geral	33,88	27,62
C.V.	2,05 %	1,85 %

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro.

## CONCLUSÃO

Foi observada grande amplitude nas concentrações, tanto de Fe quanto de Zn, para os genótipos de trigo avaliados.

A cultivar BRS Parrudo apresentou a maior concentração de Fe e de Zn.

Considerando estes resultados, nenhuma das linhagens avaliadas alcançou concentração, de Fe ou de Zn, suficiente para ser considerada biofortificada.

Entre as cultivares testemunhas, apenas BRS Parrudo e BRS 327 podem ser consideradas como cultivares biofortificadas em termos de concentração de Zn.

#### REFERÊNCIAS

BOUIS, H. E.; HOTZ, C.; McCLAFFERTY, B.; MEENAKSHI, J. V.; PFEIFFER, W. H. Biofortification: A new tool to reduce micronutrient malnutrition. **Food and Nutritional Bulletin**, v. 32, n.1, 2011. p. 1-18.

FAO. **El estado mundial de la agricultura y la alimentación: sistemas alimentarios para una mejor nutrición**. Roma: FAO, 2013. 109 p.



## IDENTIFICAÇÃO DE REGIÕES GENÔMICAS ASSOCIADAS A ZINCO E FERRO EM FEJJOEIRO COMUM

### IRON AND ZINC GENOMIC REGIONS IDENTIFICATION IN COMMON BEANS

Tereza Cristina de Oliveira Borba<sup>1</sup>, Helton Santos Pereira<sup>2</sup>, Rosana Pereira Vianello<sup>3</sup>, Priscila Zaczuk Bassinello<sup>4</sup>, Ivã Matsushige<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Pesquisadora em Biologia Avançada, Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO-462, km 12, Zona Rural, Santo Antônio de Goiás - GO, 75375-000, tereza.borba@embrapa.br

<sup>2</sup>Pesquisador em melhoramento de feijoeiro comum, Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO-462, km 12, Zona Rural, Santo Antônio de Goiás - GO, 75375-000, Helton.pereira@embrapa.br

<sup>3</sup>Pesquisadora em biologia molecular, Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO-462, km 12, Zona Rural, Santo Antônio de Goiás - GO, 75375-000, rosana.vianello@embrapa.br

<sup>4</sup>Pesquisadora em ciência de alimentos, Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO-462, km 12, Zona Rural, Santo Antônio de Goiás - GO, 75375-000, priscila.bassinello@embrapa.br

<sup>5</sup>Analista, Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO-462, km 12, Zona Rural, Santo Antônio de Goiás - GO, 75375-000, ivan.matsushige@embrapa.br

**RESUMO** - O desenvolvimento de cultivares de feijoeiro comum com altos teores de ferro pode ser uma alternativa à redução da baixa ingestão deste mineral em países em desenvolvimento. O objetivo deste trabalho foi avaliar o conteúdo de ferro e zinco em uma população biparental, assim como o polimorfismo molecular entre os parentais. O teor de ferro variou expressivamente entre as 194 progênies e os parentais IAC Una e G6492 exibiram diferenças significativas no teor deste micronutriente. Os parentais IAC Una e G6492 apresentaram 20% de polimorfismo quando avaliados através de um conjunto de 768 SNP.

**Palavras-chave:** Marcadores moleculares, Feijoeiro comum, micronutrientes

**ABSTRACT** - The development of common bean cultivars with higher iron content can be an alternative to reduce the low intake of this mineral in developing countries. The objectives of this research were to evaluate the iron and zinc content in a plant mapping population as well as the molecular polymorphism between its parents. The iron content ranged greatly among the 194 progenies, and the parents IAC Una and G6492 displayed a significant difference concerning this micronutrient. The parents IAC Una and G6492 exhibited a polymorphism rate of 20% when analyzed by a previously developed set of 768 SNP.

**Keywords:** Molecular Markers, common bean, micronutrients

#### INTRODUÇÃO

Os micronutrientes são considerados componentes de extrema importância na composição nutricional de um alimento. Essa importância se torna mais evidente em países em desenvolvimento. Logo, incrementos expressivos na concentração de micronutrientes, em culturas utilizadas como fonte de alimento, podem tornar-se uma importante estratégia para melhorias na nutrição e saúde humanas (Uauy et al., 2006). No Brasil, pode-se considerar que a cultura o feijão confere um impacto significativo na dieta nacional. Assim, o objetivo deste trabalho foi identificar marcadores polimórficos para o mapeamento de QTL controlando teores de Fe e Zn em população segregante de feijoeiro assim como analisar os teores destes micronutrientes nas progênies desta população.

#### MÉTODO

##### Ensaios de Campo

Foi desenvolvida uma população segregante (IAC Una x G6492) para o mapeamento de QTL para teor de ferro e zinco em feijoeiro comum e determinação de estimativas de parâmetros genéticos. Foram avaliadas 194 progênies em dois ensaios conduzidos em safras diferentes na fazenda Capivara em Santo Antônio de Goiás, Abril - Julho/2013 e Abril - Julho/2014. Para a



análise estatística dos dados fenotípicos (produtividade, teor de Fe e teor de Zn) utilizou-se o delineamento de blocos casualizados no software SAS/STAT®.

### Genotipagem com marcadores moleculares do tipo SNP

Para avaliação de polimorfismo de marcadores SNP (*Single Nucleotide Polymorphism*) entre os parentais se utilizaram o conjunto de marcadores desenvolvidos por Müller et al. (2015), baseado no ressequenciamento de genótipos de feijoeiro comum, e também marcadores derivados de dados de RNA-seq obtidos em avaliações com foco em estresse hídrico. A amplificação de PCR e a hibridização foram realizadas de acordo com as instruções do fabricante. As placas de 384-plex foram escaneadas no equipamento BeadXpress e os dados obtidos pelo equipamento foram analisados pelo programa GenomeStudio - GSGT versão 1.8.4.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Obteve-se uma produtividade média de aproximadamente 1.500 kg/ha para o ensaio conduzido na safra de 2013. A produtividade variou de 530 a 2.930 kg/h, com o parental G6492 apresentando maiores valores para este carácter que IAC Una. Os valores de Fe obtidos variaram de 49,71 a 100,56 mg/Kg, com média de 70,84. Verificaram-se diferenças significativas entre os teores para Fe obtidos pelos dois parentais. Para o teor de Zn, também se verificaram diferenças significativas entre os teores encontrados entre os parentais. Para este micronutriente, o valor médio foi de 33,85, variando de 25,3 a 40,86 mg/Kg.

Para o ensaio conduzido em 2014 a média obtida para a produtividade foi de 3.040 Kg/ha, com valores variando de 1.362 a 5.377 Kg/ha. Assim, como na safra anterior, os parentais apresentaram diferenças significativas para os teores de Fe, a média obtida para este micronutriente entre as 194 progênies foi de 65,20 mg/Kg, com valores variando de 44,96 a 97,32 mg/Kg. Já para o Zn, a média encontrada foi de 39,09mg/Kg, com variação de 27,02 a 56,94 mg/Kg.

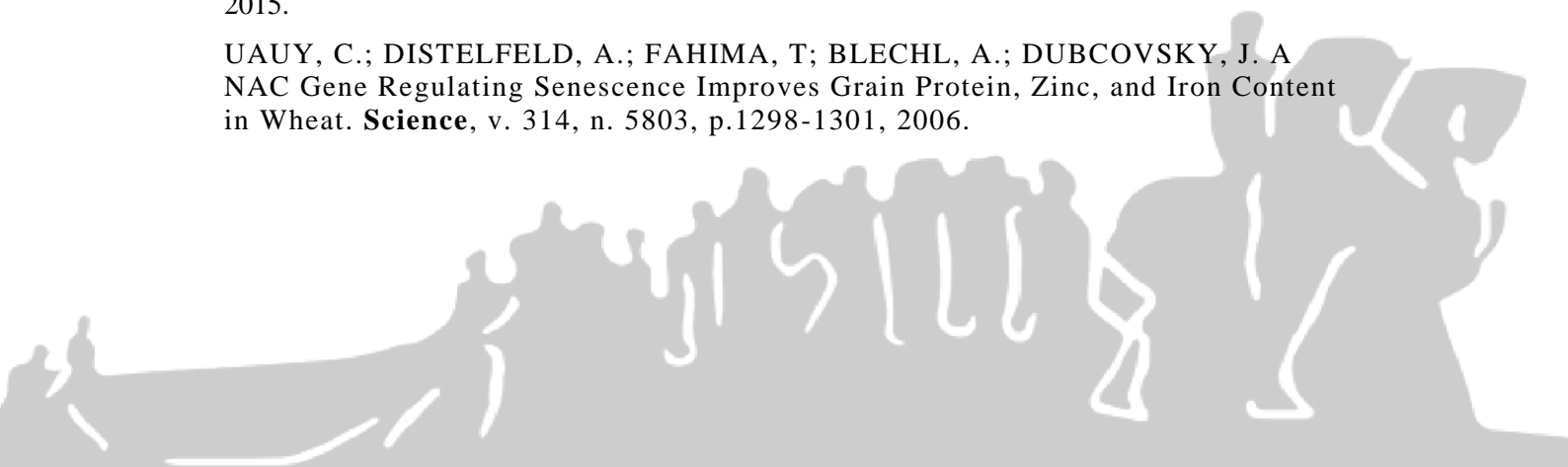
Os parentais IAC Una e G6492 foram avaliados quanto ao polimorfismo para 768 marcadores SNP, subdivididos em dois conjuntos contendo 384 marcadores cada. Considerando-se o número total de marcadores, identificou-se uma taxa de polimorfismo de aproximadamente 20% (151 marcadores SNP). Porém, considerando-se os dois conjuntos de marcadores separadamente, verificou-se uma taxa de polimorfismo de aproximadamente 32% para aquele derivado do RNA-seq para seca, enquanto para o conjunto baseado no ressequenciamento de diferentes genótipos de feijoeiro identificou-se aproximadamente 8% de polimorfismo.

### CONCLUSÃO

Verificou-se a presença de diferenças significativas para os teores de Fe entre os parentais IAC Una e G6492 utilizados para compor a população segregante selecionada para a identificação de regiões relacionadas ao teor deste micronutriente. Além disto, também se verificou a presença de polimorfismo molecular entre os parentais. Ambas as diferenças (moleculares e fenotípicas) são fatores essenciais para que se potencializem as chances de se identificar estas regiões.

### REFERÊNCIAS

- MULLER, B. S. F.; PAPPAS, G.; VALDISSER, P. A. M. R.; MENEZES, I. P. P.; ABREU, A. G.; BORBA, T. C. O.; SAKAMOTO, T.; BRONDANI, C.; BARROS, E. G.; VIANELLO, R. P. An Operational SNP Panel Integrated to SSR Marker for the Assessment of Genetic Diversity and Population Structure of the Common Bean. **Plant Molecular Biology Reporter**, v. 1, p. 1, 2015.
- UAUY, C.; DISTELFELD, A.; FAHIMA, T.; BLECHL, A.; DUBCOVSKY, J. A NAC Gene Regulating Senescence Improves Grain Protein, Zinc, and Iron Content in Wheat. **Science**, v. 314, n. 5803, p.1298-1301, 2006.



## IDENTIFICAÇÃO DE POLIMORFISMOS DO TIPO SNP EM POPULAÇÃO SEGREGANTE PARA O MAPEAMENTO DE QTL RELACIONADOS A ZINCO E FERRO EM ARROZ

### SNP POLYMORPHISM IDENTIFICATION IN SEGREGATING POPULATION FOR QTL MAPPING ASSOCIATED WITH IRON AND ZINC IN RICE

Tereza Cristina de Oliveira Borba<sup>1</sup>, Raquel Neves de Mello<sup>2</sup>, Péricles Carvalho Neves<sup>3</sup>, Priscila Zaczuk Bassinello<sup>4</sup>, Ivã Matsushige<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Pesquisadora em Biologia Avançada, Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO-462, km 12, Zona Rural, Santo Antônio de Goiás - GO, 75375-000, tereza.borba@embrapa.br

<sup>2</sup>Pesquisadora em fitopatologia, Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO-462, km 12, Zona Rural, Santo Antônio de Goiás - GO, 75375-000, raquel.mello@embrapa.br

<sup>3</sup>Pesquisador em melhoramento de arroz, Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO-462, km 12, Zona Rural, Santo Antônio de Goiás - GO, 75375-000, pericles.neves@embrapa.br

<sup>4</sup>Pesquisadora em ciência de alimentos, Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO-462, km 12, Zona Rural, Santo Antônio de Goiás - GO, 75375-000, priscila.bassinello@embrapa.br

<sup>5</sup>Analista, Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO-462, km 12, Zona Rural, Santo Antônio de Goiás - GO, 75375-000, ivan.matsushige@embrapa.br

**RESUMO** - O conhecimento de fatores modificadores dos teores de ferro e zinco podem auxiliar os programas de melhoramento no desenvolvimento de linhagens biofortificadas. O mapeamento de QTL pode ser considerado uma importante ferramenta na elucidação da base genética de caracteres importantes ao melhoramento de plantas. O objetivo deste trabalho foi a avaliação do polimorfismo entre os genótipos Zebu Ligeiro e Chatão Branco, parentais de uma população biparental. A metodologia selecionada para a genotipagem foi o GBS, considerando-se somente os SNP com frequências superiores a 0,05. Um total de 18.511 marcadores SNP foi identificado, estes representaram cerca de 6% dos dados originais (derivados de um total de 600 acessos).

**Palavras-chave:** Marcadores moleculares, Arroz, micronutrientes

**ABSTRACT** - The knowledge of aspects related to iron and zinc content may furnish plant breeding programs with essential data for the development of biofortified cultivars. QTL mapping may be presented as a powerful approach to elucidate the genetic basis of economically important traits in plants. The objectives of this research were to evaluate the molecular polymorphism within Zebu Ligeiro and Chatão Branco, the parents of a rice mapping population. The analysis strategy for SNP identification favored the SNP with higher frequencies than 0.05. A total of 18,511 SNP markers were identified through GBS, representing, approximately, 6% of the original data (600 accessions).

**Keywords:** Molecular Markers, Rice, micronutrients

### INTRODUÇÃO

Os micronutrientes são considerados componentes de extrema importância na composição nutricional de um alimento. Esta importância se torna ainda mais evidente em países em desenvolvimento. Esses elementos são identificados como micronutrientes por estarem presentes em concentrações mínimas em alimentos e, apesar de suas concentrações aparentemente ínfimas, são essenciais à manutenção da saúde humana. Logo, incrementos expressivos na concentração de micronutrientes em culturas utilizadas como fonte de alimento podem se tornar uma importante estratégia para melhorias na nutrição e saúde humanas (Uauy et al., 2006).

Considera-se que a combinação do arroz (*Oryza sativa* L.) com feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é bastante completa em termos nutricionais, pois agrega a presença do amido, como fonte de energia, do ferro, de proteínas além de outros micronutrientes (Bassinello et al., 2012). Dessa maneira, essas culturas poderiam ser alvo de ações dentro de programas de melhoramento, objetivando-se aumentos significativos nas concentrações de micronutrientes. Porém, as duas culturas apresentam diferentes papéis no agronegócio mundial, necessitando de diferentes

estratégias para a exploração da diversidade genética disponível, diferentes métodos de melhoramento clássico e abordagens moleculares, assim como medidas socioeconômicas diferenciadas para cada uma das culturas.

Como o sequenciamento do genoma do arroz já foi realizado, é possível o desenvolvimento de um número quase ilimitado de marcadores baseados em DNA, que podem ser aplicados em caracterização varietal, construção de mapas de ligação, análise de QTL (Quantitative Trait Loci) e mapeamento associativo, permitindo, assim, um acúmulo de informações detalhadas sobre a estrutura e funcionamento de genes relacionados a caracteres de interesse (Xu et al., 2004).

## **MÉTODOS**

### **Material vegetal e dados genotípicos**

O DNA genômico dos parentais (Zebu Ligeiro e Chatão Branco) foi obtido a partir de folhas jovens, utilizando-se kit comercial DNeasy 96 Plant Kit (QIAGEN). Para a genotipagem em larga escala de SNP, utilizou-se a tecnologia de sequenciamento de nova geração denominada de genotipagem por sequenciamento (GBS, Genotyping by sequencing). O DNA genômico foi analisado pelo Instituto de Diversidade Genômica da Universidade de Cornell (Buckler Laboratory). Nesse instituto foram construídas as bibliotecas genômicas e conduzido o resequenciamento dos indivíduos.

A coleta de dados foi realizada em uma plataforma Genome Analyzer II (Illumina) e o sequenciamento foi do tipo single-end com plexagem de 96 amostras. As bibliotecas foram preparadas e analisadas de acordo com Elshire et al. (2011), utilizando-se a enzima de restrição “APK1” para digestão e desenvolvimento da biblioteca com barcodes únicos.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os parentais Zebu Ligeiro e Chatão Branco foram analisados concomitantemente a um conjunto de 600 genótipos de arroz, obtendo-se, ao final, 516.240 SNP distribuídos nos 12 cromossomos de arroz. Esses SNP foram identificados, após uma filtragem inicial, utilizando uma frequência mínima alélica (FMA) de 0,01. Porém, tendo em vista a eliminação de alelos raros e uma maior confiabilidade dos dados, os marcadores foram mais uma vez filtrados com FMA de 0,05, obtendo-se assim um total de 285.379 SNP. Após a filtragem dos dados referentes somente aos dois parentais, obtiveram-se 18.511 SNP polimórficos distribuídos ao longo dos 12 cromossomos do arroz (Tabela 1), os quais representaram aproximadamente 6% do total de marcadores identificados (após filtragem com FMA de 0,05).

O cromossomo 1 apresentou o maior número de SNP, com 2.915, representando aproximadamente 16% do número total de marcadores identificados para esses parentais. Dentre as substituições identificadas, a mais comum foi T/C ou C/T, com um total de 5.578 marcadores (Tabela 2). A partir destas informações estima-se que esses marcadores representarão uma importante ferramenta no desenho do mapa genético e posterior identificação de QTL relacionados aos teores de Fe e Zn para a população segregante derivada do cruzamento Zebu x Chatão.



**Tabela 1.** Número de marcadores do tipo SNP identificados em cada cromossomo da cultura do arroz para os parentais Zebu Ligeiro e Chatão Branco.

<b>Cromossomo</b>	<b>Nº de marcadores SNP</b>
1	2.915
2	1.439
3	2.112
4	913
5	1.045
6	1.879
7	819
8	1.304
9	426
10	2.202
11	1.657
12	1.800
<b>Total</b>	<b>18.511</b>

**Tabela 2.** SNP identificados e sua abundância para os parentais Zebu Ligeiro e Chatão Branco.

<b>Substituição</b>	<b>Nº de marcadores SNP</b>
A/C – C/A	2.162
A/G – G/A	5.466
A/T – T/A	1.166
C/G – G/C	1.987
C/T – T/C	5.578
G/T – G/T	2.163
<b>Total</b>	<b>18.511</b>

## CONCLUSÃO

Verificou-se a presença de polimorfismo considerável entre os dois genótipos utilizados como parentais para a população segregante a ser utilizada no mapeamento de regiões relacionadas aos teores de Fe e Zn. O mapa saturado certamente potencializará a identificação destas regiões.

## REFERÊNCIAS

- BASSINELLO, P. Z.; CARVALHO, R. N.; ARAÚJO, M. R.; ALMEIDA, R. P. de; COBUCCI, R. de M. A. **Potencial de Aproveitamento de farinhas de quirera de arroz e bandinha de feijão em biscoitos tipo cookie.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2102. 8 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado Técnico, 204).
- ELSHIRE, R. J.; GLAUBITZ, J. C.; SUN, Q.; POLAND, J. A.; KAWAMOTO, K. ; BUCKLER, E. S. A Robust, Simple Genotyping-by-Sequencing (GBS) Approach for High Diversity Species. **PLoS ONE**, v. 6, n. 5, e19379, may. 2011.
- UAUY, C.; DISTELFELD, A.; FAHIMA, T; BLECHL, A.; DUBCOVSKY, J. A NAC Gene Regulating Senescence Improves Grain Protein, Zinc, and Iron Content in Wheat. **Science**, v. 314, n. 5803, p.1298-1301, 2006.
- XU, Y. B.; BEACHELL, H.; MCCOUCH, S. R. A marker-based approach to broadening the genetic base of rice in the USA. **Crop Science**, Madison, v. 44, n. 6, p. 1947-1959, 2004.

## MAIZE BIOFORTIFICATION IN BRAZIL BIOFORTIFICAÇÃO DE MILHO NO BRASIL

Paulo Evaristo de Oliveira Guimarães<sup>1</sup>, Maria Cristina Dias Paes<sup>2</sup>, Robert Eugene Schaffert<sup>3</sup>, Lauro José Moreira Guimarães<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Genetic Resources and Breeding, Embrapa Milho e Sorgo, paulo.guimaraes@embrapa.br

<sup>2</sup>Nutrition and Food Science, Embrapa Milho e Sorgo, cristina.paes@embrapa.br

<sup>3</sup>Genetic Resources and Breeding, Embrapa Milho e Sorgo, robert.schaffert@embrapa.br

<sup>4</sup>Genetic Resources and Breeding, Embrapa Milho e Sorgo, lauro.guimaraes@embrapa.br

**RESUMO** - O programa de melhoramento de milho biofortificado para carotenoides precursores de pró - Vitamina A (Pró-VA) começou em 2006. Baseado em seis linhagens elites para características agronômicas e com maiores concentrações de Pró-VA, foi desenvolvida uma variedade sintética de milho biofortificada, a BRS 4104. Esta variedade foi melhorada por três ciclos de seleção. Esta cultivar é competitiva em produtividade com algumas variedades comerciais. As concentrações totais de pró-VA da BRS 4104 são inferiores às apresentadas pelos híbridos desenvolvidos no CIMMYT. Um grupo destes híbridos foi avaliado em Sete Lagoas, na safra 2014/2015. Para produtividade de grãos não foram identificados híbridos pro-VA competitivos com o BRS 1055, um híbrido simples não biofortificado. Os parentais dos melhores híbridos do CIMMYT poderão ser usados como fontes de pro-VA para melhorar linhagens elites, que poderão gerar versões biofortificadas de híbridos comercializados no Brasil.

**Palavras-chave:** cultivares, pró-vitamina A, milho, Brasil.

**ABSTRACT** - The Brazilian pro-VA maize breeding program started in 2006. Six agronomic (AG) traits elite inbred lines with higher total pro-VA content were used to develop BRS 4104, a pro-VA synthetic open pollinated variety (OPV). BRS 4104 is being improved for AG and pro-VA traits with three cycles of selection. This cultivar shows grain yield performance competitive with some others OPVs in Brazil. The total pro-VA content of this cultivar is below that observed in CIMMYT hybrids. A set of these hybrids was evaluated in Sete Lagoas, in the 2014/2015 growing season. These pro-VA hybrids were not grain yield competitive with BRS 1055, a no Biofortified single cross. The parents of the best hybrids can be used as pro-VA sources to improve Brazilian inbred lines that may generate biofortified versions of commercial hybrids.

**Keywords:** cultivars, pro-vitamin A, maize, Brazil.

### INTRODUCTION

The Brazilian pro-VA maize breeding program started in 2006. Two hundred forty-six maize samples were screened for carotenoids profile. From this group, six AG traits elite inbred lines were selected for presenting higher total pro-VA content, ranged from 6.2 to 9.1  $\mu\text{g g}^{-1}$  and averaged 7.2  $\mu\text{g g}^{-1}$ (dwb).

These selected lines were used to develop BRS 4104, a pro-VA synthetic OPV. They were crossed to generate all hybrids combinations. These parental hybrids were crossed and the seeds bulked.

BRS 4104 is being improved for AG and pro-VA traits with two cycles of mass selection and one of half-sib selection. This cultivar shows grain yield performance competitive with some others OPVs in Brazil (Table 1). The total pro-VA content of this cultivar ranged from 5 to 8  $\mu\text{g g}^{-1}$ (dwb), that is below what is observed in CIMMYT hybrids. The objectives of this study were to present an overview of Maize Biofortification Breeding Program in Brazil and to evaluate a set of CIMMYT hybrids in a Brazilian environment.

## METHOD

A randomized block experiment CIMMYT trial (CHTSPROA), with 23 pro-VA hybrids and two checks ( BRS 1055 – no pro-VA hybrid, and BRS 4104 – a pro-VA OPV) was evaluated for AG traits in 2014/2015 Sete Lagoas growing season.

## RESULTS AND DISCUSSION

Data from agronomic traits were obtained from this CIMMYT PRO-VA hybrid trial (Table 2). The grain yield from CIMMYT Pro-VA hybrids ranged from 3.4 to 9.6 t/ha, while the yield for BRS 1055 (no pro-VA SC check) and BRS 4104 (pro-VA OPV check) were, respectively, 11.3 and 7.7 t/ha. Grain samples from these materials will be analyzed for carotenoids profile.

Since these pro-VA hybrids were not grain yield competitive with BRS 1055, they showed low potential to be released to the Brazilian maize seed market. However, the parents of the best hybrids can be used as pro-VA sources in a backcrossing breeding program to improve this trait in commercial Brazilian inbred lines. These improved inbred lines can be used to generate biofortified versions of commercial hybrids.

Table 1 - Grain yield (t/ha) of BRS 4104 and three OPVs checks evaluated in the Brazilian OPV Trial. Four growing seasons - 96 environments.

	Season			
	2008/09	2009/10	2010/2011	2011/12
BRS 4104	4.9	5.5	5.6	5.6
BR 106	5.1	5.4	5.9	5.9
Sol da Manhã	4.3	4.6	4.9	5.0
BRS 4103	5.8	5.6	6.2	5.3
Environments	27	15	25	29





Table 2 - Grain yield and other agronomic traits of pro-VA hybrids - CIMMYT trial CHTSPROA. Sete Lagoas, 2014/2015 growing season.

Entry	Grain Yield	Stalk + Root lodging	Plant Height	Ear Height	Female flowering	Grain Moisture
	t/ha	%	cm	cm	d	%
BRS1055 (no Pro-VA SC)	11.26	9	273	165	63	15.4
CML297/CML300//CLHP00306	9.58	9	245	145	62	14.4
CLHP0049/CML297//CLHP00306	8.39	50	253	143	61	14.9
CLHP0049/CML297//CLHP00478	8.35	3	265	163	62	15.3
CLHP0003/CLHP0005//CLHP00434	8.13	19	255	143	58	14.1
CLHP0049/CML297//CLHP00294	8.01	22	245	145	61	15.8
CML297/CML300//CLHP00340	7.79	19	240	150	64	15.5
CML297/CML300//CLHP0353	7.72	31	265	163	62	14.8
BRS4104 ( Pro-VA OPV)	7.70	19	248	153	63	15.4
CML297/CML300//CLHP0221	7.66	16	250	155	63	15.2
CLHP0049/CML297//CLHP0342	7.54	16	253	158	63	15.4
CLHP0049/CML297//CLHP0310	7.47	13	248	143	62	14.8
CLHP0046/CLHP0020//CLHP0213	7.45	6	230	138	58	13.9
CLHP0003/CLHP0005//CLHP0364	7.13	25	238	133	60	13.8
CLHP0046/CLHP0020//CLHP0331	6.87	3	218	120	56	14.2
CLHP0003/CLHP0005//CML304-B	6.67	31	263	153	59	13.7
CLHP0046/CLHP0020//CLHP0333	6.50	22	198	105	56	15.5
CLHP0003/CLHP0005//CLHP0316	5.95	22	225	125	57	13.9
CLHP0003/CLHP0005//CLHP00308	5.77	19	243	130	59	13.9
CLHP0049/CML297//CLHP00432	4.81	3	253	135	59	14.4
CLHP0049/CML297//CLHP0350	4.73	13	243	135	61	15.2
CLHP0068/CLHP0020//CLHP0299	3.95	9	205	123	59	14.7
CLHP0068/CLHP0020//CLHP0301	3.94	6	225	130	58	15.2
CLHP0068/CLHP0020//CLHP0289	3.81	25	198	113	57	15.2
CLHP0046/CLHP0020//CLHP0293	3.43	19	213	120	58	15.2
LSD 0.05	3.20					

### ACKNOWLEDGEMENTS

Special gratitude to Harvest Plus, Embrapa and CNPq for the financial support.



# Tema 5: Transferência de Tecnologia, Comunicação, Mercado e Impactos



## BIOFORTIFICATION IN LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN REGION

### BIOFORTIFICAÇÃO NA AMERICA LATINA E CARIBE

Carolina Gonzalez<sup>1</sup>; Marilia Regini Nutti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Deputy coordinator of HarvestPlus Latin America and Caribbean, CIAT-IFPRI, Km17 recta Cali-Palmira, Cali, Colombia, c.gonzalez@cgiar.org

<sup>2</sup>Coordinator of HarvestPlus Latin America and Caribbean, Embrapa Food Technology, Rio de Janeiro, Brazil, marilia.nutti@embrapa.br.

**RESUMO** - O objetivo deste trabalho é descrever o que foi alcançado em termos de biofortificação na América Latina e no Caribe (ALC). O Projeto HarvestPlus, continuando com as atividades iniciadas pelo AgroSalud, trabalha para melhorar o conteúdo nutricional de culturas como arroz, milho, feijão, mandioca e batata-doce, que são a base da dieta de muitos latino-americanos. O projeto também pretende avaliar o impacto nutricional, econômico e colocar sementes biofortificadas nas mãos dos agricultores, favorecendo o desenvolvimento de novos produtos alimentícios. Como resultado deste trabalho, entre 2007 e 2015, 29 variedades foram liberadas na ALC.

**Palavras-chave:** impacto econômico, biofortificação, conteúdo nutricional.

**ABSTRACT** - The aim of this paper is to describe what has been achieved in terms of biofortification in the Latin American and Caribbean (LAC) region. Continuing the work initiated by AgroSalud, the HarvestPlus Project has been working to improve the nutritional content of crops such as rice, maize, bean, cassava, and sweet potato, which are the base of many Latin Americans' diet. It also seeks to evaluate their nutritional and economic impact and place biofortified seeds in farmers' hands, thereby fostering the development of food products. As a result of this work, between 2007 and 2015, 29 varieties were released in LAC.

**Keywords:** economic impact, biofortification, nutritional content.

#### INTRODUCTION

In 2005, a consortium of institutions called AgroSalud was created for the purpose of improving nutritional food security in LAC by means of the consumption of the useful production of biofortified crops. It worked in 14 countries of LAC and was financed mainly by the Canadian International Development Agency (CIDA). When financing for AgroSalud ended in 2010, HarvestPlus, which was already working in Asia and Africa with the same focus and goal, decided to continue with the work in LAC starting in 2012, serving the poorest communities of the region. This made it possible to expand the biofortification of crops in various Latin American countries and to align the projects with those which are proposed in Sub-Saharan Africa and in South Asia. The aim of this paper is to describe the past and current situation of biofortification in LAC.

#### METHOD

Continuing the work initiated by AgroSalud, HarvestPlus has been working to improve the nutritional content of crops such as rice, maize, bean, cassava, and sweet potato, which are the base of many Latin Americans' diet. It also seeks to evaluate their nutritional and economic impact through experimental and quasi-experimental methods and place biofortified seeds in farmers' hands using different models (ex. seed banks), thereby fostering the development of food products. As a result of this work, between 2007 and 2015, 29 varieties were released in LAC (NUTTI & GONZALEZ, 2015). Countries such as Nicaragua, Panama, and Cuba have made biofortification part of their national food and micronutrient security agenda. In 2012, stage II was initiated, and some countries were prioritized based on their micronutrient deficiencies and their consumption of these crops. Guatemala and Nicaragua are progressing in evaluating and multiplying promising varieties; Honduras, El Salvador and Belize will likely join in 2015 when biofortification workshops will be held.

## RESULTS AND DISCUSSION

In Guatemala, 74,268 pounds of seed of maize variety QPM ICTA\_Maya, as well as 4,879 pounds of seed of Super Chiva, a bean variety with high iron content, have been delivered across the whole country benefiting more than 13 thousand producers in the first case and more than one thousand in the latter (Table 1). A consumer acceptance study of this variety (Super Chiva) in the northwest part of the country showed marginally positive acceptance compared to the traditional variety (Table 2). A management committee was also established with the participation of public sector institutions, and of national and international NGOs.

**Table 1. Number of beneficiaries of improved varieties in Guatemala**

Institution (delivery)	Super Chiva	QPM ICTA Maya
MAGA	1.020	12.286
IICA	22	454
Semilla Nueva	0	265
<b>TOTAL</b>	<b>1.042</b>	<b>13.005</b>

Source: Author's

**Table 2: Mean economic rating of bean varieties (northwest Guatemala)**

Variety	Average WTP± S.D.(Quetzals)
<b>Super Chiva</b>	
<b>HIB (T1)</b>	4.83±0.71
<b>HIB (T2)</b>	4.96±0.83
<b>HIB (T3)</b>	4.89±0.76
<b>Traditional Variety</b>	
<b>Traditional (T1)</b>	4.70±0.72
<b>Traditional (T2)</b>	4.67±0.74
<b>Traditional (T3)</b>	4.67±0.71

Source: Perez, Oparinde, Birol, Gonzalez (author) and Zeller

In Nicaragua, at least 20 promising rice genotypes have been identified as having good production and agronomic traits and good potential under irrigated and/or rainfed conditions, besides being tolerant to pyricularia. Seed of bean variety INTA Ferroso y Nutritivo with higher iron content will be multiplied. A sensory evaluation of INTA Ferroso (which has 32% more iron and 6% more zinc) vs. the conventional variety INTA Cincuentaño was conducted. No significant differences were found between the acceptability and preference of these two varieties. A field manual for Sensory Evaluation of Biofortified Crops came out which describes, step by step, the methodology used to perform sensory evaluation during the data collection phase.

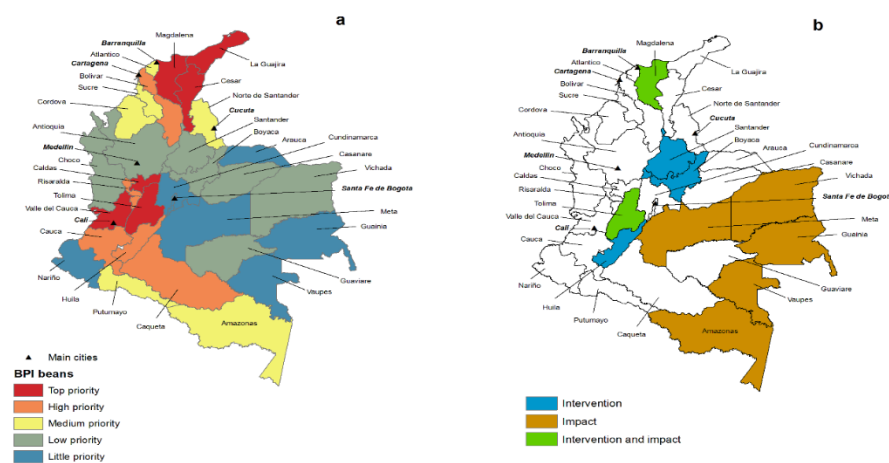
In Panama, the National Biofortification Program (AgroNutre), funded by the country itself, has introduced new maize varieties with higher zinc and beta-carotene content, as well as rice varieties with higher zinc content. It also has advanced bean lines with high iron content, such as NUA24 and NUA27. A partnership was established with FAO to write two recipe books and promote sweet potato production and consumption. A diagnostic of current production conditions and consumption of these crops is being carried out in an area of the country populated by native Indians

In Haiti, a biofortification activity planning workshop was carried out. Bean and cassava materials were sent to Haiti to be evaluated in the country's experiment stations, and a strategic alliance with the AKOSSA project was established, for the collection of national data in order to develop a work plan during 2015.

In Colombia, field trials of Andean and Mesoamerican bean varieties that may potentially be released in 2015 have been conducted. A Priorization Index of Subregional Interventions with Biofortification was established in Colombia (ex. BPI Beans-Iron see Figure 1), and processed

products (mixtures) based on biofortified crops (maize, cassava, bean, and rice) were developed in partnership with the private sector.

**Figure 1.** Bean-Iron/Colombia BPI



Source: Funes, Gonzalez, Perez and Zeller

In Bolivia, rice varieties with higher zinc content were evaluated for potential release in 2015–2016. Tests were conducted to determine the impact that soil zinc content has on a variety. In addition, 900 farmer surveys were carried out to find out which varieties they grow, their rice grain preferences and the crop's limitations.

The government of Belize presented interest in testing biofortified crops such as cassava, sweet potato and beans, in order to develop a sustainable strategy for food security in the country. During 2015, materials of these crops will be sent for evaluation.

## CONCLUSION

Great efforts have been made over the past three years to obtain the described results, however there is a lot of more work that needs to be done to achieve our final goals.

## ACKNOWLEDGEMENTS

HarvestPlus, Embrapa, CIAT, CIMMYT, CIP and our local partners in the LAC countries

## REFERENCES

NUTTI, M. R.; GONZALEZ, C. Biofortification in Latin America and the Caribbean Region. In: *XSSC ACADEMIC SYMPOSIUM*, 535, 2015. Beijing. **Nutrition-oriented Agriculture for health: proceedings**. p. 17-18.



**TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA PARA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS  
BIOFORTIFICADOS: A EXPERIÊNCIA NO MUNICÍPIO DE MAGÉ-RJ**  
**TECHNOLOGY TRANSFER FOR BIOFORTIFIED CROPS PRODUCTION:  
THE EXPERIENCE IN MAGÉ-RJ**

José Luiz Viana de Carvalho<sup>1</sup>, Mauro Sergio Vianello Pinto<sup>2</sup>, Raphael Santos<sup>3</sup>, Luís Henrique dos Santos Teixeira<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Pesquisador Engenheiro Agrônomo, Embrapa Agroindústria de Alimentos, Avenida das Américas, 29.501, Bairro Guaratiba, Rio de Janeiro-RJ, email: jose.viana@embrapa.br

<sup>2</sup>Pesquisador Engenheiro Agrônomo, Embrapa Agroindústria de Alimentos, Avenida das Américas, 29.501, Bairro Guaratiba, Rio de Janeiro-RJ, email: mauro.pinto@embrapa.br

<sup>3</sup>Jornalista, Especialista em Relações Internacionais com foco em Ajuda Humanitária e ao Desenvolvimento, Consultor de Comunicação Social na Rede BioFORT, Avenida das Américas, 29.501, Bairro Guaratiba, Rio de Janeiro-RJ, email: raphael.santos@colaborador.embrapa.br

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo da Secretaria Municipal de Agricultura Sustentável de Magé. Graduado pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

**RESUMO** – A partir de convênio firmado entre a Prefeitura do Município de Magé-RJ e a Embrapa Agroindústria de Alimentos, no início do ano de 2014, a Rede BioFORT entrou em operação no referido município. As primeiras ações contaram com a adesão imediata de quinze agricultores familiares interessados na multiplicação das ramas para produção de batata-doce biofortificada, variedade Beauregard. Pela avaliação inicial dos técnicos locais, e sobretudo dos agricultores, aliada aos bons resultados da produção estimularam a continuidade e ampliação dos plantios. A parceria foi ampliada para a produção de milho, mandioca e feijão, e está, atualmente, na fase de produção de sementes, ramas e manivas, junto aos agricultores parceiros como também, na área experimental da Prefeitura de Magé, denominada de CEPTA – Centro de Experimentação e Pesquisa em Tecnologias Agropecuárias para posterior difusão para os agricultores familiares interessados. Segundo relato dos agricultores, a batata-doce biofortificada tem tido grande aceitação na venda direta realizada semanalmente na feira da agricultura familiar promovida com o apoio da Secretaria Municipal de Agricultura Sustentável de Magé. No futuro, planeja-se a ampliação da produção dessa variedade com o objetivo de oferecê-la aos alunos na merenda escolar das escolas do município aos moldes do que já vem ocorrendo no município de Itaguaí/RJ.

**Palavras-chave:** batata-doce biofortificada.

**ABSTRACT** – From an agreement signed between the City Hall of Magé-RJ and Embrapa Food Technology at the beginning of 2014, the BioFORT project started operating in the municipality. The first actions included the immediate adhesion of fifteen farmers interested in seed multiplication for the production of orange sweet potato (Beauregard). For the initial assessment of local technicians and especially the farmers, the good results of production encouraged the continuation and expansion of plantations. The partnership was extended to the production of maize, cassava and beans that is currently in seed production phase with partners and farmers in the experimental area of the Prefecture of Magé, called CEPTA - Experimentation and Research Center on Agricultural Technologies for further dissemination to interested farmers. According to the accounts of farmers, the sale of orange sweet potato has had great acceptance in the direct sales taking place weekly at the family farming fair, organized with the support of the Magé Municipal Secretariat of Sustainable Agriculture. In the future, there are plans to expand this variety production in order to offer it to students at lunch, what is already happening in Itaguaí/RJ.

**Keywords:** orange sweet potato.

## **INTRODUÇÃO**

O processo de transferência de tecnologia (TT) é tão complexo e desafiador quanto às fases de pesquisa e desenvolvimento. Instituições de pesquisa e de extensão rural utilizam-se de diferentes referenciais teóricos e metodológicos para tornar possível a sua execução e compreender os fatores de adoção e não adoção de tecnologias. Para tanto, são necessárias a



construção de parcerias entre diferentes agentes sociais que possibilitam formas exitosas de transferência, difusão, intercâmbio e construção coletiva de conhecimentos. Às vezes, essas ações ocorrem de maneira simultânea, exigindo das equipes um maior esforço de sistematização de informações e compreensão do processo para posterior feedback para as áreas de pesquisa e transferência de tecnologia.

Neste relato é possível verificar que na experiência com agricultores beneficiários em Magé, o método por ora utilizado está mais circunscrito aos conceitos de transferência e difusão de tecnologias, porém já é possível notar ações de intercâmbio a partir de iniciativas dos parceiros em socializar os conhecimentos e partilhar as sementes e mudas das espécies fornecidas pela Embrapa.

O objetivo desse texto é apresentar de maneira sucinta um relato da experiência de parceria entre a Prefeitura de Magé e a Embrapa Agroindústria de Alimentos com a finalidade de implantação de ações da Rede BioFORT junto aos agricultores deste município.

## **MÉTODO**

A Rede BioFORT iniciou suas ações no município de Magé em 2014. A partir do relacionamento prévio existente entre técnicos da Embrapa Agroindústria de Alimentos e da Secretaria Municipal de Agricultura Sustentável da Prefeitura de Magé, elaborou-se uma agenda de reuniões para troca de informações e estabelecimento de acordos que resultou na parceria com a Rede BioFORT.

As primeiras reuniões entre as duas equipes tiveram a finalidade de identificar e qualificar as demandas dos agricultores do município por novas tecnologias agrícolas. Dentre as demandas verificou-se a necessidade de diversificação das espécies cultivadas, a urgência na disponibilização de material propagativo (sementes e mudas) para multiplicação que possibilitasse a produção em maior escala para comercialização. Na sequência, os técnicos da Embrapa apresentaram os objetivos e ações promovidas pela Rede BioFORT e a possibilidade de contribuição para o atendimento de demandas identificadas pelos agricultores do município.

Como encaminhamento dessas discussões foi estabelecido um Termo de Convênio entre a Prefeitura de Magé e a Embrapa Agroindústria de Alimentos de modo a permitir o amparo legal que possibilitasse o atendimento das demandas dos agricultores familiares do município pelas ações da Rede. Estabelecido o convênio, foram disponibilizadas aos quinze agricultores familiares selecionados pela Prefeitura de Magé nessa primeira fase, sementes (ramas) de batata-doce para multiplicação com a finalidade de elevar a quantidade de material propagativo (ramas) dessa variedade na região e futuro aumento da produção para chegar a uma escala comercial.

Após os primeiros plantios de batata-doce foi realizado no início do ano de 2014 um dia de campo nas propriedades do senhor Laércio, localizado no bairro rural Piabetá, aonde se verificou a produção com quantidade e qualidade compatíveis com outras cultivares produzidas localmente. Participaram desse dia de campo, aproximadamente quinze agricultores, além de técnicos extensionistas de diversas organizações públicas e do terceiro setor, totalizando em torno de 25 participantes. Durante esse evento foi possível ainda distribuir em torno de vinte ramas de batata-doce para os quinze agricultores presentes e degustar a batata-doce cozida. Os degustadores perceberam que a batata doce biofortificada apresenta coloração, textura e sabor diferentes quando comparada às batatas doces comumente encontradas nos mercados e, em geral, apreciaram a sua qualidade. Outro agricultor Matheus Cardoso Teixeira relata que “a batata-doce é muito boa porque, com as 15 ramas que recebi da prefeitura, em convênio com a Embrapa, plantei o equivalente a 2 metros de canteiro e colhi 8 quilos”, representando o dobro de produção que costuma obter com outra variedade.

Com o sucesso inicial da produção de batata-doce houve o interesse dos agricultores familiares em testar outros produtos biofortificados. Diante disso foram disponibilizadas sementes de milho (BRS 4104), feijão preto (variedade BRS Supremo) e feijão caupi (BRS Xique Xique) e manivas de mandioca (variedade BRS Jari) por outros atores da Rede no Brasil. O milho já foi colhido e está na fase de propagação de sementes e distribuição para os agricultores interessados. O destino do milho tem sido a própria alimentação da família, uma vez que ainda não houve safra suficiente para permitir a comercialização do produto. Já o feijão e a mandioca estão sendo plantados neste segundo semestre de 2015 em áreas de agricultores familiares.

Além das propriedades rurais beneficiárias, recentemente a Prefeitura de Magé inaugurou o CEPTA - Centro de Experimentação e Pesquisa em Tecnologias Agropecuárias, localizada na área rural do próprio município e que tem por finalidade instalar cultivos experimentais agrícolas e produção de sementes de interesse da agricultura local. Nesta área estão sendo implantados atualmente experimentos com materiais propagativos de batata-doce (ramas), mandioca (manivas), e sementes de milho e feijão biofortificados. Estão sendo testados três tratamentos considerando: T1 – Testemunha (sem insumos agrícolas); T2 – Correção do solo, adubação orgânica e; T3 - Correção do solo, adubação orgânica e irrigação. Esses experimentos testam formas mais naturais de plantio e serão demonstrados para os agricultores familiares do município e para os participantes da V Reunião de Biofortificação a ser realizada no mês de outubro de 2015.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do processo de transferência de tecnologia de alimentos biofortificados no município de Magé ainda não foram avaliados, uma vez que as ações encontram-se na fase de multiplicação de sementes para repasse para outros agricultores e ampliação das áreas de cultivo. Além disso, dentre os desafios encontrados pelas equipes de TT, ocorreu seca prolongada na região durante o ano de 2014, comprometendo o plantio e a própria produtividade dos cultivos.

Apesar disso, e especificamente para o cultivo de batata-doce biofortificada, que está num estágio mais avançado de produção, os agricultores familiares parceiros relatam que a produtividade é equivalente ou superior às outras cultivares convencionais indicando um bom desempenho agrônômico. Relatam ainda que já estão comercializando a produção na feira de agricultura familiar local tendo uma boa aceitação e procura pelos consumidores, clientes da feira.

Diante da eminente ampliação dos cultivos e conseqüente aumento da produção esperase, em breve, inserir esses alimentos na alimentação escolar do município.

Nos próximos meses serão realizadas pesquisas para a caracterização socioeconômica dos agricultores familiares nas ações da Rede em Magé, bem como a avaliação de impacto das cultivares biofortificadas no município. Essas pesquisas permitirão obter informações que possibilitarão traçar o perfil dessas famílias, bem como aprofundar a compreensão das experiências dos cultivos e a aceitação dos produtos nos sistemas de produção e mercados consumidores do município.

## CONCLUSÃO

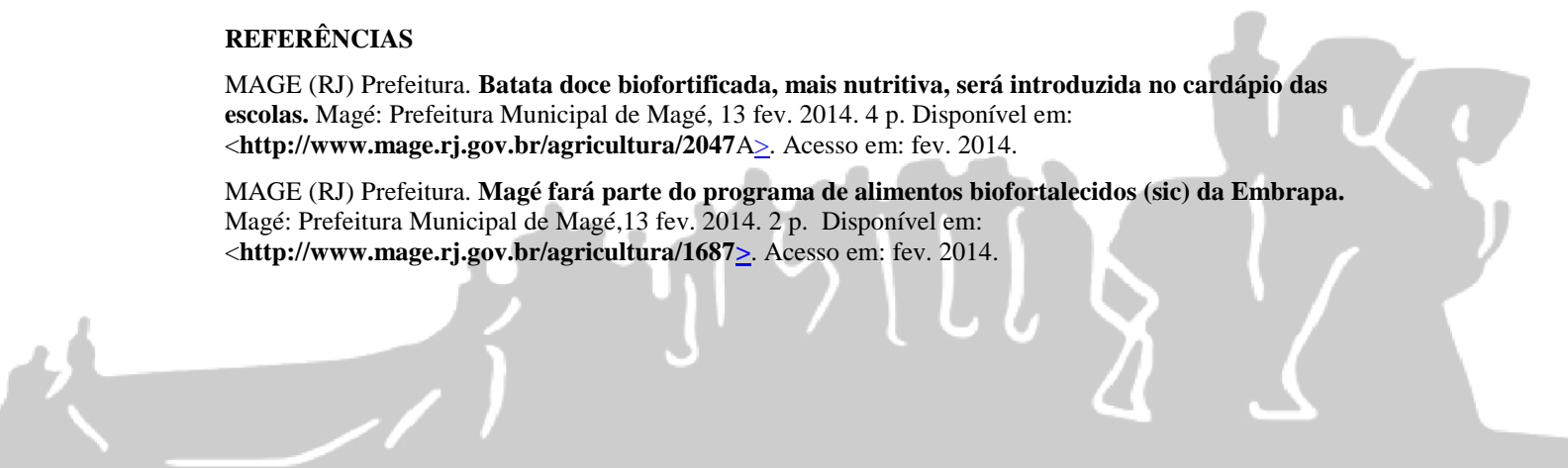
Apesar das ações de transferência de tecnologia junto aos agricultores do município de Magé serem bastante recentes, os relatos e as observações de campo permitiram verificar que há um campo de oportunidades e possibilidades de êxito do projeto BioFORT no município. Isso é possível em virtude da parceria estabelecida entre a Prefeitura de Magé e a Embrapa Agroindústria de Alimentos que planejam e executam conjuntamente as atividades programadas, bem como pelo eficiente trabalho de mobilização dos agricultores familiares promovido pelos técnicos da prefeitura local.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimento especial a Secretaria Municipal de Agricultura Sustentável da Prefeitura de Magé pela parceria e compromisso com a implementação da Rede BioFORT no município. Agradecimento aos agricultores familiares parceiros pela confiança no projeto e pelo empenho em produzir sementes e socializar os conhecimentos adquiridos com outros agricultores e técnicos.

## REFERÊNCIAS

- MAGE (RJ) Prefeitura. **Batata doce biofortificada, mais nutritiva, será introduzida no cardápio das escolas.** Magé: Prefeitura Municipal de Magé, 13 fev. 2014. 4 p. Disponível em: <<http://www.mage.rj.gov.br/agricultura/2047A>>. Acesso em: fev. 2014.
- MAGE (RJ) Prefeitura. **Magé fará parte do programa de alimentos biofortalecidos (sic) da Embrapa.** Magé: Prefeitura Municipal de Magé, 13 fev. 2014. 2 p. Disponível em: <<http://www.mage.rj.gov.br/agricultura/1687>>. Acesso em: fev. 2014.



## ESTRATÉGIAS PARA A ADOÇÃO DE ALIMENTOS BIOFORTIFICADOS NO COMBATE À DESNUTRIÇÃO NO SUL DO BRASIL.

### STRATEGIES FOR BIOFORTIFIED FOODS ADOPTION FOR COMBATING MICRONUTRIENT DEFICIENCY IN THE SOUTH OF BRAZIL.

Apes Falcão Perera<sup>1</sup>, Alberi Noronha<sup>2</sup>, Marcelo Terra Borges<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Eng. Agrônomo, MsC em Sistemas Produtivos da Agricultura Familiar, Analista em transferência de tecnologias na Embrapa Clima Temperado, Brasil. apes.perera@embrapa.br

<sup>2</sup>Eng. Agrônomo, Analista em transferência de tecnologias na Embrapa Clima Temperado, Brasil. alberti.noronha@embrapa.br

<sup>3</sup>Bel. Comunicação Social – Jornalismo. Mestrando em Artes Visuais. Centro de Artes/ UFPel. marcelotborges@gmail.com

**RESUMO** - O Rio Grande do Sul (RS) é considerado um dos estados mais desenvolvidos do Brasil mas enfrenta situações de vulnerabilidade social, em especial a desnutrição, em diversos agrupamentos populacionais, principalmente em regiões onde há alta concentração de agricultores familiares e descendentes de indígenas. O fomento à produção e ao consumo de alimentos tradicionais biofortificados se configura como uma estratégia eficiente para o enfrentamento da desnutrição e seus efeitos. Para tal fim, a utilização de ferramentas participativas e conhecimentos gerados pela Rede BioFORT facilitam a transferência e adoção de tecnologias e acelera o alcance de resultados.

**Palavras-chave:** alimentos tradicionais, Populações Indígenas, deficiência de micronutrientes.

**ABSTRACT** - Rio Grande do Sul (RS) is considered one of the most developed states in Brazil but it faces situations of social vulnerability, especially malnutrition in several population groups, mainly in areas where there is a high concentration of family farmers and indigenous descendents. Promoting the production and consumption of biofortified staple foods is an effective strategy to fight against malnutrition and its effects. For this purpose, the use of participatory tools and knowledge generated by BioFORT Network facilitates the transfer and adoption of technologies and accelerates the achievement of results.

**Keywords:** staple foods, indigenous descendents, micronutrient deficiency.

### INTRODUÇÃO

O Estado do Rio Grande do Sul (RS) ocupa a sexta posição entre os estados brasileiros em relação ao Índice de Desenvolvimento Humano – IDH, segundo a AtlasBrasil, e possui uma população estimada em mais de 11.200.000 habitantes, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Segundo informações da Secretaria Estadual da Saúde – SES/RS existem no estado mais de 370 mil crianças com menos de sete anos de idade em risco nutricional. Ainda segundo esta fonte, há aproximadamente 18 mil gestantes e /ou nutrizes que sofrem de algum tipo de carência nutricional.

Conforme a SES/RS, “Dados da OMS indicam que cerca de 2/3 das mortes que ocorrem no mundo todo, estão relacionadas com o hábito alimentar, se aplicada esta proporção nas taxas de mortalidade do RS, do ano 2000, teríamos 44.994 mortes provocadas por doenças correlacionadas com o hábito alimentar”.

De acordo com MARTINS e WINK (2013), o Estado possui cerca de 198 mil pessoas vivendo na condição de pobreza extrema, dos 10 municípios com maior proporção de indivíduos em extrema pobreza, nove estão localizados nas regiões norte e noroeste, nestes municípios encontra-se um percentual elevado de indígenas, em média 17% da população total, quando comparados com a média do Estado que é de 0,31% e que há ainda municípios com cerca de 40% de indivíduos indígenas na composição de sua população total. Os mesmos autores apontam que:

“Em alguns dos municípios com maiores percentuais de pobreza extrema também se constata situações de estagnação ou perdas econômicas relacionadas a mudanças no padrão produtivo de base agrícola, acompanhando uma dinâmica global de valorização do grande agronegócio de culturas de

exportação, em detrimento da agricultura familiar de pequenas ou médias propriedades, o que ocorre especialmente na região Norte do Rio Grande do Sul." (MARTINS e WINK, 2013)

Em relação aos hábitos alimentares das comunidades indígenas, Ilaine Schuch (2001) sustenta que "a Cesta Básica de alimentos não atende as necessidades nutricionais. A atividade agrícola concentra-se nos seguintes produtos: milho, feijão, mandioca e batata-doce." Ainda segundo esta autora o problema da desnutrição não está restrito apenas a quantidade de alimentos disponível, mas também a qualidade da dieta.

"Quanto ao consumo de vitaminas e sais minerais, mais de 90% das famílias pesquisadas não atingem 80% de adequação em relação às necessidades de cálcio e vitamina A, sendo também insuficientes para maioria das famílias o consumo de ferro, tiamina, riboflavina, niacina e vitamina C." (SCHUCH, 2001)

No caso da batata-doce, verificou-se um aporte de produtividade da ordem de três vezes em relação a média regional, de aproximadamente 10 toneladas por hectare, de acordo com KROTH, DANIELS e PIEROBOM (2004) e com um incremento de até dez vezes o conteúdo de carotenoides totais (BIOFORT, 2015). Para o feijão comum o incremento em produtividade pode chegar a dobrar, quando utilizada a cultivar biofortificada BRS Cometa (CARVALHO e ALBRECHT, 2007), em relação à média regional, de 1.300 Kg/ha (CONAB, 2014). Já os incrementos em minerais podem chegar a cinco vezes, no caso do Zinco e três vezes *no caso do Ferro* (BIOFORT, 2015).

## MÉTODO

O levantamento, a sistematização e a priorização das demandas por tecnologias para a solução de problemas identificados nas comunidades são ações fundamentais para o redirecionamento das ações de Transferência de Tecnologias, evitando-se a clássica atuação baseada na oferta de soluções pré-estabelecidas, passando a atuar no atendimento objetivo das necessidades, e com um mínimo de interferência cultural possível.

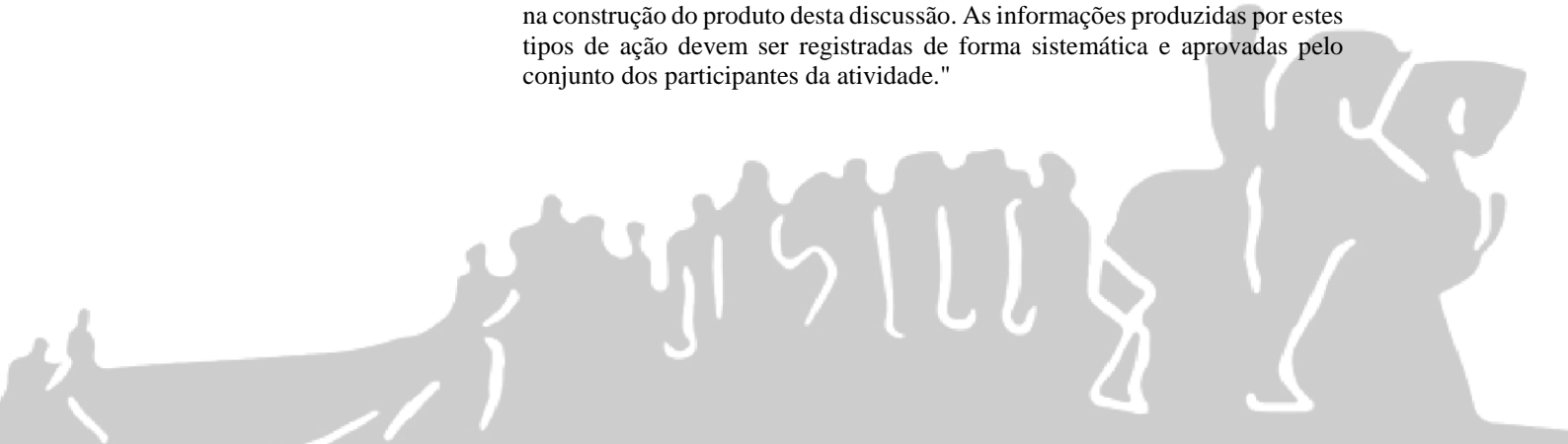
Apesar dos meios para este tipo de desenvolvimento encontrarem-se com os próprios atores sociais, na maioria das vezes, é necessário um estímulo externo capaz de criar a consciência necessária para sua utilização eficiente, sem, no entanto, interferir na tomada de decisão do próprio grupo social.

A utilização de metodologias participativas se apresenta como uma estratégia eficaz para esta abordagem, destacando-se, para fins de levantamento de demandas e priorização das ações, a observação e a moderação.

A observação é uma técnica de pesquisa social largamente difundida e utilizada para coletar informações sobre determinados indivíduos ou grupos sociais, sem a interferência do pesquisador. Segundo Rech (2011) as informações devem ser buscadas seguindo um roteiro, contendo os itens a observar, e posteriormente registradas. A presença do pesquisador deve ser o mais natural possível, para interferir minimamente na dinâmica do grupo, conforme Rech (2011).

A moderação, como definida por Colette (2001, p. 18), pode ser o novo papel das agências públicas e privadas de desenvolvimento:

"A moderação é uma forma de condução dos processos de discussão que visa promover uma discussão objetiva e equilibrada entre os diversos participantes de um determinado grupo e contribuir para que todos participem ativamente na construção do produto desta discussão. As informações produzidas por estes tipos de ação devem ser registradas de forma sistemática e aprovadas pelo conjunto dos participantes da atividade."



A decodificação destas necessidades não só permite a identificação de tecnologias disponíveis, como também pode construir novas propostas de pesquisa capazes de responder aos vazios de conhecimento identificados.

A proposta de atuação da Rede Biofort no RS foi construída a partir da constatação da existência de níveis importantes de desnutrição em grupos específicos, em algumas regiões do Estado.

Para PERERA e NORONHA (2015):

"A proposta foi instalar áreas de produção de cultivares biofortificados, levando em conta a escolha das próprias comunidades, para que eles avaliassem o desempenho produtivo e a aceitação culinária destas cultivares, comparando com as cultivares tradicionais, sem interferir na sua tradição, costumes e cultura. Os sistemas de cultivo e uso foram decididos pelos próprios indígenas. A partir da aceitação e adoção das cultivares biofortificadas, se espera aumentar a oferta de micronutrientes e amenizar os problemas causados pela desnutrição."

Como estes grupos são compostos principalmente por indígenas e agricultores familiares, optou-se por uma abordagem que privilegiasse as condições e hábitos culturais, com o mínimo de intervenção possível. Dentro desta premissa e em acordo com as demandas levantadas junto às organizações atuantes com estes grupos, definiu-se a promoção do consumo de feijões, batatas-doce e milho biofortificados, que já fazem parte da cultura destes povos.

Com apoio das organizações sociais foram definidas as famílias que receberiam as sementes e mudas e a capacitação sobre as cultivares e seu uso.

Foram instaladas 16 Unidades de Validação de Tecnologias – UVT em reservas indígenas e 05 em áreas de agricultores familiares tradicionais.

A proposta foi de aportar níveis maiores de micronutrientes através das cultivares biofortificadas, em relação às tradicionalmente cultivadas.

## **RESULTADOS**

Para a implantação da rede de Unidades de Validação de Tecnologias - UVT foram realizadas quatro reuniões com técnicos das instituições e organizações parceiras a fim de divulgar a proposta de trabalho e os princípios da biofortificação.

Foram realizadas outras três reuniões de trabalho com os agricultores para definir os critérios de implantação das UVTs, escolha das espécies e tamanho das parcelas demonstrativas.

Por solicitação dos parceiros foi realizada uma oficina sobre técnicas de multiplicação de mudas de batata-doce, visando a possibilidade de aumento das áreas e a oferta de mudas para as comunidades envolvidas.

Foram realizadas três visitas de avaliação das UVTs ao final do ciclo produtivo.

## **CONCLUSÃO**

A partir do incentivo à produção e ao consumo de produtos biofortificados, poderá haver um incremento significativo na disponibilidade de micronutrientes na dieta das populações em estudo, em especial Zinco, Ferro e Carotenóides, seja pelos altos teores destes elementos nas cultivares biofortificadas, seja pelo aumento de produtividade obtido. A estratégia aqui apresentada é uma alternativa para ações de transferência de tecnologia dos cultivos biofortificados.

## **SITES CONSULTADOS:**

BIOFORT – Rede Biofort.

<http://www.biofort.com.br>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

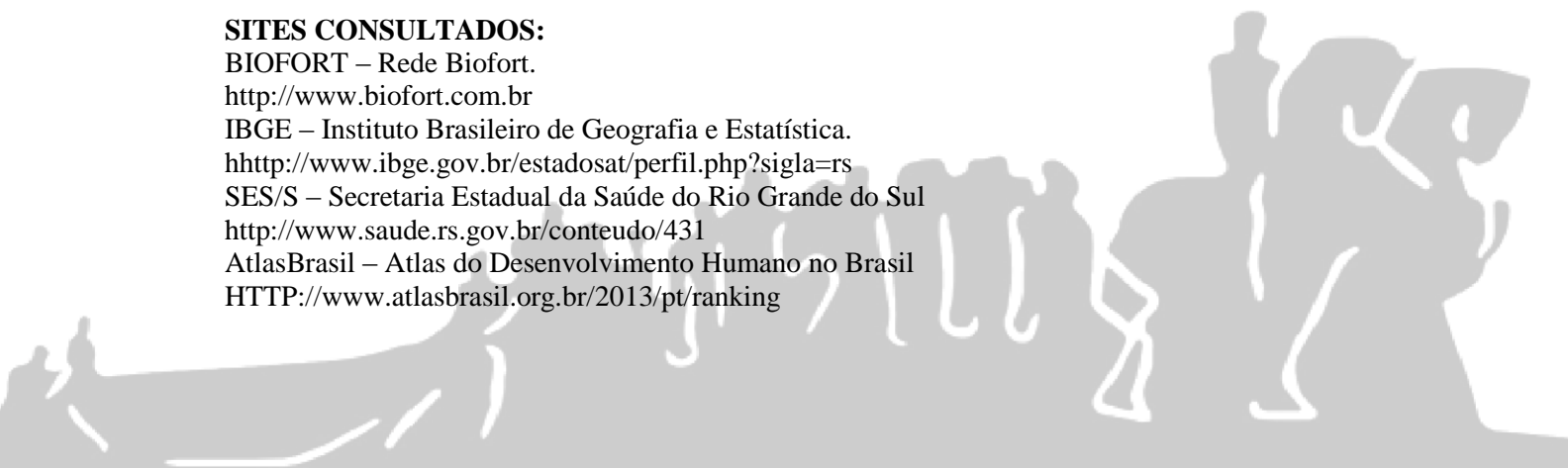
<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=rs>

SES/S – Secretaria Estadual da Saúde do Rio Grande do Sul

<http://www.saude.rs.gov.br/conteudo/431>

AtlasBrasil – Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil

<HTTP://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/ranking>





**REFERÊNCIAS**

CARVALHO, W. P. de; ALBRECHT, J. C. **BRS Cometa**: nova cultivar de feijoeiro comum com grão do tipo comercial carioca para a região do Distrito Federal. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. 3 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 139).

COLETTE, M. M. **Moderação. In: Metodologia participativa**: uma introdução a 29 instrumentos. Porto Alegre: Tomo Editorial, 2001.

CONAB (Brasil). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v. 1, n. 6, mar. 2014. Brasília: CONAB, 2014. 93 p. Safra 2013/14. Sexto Levantamento.

KROTH, L. L.; DANIELS, J.; PIEROBOM, C. R. Degenerescência da batata-doce no Rio Grande do Sul. In: **Revista Brasileira Agrociência**, v. 10, n. 1. mar./abr. 2004.

MARTINS, C. H. B.; WINK JUNIOR, M. V. Pobreza extrema em municípios do Rio Grande do Sul: evidências da multidimensionalidade. In: **Textos para Discussão FEE**, n. 114. Porto Alegre: Secretaria de Planejamento, Gestão e Participação Cidadã, 2013. 22 p. ISSN 1984-5588.

PERERA, A. F.; NORONHA, A. **Mejora en la oferta de hierro y zinc en la alimentación de indígenas en el Sur de Brasil**. In: PROGRAMA COOPERATIVO CENTROAMERICANO PARA EL MEJORAMIENTO DE CULTIVOS Y ANIMALES, 59., 2015. Guatemala. **Generación de tecnología para la innovación de la Agricultura insensiva sostenible**: reunión anual. Guatemala: ICTA, 2015. PCCMCA.

RECH, Carla M. **Observando o Fórum de Agricultura Familiar da Região Sul do RS: Notas sobre a aplicação da técnica na Pesquisa Social**. Pelotas. PPGCS/UFPel. 2011

SAAVEDRA, L. P.; CÂMARA, S. Desnutrição infantil em indígenas Mbyá-Guarani: estudo etnoepidemiológico. **Revista Brasileira de Medicina de Família e Comunidade**, Florianópolis, v. 5, n. 17, p. 24-32, jan./dez. 2010.

SCHUCH, I. **Perfil socioeconômico e alimentar das famílias indígenas Kaingang de Guarita-RS**. 2001. 133 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Nutrição) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2001.





## INTRODUÇÃO DE ALIMENTOS BIOFORTIFICADOS NA ALIMENTAÇÃO ESCOLAR

### INTRODUCTION OF BIOFORTIFIED FOODS IN SCHOOL MEALS

José Heitor Vasconcellos, PhD<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

A balanced diet is essential for good physical and intellectual development of children. Underprivileged school age children are an important target of the project "Biofortified foods: paving the way to improve the quality of food on the Brazilian table."

Partnership agreements with producer association, settlements, municipalities, universities, research institutions and the extension service, multiplication and production units of biofortified ingredients (maize, cassava, beans, cowpea and sweet potato) were installed to supply school lunch programs in both municipal and state public schools in several states. The National School Feeding Programme (PNAE) functioned as an incentive for local governments to purchase the biofortified food produced directly by local farmers.

Limiting factors for the success of this action plan were the constant political changes in municipalities and adverse weather conditions during the cropping season of 2013/2014, which limited production and reduced crop yields, especially in areas without irrigation.

Positives factors were the multiplication, distribution and production of biofortified varieties that generated income for participating farmers. Production training for farmers; meal preparation training for school cooks; development of new research projects and the positive assessment of biofortified products in school meals and daycare centers in several cities were also provided.

*A Lei nº 11.947 determina "que no mínimo 30% do valor repassado a estados, municípios e Distrito Federal pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) para o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) deve ser utilizado na compra de gêneros alimentícios diretamente da agricultura familiar e do empreendedor familiar rural ou de suas organizações, priorizando-se os assentamentos da reforma agrária, as comunidades tradicionais indígenas e as comunidades quilombolas".*

Uma alimentação balanceada é fundamental para que as crianças tenham um bom desenvolvimento físico e intelectual. Por isso, as crianças carentes na idade escolar são um público-alvo do projeto "Alimentos biofortificados: preparando o caminho para levar mais saúde à mesa do brasileiro".

Por meio de contratos de parcerias com associações de produtores, assentamentos, prefeituras, universidades, instituições de pesquisa e de extensão rural, foram instaladas unidades de multiplicação e produção de produtos biofortificados (milho, mandioca, feijão, feijão-caupi e batata-doce) para o abastecimento da merenda de escolas públicas municipais e estaduais de diversos estados brasileiros. O Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) funcionou como um incentivo para que as prefeituras comprassem os alimentos biofortificados produzidos diretamente pelos produtores rurais.

Dentre os fatores limitantes para o sucesso desse plano de ação estão as constantes mudanças políticas nas prefeituras municipais e as condições climáticas adversas, nas safras de 2013/2014, que limitaram a produção e a produtividade das culturas, especialmente em áreas sem irrigação.

Dentre os pontos positivos, estão a multiplicação e distribuição das variedades biofortificadas, com a geração de renda para os produtores participantes; treinamentos de produtores e merendeiras; criação de novos projetos de pesquisa e a avaliação positiva dos produtos biofortificados na merenda escolar e de creches em diversas cidades.

## **PRINCIPAIS RESULTADOS**

### **Cidade de Juiz de Fora – MG:**

Seis produtores produziram 5.555 kg de feijão biofortificado, que foram comprados, via chamada pública, pela Prefeitura Municipal, para a merenda escolar de 15 escolas públicas municipais da zona rural.

### **Cidade de Monte Carmelo – MG:**

Parceria com a Universidade de Uberlândia, Emater-MG e Prefeitura Municipal de Monte Carmelo. Foram instaladas unidades demonstrativas e de produção de sementes, ramas e manivas no horto municipal. Com o auxílio da Emater-MG, foram selecionados oito produtores que participam do PNAE para produzirem as cultivares biofortificadas de feijão, milho, feijão-caupi, batata-doce e mandioca para a merenda escolar das escolas municipais e estaduais de Monte Carmelo.

### **Região de Sete Lagoas – MG:**

Foram distribuídas sementes da cultivar de milho BRS 4104, ramas de batata-doce Beauregard, feijão BRS Cometa e Pontal para 26 produtores realizarem a multiplicação, nas cidades de Pequi, São José da Varginha, Onça do Pitangui, Matozinhos, Lagoa Santa, Fortuna de Minas, Juatuba, Santana do Pirapama, Papagaios, Mateus Leme, Capim Branco\*, Cachoeira da Prata, Inhaúma, Pedro Leopoldo e Jaboticatubas.

### **\*Capim Branco – MG:**

Todas as nutricionistas e merendeiras das 5 escolas municipais receberam treinamento de produção de alimentos biofortificados para merenda escolar. Foi realizado também um minicurso sobre produção de alimentos biofortificados para 9 produtores familiares com o objetivo de dar noções técnicas e práticas básicas sobre a produção de batata-doce, milho e feijão.

### **Assentamento Tamarineiro 1:**

Próximo à fronteira com a Bolívia, em Corumbá-MS. Em parceria com a Embrapa Pantanal, foram analisadas a produtividade, a suscetibilidade a doenças e a adaptação ao clima das cultivares de feijão Pontal e da batata-doce Beauregard.

### **Alegre – ES:**

Em parceria com a UFES foram implantadas unidades demonstrativas de milho, feijão e batata-doce. Um ensaio comparativo entre o feijão biofortificado e cultivares tradicionais também foi efetuado. Cinco famílias estão se alimentando regularmente com o feijão biofortificado, sendo consenso entre elas que a cultivar tem baixo tempo de cozimento e ótima palatabilidade.

### **Itabirito – MG:**

Contrato com a Prefeitura e repasse de sementes dos feijões Pontal e Cometa, ramas da batata-doce Beauregard e do milho BRS 4104 para multiplicação e distribuição aos produtores interessados em produção para a merenda escolar.

### **Patrocínio – MG:**

A Prefeitura realizou a multiplicação de milho, feijão e batata-doce e distribuiu para produtores locais. Foram realizados treinamentos e um dia de campo para o beneficiamento das sementes de milho e feijão. Os produtos biofortificados foram incorporados à merenda escolar.

### **Santa Vitória – MG:**

A batata-doce Beauregard foi plantada na horta da Prefeitura. Os produtos desta horta são destinados a pessoas carentes do município, entidades sociais, creches e escolas municipais. São 2 creches, 3 escolas municipais urbanas, 2 escolas municipais na zona rural e a APAE

**Friburgo – RJ:**

Por meio da Embrapa Agrobiologia, a batata-doce biofortificada Beauregard foi repassada para a Associação Rio Grande para multiplicação e distribuição entre os agricultores.

**São Gabriel do Oeste – MS:**

Multiplicação do milho biofortificado BRS 4104 e distribuição para famílias de agricultores dos Assentamento Patativa do Assaré. Dezesete produtores assinaram contrato e estão entregando alimentos para uso na merenda escolar, gerando renda e melhoria na alimentação escolar. Uma pequena agroindústria está sendo estruturada para transformar o milho biofortificado em fubá e canjica, para ser oferecido no PNAE e também favorecer que produtores organizados acessem o mercado local.

*“O Biofort é o projeto responsável pela biofortificação de alimentos no Brasil e tem o propósito de diminuir a desnutrição e de garantir maior segurança alimentar por meio do aumento dos teores de ferro, zinco e vitamina A na dieta de populações carentes, sem que haja necessidade de mudanças nos seus hábitos alimentares.”*



## BIOFORT - BOLETIM INFORMATIVO NO PROGRAMA DE TELEVISÃO TERRA SUL

### BIOFORT – NEWSLETTER AT TERRA SUL TELEVISION PROGRAM

Marcelo Terra Borges<sup>1</sup>, Apes Falcão Perera<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jornalista, Mestrando em Artes Visuais na Universidade Federal de Pelotas, Bolsista em Comunicação pela Rede BioFort. marcelotborges@gmail.com

<sup>2</sup>Eng. Agrônomo, MsC em Sistemas Produtivos da Agricultura Familiar, Analista em transferência de tecnologias na Embrapa Clima Temperado, Brasil. apes.perera@embrapa.br

**RESUMO** - Ao longo dos anos, a televisão conquistou papel fundamental na disseminação do conhecimento, com temas cada vez mais específicos. A Rede BioFORT, no intuito de disseminar sua prática, lançou o quadro televisivo *Boletim Informativo BioFORT*, onde apresenta as ações da Rede no Brasil. O quadro se insere semanalmente no Programa Terra Sul, uma produção realizada entre a Embrapa Clima Temperado e o Escritório Regional da Emater, em Pelotas-RS, desde 1993. O programa possui a proposta de levantar e responder as questões do homem do campo. Inicialmente veiculado em pequenas emissoras, o Terra Sul hoje possui espaço na grade de redes nacionais de comunicação e na internet.

**Palavras-chave:** biofortificação, transferência de tecnologia, audiovisual.

**ABSTRACT** - Over the years, television has played a key role in knowledge dissemination with specific topics. In order to disseminate this practice, BioFORT Network launched the television program session *Boletim Informativo BioFORT* in which its work in Brazil is presented. The program is shown weekly in the Terra Sul Program and it is produced by Embrapa Clima Temperado and the Emater regional office in Pelotas-RS, since 1993. Terra Sul Program aims to answer family farmers' questions. Initially conveyed to small broadcasters, the program today has space in the national television networks and on the Internet.

**Keywords:** biofortification, transfer of technology, audiovisual.

### INTRODUÇÃO

As práticas agrícolas, apesar de sua inestimável importância, não são pautas frequentes, especialmente nos horários nobres, nas grandes emissoras de televisão. Contudo, uma considerável parcela da população possui precioso interesse nessa transferência de tecnologia agrícola, tão subestimada pelos programadores de televisão. Programas que dialogam com o homem do campo possuem enorme audiência por parte dessas mesmas famílias que habitam as áreas rurais. FELIPPI (2001), percebendo esse mercado, adjunto da modernização dos pequenos agricultores, destaca, por isso, o uso da comunicação a favor da extensão rural, mesmo que de forma homeopática.

Há 12 anos no Brasil, a Rede BioFORT trabalha em prol da redução da desnutrição em populações de risco por meio da elevação dos teores nutricionais em alimentos tradicionalmente consumidos por esse público. Os integrantes dessa Rede conhecem a dificuldade de expandir suas práticas de trabalho e buscam diferentes meios para disseminação dos resultados já logrados em suas pesquisas. Com a intenção de auxiliar na difusão dessas ações, criou-se, desde maio de 2015, o quadro televisivo *Boletim Informativo BioFORT*, que comenta através de boletim ou matérias jornalísticas as ações da Rede no Brasil.

O boletim integra o Terra Sul, um programa de televisão produzido e editado semanalmente, desde 1993, pela Embrapa Clima Temperado (Pelotas/RS) em parceria com a Emater Regional de Pelotas/RS. A produção é levada ao ar por emissoras de canal aberto, regionais e nacionais. Até o início de 2015 mais de 900 programas foram ao ar. Através de sua transmissão em canais de abrangência regional, o programa chega a 20 cidades da Metade Sul do Estado do Rio Grande do Sul, abrangendo um público potencial de 1.038.639 espectadores - tendo como base os dados do Censo 2010 do IBGE, e também atinge diferentes regiões do País através de sua transmissão em rede nacional pelo canal TV Brasil. Esta abrangência nacional também é reforçada pela forma de distribuição do sinal, captado através de antenas parabólicas, largamente

adotadas no meio rural brasileiro. Além disso, o alcance do programa também ganha dimensões mundiais e pode ser acessado pelo site YouTube, no qual as matérias são disponibilizadas. Em agosto de 2015, os vídeos do Terra Sul nesta rede social superavam 6 milhões de visualizações, com uma média de 100 mil visitas mensais.

## MÉTODO

Bordenave (1985) diz que a comunicação rural “é o conjunto de fluxos de informação, de diálogo e de influência recíproca existentes entre os componentes do setor rural e entre eles e os demais setores da nação afetados pelo funcionamento da agricultura, ou interessados no melhoramento da vida rural”. Considerando isso, o quadro Boletim Informativo BioFORT, bem como o programa Terra Sul, possuem êxito em sua forma de apresentar a informação, pois, utilizando-se de uma linguagem simples, o quadro apresenta, de forma humana e objetiva, a maneira com que a Rede BioFORT trabalha nas diferentes regiões do País, tanto de forma prática, como estratégica. As reportagens postadas são enriquecidas por meio de imagens descritivas e depoimentos. Acreditamos que esta estratégia de fazer o pequeno produtor “se olhar” provoca uma empatia positiva, o que reflete em credibilidade para o quadro. A intervenção do quadro se dá através de vinheta de abertura e de encerramento e, em geral, são disponibilizados de 3 a 5 minutos para o Boletim Informativo BioFORT, o que representa um quinto da produção geral do programa. A periodicidade do Boletim Informativo BioFORT é quinzenal, podendo, no caso de preservar informações temporais, ser semanal.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Destaca-se nesse trabalho o potencial de alcance da informação através de ferramentas de comunicação de massa.

Embasados nos índices já conquistados pelo programa Terra Sul, ao longo de seus mais de 20 anos de existência, entende-se que essa parceria BioFORT/Embrapa é recebida de forma positiva pela população, devido ao alto nível de compreensão e de utilização da tecnologia, que atinge tanto a população urbana como as famílias que vivem no meio rural, atualizando-os sobre as ações desenvolvidas pela Rede.

Foram veiculados até o momento 06 boletins BioFORT abordando a forma como Rede se faz presente em diferentes estados brasileiros e uma reportagem especial que apresenta o impacto da Rede em uma das maiores comunidade indígenas do país, localizada em Tenente Portela, no noroeste gaúcho.

## CONCLUSÃO

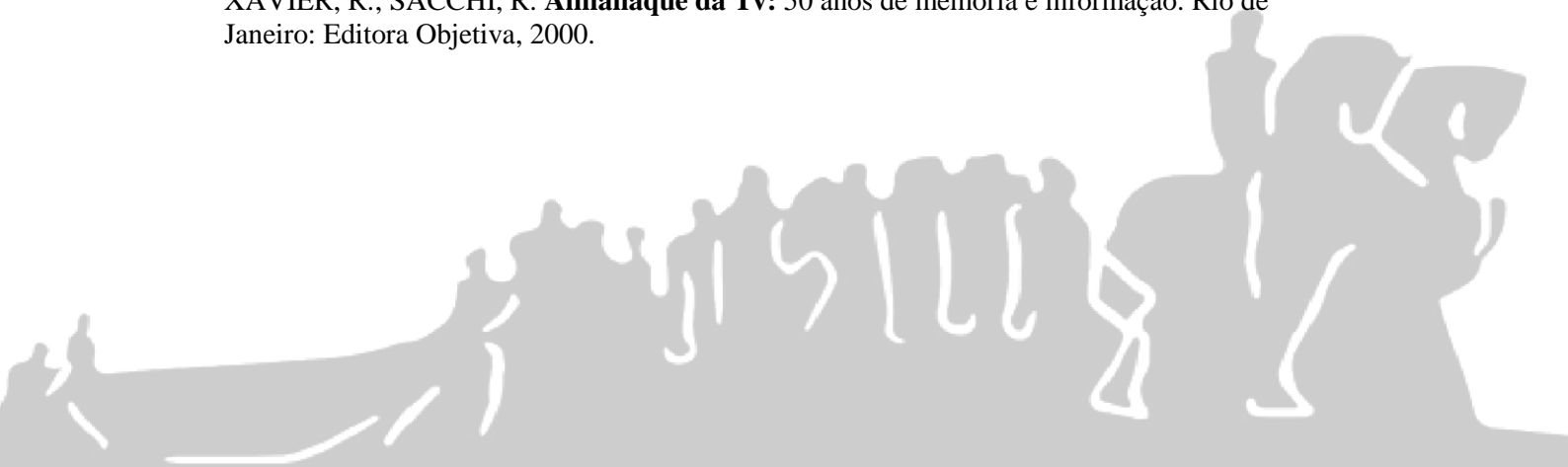
O tema abordado nesse trabalho aponta que a inserção do quadro Boletim Informativo BioFORT tende a disseminar efetivamente as práticas da Rede BioFORT no Brasil. Alavancado no tradicionalismo do programa Terra Sul, e cumprindo seu papel primordial de transferência de tecnologia, o quadro contempla todos os aspectos que já vem sendo trabalhados pelo Terra Sul em suas matérias, e que atingem expressivos índices de audiência.

## REFERÊNCIAS

BORDENAVE, J. E.D. **O que é comunicação rural**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1985.

FELIPPI, Â. C. T. O funcionamento discursivo do telejornal “notícias” do Canal Rural. In: **Revista Famecos: mídia, cultura e tecnologia**. Porto Alegre: PUCRS, v. 1, n. 14, abr., 2001.

XAVIER, R.; SACCHI, R. **Almanaque da Tv: 50 anos de memória e informação**. Rio de Janeiro: Editora Objetiva, 2000.



## CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE ABÓBORA NO ESTADO DE SERGIPE

### CHARACTERIZATION OF PUMPKIN PRODUCTION IN THE STATE OF SERGIPE

Letícia Carvalho de Morais<sup>1</sup>, Márcio Rogers de Melo Almeida<sup>2</sup>, Deise Maria de Oliveira Galvão<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Graduanda em Ciências Econômicas, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão/SE, bolsista do projeto BioFORT/HaversPlus (Embrapa Tabuleiros Costeiros), lmorais53@yahoo.com

<sup>2</sup>Economista; MsC. em Sociologia do Desenvolvimento UFPE), Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, rogers.melo@embrapa.br

<sup>3</sup>Engenheira Florestal, MsC. em Ciências Florestais (UNB), Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, deise.oliveira-galvao@embrapa.br.

**RESUMO** - A abóbora vem ganhando valorização e destaque no cenário mundial devido a crescente preocupação com a questão do desafio alimentar e sua característica de produção vinculada a pequenas propriedades. Neste sentido, a caracterização do perfil da produção de abóbora em Sergipe, um dos estados de atuação da rede BioFORT no Nordeste do Brasil, que tem, dentre outros objetivos, traçar o perfil dos produtores e consumidores de abóbora no estado para entender as potencialidades da cultura como elemento de *segurança nutricional*. Este alimento que vem sendo pesquisado pela rede de biofortificação, e está na fase de desenvolvimento de cultivares com maiores teores de pró-vitamina A para inserção no sistema produtivo dos agricultores. Portanto, ainda não foram disponibilizadas sementes de abóbora. Os dados da produção utilizados estão na base do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e no Sistema de Recuperação Automática (SIDRA) e referem-se aos censos de 1995 e 2006, analisados nos programas Excel e Estatgeo. A análise dos dados evidenciou que a produção é extremamente concentrada espacialmente, guardando um importante componente de identificação territorial. O sistema de produção predominante é o familiar, de pouca tecnificação e com base sustentável. Esse trabalho tem o objetivo de descrever o perfil dos sistemas de produção de abóbora no estado de Sergipe por meio de dados secundários.

**Palavras-chave:** caracterização; abóbora; produção, Sergipe.

**ABSTRACT** - The pumpkin has been gaining value and appreciation in the worldwide scenarium, due to the growing concern towards the alimentary challenge around the world, as well as its production characteristics connected to small proprieties. In this regard the characterization of pumpkin production profile in Sergipe, one of BioFORT network's operating states in the Northeastern Brazil, aims to understand pumpkin production to analyze culture's potential as a food and nutrition security element and its insertion in the productive system. The pumpkin statistical information was produced by Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)<sup>1</sup>, Sistema de Recuperação Automática (SIDRA)<sup>2</sup> and the 1995 and 2006 census and the data have been analyzed using Microsoft Excel and maps generated in Estatgeo. Data analysis showed that production in this area is extremely spatially concentrated, displaying a territorial identification component. The predominant production system is smallholder farming using low technification in sustainable agriculture basis.

**Keywords:** description; pumpkin; production, Sergipe.

### INTRODUÇÃO

A abóbora é um alimento comum à mesa do brasileiro, embora não seja de origem brasileira, é consumida principalmente na região nordeste, onde ganha espaço em pratos tradicionais da cozinha nordestina.

1 IBGE – Brazilian Institute of Geography and Statistics

2 SIDRA (IBGE) – Automatica Data Recovery



Originária da América Central, a abóbora foi um dos primeiros vegetais produzidos pelos Incas e Maias, chegando ao Brasil no século XIX. No Nordeste, a hortaliça é conhecida como abóbora de leite ou jerimum. Pertencente ao gênero *Cucurbita*, contém alto teor de antioxidantes e carotenoides de pró-vitamina A de acordo com Ramos et al. (2010).

Nesse contexto é importante traçar o perfil dos sistemas de produção de abóbora no estado de Sergipe, localizado na região nordeste do Brasil, para entender as potencialidades da cultura como alimento de qualidade e inserção nas propriedades rurais. Cultivares de abóbora com maiores teores de carotenóides ainda estão na fase de pesquisa e desenvolvimento, não tendo sido, portanto, disponibilizadas para produtores e consumidores. O presente trabalho aborda, a partir de dados secundários, aspectos técnicos do cultivo e destinação da produção no estado.

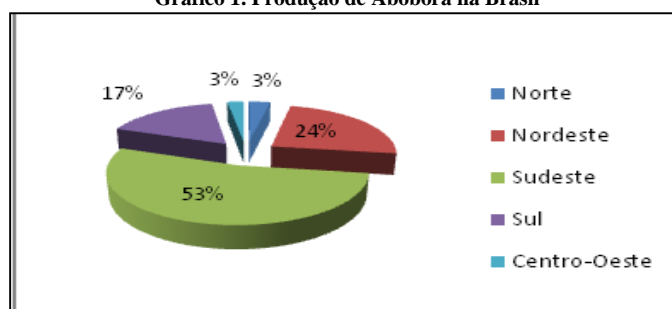
## MÉTODO

Foram utilizados dados da produção disponíveis na base do Instituto Brasileira de Geografia e Estatística (IBGE), por meio do sistema de Recuperação Automática (SIDRA), referentes aos censos de 1995 e 2006 (últimos com informações sistemáticas agrícolas que abordaram a cultura da abóbora). Trabalhamos os dados no programa Excel e mapas gerados no EstatGeo (software de visualização de informações geográficas desenvolvido pelo IBGE). Informações de produção, área colhida, valor da produção e condição do produtor foram extraídas a nível nacional, regional e estadual. Elementos como cultivo<sup>3</sup>, utilização de agrotóxico<sup>4</sup>, irrigação e destinação da produção<sup>5</sup> foram examinados no âmbito dos estabelecimentos a fim de caracterizar o perfil do produtor de abóbora no estado de Sergipe.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Brasil possui 5.175.636 estabelecimentos agropecuários, desses 2.454.060 localiza-se na região Nordeste (47%), sendo 60.732 produtores de abóbora. Em 2006, o Brasil produziu 384.912 (tabela 1) toneladas em 88.150 ha de área colhida. Na comparação entre regiões, o Nordeste é o segundo maior produtor de acordo com o Gráfico 1.

Gráfico 1. Produção de Abóbora na Brasil



Fonte: IBGE; elaborado pelos autores.

Segundo o último censo agropecuário (2006), a produção de abóbora foi de 384.912 ton., apresentando um crescimento de 78% em relação a 1995, quando produziu 215.931 ton. no Brasil. O Nordeste é responsável por 52% da área colhida. Nos últimos onze anos a região elevou em 13% a área de cultivo de abóbora. Em 1995, produziu 40.686,58 de ha, chegando a 45.909 ha em 2006 de acordo com a tabela um.

No ano de 2006, o valor da produção nacional foi de R\$ 254.658.383,97 e em 1995 teve valor de R\$ 264.661,271 (valor presente).

Em relação aos aspectos do sistema de produção, verificamos que a irrigação da cultura da abóbora no Brasil acontece em 7% dos estabelecimentos existentes. Em relação ao cultivo, o que predomina é o simples (48,2%), que consiste em um só tipo de lavoura trabalhada no local, diferentemente dos cultivos plantados associados a outras culturas. O tipo de semente mais usada no país é a semente comum, sementes selecionadas e mantidas há muitas gerações pelas famílias dos agricultores, também denominadas crioulas (RAMOS; LIMA, 2010), sendo usada por 91,4%

<sup>3</sup> Cultivo – Processo de cultivar a terra para produção de alimento.

<sup>4</sup> Utilização de agrotóxico – Insumo agrícola de origem química ou orgânica.

<sup>5</sup> Destinação da produção – Setor para qual o produtor vende sua produção.

dos estabelecimentos. O uso de agrotóxico está presente em 10% das unidades produtoras de abóbora no Brasil. Já a colheita é 100% manual em todo território nacional.

O consumo da produção de abóbora no país é concentrado, sendo que 80,5% dos estabelecimentos vendem para consumo humano, de acordo com o censo de 2006.

Analisando o cenário nordestino, Sergipe é responsável por 2,7% da produção de abóbora (tabela 1). O estado possui 726 estabelecimentos com produção de 2.494(tabela 1) toneladas em 2006, com área total de 728 hectares. O tipo de cultivo que predomina no Nordeste é o associado (57,7%) que consiste no cultivo de duas ou mais culturas temporárias. Em relação à irrigação também tem uma baixa adoção dessa técnica, com apenas 5% dos estabelecimentos declarando fazer uso.

<b>TABELA 1: PRODUÇÃO/PRODUTIVIDADE DE ABÓBORA</b>			
	<b>Produção (toneladas)</b>	<b>Área colhida (hectares)</b>	<b>Produtividade Toneladas/hectares</b>
<b>BRASIL</b>	384.912	88.150	4,37
<b>NORDESTE</b>	92.894	45.909	2,02
<b>SERGIPE</b>	2.494	728	3,42

Censo Agropecuário, IBGE 2006.

Observado o estado de Sergipe que é dividido em três mesorregiões: Agreste Sergipano, Leste Sergipano, e Sertão Sergipano. O Agreste Sergipano é maior produtor, responsável por 76% da produção de abóbora no estado. Na análise das microrregiões, Tobias Barretos é a maior produtora em 2006, abrangendo 57% da produção estadual e 49% da área colhida de abóbora (Figura 1). A porcentagem de estabelecimentos sergipanos irrigados é de 6%, (próximo ao nível nacional e regional). O uso de agrotóxico ocorre em 19% das unidades produtoras (acima da média nacional) e 98,2% dos produtores utilizam semente comum. Considerando as *práticas produtivas* existentes, foi identificada a predominância de dois tipos de cultivos. Temos 55,1% das unidades utilizando o simples e 34,2% cultivo associado. Quanto à condição do produtor no estado a predominância é de proprietários (72,9%) e a destinação da produção é de 70% para consumo humano.

Os maiores produtores de Sergipe são: Simão Dias, Lagarto, Pedra Mole, Poço Redondo e Itabaianinha de acordo com o gráfico 2. Sendo que Simão Dias é responsável por mais da metade de produção de abóbora no estado (54,83%), detendo 15% dos estabelecimentos. O valor da produção de abóbora em Sergipe foi de R\$ 947.000.00 em 2006, tendo Simão dias e Lagarto com 32% e 20% respectivamente.

**Figura 1: Produção de abóbora nas microrregiões de Sergipe.**

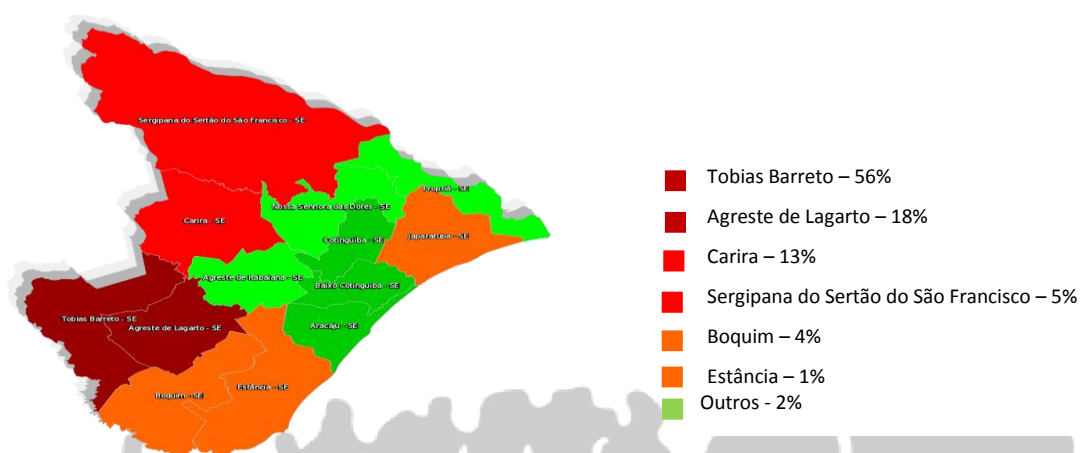
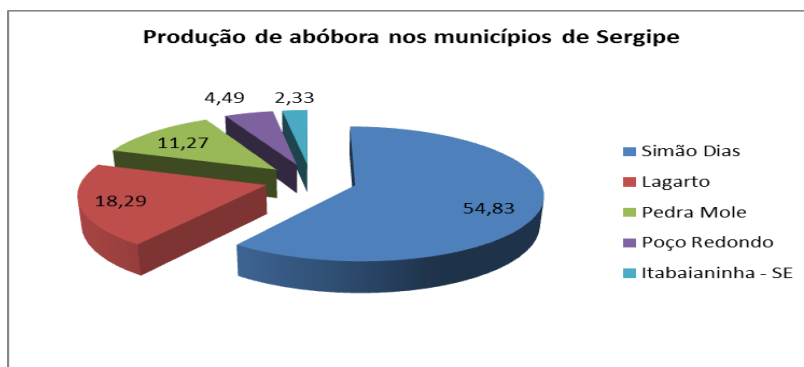


Gráfico 2 – Produção de Abóbora nas Mesorregiões de Sergipe



Fonte: Censo Agropecuário, IBGE 2006

## CONCLUSÃO

A verificação das informações no estado de Sergipe permite concluir que sua produção é extremamente concentrada espacialmente, guardando um componente importante de identificação territorial. O sistema de produção predominante é o familiar, de pouca tecnificação e com base sustentável, sendo um lócus apropriado para se difundir cultivos que carregam agregação de valor, como os alimentos biofortificados e de identificação espacial. O mercado de abóbora também apresentou uma excelente comercialização, pois 92% da sua produção foram comercializadas em 2006. De acordo com a tabela 1 o estado apresentou uma produtividade de 3,42 ton/ha, um pouco abaixo da nacional que é de 4,37 ton/ha e acima da do Nordeste, que teve uma produtividade de 2,02 ton/ha, o que nos remete a uma capacidade de maior produção em relação aos concorrentes regionais.

## AGRADECIMENTOS

Ao economista Rogers Melo e a analista Deise Oliveira, ambos da Embrapa, pela orientação. Às entidades de fomento, que possibilitaram a realização da pesquisa: Funarbe e HaversPlus. À Embrapa.

## REFERÊNCIAS

CURADO, F. F. Projeto “**Análise socioeconômica de alimentos em Sergipe: fatores de adoção, oportunidades de inserção no mercado institucional e interlocução com políticas públicas.**” Aracaju: 2012. Macroprograma 6.

IBGE. **Produção agropecuária municipal: censo 2006.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em jun./jul. 2015.

IBGE. **Produção agropecuária municipal: censo 1995.** Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/procurar/resultado.asp?palavra=ab%C3%B3bora&o=1&esc=1>>. Acesso em jun./jul. 2015.

RAMOS, S. R. R.; LIMA, N. R. S. Projeto “**Produção de sementes de variedades locais de abóbora pelos agricultores locais de abóbora familiares da região semiárida de Sergipe e Bahia**”. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2010. Folder. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/52022/1/Projeto0001.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2015.

RAMOS, S. R. R.; LIMA, N. R. S.; ANJOS, J. L. dos; CARVALHO, H. W. L. de; OLIVEIRA, I. R. de; SOBRAL, L. F.; CURADO, F. F. **Aspectos técnicos do cultivo de abóbora na Região Nordeste do Brasil.** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2010. 36 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 154). ISSN 1517-1329.

## GRUPO FOCAL COMO FERRAMENTA PARA TESTES DE ACEITAÇÃO COM CONSUMIDORES: O CASO DO FLOCÃO DE MILHO BIOFORTIFICADO

### FOCAL GROUP AS A TOOL FOR ACCEPTANCE TESTS WITH CONSUMERS: THE BIOFORTIFIED CORN GRITS CASE

Juracy Barroso Neto<sup>1</sup>, Maria Geovania Lima Manos<sup>2</sup>, Deise Maria de Oliveira Galvão<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão/SE, bolsista do projeto BioFORT/HarvestPlus (Embrapa Tabuleiros Costeiros), barroso.neto@hotmail.com

<sup>2</sup>Economista, MsC. em Desenvolvimento Regional, doutoranda em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade (CPDA/UFRRJ), analista na Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju/SE, geovania.manos@embrapa.br

<sup>3</sup>Engenheira Florestal, MsC. em Ciências Florestais (UNB), analista na Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju/SE, deise.oliveira-galvao@embrapa.br.

**RESUMO** - O grupo focal, como metodologia qualitativa, é caracterizado pela utilização de técnicas e interações grupais a fim de se obter informações sobre determinado tópico que não seriam possíveis descobrir sem tal interação. O objetivo deste estudo foi analisar as contribuições da aplicação do método Grupo Focal para a identificação de atributos sensoriais e de preferência de consumidores em relação ao flocão de milho.. Foram consultados consumidores de comunidades selecionadas sobre quais características costumam observar e valorizar no produto, as preferências de consumo da família e dinâmicas de compra. O grupo focal ajudou a identificar atributos sensoriais a serem observados na aplicação de questionário fechado individual na fase seguinte do estudo de aceitabilidade de flocão de milho biofortificado. Foi possível observar que a aplicação do método contribuiu para enriquecer e adequar as informações da entrevista estruturada, pois trouxe elementos importantes para a percepção dos pesquisadores a respeito da aceitação dos consumidores em relação ao flocão de milho biofortificado.

**Palavras-chave:** grupo focal; aceitabilidade; consumidores; flocão de milho biofortificado.

**ABSTRACT** - The qualitative methodology of the focus group is the use of techniques and group interactions in order to obtain information about a particular subject. The objective of this study is to analyze if (and how) the application of the focus group helped to identify sensory attributes and consumer preference for corn grits (*flocão*). Selected communities of consumers participated in the focus group to help us identify which characteristics usually they observe and appreciate on the product: family consumption preferences and its buying dynamics. The focus group helped to identify sensory attributes that should be observed on the next phase of acceptability study with biofortified corn grits. It is now clear that the application of the method contributed to enrich and adapt the information to the survey, because it brought important elements for the perception of researchers about the biofortified corn grits acceptability.

**Keywords:** focus groups; acceptability; consumers; biofortified corn grits.

### INTRODUÇÃO

A Análise Sensorial estuda a percepção de consumidores acerca de determinados produtos a partir de sensações e reações. Aplicada às pesquisas de desenvolvimento de produtos, controle de qualidade e de potencial de mercado, esse campo da ciência desdobra-se em métodos sensoriais cujos objetivos definem quais tipos de testes sensoriais serão aplicados. Estes, por sua vez, podem ser discriminatórios, de análise descritiva de produtos ou do consumidor (MINIM *et al.*, 2006).

Ao obter respostas subjetivas das características sensoriais do produto avaliado, os testes afetivos procuram identificar características sensoriais atribuídas pelos consumidores, gostos e/ou opiniões sobre o produto. Podem ter como foco determinar o mercado potencial, a preferência entre dois ou mais produtos ou sua aceitabilidade – reações do consumidor quanto ao grau de gostar/desgostar a partir de atributos e disposição a comprar/pagar (MINIM *et al.*, 2006).

Para Manos *et al.* (2015), os testes de aceitação junto aos consumidores invocam uma dimensão multidisciplinar, uma vez que identificar o “gosto do consumidor” em relação a determinado alimento (e se o produto em análise está alinhado àquele gosto) é uma tarefa que envolve determinantes ligados a diversos campos, a exemplo das condições ambientais e de produção de alimentos, dos aspectos sociais, econômicos e culturais dos grupos estudados, dentre outras.

Segundo Minim *et al.* (2006), os testes do consumidor caracterizam-se como quali-quantitativos, nos quais destacam-se os tipos grupo focal, equipes de foco e entrevistas individuais.

De acordo com Veiga e Gondim (2001), o método grupo focal pode ser caracterizado como um recurso para compreender o processo de construção das percepções, atitudes e representações sociais de grupos humanos acerca de um tema específico. É uma metodologia que está entre a observação do participante e a entrevista propriamente dita, definida por Morgan (1997) como a utilização explícita das interações grupais ao se discutir determinado tópico sugerido pelo pesquisador ou pela comunidade, produzindo dados que não seriam possíveis de alcançar sem que houvesse essa interação produzida em grupo. Para as metodologias qualitativas, a interação entre pesquisadores e sujeitos pesquisados é de fundamental importância (MINAYO, 1993).

A partir dessas abordagens metodológicas, o objetivo do presente estudo foi analisar as contribuições da aplicação do método Grupo Focal para a identificação de atributos sensoriais e de preferências de consumidores em relação ao flocão de milho. Foram consultados consumidores de comunidades selecionadas sobre: i. características que costumam observar e valorizar no produto; ii. preferências de consumo da família; e iii. dinâmicas de compra.

Esse método foi associado ao estudo de aceitabilidade de flocão de milho biofortificado, processado a partir de variedade mais rica em vitamina A, para identificar atributos sensoriais a serem observados na aplicação de questionário fechado individual na fase seguinte da pesquisa.

## MÉTODOS

O método grupo focal foi aplicado durante o mês de abril de 2015 em três comunidades rurais (conforme quadro 1), nos estados nos quais seria realizada posteriormente a aplicação de questionários individuais para o estudo de percepção de consumidores sobre flocão de milho biofortificado.

**Quadro 1. Identificação das Comunidades e Número de Participantes**

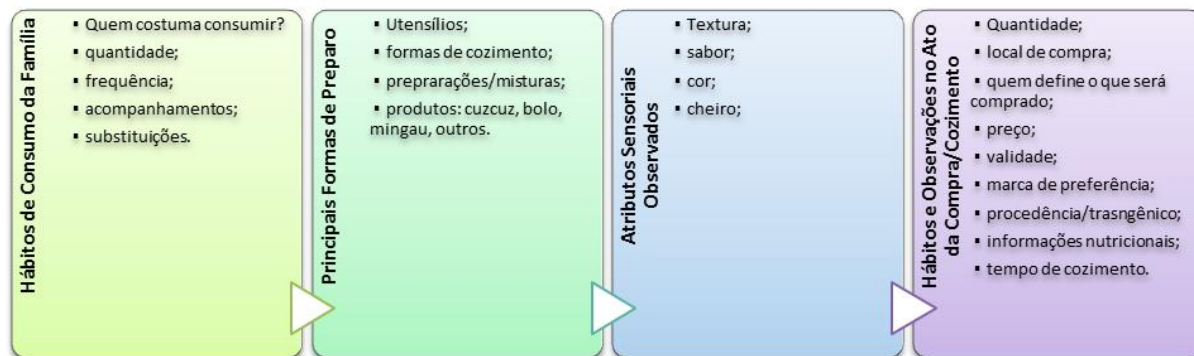
Assentamento	Município	Estado	Número de Participantes	Data
Bacabina	Codó	Maranhão	29	16/04/2015
Darci Ribeiro	Itaporanga D'ajuda	Sergipe	30	27/03/2015
Vale da Esperança	Teresina	Piauí	45	17/04/2015
TOTAL:			104	-

Seguindo a metodologia estabelecida pelas coordenadoras do estudo de aceitação, as atividades com os Grupos Focais foram organizadas na forma de reunião e conduzidas por um moderador que utilizou dinâmicas de grupo para conseguir o máximo de informações dos participantes. As informações obtidas durante a reunião eram sistematizadas, em quadros visíveis, por um assistente que não participava das discussões, mas que ajudava o moderador a verificar as informações durante a atividade. A gravação de voz, realizada com autorização do grupo, também foi utilizada para documentar o trabalho.

O moderador seguiu um roteiro elaborado previamente, com perguntas norteadoras, observando pressupostos de pesquisa, experiências anteriores da equipe de pesquisa e aspectos peculiares do produto em questão. Foram sistematizadas, de acordo com o roteiro aplicado, informações agrupadas em temas, conforme a **Figura 1**.



Figura 1. Questões discutidas no Grupo Focal



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se elevado consumo tanto em frequência quanto em quantidade de flocão de milho nas comunidades participantes do estudo. Todas as famílias, inclusive crianças, consomem em média quatro vezes por semana e, segundo diversas falas, mais de uma vez por dia. Muitos afirmaram consumir os produtos elaborados com o flocão de milho, como o cuscuz e suas variações, nas diversas refeições diárias, complementando ou variando a alimentação.

Os acompanhamentos mais citados foram ovos, leite, café, carne e seus derivados. Além disso, o consumo associado a alguns produtos como o pão, o biscoito, e até o feijão e arroz, também foi um ponto de destaque.

O preparo do cuscuz de milho amarelo é em sua grande maioria realizado com apenas a adição de água e sal ao flocão de milho. Porém, alguns relatam a mistura com farinha de mandioca e farinha de trigo. A forma de cozimento mais comum é a vapor (na cuscuzeira).

No que se refere aos atributos sensoriais que levam em conta para avaliar se o flocão de milho é de boa qualidade, os participantes citaram diversos aspectos como: gosto/sabor; maciez do cuscuz; a textura (“fofinho”, “liguento”, “juntinho”, “solto”, “afarinhado”); o cheiro (“de milho verde”); a cor (“mais amarelo” ou “esbranquiçada”).

Além disso, foi possível observar que atualmente a compra do produto industrializado substituiu quase que totalmente o processamento caseiro (ralado ou moído) que era realizado a partir do próprio milho para a preparação do cuscuz. Entre os industrializados a farinha de milho, assim como o fubá, perdeu espaço para o flocão de milho, pois, para a maioria, este está associado a um cuscuz mais saboroso e com textura mais aproximada às preferências da maioria das famílias, além de ser considerado mais fácil de preparar. Fator este que em parte passou a justificar a aquisição do produto já processado, uma vez que pelos métodos caseiros não é possível obter a granulagem do flocão.

Quanto aos hábitos de compra, a validade (“perto de vencer” que é “quando começa a ter lagarta”), qualidade do produto (presença de “pontos pretos”; violação da embalagem) e o preço (menor) foram citados como importantes. Ficou claro que há preferências por marcas específicas (às vezes independentemente do preço das demais) e que as compras são realizadas em maior parte em supermercados na cidade ou, algumas vezes, em mercearias próximas na própria comunidade.

Além dos aspectos citados, o roteiro de trabalho em grupo também previu investigar o que as comunidades conheciam sobre a importância da Vitamina A para a saúde e sobre a biofortificação de alimentos. Alguns relatos relacionavam o consumo de vitamina para “saúde”, para “o corpo”, “pele”, “ossos”, o que demonstra um conhecimento muito superficial sobre o tema. Já os termos “alimentos biofortificados” ou “biofortificação de alimentos” não eram de conhecimento de quase a totalidade dos participantes.

## CONCLUSÃO

A aplicação do método grupo focal trouxe elementos importantes para a percepção dos pesquisadores a respeito do objeto de estudo (aceitação dos consumidores em relação ao flocão de milho biofortificado no Nordeste), gerando subsídios para tomada de decisão sobre as próximas etapas, revelando atributos valorizados pelos consumidores e outras questões pertinentes ao teste sensorial do tipo afetivo. Assim, enriqueceu e adequou as informações da



entrevista estruturada, bem como sua forma de aplicação junto a outras famílias na fase posterior da pesquisa.

A ferramenta foi extremamente útil ao demonstrar que a forma de preparar a “massa de cuscuz” também é considerada muito importante para a qualidade final do cuscuz. Isso reforçou a percepção de que era necessário promover, para os estudos de aceitabilidade, um *Home Use Testing*. Ou seja, o alimento a ser testado deveria ser preparado em casa, pela própria família, de acordo com suas práticas de preparo e hábitos de consumo.

O grupo Focal também foi importante para identificação de termos regionais/locais utilizados para nomear o produto em estudo (flocão de milho), diferenciando-o de outros produtos: “farinha de milho”, “fubá de milho”, “massa de milho” – reduzindo possíveis erros de comunicação que poderiam invalidar o estudo realizado posteriormente.

### AGRADECIMENTOS

Grupo Coringa, HarvestPlus, Fundo de Pesquisa Embrapa Monstano, Rede BioFORT, Embrapa Tabuleiros Costeiros.

### REFERÊNCIAS

- MANOS, M. G. L.; GALVÃO, D. M. de O.; ALMEIDA, M. R. de A. Características do mercado consumidor de batata-doce em Sergipe e potencial para variedade de polpa alaranjada. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL. 53, 2015. João Pessoa, PB. **Agropecuária Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Anais eletrônicos. Disponível em: <<http://icongresso.itarget.com.br/useradm/anais/?clt=ser.5&lng=P>>. Acesso em: 31 jul. 2015. ISBN: 978-85-98571-13-3. SOBER.
- MORGAN, D. Focus groups as qualitative method. In: \_\_\_\_\_. **Focus Group as Qualitative Research**. 2. ed. Thousand Oaks: A. Sage Publications, 1997. p. 7-17. (Qualitative Research Methods Series, 16). Disponível em: <<https://www.kth.se/social/upload/6566/Morgan.pdf>>. Acesso em: 24 jul. 2015.
- MINAYO, M. C. de S. Trabalho de campo: contexto de observação, interação e descoberta. In: DESLANDES, S. F.; GOMES, R.; MINAYO, M. C. de S. (org.). **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. 33. ed. Petrópolis: Vozes, 2013. p. 61-78.
- MINIM, Valéria P. R. **Análise sensorial: estudos com consumidores**. Viçosa: Ed. UFV, 2006.
- VEIGA, L; GONDIM, S. M. G. A utilização de métodos qualitativos na ciência política e no marketing político. **Opinião Pública**. Campinas, v. 2, n.1, p. 1-15, 2001. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-62762001000100001&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-62762001000100001&script=sci_arttext)>. Acesso em: 24 jul. 2015.



## CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA DE AGRICULTORES COM ACESSO A VARIEDADES BIOFORTIFICADAS: RESULTADOS INICIAIS NO PIAUÍ

### SOCIOECONOMIC CHARACTERIZATION OF FARMERS WITH ACCESS TO BIOFORTIFIED VARIETIES: INITIAL RESULTS IN PIAUÍ STATE

Rosaura Gazzola<sup>1</sup>, Graciela Luzia Vedovoto<sup>2</sup>, Marcos Jacob de Oliveira Almeida<sup>3</sup>, Antonio Flavio Dias Avila<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Dr<sup>a</sup>. Eng<sup>a</sup>. Agr<sup>a</sup>, Embrapa Sede, Secretaria de Gestão e Desenvolvimento Institucional, Parque Estação Biológica - PqEB s/nº, Brasília, DF - Brasil - CEP 70770-901, rosaura.gazzola@embrapa.br

<sup>2</sup>Dr<sup>a</sup>. , Economista, Secretaria de Gestão e Desenvolvimento Institucional, Parque Estação Biológica - PqEB s/nº, Brasília, DF - Brasil - CEP 70770-901, graciela.vedovoto@embrapa.br

<sup>3</sup>Dr. biólogo, Embrapa Meio Norte, Av. Duque de Caxias, nº 5.650, Teresina - PI, marcos.almeida@embrapa.br

<sup>4</sup>Dr. Eng. Agr, Embrapa Sede, Secretaria de Gestão e Desenvolvimento Institucional, Parque Estação Biológica - PqEB s/nº, Brasília, DF - Brasil - CEP 70770-901, flavio.avila@embrapa.br

**RESUMO** - Este trabalho apresenta resultados parciais da caracterização socioeconômica de uma amostra de 90 famílias de agricultores rurais do estado do Piauí. Os questionários foram aplicados de julho a outubro de 2014 e, após tabulados, fez-se a análise descritiva dos dados. Estão descritas as características dos agricultores, tais como, nível de escolaridade, renda média mensal, fonte de renda e benefícios sociais. Esta amostra foi retirada de uma espécie de banco de dados de famílias cadastradas pelo BioFORT que receberam manivas de mandioca, sementes de feijão e ramas de batata-doce biofortificados. A maioria dos produtores (33%) têm apenas alfabetização e 23% deles têm ensino fundamental incompleto. A renda média mensal familiar é inferior a 2 salários mínimos para a quase totalidade dos entrevistados (91%). É menor do que 1 salário mínimo para 53% dos entrevistados e de 1 a 2 salários mínimos para 38%. A fonte de renda declarada por 99% dos produtores é produção agrícola e/ou pecuária. Porém, também aparecem como fonte de renda alternativa aos benefícios sociais. A Bolsa Família é recebida por sessenta e cinco por cento dos entrevistados (65%). Onze por cento (11%) também recebem pensão ou aposentadoria. Dois por cento dos produtores (2%) obtêm a renda como diaristas e dezoito por cento (18%) das pessoas declaram não receber nenhum tipo de benefício.

**Palavras-chave:** caracterização socioeconômica, renda agrícola, escolaridade, biofortificados, Piauí.

**ABSTRACT** - This paper presents results of the socioeconomic characterization of a sample of 90 families of rural farmers in the state of Piauí. The questionnaires were applied from July to October 2014 and, after the data was tabulated, a descriptive analysis was made. The characteristics of farmers, such as education level, average monthly income, a source of income and social benefits are described. This sample was taken from a family database registered by BioFORT who received cuttings of cassava, bean seeds and stems of sweet potato biofortified. Most farmers (33%) have only literacy and 23% of them have not finished elementary school. The average monthly family income is less than 2 minimum wages for almost all of the respondents (91%). It is less than 1 minimum wage for 53% of respondents and 1-2 minimum wages to 38%. The source of income reported by 99% of producers are from farming and/or livestock. However, also appear as an alternative source of income to social benefits. The *Bolsa Família* is received by sixty-five percent of respondents (65%). Eleven percent (11%) also receive pension or retirement. Two percent of producers (2%) receive income as day laborers and eighteen percent (18%) of people claim not receive any benefit.

**Keywords:** socioeconomic characteristics, rural income, education level, biofortified, Piauí.

## INTRODUÇÃO

A rede BioFORT alia conhecimento técnico-científico da agronomia e da saúde para que a população tenha acesso a alimentos como arroz, feijão, batata-doce, mandioca, milho, feijão-caupi, abóbora e trigo de melhor valor nutricional. Por outro lado, parcerias com instituições públicas e privadas têm permitido que as novas cultivares cheguem às comunidades rurais mais carentes (BioFORT, 2015). Este resumo apresenta alguns resultados referentes à caracterização social e produtiva de uma amostra de produtores piauienses.

## MÉTODO

Os questionários foram aplicados entre os meses de julho a outubro de 2014. O trabalho de elaboração e aplicação dos questionários foi realizado pela equipe do projeto BioFORT da Secretaria de Gestão e Desenvolvimento Institucional (Embrapa Sede), pela Embrapa Meio Norte e por articuladores de instituições locais. Para sua elaboração foram considerados: os objetivos do projeto, revisão de literatura e a experiência de centros internacionais sobre o tema (material de pesquisa e publicações). Uma vez tabulados os dados, foi realizada a análise descritiva destes.

Foram levantados os dados de produtores do Piauí dos municípios de Oeiras (30), Regeneração (25), São João da Varjota (13), Queimada Nova (10), Tanque (9), São Francisco do Piauí (1) e dois questionários estavam sem identificação do Município.

Ressalta-se que o projeto BioFORT possui ações em pelo menos 67 cidades no Piauí envolvendo aproximadamente 2.200 famílias de produtores e que, portanto, os resultados aqui apresentados se referem a uma amostra definida a partir de um sorteio e considerando níveis de confiabilidade e erro amostral específicos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

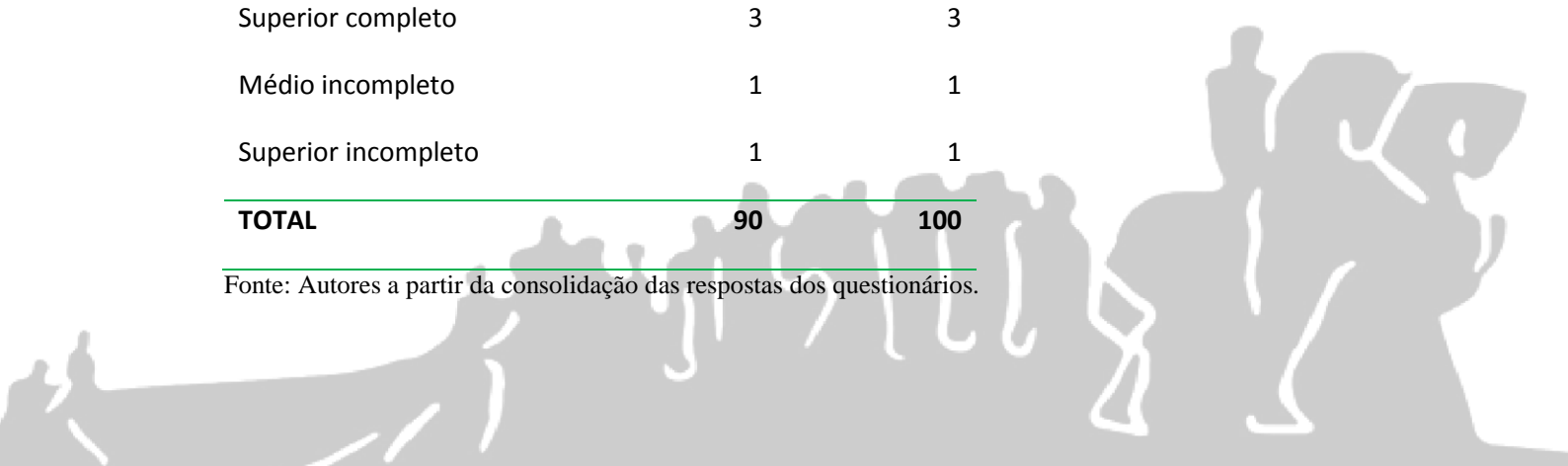
Com relação à idade dos agricultores entrevistados, há variação entre 20 e 69 anos de idade para noventa e seis por cento (96%) dos entrevistados. Havia 4 questionários (4%) sem resposta.

A escolaridade da maior parte dos entrevistados é ‘apenas alfabetização’ para 33% dos entrevistados e fundamental incompleto para 23% dos respondentes. Os resultados de escolaridade estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Escolaridade dos produtores entrevistados, número de pessoas por escolaridade e porcentagem de produtores em cada nível de escolaridade.

Escolaridade	Número Pessoas	%
Apenas alfabetização	30	33
Fundamental incompleto	21	23
Fundamental completo	15	17
Médio completo	11	12
Não alfabetizado	8	9
Superior completo	3	3
Médio incompleto	1	1
Superior incompleto	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>90</b>	<b>100</b>

Fonte: Autores a partir da consolidação das respostas dos questionários.



A renda média mensal da família, para a quase totalidade dos entrevistados (91%), é inferior a 2 Salários Mínimos. Cinquenta e três por cento (53%) dos produtores afirmam receber menos que 1 salário mínimo e trinta e oito por cento (38%) afirmam receber de 1 a 2 salários mínimos. Os resultados estão representados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Renda média mensal dos produtores entrevistados, número de pessoas em cada classe de renda e porcentagem de produtores em cada nível de renda. SM=salários mínimos

Renda média mensal familiar	Número Pessoas	%
Menor que 1 SM	48	53
De 1 a 2 SM	34	38
Maior que 2, até 3 SM	2	2
Maior que 3, até 5 SM	2	2
Não sabe/não quis informar	3	3
Sem resposta	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>90</b>	<b>100</b>

Fonte: Autores a partir da consolidação das respostas dos questionários.

Com relação ao estado civil dos produtores entrevistados: a maior parte deles são casados (as) (70%). Seguidos de doze por cento (12%) de solteiros (as), um (1%) de separado (a) e um (1%) de viúvo (a). Dez por cento (10%) das pessoas têm união estável e 5 questionários (6%) não tinham resposta.

Para caracterizar a renda destes produtores, foram perguntadas quais as atividades que são fonte de renda. Conforme se observa na Tabela 3, a grande maioria deles, ou seja, 99% das pessoas declaram obter renda da produção agrícola e/ou pecuária. Somente dois produtores (2%) obtêm renda de extrativismo e onze por cento (11%) das pessoas têm renda, também, de aposentadoria ou pensão.

**Tabela 3.** Atividade, fonte de renda, número de pessoas por fonte de renda e porcentagem de produtores em cada fonte de renda.

Atividade Fonte de renda	Número Pessoas	%
Produção agrícola e/ou pecuária (agricultor/ produtor rural/piscicultor etc.)	89	99
Aposentadoria/pensão	10	11
Atividades agropecuárias (venda de dias de serviço ou carteira assinada)	16	18
Atividades não-agropecuárias (vende dias de serviço ou carteira assinada)	7	8

Extrativismo vegetal	2	2
Vendas em feiras (feirante)	6	7
Outros: hortaliças	1	1
Outros: transporte de passageiros	1	1
Não sabe/não quis informar	1	1

Fonte: Autores a partir da consolidação das respostas dos questionários.

Para caracterizar a fonte de renda alternativa destes produtores, foi perguntado se as famílias recebiam algum benefício social do governo e, em caso positivo, qual seria o benefício. Os resultados encontram-se na Tabela 4. A maior parte, ou seja, 65% dos agricultores entrevistados recebe Bolsa Família. Também existem dois (2) produtores ou 2% dos entrevistados, que têm renda como diaristas e dezoito por cento (18%) das pessoas declaram não receber nenhum tipo de benefício social.

**Tabela 4.** Tipo de benefício social recebido, número de pessoas que os recebem e porcentagem de produtores em cada tipo de benefício social.

Recebe Benefícios Sociais	Número Pessoas	%
Bolsa Família e Seguro Safra	37	41
Somente Bolsa Família	22	24
Não recebe benefícios sociais	16	18
Somente Seguro Safra	7	8
Bolsa Família, Seguro Safra e Diarista	2	2
Bolsa família e Programa água para todos	2	2
Programa água para todos	1	1
Doação de sementes e seguro safra	1	1
Doação de sementes	1	1
Sem resposta	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>90</b>	

Fonte: Autores a partir da consolidação das respostas dos questionários.

## CONCLUSÃO

A maioria dos agricultores entrevistados está casada (70%), tem renda inferior a 2 salários mínimos (91%) e tem escolaridade equivalente ao fundamental incompleto e apenas alfabetização (56%).

Uma parte dos entrevistados tem acesso ao Bolsa Família (65%), porém também a outros benefícios sociais oferecidos pelo governo. Dezoito por cento (18%) dos entrevistados recebem aposentadoria ou pensão.

Alguns produtores também obtêm renda fora da propriedade, vendendo seus dias de trabalho em atividades agropecuárias (18%) ou em atividades não-agropecuárias (8%) ou em outra profissão (transporte de passageiros=1%).

### **REFERÊNCIAS**

BIOFORT. Rede Biofort. Disponível em:

<[http://biofort.com.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=76&Itemid=105](http://biofort.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=76&Itemid=105)>.

Acesso em: 12 abr. 2015.





## LINHA DE BASE PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS DE VARIEDADES BIOFORTIFICADAS: PRODUÇÃO E AUTOCONSUMO DE ALIMENTOS NO PIAUÍ

### BASELINE FOR BIOFORTIFIED VARIETIES IMPACT ASSESSMENT: PRODUCTION AND SELF-CONSUMPTION IN PIAUÍ STATE

Graciela Luzia Vedovoto<sup>1</sup>, Marcos Jacob de Oliveira Almeida<sup>2</sup>, Mario Alencar de Freitas Neto<sup>3</sup>, Rosaura Gazzola<sup>4</sup>, Antonio Flavio Dias Avila<sup>5</sup>, Ingrid Valery Gerhardt<sup>6</sup>

<sup>1</sup>DSc, Embrapa Sede - Secretaria de Gestão e Desenvolvimento Institucional, PqEB s/nº - Brasília, DF - Brasil, graciela.vedovoto@embrapa.br

<sup>2</sup>DSc, Embrapa Meio Norte, Av. Duque de Caxias, nº 5.650, Teresina - PI, marcos.almeida@embrapa.br

<sup>3</sup>DSc, Embrapa Meio Norte, Av. Duque de Caxias, nº 5.650, Teresina - PI, mario.freitas@embrapa.br

<sup>4</sup>DSc, Embrapa Sede - Secretaria de Gestão e Desenvolvimento Institucional, PqEB s/nº - Brasília, DF, rosaura.gazzola@embrapa.br

<sup>5</sup>DSc, Embrapa Sede - Secretaria de Gestão e Desenvolvimento Institucional, PqEB s/nº - Brasília, DF, flavio.avila@embrapa.br

<sup>6</sup>Graduanda, Embrapa Sede - Secretaria de Gestão e Desenvolvimento Institucional, PqEB s/nº - Brasília, DF, ingrid.gerhardt@colaborador.embrapa.br

**RESUMO** - O projeto de biofortificação de cultivos foi criado para oferecer produtos com maior quantidade de nutrientes e que pudessem ser uma opção a mais de cultivares principalmente para o uso de agricultores familiares. Este trabalho apresenta os resultados obtidos a partir de um cadastro realizado com a finalidade de estabelecer uma linha de base para posteriores avaliações de impactos do projeto Biofort. O estudo investigou a produção e autoconsumo de algumas variedades, por exemplo, variedades de arroz, batata doce, abóbora, feijão, mandioca e milho verde. Os questionários foram aplicados entre 2012 e 2014 em 67 cidades do estado do Piauí e utilizou-se estatística descritiva para analisar os dados. Dentre os resultados encontrados destaca-se o grande número de produtores e elevado autoconsumo de feijão caupi e milho verde.

**Palavras-chave:** impactos, autoconsumo, biofortificados, Piauí

**ABSTRACT** - The biofortification project of crops was created to offer crops with higher amounts of nutrients and that could be an alternative production mainly to family farming. This paper presents the results of an inventory conducted in order to establish a baseline for further assessment of impacts of BioFORT project. The study investigated the production and self-consumption of varieties of rice, sweet potatoes, squash, beans, cassava, corn, watermelon and tomatoes. The questionnaires were administered between 2012 and 2014 in 67 cities in the state of Piauí and used descriptive statistic to analyze the data. Among the findings highlight the large number of producers and high self-consumption of cowpea and corn.

**Keywords:** impacts, self-consumption, biofortified, Piauí State

### INTRODUÇÃO

O projeto BioFORT, coordenado pela Embrapa, tem como objetivo contribuir para a redução da desnutrição. Por meio de melhoramento genético convencional as pesquisas no projeto buscam a obtenção de alimentos básicos como arroz, feijão, batata-doce, mandioca, milho, feijão, abóbora e trigo mais nutritivos, com maiores teores de ferro, zinco e vitamina A (Biofort, 2015). O BioFORT compreende uma rede de pesquisadores de 11 unidades da Embrapa, universidades e instituições públicas e privadas que têm permitido que as novas cultivares cheguem aos diferentes tipos de comunidades rurais.

Um dos elementos presentes desde a concepção do projeto é a preocupação em avaliar os impactos da introdução dos alimentos biofortificados na vida das pessoas. Esta avaliação, no âmbito deste projeto, é multidimensional realizada em diferentes fases da execução do projeto. A avaliação de impactos para o BioFORT tem vários propósitos, dos quais destacam-se a

incorporação dos resultados em futuras ações do projeto e a demonstração às instituições financiadoras dos benefícios transferidos pelo BioFORT à sociedade.

Estudos de avaliação de impactos desta natureza requerem a construção de uma linha base – estudos iniciais para examinar as condições de vida da população para que, em um segundo momento, após a introdução de alimentos biofortificados, seja possível verificar as diferenças. Neste trabalho são demonstrados alguns resultados de um estudo desta natureza, realizado no estado do Piauí, Brasil. Esta investigação, que consistiu na aplicação de questionários junto a 2252 famílias de agricultores rurais em 67 municípios além de revelar a situação de aspectos relacionados a produção e consumo de uma série de variedades será utilizada em outras fases da avaliação de impactos. O presente trabalho é apresenta alguns resultados sobre caracterização dos produtores cadastrados para receber sementes de variedades biofortificadas<sup>6</sup>.

## MÉTODO

Os questionários foram aplicados no período de fevereiro de 2012 a março de 2014 envolvendo na sua aplicação, como entrevistadores, a rede do projeto BioFORT na Embrapa Meio Norte e articuladores de instituições locais. Uma vez tabulados utilizou-se técnicas de estatística descritiva para análise dos dados. A Tabela 1 apresenta de modo resumido as variáveis estudadas.

Tabela 1 – Variáveis estudadas

Data Preenchimento do questionário	ARROZ - quantidade produzida e autoconsumo
Instituição parceira	BATATA DOCE - quantidade produzida e autoconsumo
Nome	FEIJÃO BIOFORTIFICADO - quantidade produzida e autoconsumo
Município	FEIJÃO CAUPI - quantidade produzida e autoconsumo
Faz parte de alguma associação?	MANDIOCA - quantidade produzida e autoconsumo
Número de pessoas que vivem na propriedade	MILHO VERDE - quantidade produzida e autoconsumo
Parentesco dos residentes	TRIGO - quantidade produzida e autoconsumo
Gênero dos residentes	MELANCIA - quantidade produzida e autoconsumo
Idade (anos) dos residentes	TOMATE - quantidade produzida e autoconsumo
Nível de escolaridade dos residentes	Data do recebimento (Primeiro Acesso a material propagativo de biofortificados): ARROZ, ABÓBORA, BATATA DOCE, FEIJÃO, FEIJÃO CAUPI, MANDIOCA, MILHO E TRIGO.
ABÓBORA - quantidade produzida e autoconsumo	Data do recebimento (Segundo acesso a material propagativo de biofortificados) ARROZ, ABÓBORA, BATATA DOCE, FEIJÃO, FEIJÃO CAUPI, MANDIOCA, MILHO E TRIGO.

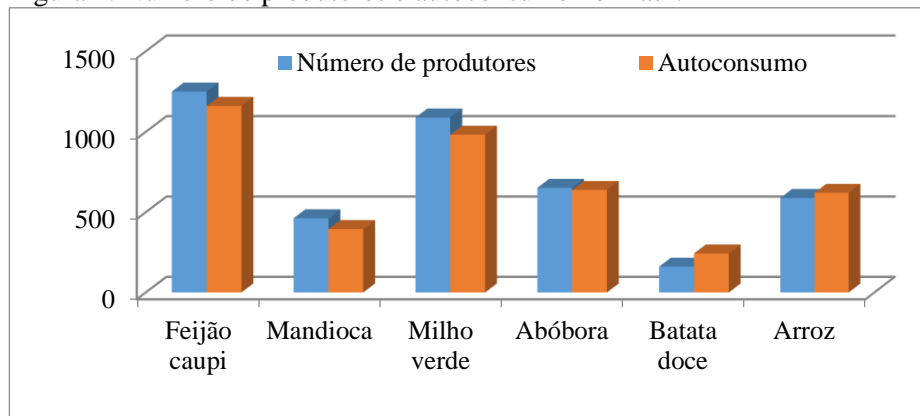
Fonte: elaboração própria

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Gráfico 1 apresenta o número de produtores cadastrados que cultivavam feijão caupi, mandioca, milho verde, abóbora, batata doce e arroz e também o número de agricultores que consomem esses alimentos a partir da sua própria produção (autoconsumo). A seleção destas cultivares considerou critérios como, por exemplo, a cultura alimentar e as práticas agrícolas locais. Destaca-se que o trabalho de melhoramento genético convencional para a biofortificação de variedades atendeu estes critérios já que o intuito do projeto BioFORT é melhorar do ponto de vista nutricional alimentos que já fazem parte da alimentação da população.

<sup>6</sup> A tabulação dos questionários revelou uma série de informações, mas é importante ressaltar que esta linha de base permitirá a avaliação da adoção das cultivares biofortificadas. Por isto, neste momento, se buscou conhecer a realidade dos produtores: o que plantavam, consumiam e, por exemplo, o nível de escolaridade. Os impactos socioeconômicos e do ponto de vista nutricional das cultivares biofortificadas serão estudados em outro momento, com outros métodos não sendo, portanto, objeto do presente trabalho.

Figura 1. Número de produtores e autoconsumo no Piauí.

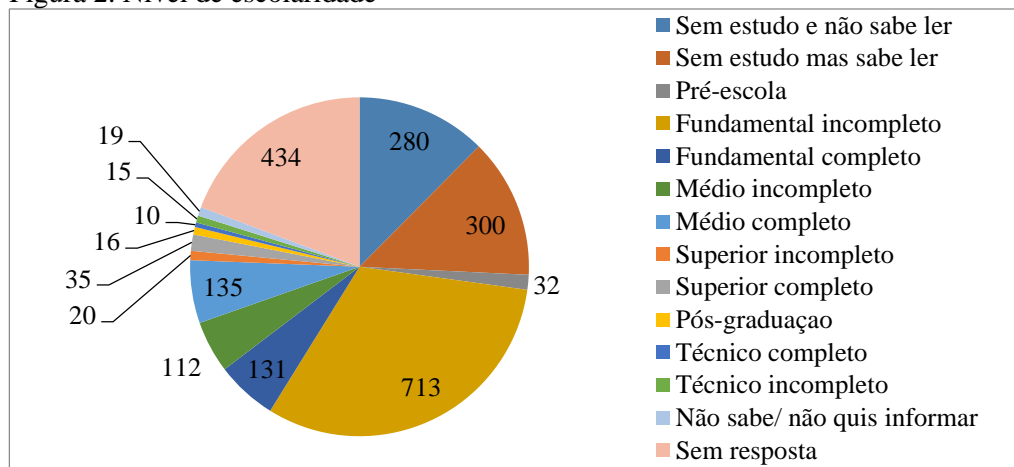


Fonte: dados primários a partir de cadastro aplicado em campo

Estudos posteriores avaliarão a receptividade dos produtores para adotarem nova cultivares e em seguida verificarão aspectos como aceitabilidade para consumo nas respectivas famílias. No projeto BioFORT é importante que as novas cultivares apresentem, além dos ganhos nutricionais, vantagens agronômicas e comerciais.

A Figura 1 revela um aspecto particularmente importante: autoconsumo elevado. Considerando que o foco do projeto é a melhora da saúde da população, a inserção de variedades biofortificadas impactariam positivamente a saúde da família do produtor rural.

Figura 2. Nível de escolaridade



A Figura 2 apresenta o nível de escolaridade dos entrevistados cadastrados. Observa-se que aproximadamente 32% dos entrevistados possuem ensino fundamental incompleto enquanto que cerca de 13% declararam saber ler apesar de não terem frequentado escola. Os resultados revelaram também que mais de 50% dos produtores são ligados a alguma associação e aproximadamente 15% são sindicalizados.

## CONCLUSÃO

Acima de mil produtores produzem feijão-caupi e milho verde. Mandioca e arroz são cultivados por mais de 500 produtores enquanto que abóbora e batata doce, o número de produtores é inferior a 500. Os resultados iniciais obtidos a partir do cadastro utilizado para construir a linha de base do projeto indicam que existe potencial para transferir para o Piauí variedades biofortificadas de feijão-caupi, milho, mandioca, arroz e batata doce já que são culturas já praticadas na região e que apresentam um importante autoconsumo. E se por um lado as ações do projeto estão orientadas para alimentos efetivamente relevantes à produção e o autoconsumo na região de estudo, por outro lado fica clara na necessidade dos esforços da transferência de tecnologia no sentido de criar uma nova cultura alimentar.

**REFERÊNCIAS**

BIOFORT. Rede Biofort. Disponível em:

<[http://biofort.com.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=76&Itemid=105](http://biofort.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=76&Itemid=105)>.

Acesso em: 12 abr. 2015



## CARACTERIZAÇÃO PRODUTIVA DE AGRICULTORES QUE RECEBERAM SEMENTES BIOFORTIFICADAS E POTENCIAL DE ADOÇÃO: RESULTADOS DE UMA AMOSTRA NO PIAUÍ

### PRODUCTIVE CHARACTERIZATION OF FARMERS WHO RECEIVED BIOFORTIFIED SEEDS AND THE ADOPTION POTENTIAL: RESULTS FROM A PIAUI STATE SAMPLE

Rosaura Gazzola<sup>1</sup>, Graciela Luzia Vedovoto<sup>2</sup>, Marcos Jacob de Oliveira Almeida<sup>3</sup>, Antonio Flavio Dias Avila<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Dr<sup>a</sup>. Eng<sup>a</sup>. Agr<sup>a</sup>, Embrapa Sede, Secretaria de Gestão e Desenvolvimento Institucional, Parque Estação Biológica - PqEB s/nº, Brasília, DF - Brasil - CEP 70770-901, rosaura.gazzola@embrapa.br

<sup>2</sup>Dr<sup>a</sup>. , Economista, Secretaria de Gestão e Desenvolvimento Institucional, Parque Estação Biológica - PqEB s/nº, Brasília, DF - Brasil - CEP 70770-901, graciela.vedovoto@embrapa.br

<sup>3</sup>Dr. biólogo, Embrapa Meio Norte, Av. Duque de Caxias, nº 5.650, Teresina - PI, marcos.almeida@embrapa.br

<sup>4</sup>Dr. Eng. Agr, Embrapa Sede, Secretaria de Gestão e Desenvolvimento Institucional, Parque Estação Biológica - PqEB s/nº, Brasília, DF - Brasil - CEP 70770-901, flavio.avila@embrapa.br

**RESUMO** - O trabalho apresenta resultados parciais da avaliação da caracterização socioeconômica de uma amostra de 90 famílias de agricultores rurais do estado do Piauí. Os questionários foram aplicados de julho a outubro de 2014. Realizou-se uma análise descritiva dos dados tabulados. A principal conclusão é que estes agricultores são, em sua maioria (87% dos entrevistados), produtores de milho. Somando os produtores de mandioca, macaxeira-aipim e fécula/farinha chega-se a 52% dos entrevistados. Os dados revelaram que 40% cultivam hortaliças e 37% cultivam arroz. Produzem batata-doce 9% dos agricultores e 6% produzem abóbora. Os três principais produtos da pecuária são: galinha caipira (capoeira) produzida por 72% dos agricultores, seguida de caprinos (44%) e suínos (31%). Somente um produtor produz mel, um produz patos e três produzem ovos. O feijão BRS Aracê alcança maior valor de mercado e se mantém verde após a colheita. Os agricultores (71%) pretendem aumentar a área de cultivo com este feijão. Nestes nove (9) municípios estudados (Queimada Nova, Oeiras, Regeneração, São Francisco do Piauí, São João da Varjota e Tanque) é mais interessante oferecer milho e mandioca biofortificados ao invés de feijão e ramas de batata-doce.

**Palavras-chave:** caracterização produtores, biofortificados, BioFORT, feijão caupi BRS Aracê.

**ABSTRACT** - The work presents results of evaluation of the socioeconomic characterization of a sample of 90 families of rural farmers in the State of Piauí-Brazil. From July to October 2014, questionnaires were applied. A descriptive analysis of tabulated data was conducted. The main conclusion is that these farmers are mostly (87% of respondents) corn producers. Adding cassava and cassava-starch/flour producers reaches up to 52% of producers. The data show that 40% produce vegetables and 37% produce rice. They produce sweet potatoes (9%) and 6% produce pumpkin. The three main livestock products are country chicken (poultry) produced by 72% of farmers, followed by goats (44%) and pigs (31%). Only have one honey producer, one duck breeder and three egg producers. The BRS Aracê cowpea achieves the highest market value and remains green after harvest. Farmers (71%) intend to increase the area under cultivation with this bean. In these nine (9) municipalities, studied (Queimada Nova, Oeiras, Regeneração, São Francisco do Piauí, São João da Varjota and Tanque) is more interesting offer corn and biofortified cassava instead of beans and sweet potato branches.

**Keywords:** producers' characteristization, biofortified, BioFORT, cowpea BRS Aracê.

### INTRODUÇÃO

O projeto BioFORT, responsável pela biofortificação de alimentos no Brasil, tem como finalidade diminuir a desnutrição por meio do aumento dos teores de ferro, zinco e vitamina A na dieta da população mais carente. Para isto, alia o conhecimento técnico-científico da agronomia

e da saúde e uma rede de pesquisadores no Brasil e no exterior que está investindo em pesquisas para obtenção de alimentos básicos mais nutritivos como arroz, feijão, batata-doce, mandioca, milho, feijão-caupi, abóbora e trigo (Biofort, 2015). Este trabalho procura revelar as características produtivas de uma amostra de produtores piauienses que adotaram tecnologias biofortificadas. O trabalho também avalia o feijão biofortificado Aracê quanto à colheita e à possibilidade de adoção desta tecnologia considerando como potencial de adoção a intenção de replantar a variedade na próxima safra.

## MÉTODO

O método utilizado para coletar as informações consistiu na elaboração de um questionário com variáveis que permitem uma caracterização socioeconômica das famílias dos produtores rurais. Paralelamente, o mesmo questionário possuía uma parte direcionada à avaliação da adoção do feijão caupi BRS Aracê. O cálculo da amostra foi realizado considerando o número de produtores cadastrados e dos quais se possuía informações prévias (2.252 famílias de agricultores rurais), com um nível de confiança 95% e um erro amostral de 7%<sup>7</sup>. Os 90 questionários foram aplicados de julho a outubro de 2014. A aplicação destes foi realizada por entrevistadores, os quais compõem a rede do projeto Biofort na Embrapa Meio Norte e articuladores de instituições locais. Os dados foram tabulados e realizou-se uma análise descritiva destes.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram entrevistados 90 produtores no estado do Piauí, nos municípios de Queimada Nova, Oeiras, Regeneração, São Francisco do Piauí, São João da Varjota e Tanque. Foram levantados os dados da propriedade agrícola, tal como área total da propriedade e área de cultivo. A maior parte dos agricultores entrevistados declara ser proprietário da área (63%). Há 17% que declaram ser proprietários sem título e 16% se declaram comodatários (área cedida pelo proprietário, de forma gratuita). Somente um produtor (1%) declara ser proprietário em decorrência da reforma agrária e um (1%) entrevistado afirma ser arrendatário. Há dois questionários sem resposta (2%).

Com relação à área total da propriedade: 46% dos entrevistados têm área entre 2 e 20 hectares. Dezoito por cento (18%) dos produtores têm área entre 21 e 40 hectares. Oito por cento (8%) dos produtores têm área entre 47 e 200 hectares. Sete por cento (7%) não sabem ou não quiseram informar e 18% dos questionários estavam sem resposta. Por outro lado, também está representada abaixo a área utilizável da propriedade. Conforme se observa na Tabela 1, a maior parte dos produtores (66%) tem área agrícola entre 0,3 e 15 hectares.

**Tabela 1.** Área utilizável da propriedade, número de produtores e porcentagem de produtores em cada classe de área.

Tamanho da Propriedade	Área Utilizável	Número Pessoas	%
Entre 0,3 e 15 hectares		59	66
Entre 20 e 25 hectares		3	3
Área não definida		4	4
Não sabe/não quis informar		6	7
Sem resposta		18	20
<b>TOTAL</b>		<b>90</b>	<b>100%</b>

Fonte: Autores a partir dos questionários tabulados da pesquisa de campo.

Quando perguntado aos agricultores quais os 3 principais produtos agrícolas da propriedade rural, destacaram-se o milho, a mandioca e a macaxeira-aipim, conforme a Tabela 2. Os produtos estão ordenados do maior ao menor número de produtores que produzem cada produto.

<sup>7</sup> O número de questionários calculado é de 181 questionários. Os autores possuíam tabulados no momento da realização deste trabalho 90 questionários, por isto se apresentam aqui resultados parciais.



**Tabela 2.** Produtos agrícolas, número de produtores e porcentagem sobre o total de produtores pesquisados. Dados estão ordenados pela quantidade de produtores por cultivo.

<b>Três principais produtos agrícolas gerados na propriedade</b>	<b>Número Pessoas</b>	<b>%</b>
Milho	78	87
Mandioca (farinha/fécula)	26	40
Macaxeira-aipim	18	37
Mandioca	3	29
Hortaliças	36	21
Arroz	33	20
Feijão Comum	19	14
Feijão BRS ARACÊ	13	9
Batata-doce	8	7
Fava	6	6
Abóbora, Pastagem capim búffel	5	6
Melancia, Feijão de corda (caupi)	4	4
Banana	3	3
Mel, Fruticultura diversos, Extrativismo frutas, Pastagem capim (outros)	1	1

Fonte: Autores a partir dos questionários tabulados da pesquisa de campo.

Quando perguntado aos agricultores, quais os 3 principais produtos pecuários da propriedade rural, destacaram-se a galinha caipira, caprinos e suínos, conforme a Tabela 3.

**Tabela 3.** Produtos pecuários, número de produtores e porcentagem sobre o total de produtores pesquisados. Dados estão ordenados pela quantidade de produtores em cada cultivo.

<b>Três principais produtos pecuários gerados na propriedade</b>	<b>Número Pessoas</b>	<b>%</b>
Galinha caipira (capoeira)	65	72
Caprinos	40	44
Suínos	28	31
Ovinos	23	26
Bovinos (gado de corte)	21	23
Ovos	3	3
Patos, galinha de granja, outras aves-outras criações, bovinos (gado de leite)	1	1
Não sabe/não soube informar	13	1
Sem resposta	4	1

Fonte: Autores a partir dos questionários tabulados da pesquisa de campo.

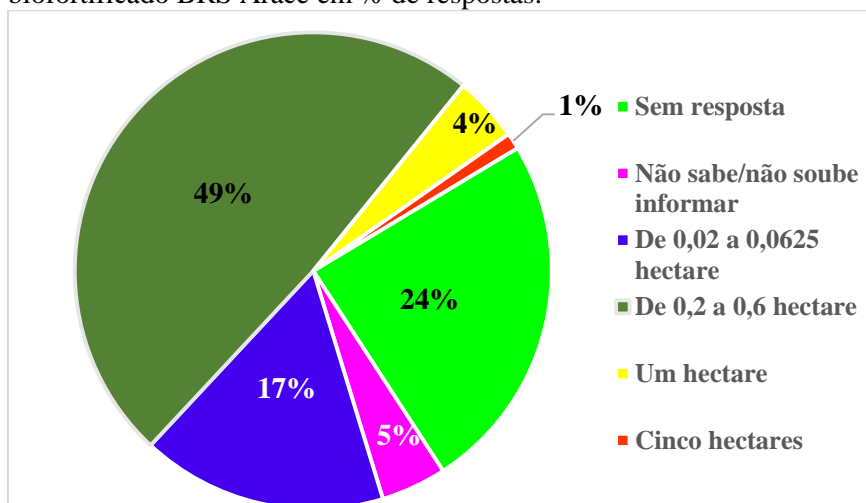
Parte do questionário buscou avaliar os produtos biofortificados cultivados pelos agricultores. Neste caso os resultados são relativos ao Feijão BRS Aracê, que é o produto citado nas respostas aos questionamentos. Quarenta e seis por cento (46%) dos produtores cultivam entre 0,01 a 0,05 hectares e 30% cultivam de 0,1 hectares a 0,45 hectares. Dois produtores (2%) não cultivam e 22% dos questionários não tinham resposta.

Para avaliar a aceitação deste novo produto cultivado, foi perguntado aos agricultores se eles pretendem repetir o plantio desta variedade na próxima safra<sup>8</sup>. A resposta de 71% é de que

esar de o questionário conter um apartado sobre feijão-caupi BRS Aracê, o estudo levantou também informações sobre o plantio de outras variedades biofortificadas, por exemplo, milho e batata doce.

sim, pretendem repetir o cultivo. E quando se perguntou sobre a área que pretendem cultivar com esta variedade na próxima safra. Em vinte e quatro por cento (24%) dos questionários não havia resposta e em 4% dos agricultores não sabem que área irão cultivar ou não sabiam informar. Dezesete por cento (17%) dos agricultores pretende cultivar uma área entre 0,02 a 0,0625 hectares. Quarenta e nove por cento (49%) dos agricultores pretende cultivar de 0,2 a 0,6 hectares. Somente um agricultor (1%) afirma que vai cultivar 5 hectares e quatro por cento (4%) pretendem cultivar 1 hectare com o feijão BRS Aracê<sup>9</sup> (Figura 1).

**Figura 1.** Intenção de área a ser cultivada para a próxima safra com feijão biofortificado BRS Aracê em % de respostas.



Com relação à colheita, alguns agricultores não notam nenhuma diferença entre o feijão caupi e o BRS Aracê. Porém, outros relatam que é de fácil colheita (57%) e ainda outros relatam que é de difícil colheita (13%). Os que relatam que é de difícil colheita explicam que o caupi se mantém verde e fica difícil detectar o ponto de colheita, posto que, não muda de cor. Por outro lado, também elogiam esta qualidade, já que devido a esta cor verde, que se mantém na pós-colheita, alcança maior valor de mercado. De fato, relatam que o caupi é vendido a R\$ 5,00/Kg, porém, o feijão BRS Aracê é vendido a R\$ 6,00/Kg.

## CONCLUSÃO

A principal conclusão é que estes agricultores entrevistados, são, em sua maioria (87%), produtores de milho e 52% produzem mandioca ou farinha/fécula de mandioca. Ou seja, nesta região é mais interessante oferecer milho e mandioca biofortificados ao invés de feijão e ramas de batata-doce. A quantidade de produtores do feijão biofortificado BRS Aracê é de 14%. Para estes agricultores, este feijão alcançou maior valor de mercado do que o feijão comum. A maior parte dos entrevistados (57%), acha que o feijão-caupi BRS Aracê é de fácil colheita.

## REFERÊNCIAS

BIOFORT. Rede Biofort. Disponível em:

<[http://biofort.com.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=76&Itemid=105](http://biofort.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=76&Itemid=105).

≥ Acesso em: 12 abr. 2015.

<sup>9</sup> Esclarece-se, no entanto, que num primeiro momento, para o primeiro plantio, a adoção dependia do fornecimento de sementes biofortificadas que foram doadas aos agricultores. Em avaliações posteriores, que não são objetos de estudo do presente trabalho, os agricultores revelaram que guardaram parte do que colheram para replantio. Sabe-se que do ponto de vista agrônomo é importante o uso de grãos selecionados, no entanto a informação é útil para confirmar a intenção de continuar plantando cultivares biofortificadas.

## AVALIAÇÃO MULTIDIMENSIONAL DE IMPACTOS DE CULTIVARES BIOFORTIFICADAS: FEIJÃO CAUPI BRS ARACÊ NO PIAUÍ.

### BIOFORTIFIED CULTIVARS MULTIDIMENSIONAL IMPACT ASSESSMENT: THE COWPEA BEAN BRS ARACÊ IN PIAUÍ STATE.

Graciela Luzia Vedovoto<sup>1</sup>, Marcos Jacob de Oliveira Almeida<sup>2</sup>, Antonio Flavio Dias Avila<sup>3</sup>, Rosaura Gazzola<sup>4</sup>

<sup>1</sup>DSc, Embrapa Sede - Secretaria de Gestão e Desenvolvimento Institucional, PqEB s/nº - Brasília, DF - Brasil, graciela.vedovoto@embrapa.br

<sup>2</sup>DSc, Embrapa Meio Norte, Av. Duque de Caxias, nº 5.650, Teresina - PI, marcos.almeida@embrapa.br

<sup>3</sup>DSc, Embrapa Sede - Secretaria de Gestão e Desenvolvimento Institucional, PqEB s/nº - Brasília, DF, flavio.avila@embrapa.br

<sup>4</sup>DSc, Embrapa Sede - Secretaria de Gestão e Desenvolvimento Institucional, PqEB s/nº - Brasília, DF, rosaura.gazzola@embrapa.br

**RESUMO** – O projeto de biofortificação de cultivos foi criado para oferecer produtos com maior quantidade de nutrientes e que pudessem ser uma alternativa de produção à agricultura familiar. O projeto começou em 2002 e apresenta resultados importantes para os produtos pesquisados (milho, mandioca, feijão, feijão caupi, batata doce, trigo, arroz e abóbora). Este trabalho revela os primeiros impactos econômicos, sociais, ambientais e do ponto de vista do consumo das famílias de um feijão biofortificado no estado do Piauí. Primeiramente foi avaliada e monitorada a adoção do produto e então foi realizado um estudo piloto dos impactos do feijão caupi BRS Aracê em comunidades e assentamentos rurais no estado. Ressalta-se que esta é a primeira ação de avaliação de impactos de produtos biofortificados envolvendo produtores e consumidores. Os resultados indicaram alto nível de aceitabilidade em termos de consumo entre os produtores além de impactos econômicos, sociais e ambientais positivos.

**Palavras-chave:** avaliação de impactos, biofortificação, feijão, feijão caupi BRS Aracê.

**ABSTRACT** - The biofortification of crops project was created to offer products with higher amount of nutrients and that could be a production alternative to family farming. The project began in 2002 and has shown important results for the surveyed products (maize, cassava, beans, cowpea, sweet potato, wheat, rice and pumpkin). This work reveals the first economic, social, environmental impacts and the impacts from the point of view of the household consumption of a biofortified cowpea in the state of Piauí. First, the adoption of the product was evaluated and monitored and then a pilot impact study of the BRS Aracê cowpea was made in the communities and rural settlements of the state. It is noteworthy that this is the first action of impact assessment of biofortified products involving producers and consumers. The results indicated a high level of acceptability of use among producers as well as positive economic, social and environmental impacts.

**Keywords:** impact assessment, biofortification, cowpea, BRS Aracê.

## INTRODUÇÃO

O processo de biofortificação desenvolve cultivares mais nutritivas por meio de melhoramento genético convencional. A deficiência de micronutrientes como ferro, zinco e vitamina A é um importante problema de saúde pública nos países em desenvolvimento. A estratégia atual para combater a desnutrição nestes países preconiza o fornecimento de suplementos vitamínicos e minerais para mulheres grávidas e crianças, além da fortificação de alimentos. A biofortificação ataca a raiz do problema da desnutrição, tem como alvo a população mais necessitada, utiliza mecanismos de distribuição já existentes, é cientificamente viável e efetiva em termos de custos, além de complementar outras intervenções em andamento para o controle da deficiência de micronutrientes. É, em suma, um primeiro passo essencial que possibilitará que famílias carentes melhorem de uma maneira sustentável, sua nutrição e saúde (BioFORT, 2015).

O trabalho conjunto entre pesquisadores das áreas da agronomia e da saúde tem permitido responder ao desafio de combater a fome oculta, que debilita mais de 2 bilhões de pessoas em todo o mundo. Por esta razão, uma rede de pesquisadores de 16 unidades da Embrapa, universidades e instituições no exterior está investindo em pesquisas para obtenção de alimentos básicos mais nutritivos como arroz, feijão, batata-doce, mandioca, milho, feijão-caupi, abóbora e trigo. Paralelamente, parcerias com instituições públicas e privadas têm permitido que as novas cultivares cheguem aos diferentes tipos de comunidades rurais (BioFORT, 2015).

No que se refere a avaliação de impactos do projeto, vários elementos são constantemente analisados. Avalia-se a receptividade dos produtores para adotarem novas cultivares e, em seguida, são verificadas variáveis como aceitabilidade para consumo nas respectivas famílias. Também são avaliados 41 indicadores ecológicos e 97 indicadores socioambientais.

No projeto BioFORT é importante que as novas cultivares apresentem, além dos ganhos nutricionais, vantagens agronômicas e comerciais. O objetivo do presente trabalho é apresentar os primeiros resultados, em termos de impactos socioeconômicos e ambientais no produtor e no consumidor de alimentos, do feijão-caupi BRS Aracê com maior biodisponibilidade de ferro e zinco desenvolvido e disponibilizado pela Embrapa. Além do conhecimento dos impactos do projeto em relação a este produto específico, considera-se que a adaptação e aprimoramento deste método de avaliação de impactos servirá, com os devidos ajustes, para avaliar os impactos dos demais produtos da rede Biofort, além de permitir à Embrapa melhorar as suas estratégias para a geração, transferência e adoção de tecnologias de produtos biofortificados.

## MÉTODOS

Para avaliar os resultados do feijão-caupi BRS Aracê, dada a demanda específica dos produtos biofortificados, foi necessário adaptar o método de referência hoje em uso na Empresa (Avila, et. al. 2008) para avaliar os impactos no produtor (impacto de primeira ordem – dimensões econômica, social e ambiental), e, sobretudo, aprimorar tal método para avaliar os impactos nos consumidores de produtos biofortificados (impacto de segunda ordem – dimensões social e econômica). A avaliação da adoção se deu por meio do levantamento da produção e distribuição de sementes, além de entrevistas a informantes chave. Os impactos ecológicos e socioeconômicos foram avaliados com o uso do Ambitec Agro (Rodrigues, 1998), a avaliação do consumo das famílias ocorreu a partir da aplicação de um questionário desenvolvido especialmente para esta finalidade.

A tabela abaixo apresenta uma síntese das variáveis e método de questionamento, mas ressalta-se que o questionário também considerava aspectos qualitativos.

Tabela 1. Variáveis utilizadas para análise do autoconsumo de cultivos biofortificados pelas famílias

Variável	Método de avaliação
Tem informação que é nutritiva?	Sim ou não
A família gostou?	Sim ou não
Os vizinhos gostaram?	Sim ou não
No mercado, sabe dizer as pessoas gostaram?	Sim ou não
O entrevistado gostou da cor?	Sim ou não
O entrevistado gostou do sabor?	Sim ou não
O feijão caupi BRS Aracê oferece mais opções de preparo?	Sim ou não
Cozinha mais rápido (em relação a feijão similar)?	Sim ou não
Em condições de armazenagem, cozinha durante mais meses (em relação a feijão similar)?	Sim ou não
Depois de preparado, estraga mais rápido (em relação a feijão similar)?	Sim ou não
Tempo de preparo feijão recém-colhido	Escala (-3,-1,0,1,3)
Durabilidade do alimento depois de preparado	Escala (-3,-1,0,1,3)
Tempo de preparo depois de armazenado	Escala (-3,-1,0,1,3)
Opinião da família sobre o sabor do feijão caupi BRS Aracê	Escala (-3,-1,0,1,3)

Fonte: elaboração própria

O sistema de avaliação de Ambitec-Agro é composto por um conjunto de planilhas eletrônicas que representam as seguintes variáveis estudadas: eficiência tecnológica, qualidade ambiental, respeito ao consumidor, emprego, renda, saúde e gestão e administração (Rodrigues et al., 1998, 2003, 2010). As variáveis são mensuradas com base no coeficiente de alteração, ou seja, pela atribuição, a cada variável estudada, de um valor que representa a alteração proporcionada pela implementação da tecnologia. O coeficiente +3 indica uma grande influência positiva no componente; +1, moderada influência positiva no componente; 0, componente inalterado; -1, moderada influência negativa no componente e -3, grande influência negativa no componente (Rodrigues et al., 1988).

O questionário elaborado para avaliar os impactos do ponto de vista do consumidor levou em consideração variáveis como a quantidade de feijão plantada, colhida e consumida pela família do produtor rural. Elementos como a produtividade, facilidade da colheita e se a família pretende seguir plantando o feijão-caupi BRS Aracê também foram questionados. No entanto, o foco do questionário estava principalmente na obtenção de informações sobre, pois o questionário em si não avalia variáveis como, por exemplo, a opinião da família sobre o sabor, cor, propriedades de cozimento, conservação depois de preparado e armazenado em garrafas pets - um costume regional.

As entrevistas foram realizadas em março de 2015 em comunidades rurais, assentamentos e propriedades em municípios do estado do Piauí: Regeneração (Comunidade quilombola Mata do Morenos), Tanque (produtores individuais), Oeiras (Comunidade quilombola Caldeirão), São João da Varjota (Comunidade quilombola Fazenda Frade), São João do Piauí (produtores individuais) e Queimada Nova (Comunidade rural e produtores individuais reunidos no Sindicato dos trabalhadores Rurais do município). Foram entrevistadas 50 famílias nesta fase de avaliação do projeto.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados obtidos a partir do método Ambitec Agro indicaram que, do ponto de vista ambiental, as alterações provocadas pelo feijão-caupi Aracê foram mínimas, quando comparadas ao plantio dos outros tipos de feijão que as famílias já plantavam. Alguns produtores destacaram que o feijão em estudo necessitava de uma quantidade menor de água.

Em relação a qualidade ambiental os adotantes da tecnologia ressaltaram que não houve substituição das variedades tradicionais caboclas, ou seja, o feijão caupi biofortificado foi plantado, inicialmente, em uma pequena área e, na maioria dos casos, os produtores relataram que seguirão cultivando-o, assim como as demais variedades. Os resultados também revelaram que o feijão caupi biofortificado captou uma demanda da região por alimentos mais nutritivos e promoveu uma melhor integração cultural entre as comunidades.

A presença da assistência técnica destinada ao trabalho de distribuição de sementes do feijão-caupi BRS Aracê e acompanhamento dos produtores foi aproveitada para as demais variedades. Assim, os produtores relataram que a produtividade, tanto do feijão em estudo, quanto das demais variedades aumentou. A análise do consumo das famílias que plantaram, colheram e consumiram o feijão-caupi BRS Aracê apontou que a aceitabilidade foi elevada. As famílias relataram que plantaram, consumiram, gostaram e pretendiam seguir plantando a variedade biofortificada em estudo.

Mais de 90% dos entrevistados afirmaram terem gostado da cor, do sabor e das propriedades culinárias, e que voltariam a plantar o feijão caupi. O estudo não permitiu avaliar o aspecto comercial, pois a quantidade colhida pelos produtores no período das entrevistas não era suficiente para comercialização. Na maioria dos casos as famílias haviam consumido parte do feijão caupi colhido e replantado o restante. No entanto, alguns produtores, cerca de 10% da amostra, puderam comercializar parte da produção e relataram uma elevada aceitação do produto pelo mercado, e que o venderam a um preço superior ao do feijão convencional.

## **CONCLUSÃO**

O estudo de avaliação de impactos do feijão caupi BRS Aracê no Piauí foi considerado um trabalho piloto na rede BioFORT por considerar a avaliação do ponto de vista do consumidor. Com este estudo, será possível aprimorar o método de futuras avaliações. Por outro lado, foi possível verificar que os objetivos do projeto BioFORT estão sendo cumpridos, ao levar aos

produtores rurais as variedades biofortificadas com elevada aceitação do ponto de vista do consumo, e gerar impactos sociais e ambientais positivos.

Do ponto de vista metodológico este trabalho piloto revelou que a avaliação de impactos multidimensional possui ainda alguns desafios. A experiência tem sido útil para aprimorar o método, principalmente em relação a análise do ponto de vista do consumidor. Os próximos estudos, avaliação dos impactos do feijão caupi BRS Aracê e milho biofortificado no Maranhão, serão realizados considerando todos os ajustes que o presente trabalho indicou necessário.

## REFERÊNCIAS

AVILA, A. F. D.; RODRIGUES, G. S.; VEDOVOTO, G. L. **Avaliação dos impactos de tecnologias geradas pela Embrapa**: metodologia de referência. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 189 p.

BIOFORT. Rede Biofort. Disponível em:

<[http://biofort.com.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=76&Itemid=105](http://biofort.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=76&Itemid=105)>.

Acesso em 12/04/2015.

RODRIGUES, G. S. Avaliação de impactos ambientais em projetos de pesquisas - fundamentos, princípios e introdução à metodologia. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1998. 66 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 14).

RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C. Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária: AMBITEC-AGRO. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. 95 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 34).

RODRIGUES, G. S.; BUSCHINELLI, C. C de A.; AVILA, A. F. D. An environmental impact assessment system for agricultural research and development II: institutional learning experience at Embrapa. **Journal of Technology Management & Innovation**, Santiago, Chile, v. 5, n. 4. p. 38-56, dic. 2010.





**DESAFIOS E UTILIDADES DO CADASTRAMENTO DE ACESSO A  
TECNOLOGIAS: O CASO DA CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA DE  
FAMÍLIAS COM ACESSO A FEIJÕES BIOFORTIFICADOS EM SERGIPE  
(2011 a 2014)**

**USES AND CHALLENGES FOR TECHNOLOGY ACCESS REGISTRATION:  
SOCIOECONOMIC CHARACTERIZATION OF FAMILY FARMERS  
WITH ACCESS TO BIOFORTIFIED BEANS IN SERGIPE (2011 TO 2014)**

Deise Maria de Oliveira Galvão<sup>1</sup>; Maria Geovania Lima Manos<sup>2</sup>; Márcio Rogers Almeida Melo<sup>3</sup>; Letícia Carvalho de Morais<sup>4</sup>; Juracy Barroso Neto<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Engenheira Florestal, Mestre em Ciências Florestais (UNB), analista na Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju/SE, deise.oliveira-galvao@embrapa.br

<sup>2</sup>Economista, doutoranda em Ciências Sociais (CPDA/UFRRJ), analista na Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju/SE, geovania.manos@embrapa.br

<sup>3</sup>Economista; Mestre em Sociologia do Desenvolvimento (UFPE) analista na Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju/SE, rogers.melo@embrapa.br

<sup>4</sup>Graduanda em Ciências Econômicas (UFS), São Cristóvão/SE, bolsista do projeto BioFORT/HarvestPlus (Embrapa Tabuleiros Costeiros), lmarais53@yahoo.com

<sup>5</sup>Graduando em Engenharia Agrônoma (UFS), São Cristóvão/SE, bolsista do projeto BioFORT/HarvestPlus (Embrapa Tabuleiros Costeiros), barroso.neto@hotmail.com

**RESUMO** - O cadastramento para posterior rastreamento das ações de transferência de tecnologia é essencial para análise de resultados dos centros de pesquisa. E esses desafios ficam ainda maiores com a nova forma compartilhada de gestão de projetos da Embrapa em formato de arranjos, portfólios ou redes. Esforços de sensibilização estão sendo feitos para que as equipes que lidam com o público externo possam realizar esse cadastramento e um “sistema de gerenciamento de processos” foi desenvolvido pela Embrapa Tabuleiros Costeiros, com um módulo para cadastramento de cliente-parceiros da Unidade. Nessa fase de implantação do módulo de cadastramento, foram tabuladas nesse sistema, informações de 195 agricultores que tiveram acesso a feijões biofortificados, entre 2011 e 2014, nos quatro Territórios da Cidadania em Sergipe: Alto Sertão, Baixo São Francisco, Sertão Ocidental e Sul Sergipano. A caracterização socioeconômica sinaliza que 47,17% dos entrevistados estão na faixa etária de 40 a 59 anos, 44,61% são mulheres e 55,38% estudaram apenas ensino fundamental incompleto. Foram 8 categorias de fontes de renda não excludentes informadas, delas 94,8% são agricultores, 44,61% recebem Bolsa Família, 22,05% recebem aposentadoria/pensão e 16,92% são prestadores de serviços rurais em outras propriedades. Além dos aspectos socioeconômicos, o sistema de cadastramento permite o acesso a informações regionalizadas, podendo subsidiar o delineamento de futuras ações de pesquisa e transferência de tecnologia (TT) e dotar de maior transparência as ações da Empresa e da Rede BioFORT. Para tanto, as necessidades de aprimoramento do software de gerenciamento de informações deverão ser apontadas pelos usuários à medida que o cadastramento de agricultores se tornar uma rotina para as ações de TT e comunicação da Unidade.

**Palavras-chave:** acesso à tecnologia biofortificada; rastreabilidade; características socioeconômicas.

**ABSTRACT** - Registration for traceability of technology transfer actions is essential for results analysis of the research centers. And challenges are even bigger if considered the new ways of projects management that embrace sharing management information, portfolios and networks. Mobilization efforts are being made to involve teams that deal with external audiences and to guarantee that they are able and trained to register these actions. A process management system was developed by Embrapa Coastal Tablelands, including a module for clients-partners registering of this Embrapa unit. In this implementation phase of the monitoring module, a total of 195 family farmers that had had access to biofortified beans from 2011 to 2014 in four

Territórios da Cidadania in Sergipe, which are: Alto Sertão, Baixo São Francisco, Sertão Ocidental e Sul Sergipano. The socio-economic characterization of this group indicates that 47.17% of interviewees are in the range of 40 to 59 years, 44.61% are women and 55.38% had only completed elementary school. The group interviewed informed 8 income categories: 94,8% are farmers, 44,61% are beneficiaries of the Bolsa Família Programme, 22,05% receive governments retirement pensions and 16,92% are farmer workers in other properties. Besides socio-economic aspects, the information register system also permits access to stratified information enabling the design of future research programmes and technology transfer actions, promoting the transparency of Embrapa. Therefore, system improvement needs should be identified by users as the registration of clients-partners is becoming a routine for technology transfer and communications from this Embrapa Unit.

**Keywords:** biofortified crop varieties access; traceability; socioeconomic characteristics.

## INTRODUÇÃO

O rastreamento das ações de transferência de tecnologia (TT) é o ponto de partida para estudos de monitoramento de adoção e avaliação de impacto de tecnologias geradas pelos centros de pesquisa agropecuária. A ausência de dados sobre essas ações, integrados e disponibilizados, pode fragilizar processos posteriores de avaliação de resultados. Estabelecer critérios e instrumentos, bem como sensibilizar equipes para captação primária e tabulação de dados ainda são desafios encontrados pelas equipes de TT das Unidades da Embrapa.

O processo de rastreamento/monitoramento das ações de TT ainda é realizado de forma desarticulada e os dados disponíveis não estão integrados entre Unidades, e mesmo entre setores nas Unidades. A coleta, sistematização e disponibilização de informações sobre os agricultores que recebem material propagativo e participam da validação e avaliação de tecnologias em campo podem dar mais transparência às ações da empresa, bem como auxiliar na tomada de decisões estratégicas.

O objetivo geral desse trabalho foi mostrar a trajetória da implantação de uma rotina de cadastramento de agricultores com acesso a feijões biofortificados na Embrapa Tabuleiros Costeiros, com a disponibilização de informações em base de dados sistematizada. Paralelamente, utilizar-se de tais informações para fazer uma caracterização socioeconômica das famílias cadastradas que receberam sementes de cultivares de feijão biofortificado em Sergipe no sentido de demonstrar uma das utilidades desse processo.

## MÉTODO

Ao longo dos últimos anos a rede de biofortificação de alimentos no Brasil integrou projetos de TT e avaliação de impacto das cultivares biofortificadas que foram desenvolvidas nos seus 13 anos de existência. A avaliação do atingimento dos resultados previstos nesses projetos depende do registro sistemático de informações sócio-produtivas sobre agricultores que receberam essas tecnologias e a descrição das características dessas ações de transferência.

Em 2011, a equipe da Rede BioFORT em Sergipe propôs uma primeira versão de cadastro de acesso de tecnologias. O questionário foi analisado e aprimorado por outras equipes de TT e tinha como objetivo a caracterização socioeconômica do agricultor e sua unidade produtiva, com ênfase na produção agropecuária, comercialização, autoconsumo de alimentos, renda e composição familiar.

Associado a isso, em 2013, foi desenvolvida e disponibilizada para a Rede uma planilha para sistematização das ações de TT com produtos biofortificados realizadas nos estados brasileiros. Já no âmbito da Embrapa Tabuleiros Costeiros, por solicitação da equipe do Setor de Prospecção e Avaliação de Tecnologias (SPAT), foi desenvolvida a base de dados “Gestão de Processos” com um módulo de gerenciamento de clientes-parceiros com o objetivo de disponibilizar corporativamente informações de participantes das ações de transferência de tecnologia, com destaque para o acesso a tecnologias da Embrapa.

No decorrer do desenvolvimento do *software* foram realizadas oficinas entre equipes dos setores de Gestão do Conhecimento (SGC) e SPAT para detalhamento das necessidades que deveriam pautar a ferramenta e compartilhamento de questionários utilizados nos diversos estudos de campo já realizados pelo SPAT. Atualmente o Sistema de Gestão de Processos está disponível na intranet da Embrapa Tabuleiros Costeiros para inserção de dados e consultas. A

meta é chegar a 100% de cadastramentos/tabulações de ações para seleção de amostras pelos pesquisadores para realização de diferentes estudos.

O SPAT tem dado ênfase ao cadastramento das ações com produtos biofortificados por meio do envio de equipe capacitada na aplicação dos questionários em ações de TT realizadas por outros setores da Unidade. Entretanto, responsabilizar a equipe de um setor pelo cadastramento de todas as ações de TT da Unidade geraria um custo que ainda não foi mensurado.

Os dados analisados a seguir foram coletados por meio de questionários estruturados em três ações distintas da Rede nos anos de 2011, 2013 e 2014. Em 2011, foi utilizado questionário elaborado pela equipe BioFORT/Sergipe para o monitoramento de feijões biofortificados no estado; e a partir deste, em 2013, foi desenvolvido e utilizado questionário da Rede BioFORT para cadastramento de acesso a tecnologias biofortificadas e, por fim, em 2014, foi utilizada ferramenta de cadastramento desenvolvida pela equipe do SPAT para rastreamento das ações TT da Unidade. A partir do Sistema de Gestão de Processos, foram gerados resultados que podem ser visualizadas na forma de gráficos pré-programados, a partir de filtros específicos e exportados para o *software*.

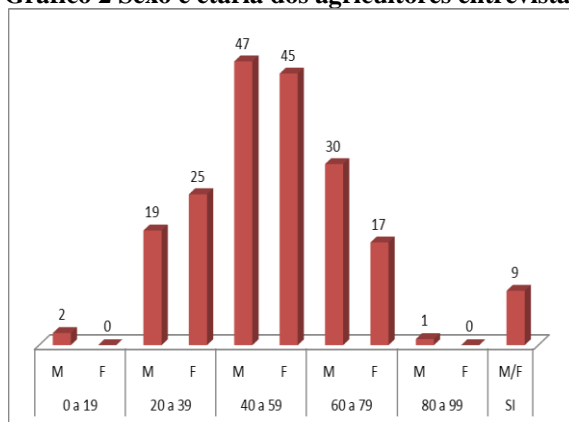
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise a seguir refere-se aos dados tabulados no módulo de cadastramento do sistema gestão de processos da Embrapa Tabuleiros Costeiros, obtidos durante as ações de disponibilização de sementes de feijões biofortificados tipo carioca (variedades BRS Pontal e BRS Agreste) e feijão-caupi (variedade BRS Xiquexique) em Sergipe. Tiveram acesso às referidas tecnologias e, portanto, foram cadastrados 195 agricultores: 113 em 2011; 20 em 2013; e 62 em 2014.

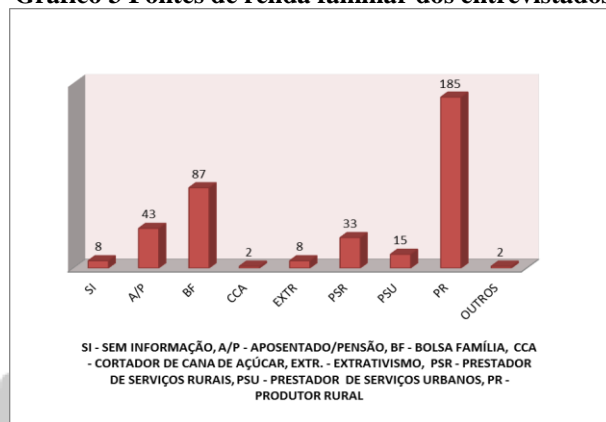
As ações de disponibilização das sementes biofortificadas ocorreram em seis assentamentos, um pré-assentamento e uma comunidade rural. As propriedades localizam-se nos municípios de Nossa Senhora da Glória, São Francisco, Carira e Pedra Mole, e Itaporanga D'Ajuda, representando os quatro territórios da cidadania sergipanos respectivamente: Alto Sertão, Baixo São Francisco, Sertão Ocidental e Sul Sergipano.

Quanto aos aspectos socioeconômicos, o gráfico 1 demonstra que a faixa etária de 40 a 59 anos concentra maior número dos agricultores com acesso às sementes de feijões biofortificadas (47,17%). Do número total de entrevistados (195), 53,22% são homens e 46,77% são mulheres não havendo predominância de gênero nas entrevistas. Da mesma forma, não há linearidade das idades por faixa etária e sexo. As fontes de renda (Gráfico 2) distribuem-se em 8 categorias não excludentes (respostas múltiplas), captando assim as diversas fontes de renda da família. Dos 195 entrevistados, quase a totalidade (94,8%) tem como atividade principal a agricultura, 44,61% recebem transferências do governo federal por meio do Programa Bolsa Família e 22,05% por meio de aposentadoria/pensão. Já a prestação de serviços rurais é realizada, esporadicamente, por 17,64% dos entrevistados.

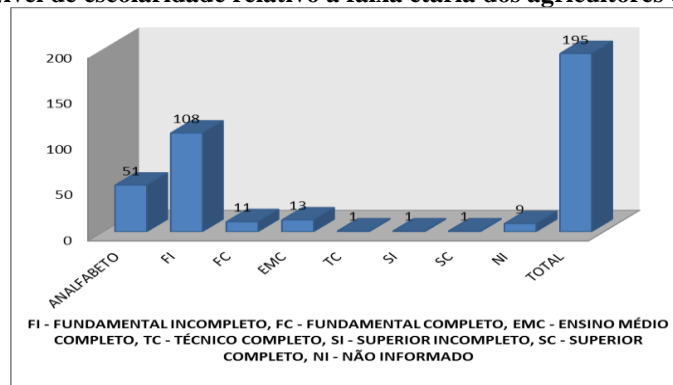
**Gráfico 2 Sexo e etária dos agricultores entrevistados**



**Gráfico 3 Fontes de renda familiar dos entrevistados**



Com relação à escolaridade, o gráfico 3 aponta que 55,38% dos 195 entrevistados declararam ter estudado somente o fundamental incompleto.

**Gráfico 4 Nível de escolaridade relativo à faixa etária dos agricultores entrevistados**

Devido a ajustes na saída de dados dos sistemas, outras informações estarão disponíveis em breve, tais como, produção agropecuária por município, o tipo de organização social ao qual o produtor está vinculado (associação e/ou cooperativa e/ou sindicato), número de filhos por família, número de cadastrados por município, quais foram as variedades distribuídas e quantidade de sementes.

## CONCLUSÕES

O cadastro dos acessos a sementes de feijões biofortificados em Sergipe e a sua organização numa base de dados demonstram que essas ações estão concentradas em apenas quatro municípios, porém representadas em quatro grandes territórios, com características edafoclimáticas e sociais diferentes. As análises das informações socioeconômicas permitiu verificar que a maioria dos agricultores que acessaram essa tecnologia é formada por homens e mulheres com faixa etária entre 40 a 59 anos de idade e com muito baixa escolaridade. As fontes de renda declaradas revelam que são essencialmente dependentes da agricultura, mas também dos programas de transferência de renda por parte do governo federal - o que indica baixo nível de renda. Essa combinação de fatores mostra que as ações de disponibilização das sementes biofortificadas em Sergipe está alinhada à proposta de público foco das ações da rede de Biofortificação de alimentos no Brasil.

Esse resultado, portanto, reforça a ideia de que informações disponibilizadas corporativamente podem ser uma forma de demonstração de resultados prevista nos projetos de pesquisa financiados pela Embrapa. Este fato representa o reconhecimento da importância dos esforços de registro e disponibilização de informações de dados sobre acesso de tecnologias para outras equipes e para a sociedade, evitando-se assim retrabalho, custos desnecessários e oferecendo suporte à tomada de decisões na gestão de projetos de pesquisa. O banco de dados utilizado nesse estudo necessita de aprimoramentos que só serão identificados com o uso contínuo da ferramenta, mas principalmente no que diz respeito a opções de saída de informações a exemplo de gráficos e exportação de dados para *softwares* de análise estatística.

Vale destacar ainda que embora a ferramenta esteja disponível, a relutância por parte de integrantes das equipes de TT e comunicação na mudança de roteiros estabelecidos para ações de TT tem implicado na não inclusão do cadastramento de acesso a tecnologias como uma etapa de suas atividades. Isso fragiliza processos de avaliação de resultados de tecnologias geradas pelos centros de pesquisa e demonstra a necessidade de discussão e implementação de um processo de operacionalização para realização de cadastro de acesso a tecnologias, com a designação dos responsáveis por cada etapa. Porém, mais que isso, é preciso haver a sensibilização das equipes para que sejam promotoras do cadastramento de agricultores em ações de TT e de comunicação institucional independentemente, inclusive, de qual for a fonte de financiamento.

## REFERÊNCIAS

Sistema de Gestão de Processos. “para uso interno à Embrapa Tabuleiros Costeiros” Consulta em: jul-ago/2015. Disponível em: <http://intranet.cpatc.embrapa.br:8080/contatos/index2.wsp?wi.redirect=LXU5956NQ47WBB1NLVSK>. Acesso em: 5 set. 2015.

## AValiação DE ACEITAÇÃO DO FLOCÃO DE MILHO BIOFORTIFICADO EM ÁREAS DE ATUAÇÃO DA REDE BIOFORT NO NORDESTE BRASILEIRO

### CONSUMERS ACCEPTANCE OF BIOFORTIFIED CORN GRITS IN SELECTED RURAL AREAS OF BRAZILIAN NORTHEAST

Maria Geovania Lima Manos<sup>1,a</sup>; Deise Maria de Oliveira Galvão<sup>2,a</sup>; Marcos Jacob de Oliveira Almeida<sup>3</sup>; Letícia Carvalho de Morais<sup>4,b</sup>; Juracy Barroso Neto<sup>5,b</sup>; Graciela Luzia Vedovoto<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Economista, doutoranda em Ciências Sociais (CPDA/UFRRJ), [geovania.manos@embrapa.br](mailto:geovania.manos@embrapa.br)

<sup>2</sup>Engenheira Florestal, MsC. em Ciências Florestais (UNB), Aracaju/SE, [deise.oliveira-galvao@embrapa.br](mailto:deise.oliveira-galvao@embrapa.br); <sup>3</sup>Biólogo, DsC em Zootecnia (UFPB), analista na Embrapa Meio Norte, Teresina/PI, [marcos.almeida@embrapa.br](mailto:marcos.almeida@embrapa.br)

<sup>4</sup>Graduanda em C. Econômicas (UFS), São Cristóvão/SE, [lmorais53@yahoo.com](mailto:lmorais53@yahoo.com)

<sup>5</sup>Graduando em Engenharia Agrônômica (UFS), São Cristóvão/SE, [barroso.neto@hotmail.com](mailto:barroso.neto@hotmail.com)

<sup>6</sup>Economista, DsC em Economia de Empresas (Universidade Autônoma de Barcelona), analista na Embrapa Sede, Brasília/DF, [graciela.vedovoto@embrapa](mailto:graciela.vedovoto@embrapa)

<sup>a</sup>Analista na Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju/SE

<sup>b</sup>Bolsista do projeto BioFORT/HarvestPlus, Embrapa Tabuleiros Costeiros.

**RESUMO** - Este estudo tem o objetivo de verificar a aceitação do flocão obtido a partir do milho biofortificado com Pró-vitamina A (variedade BRS 4104). Por meio da identificação de atributos tradicionalmente valorizados, preferências e hábitos locais de consumo de uma amostra significativa de consumidores, espera-se obter uma avaliação do produto que subsidie possíveis indicações do BRS 4104 aos sistemas de produção de milho da variedade BRS 4104, especialmente àqueles interligados à indústria de processamento. A perspectiva da Análise Sensorial e, especificamente, dos testes do tipo afetivos (ou do consumidor), foi utilizada para desenvolver questionários que serviram para identificar atributos que o consumidor valoriza e para avaliar o grau de gostar/desgostar e a disposição a comprar o produto em estudo. Foram entrevistados 480 agricultores familiares em regiões de atuação da rede BioFORT no Nordeste Brasileiro que receberam 2 kg de flocão biofortificado para testar no ambiente no qual costumam preparar e consomem seus alimentos (*Home Use Testing*). Resultados preliminares aqui apresentados indicam como atributos mais relevantes na decisão de compra a textura do cuscuz, preço, tamanho do floco (maior) e demonstram elevada aceitabilidade do flocão de milho biofortificado (98%) com correspondente elevada disposição a comprar (97%).

**Palavras-chave:** flocão de milho biofortificado; aceitabilidade; consumo; agricultura familiar.

**ABSTRACT** - This study aims to verify the acceptance of the corn grit derived from biofortified corn "Pro-vitamin A" (BRS 4104). Based on the identification attributes traditionally valued, local preferences and consumption habits from a representative sample of consumers, we hope to produce a product evaluation that serves to support possible indications to corn production systems, especially those linked to the processing industry. The approach of Sensory Analysis and specifically affective tests (or consumer tests) were used to develop questionnaires used to identify attributes appreciated by consumers, evaluate the degree of like / dislike and willingness to buy the product. We interviewed 480 family farmers in regions of the Brazilian Northeast where BioFORT network operates. Families received 2 kg of biofortified corn grits to try it at home, where and how routinely prepare and consume their food. Preliminary results presented here indicate that the most important attributes in purchasing decisions are "Couscous texture", "price" and "aspect" (flake size). Furthermore, they show high acceptability biofortified corn grits (98%) and high willingness to buy (97%).

**Keywords:** biofortified corn grits; acceptance; consumption; family farming.



## INTRODUÇÃO

O milho Pró-vitamina A (BRS 4104), lançado pela Embrapa em 2013, é em média duas vezes mais rico em pró-vitamina A que outras cultivares (Rede BioFORT, 2015) e isso pode estar associado a alterações organolépticas tanto do milho *in natura* quanto dos derivados processados.

Assim, este estudo pretende avaliar a aceitabilidade do flocão de milho<sup>10</sup> processado a partir do BRS 4104, com base na percepção de agricultores em regiões de atuação da rede BioFORT no Nordeste Brasileiro. Por meio da identificação de atributos tradicionalmente valorizados, preferências e hábitos locais de consumo de uma amostra significativa de consumidores, espera-se obter uma avaliação do produto que subsidie possíveis indicações do BRS 4104 aos sistemas de produção de milho, especialmente àqueles interligados à indústria de processamento.

Isto se torna especialmente relevante a partir da constatação em campo de que o flocão de milho industrializado vem substituindo a farinha artesanal de milho e até a farinha industrializada (de textura mais fina que o flocão).

Colaboraram com a pesquisa 480 consumidores, no período de 20 de junho a 30 de julho de 2015, em 17 comunidades rurais de 14 municípios nos Estados de Sergipe, Piauí e Maranhão. Foi utilizada a metodologia *Home Use Testing* em duas etapas de entrevistas aplicadas com questionário fechado e uso da escala hedônica facial de 5 pontos (notas 1, 3, 5, 7 ou 9) para avaliação do produto.

## MÉTODO

Segundo Minim *et al* (2006), a análise sensorial faz parte do campo da Ciência do Consumidor. Porém, é mais abrangente, pois leva em conta tanto as características químicas, físicas, estruturais e sazonais dos alimentos – ao que Granato e Calado (2014) acrescentam as qualidades nutricionais e propriedades funcionais – quanto as condições fisiológicas, psicológicas, sociológicas e étnicas dos indivíduos, assim como o ambiente no qual os testes sensoriais são aplicados.

A análise sensorial é a ciência que estuda as percepções, sensações e reações das pessoas para interpretar as características dos alimentos ou como estes são percebidos pelos cinco sentidos humanos. Desdobra-se em métodos sensoriais que, a depender dos objetivos de cada estudo, utilizam-se de Testes Sensoriais específicos. Estes, por sua vez, podem ser dos tipos discriminatórios, de análise descritiva de produtos ou afetivos (do consumidor) (MINIM *et al*, 2006).

Os testes afetivos, ao obter respostas subjetivas das características sensoriais do produto avaliado, procuram identificar características sensoriais atribuídas pelos consumidores, gostos e/ou opiniões sobre o produto. Podem ter como foco determinar o mercado potencial, a preferência entre dois ou mais produtos ou sua aceitabilidade (*idem*, 2006), definida pela avaliação de reações do consumidor quanto ao grau de gostar/desgostar a partir de atributos que o próprio consumidor valoriza e quanto à sua disposição a comprar/pagar (PÉREZ e GONZALEZ, 2014).

Nesse sentido, o presente estudo parte de dois pressupostos, a exemplo de Manos *et al*. (2014, 2015) as preferências alimentares previamente estabelecidas pelos indivíduos e pelas famílias influenciam as decisões de compra e consumo; ii. por se tratar de um alimento consumido com elevada frequência na região do estudo, os compradores têm claro quais características apreciam no flocão de milho amarelo. Assim, foi utilizada como referência para avaliação do flocão biofortificado a memória de consumo dos entrevistados, com ênfase nas preferências da família.

A opção pela metodologia *Home Use Testing*, a exemplo do que destacam Meenkshi *et al* (2010), preservou os hábitos de preparação e consumo dos entrevistados durante a avaliação. Na primeira etapa, dois quilos do produto<sup>11</sup> foram deixados para consumo da família. O retorno

---

<sup>10</sup> Farinha de milho flocada, obtida pelo processamento em equipamentos industriais específicos, muito consumida na região Nordeste do Brasil principalmente para o preparo de cuscuz.

<sup>11</sup> O flocão de milho biofortificado foi processado pela empresa Coringa a partir do milho BRS 4104 produzido em campo da Embrapa Tabuleiros Costeiros em Sergipe.



ocorreu cerca de 48 horas depois, quando todos já haviam consumido o flocão de milho biofortificado.

O universo amostral foi determinado em função do número de famílias agricultoras participantes de ações da Rede BioFORT em comunidades dos estados de Sergipe, Piauí e Maranhão – nos quais se concentra a maior parte das ações de disponibilização de sementes biofortificadas – a exemplo do estudo de Viceisza (2012). Este universo foi subdividido em três graus de proximidade com as ações da Rede. Foram excluídas da amostra as comunidades de grau de proximidade 1 (mais elevado) e aquelas que tenham recebido (ou que receberão) sementes do milho BRS 4104. Considerando estes e outros critérios, a amostra final foi calculada por proporção de uma população conhecida, para nível de confiança a 95% e erro máximo a 7%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre as famílias entrevistadas, 97% costumam produzir milho na propriedade e destas apenas 22% comercializam parte da produção (basicamente na forma de milho verde, que é sazonal), 87% utilizam o milho produzido para alimentação da família e 90% para alimentação animal.

As principais formas de consumo humano do milho produzido na propriedade são “na espiga” (cozido ou assado), canjica e pamonha – de consumo praticamente restrito ao período junino.

Apenas 15% das famílias afirmaram que ainda costuma ralar ou moer o milho em casa para fazer cuscuz, enquanto mais de 97% das pessoas das famílias entrevistadas, em todas as faixas etárias, costumam comer cuscuz de milho amarelo preparado com o flocão de milho industrializado.

O gráfico 1, revela maior preferência pela marca Coringa, mas também uma diversidade de marcas, além dos 15% que não sabiam informar a marca preferida. Foi, portanto, assertivo usar como referência para avaliação do flocão biofortificado a memória de consumo e não uma marca específica.

Gráfico 5 Marcas declaradas como preferidas

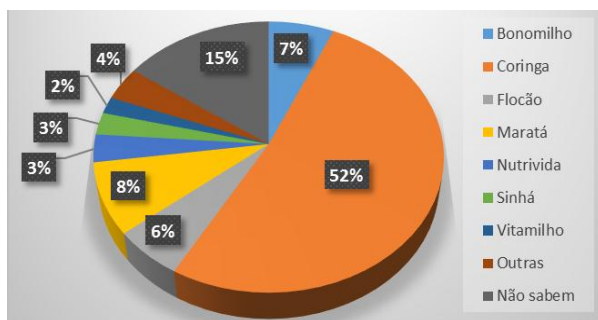
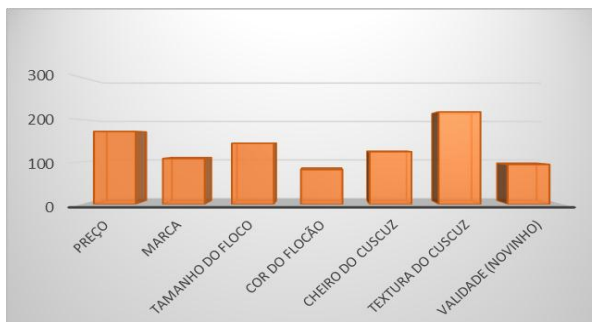


Gráfico 2. Atributos considerados na compra



Interessa observar que a marca foi considerada relevante na escolha de compra para apenas 22,5% dos entrevistados (gráfico 2), enquanto a textura (45,4%) e o cheiro (25,8%) talvez expliquem melhor as decisões de compra, associados ao preço, importante para 35,8% dos entrevistados.



Gráfico 3 Avaliação textura (escala hedônica facial)

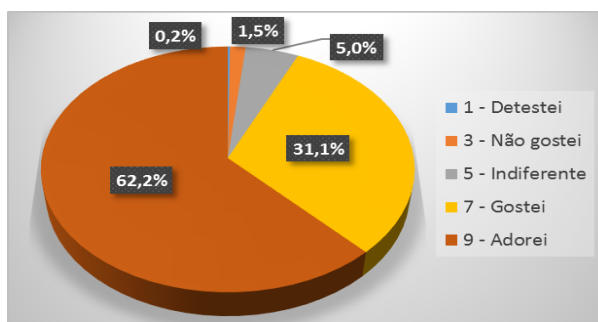
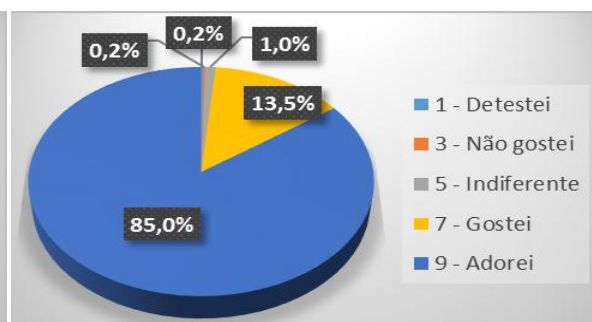


Gráfico 4. Avaliação geral (escala hedônica facial)



No gráfico 3 (acima), a soma das notas 7 (gostei) e 9 (adorei) indica que a aceitação do produto quanto à textura, foi de 93,3% para esse atributo.

Considerando “cor” e “cheiro”, a aceitabilidade foi de 94,1% e 87,6%, respectivamente.

No gráfico 4 verifica-se que a avaliação geral do produto corresponde a muito elevada aceitabilidade. Surpreende também a disposição a comprar caso o produto estivesse disponível no local de compra preferido pelo consumidor e ao mesmo preço que as marcas de preferência (97,3%).

## CONCLUSÃO

Comprovou-se elevada aceitabilidade do flocão de milho obtido a partir da variedade BRS 4104 considerando os atributos relevantes para os participantes do estudo, bem como na avaliação geral e na disposição a comprar. Portanto, trata-se de um produto com elevado potencial de entrada nesse mercado de baixa diferenciação e concorrência de 14 marcas que predominam nos supermercados.

Ao identificar atributos valorizados, preferências e hábitos locais de consumo, o estudo permitiu também verificar que não se pode esperar uma relação entre aceitabilidade do flocão de milho da variedade BRS 4104 e sua inserção no consumo das famílias agricultoras por meio de seus próprios sistemas de produção. Ao contrário, a substituição, por 85% das famílias, do milho ralado em casa pelo flocão industrializado indica que mesmo ocorrendo o acesso às sementes biofortificadas não haverá, necessariamente, autoconsumo do BRS 4104 ao longo do ano e a partir da principal preparação à base de milho consumida por essas famílias, o cuscuz.

Como somente 22% dos entrevistados comercializam o milho, sendo que somente 15,1% destes (3,3% do total) comercializam o milho seco (utilizado no processamento pela indústria), as estratégias de inserção do milho biofortificado não devem passar apenas pela distribuição de sementes para o público-foco do programa, mas pela inserção dessa variedade na cadeia produtiva do milho produzido para processamento industrial de flocão para cuscuz.

## AGRADECIMENTOS

Grupo Coringa, HarvestPlus, Rede BioFORT, Embrapa

## REFERÊNCIAS

GRANATO, D.; CALADO, V. M. de A. The use and importance of design of experiments (DOE) in process modelling in food science and technology. In: ARES, G.; GRANATO, D. (ed.). **Mathematical and statistical methods in food science and technology**. Oxford: IFT Press Books; Wiley, 2014. p. 3-18.

MANOS, M. G. L.; GALVAO, D. M. O.; MELO, M. R. Consumo Potencial de Batata-doce de Polpa Alaranjada em Sergipe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 24.; CONGRESSO DO INSTITUTO NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE FRUTOS TROPICAIS, 4., 2014, Aracaju.

Inovação e sustentabilidade em ciência e tecnologia de alimentos: resumos. [Campinas]: SBCTA, 2014.

MANOS, M. G. L.; GALVÃO, D. M. de O.; ALMEIDA, M. R. de A. Características do mercado consumidor de batata-doce em Sergipe e potencial para variedade de polpa alaranjada. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 53., 2015, João Pessoa. Agropecuária, meio ambiente e desenvolvimento: anais. João Pessoa: Sober, 2015. Sober. Disponível em: <<http://icongresso.itarget.com.br/useradm/anais/?clt=ser.5&lng=P>>. Acesso em: 24 set. 2014.

MEENKSHI, J. V. et al. Consume Acceptance of Provitamin A Orange Maize in Rural Zambia. **HarvestPlus Working Paper**, n. 4, mar. 2010.

MINIM, V. P. R. et al. **Análise sensorial**: estudos com consumidores. Viçosa: Ed. UFV, 2006.

PÉREZ, S.; GONZALES, C. Evaluating the consumer acceptance of biofortified crops. A literature review and an empirical application: the case of a biofortified bean in Guatemala. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 24.; CONGRESSO DO INSTITUTO NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE FRUTOS TROPICAIS, 4., 2014, Aracaju. Inovação e sustentabilidade em ciência e tecnologia de alimentos: resumos. [Campinas]: SBCTA, 2014.

REDE BIOFORT. Disponível em:

<[http://www.biofort.com.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=86&Itemid=106](http://www.biofort.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=86&Itemid=106)>. Acesso em: ago. 2015.

VICEISZA, A. C. G. **Treating a field as a lab**: a basic guide to conducting economics experiments for policymaking. Washington: International Food Policy Research Institute, 2012. (Food Security in Practice technical guides series, 4). p. 1-50.



## REDE BIOFORT: CONSTRUINDO UM PERFIL DE COMUNICAÇÃO BIOFORT NETWORK: BUILDING A COMMUNICATION PROFILE

Raphael Santos Marques da Silva<sup>1</sup>; Luciana Leitão Mendes<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jornalista, Especialista em Relações Internacionais com foco em Ajuda Humanitária e ao Desenvolvimento, Consultor de Comunicação Social na Rede BioFORT, Avenida das Américas, 29.501, Bairro Guaratiba, Rio de Janeiro-RJ, email: raphael.santos@colaborador.embrapa.br

<sup>2</sup>Publicitária, Especialista em Marketing e MSc. em Administração de Empresas, Supervisora do Núcleo de Comunicação Organizacional da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro/RJ, luciana.leitao@embrapa.br.

**RESUMO** - A Rede BioFORT iniciou suas ações de transferência de tecnologia no ano de 2012, com um forte suporte da comunicação, que procurando disseminar o perfil e os resultados das atividades de biofortificação no Brasil, pôde produzir ferramentas informativas multimidiáticas e fortalecer o crescimento acerca do conhecimento sobre os trabalhos realizados com a biofortificação de cultivos no país. Este resumo visa expor o desenvolvimento das ações promocionais de comunicação até o primeiro semestre de 2015, os resultados e as estratégias recém estipuladas para dar seguimento ao processo de divulgação da Rede BioFORT.

**Palavras-chave:** Comunicação; disseminar; multimidiáticas; biofortificação; transferência de tecnologia; ações promocionais.

**ABSTRACT** - The BioFORT Network started its technology transfer actions in 2012, with strong support of communication strategies, in order to produce multimediatic informative tools and strengthen the knowledge about the results achieved in food biofortification in Brazil. This summary aims to show the development of promotional communication actions until the first semester of 2015, and the new strategies developed to support the process of disseminating BioFORT Network.

**Keywords:** Communication; spread; multimediatic; biofortification; technology transfer; promotional activities.

### INTRODUÇÃO

Segundo os últimos dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), 48% das crianças no mundo com menos de cinco anos de idade apresentam anemia (deficiência de ferro) e 30% possuem deficiência em vitamina A. No Brasil, os números também são altos, tendo 55% das crianças com menos de cinco anos de idade apresentando deficiência de ferro e 13% com deficiência em vitamina A. Essa ausência crucial de micronutrientes no organismo pode provocar uma evolução em sintomas como cegueira noturna, anemia e diarreia, levando até ao falecimento de indivíduos, principalmente crianças, frente a esse quadro popularmente conhecido como *fome oculta*, responsável por assolar bilhões ao redor do mundo. (FAO, 2013).

Diante da relevância dessa técnica de melhoramento convencional para suprir carências na nutrição humana, há a crescente demanda por esforços na divulgação e maior esclarecimento frente à sociedade, inclusive, por conta do caráter recente que a biofortificação possui. Em 2010, ocorreu em Washington (EUA) a 1ª Conferência Mundial de Biofortificação, que contou com a presença de cerca de 300 participantes provenientes de diferentes cantos do mundo, discutindo tópicos indo desde a pesquisa até a transferência do produto ao consumidor. O trabalho realizado em biofortificação no Brasil foi citado como exemplo a ser seguido, pelo Diretor Geral do HarvestPlus, Howdy Bouis, na abertura do encontro, com a frase: “Se alguém quiser conhecer o futuro da biofortificação precisa conhecer os trabalhos desenvolvidos Brasil”, muito por conta da peculiar e vantajosa característica de conduzir trabalhos simultâneos de melhoramento com oito culturas básicas: arroz, feijão, feijão-caupi e trigo para maiores teores de ferro e zinco; mandioca, milho, abóbora e batata-doce para maiores teores de vitamina A. (NUTTI, 2011)

Website oficial, canais em redes sociais, cooperação audiovisual e fortalecimento de atividades de assessoria foram verdadeiros motores para a construção de uma identidade e para transferência das ações da Rede BioFORT junto a sociedade.

Outra contribuição no apoio de promoção da comunicação externa veio com o projeto *Alimentos biofortificados: Preparando o Caminho para Levar mais Saúde à Mesa do Brasileiro* apresentado ao edital da Embrapa, Macroprograma 4. Seu objetivo foi reforçar uma maior visibilidade e um melhor esclarecimento das questões referentes à transferência de tecnologia da Rede BioFORT.

## MÉTODO

A metodologia que serviu para caracterizar cientificamente este resumo se divide em duas fases. A primeira de cunho preliminar é considerada como exploratória, de natureza qualitativa. (GIL, 2002). A pesquisa exploratória visando mapear os principais agentes envolvidos na comunicação tem por objetivo proporcionar maior familiaridade ao problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. É possível dizer que tais pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. (GIL, 1999)

A segunda fase procurou seguir os conceitos definidos por Hall (2011), de codificação e decodificação, ao procurar construir um sentido de identidade organizacional a partir da disputa de sentidos entre codificação, compreendida como o discurso significativo da organização, e a decodificação, feita pelos públicos com os quais a organização se relaciona. Ambos, codificação e decodificação (MOURÃO, 2013), construídos de forma empírica, a partir de histórico comparativo com instituições similares, as quais compartilham o mesmo público-alvo e ramo de atividade.

Foi possível, graças ao reconhecimento do ambiente, o qual a Rede BioFORT tem estado inserido, observar os aspectos rurais, sustentáveis, inovadores, científicos, nutricionais, todos estes características remetentes a significados que evocam no subconsciente do indivíduo uma associação com saúde e agricultura, algo muito explorado no processo de construção do perfil comunicacional, culminando na sua frequente inserção dentro da agenda de pauta da imprensa especializada em tais áreas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Até o fim do primeiro semestre de 2015, a comunicação da Rede BioFORT permitiu ressaltar sua consolidada presença nas principais plataformas de comunicação com o perfil de públicos interessados e aqueles com potencial interesse. O canal da informação, fazendo percorrer até o receptor a mensagem, teve papel fundamental como instrumento de conhecimento para veículos de comunicação no período de 2013 até 2015, garantindo êxito no trabalho de assessoria como estratégia de comunicação. Destacam-se dentre esse aglomerado de agentes da mídia, empresas como o Jornal Estado de São Paulo, Correio Braziliense, Globo Comunicação e Participações S.A., The Guardian, China Central Television, Russian Today, British Broadcasting Corporation (BBC), Agência Brasil, Rede Bandeirantes e Rede Record.

Ao todo foram 184 inserções em diferentes veículos de comunicação externa no ano de 2013 e 217 inserções em 2014. Até Junho de 2015, haviam sido computadas 71 inserções, mais uma vez em diferentes veículos de comunicação externa.

Para se chegar até o espaço midiático galgado pela Rede BioFORT foi necessário fortalecer a mensagem necessária a ser passada, e, provavelmente mais importante, facilitar o acesso à essa mensagem. A Rede BioFORT, a partir de sua equipe de comunicação e com a colaboração de diversos atores das mais diferentes áreas de atuação, pode concluir produções jornalísticas, servindo como verdadeiras ferramentas de sucesso para o completo percurso do canal de comunicação. Em 2013, foi produzido uma websérie, intitulada BioFORT: Uma Ajuda ao Nordeste, assim como outras produções audiovisuais, muitas agindo como complemento na conclusão de matérias de programas de TV de veículos de comunicação tradicionais da imprensa externas à Embrapa.

O projeto da Embrapa, Macroprograma 4 foi capaz de entregar de material, um livro de receitas biofortificadas, publicação essa que reuniu receitas de arroz, batata-doce, feijão caupi, mandioca, feijão comum e milho (na segunda edição) biofortificados. Foi utilizado para distribuição às merendeiras capacitadas pelo projeto. Além desse instrumento, outro tipo de material promocional, como avental, camisa, boné, caneta e sacola, todos produzidos para ajudar na construção e reforço da identidade visual da Rede BioFORT, puderam também ter suas fabricações concluídas.



O restante da produção foi composto por folderes, cadernetas e três vídeos didáticos sobre o plantio de produtos biofortificados trabalhados pela equipe de transferência de tecnologia, foram eles, batata-doce, milho e feijão-caupi.

Com uma média de dois potenciais textos de apelo midiático (*press releases*) por mês durante o período 2013 ao primeiro semestre de 2015, a Rede BioFORT manteve uma estreita e incisiva relação com a imprensa, de modo a garantir o envio de sua mensagem ao seu principal público (rural) e aos demais interessados. Dezoito vídeos jornalísticos<sup>12</sup> foram finalizados e mixados no mesmo período, sendo também parte fundamental na política de fortalecimento da produção de sentido (mensagem) frente à sua principal audiência, provinda de áreas rurais, e na construção da identidade visual da Rede BioFORT.

## CONCLUSÃO

Quanto mais ampla e diversificada forem as ferramentas de comunicação, mais fácil e rápido será o feedback gerado tanto pela mídia tradicional quanto pela audiência. Vale ressaltar também as diferentes plataformas comunicacionais, os espaços estes em que se localizam os instrumentos de informação criados, e seu impacto na geração de valor atrativo para com as atividades de biofortificação de alimentos no Brasil. A construção de um perfil de comunicação é amparado nas seguintes experiências de exploração midiática interna e externa, uma dialogando com a outra, para que a identidade verificada esteja mais próxima daquela almejada.

Aliando o pensamento mais uma vez aos preceitos estabelecidos por Hall (2011), fica claro que por mais coerentes que sejam os esforços na transmissão de determinado significado, a identificação percebida ou construída pelos diferentes atores sociais na formação da imagem da organização, sempre levará em conta variáveis como vivências, experiências, cultura, valores e contexto. Ocorre, portanto, uma desconstrução do significado transmitido, uma reconstrução e, por fim, a construção do sentido da identidade organizacional, que é multirreferencial. (MOURÃO, 2013). A comunicação deve prezar pela sua importância potencializadora de sentidos e pela sua capacidade em buscar atalhos que conduzam o significado produzido por ela própria até a audiência.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimento especial a todos os colegas da Rede BioFORT que contribuíram para a realização das ações de comunicação, equipe de comunicação e pesquisa da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Embrapa Meio Norte, Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Embrapa Hortaliças, Embrapa Milho e Sorgo; Embrapa Arroz e Feijão, Secretaria de Comunicação da Embrapa, Prefeitura de Itaguaí e Universidade Federal de Recife.

**AGÊNCIAS DE FOMENTO:** HarvestPlus - Rede BioFORT de Pesquisa no Brasil - Embrapa

## REFERÊNCIAS

DUARTE, J. (org.). **Comunicação Pública:** Estado, Governo, Mercado, Sociedade e Interesse Público. São Paulo: Atlas, 2012.

FAO. **State of food and agriculture:** food system for better nutrition. Rome: FAO, 2013. 99 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/018/i3300e/i3300e00.htm>>. Acesso em: 5 set. 2015.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 5 ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HALL, S. **Da diáspora:** identidades e mediações culturais. Belo Horizonte: UFMG, 2011.

JUNIOR, A. I. S. **Metodologias de media training desenvolvidas pelas assessorias de comunicação.** 2013. 92 f. Dissertação (Mestrado em Comunicação) - Universidade Municipal de São Caetano Do Sul, São Caetano do Sul.

<sup>12</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/user/projetobiofort/videos>, acessado em 20/08/2015.



MOURÃO, I. Identidade e a comunicação no contexto das organizações: construção de sentido ou transmissão de significados? In: NOVELLI, A. L.; MOURA, C. P. de.; CURVELLO, J. J. A (org.). **Teorias e métodos de pesquisa em comunicação organizacional e relações públicas: entre tradição e a inovação.** Porto Alegre: EdiPUCRS, 2013. p. 210-226.

NUTTI, M. R. **A História dos Projetos HarvestPlus, Agrosalud e BioFORT no Brasil.** In: REUNIÃO DE BIOFORTIFICAÇÃO NO BRASIL, 4., 2011, Teresina, PI. Brasília, DF: Embrapa, 2011. ISBN: 978-85-62158-05-6.

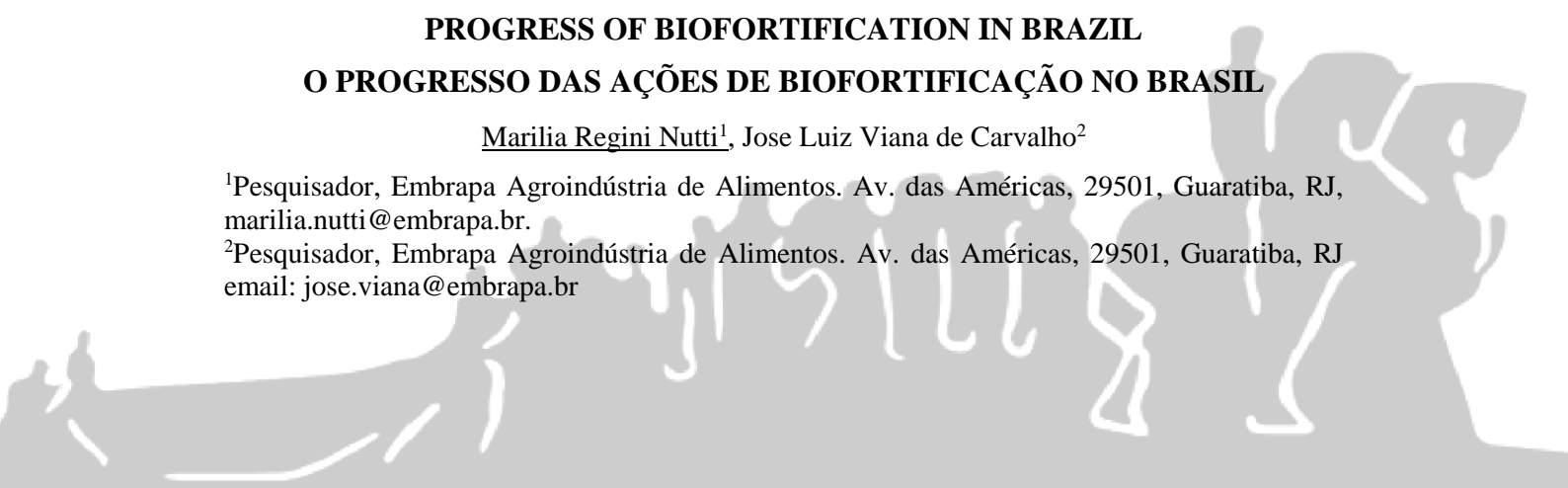
T515

**PROGRESS OF BIOFORTIFICATION IN BRAZIL**  
**O PROGRESSO DAS AÇÕES DE BIOFORTIFICAÇÃO NO BRASIL**

Marília Regini Nutti<sup>1</sup>, Jose Luiz Viana de Carvalho<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pesquisador, Embrapa Agroindústria de Alimentos. Av. das Américas, 29501, Guaratiba, RJ, marilia.nutti@embrapa.br.

<sup>2</sup>Pesquisador, Embrapa Agroindústria de Alimentos. Av. das Américas, 29501, Guaratiba, RJ email: jose.viana@embrapa.br



**RESUMO** - A maioria dos esforços para combater a deficiência de micronutrientes nos países em desenvolvimento baseia-se no fornecimento de suplementos de vitaminas e minerais para a população alvo, além da fortificação de alimentos com esses nutrientes. A introdução de cultivos biofortificados - variedades criadas para aumento do teor de minerais e vitaminas - poderiam complementar as intervenções de nutrição existentes e fornecer uma maneira sustentável, de baixo custo, no combate a desnutrição. A introdução de cultivos biofortificados, variedades melhoradas que apresentam maiores conteúdos de minerais e vitaminas, complementar as intervenções em nutrição existentes e proporcionará uma maneira sustentável e de baixo custo no combate a desnutrição. A pesquisa e desenvolvimento de alimentos biofortificados no Brasil apresenta um aspecto único que diferencia o Brasil de outros países - o Brasil é o único país onde oito culturas diferentes são estudadas ao mesmo tempo, ou seja, abóbora, arroz, batata doce, feijão, feijão-caupi, mandioca, milho, e trigo. O objetivo é desenvolver cultivares mais nutritivas com boas qualidades agronômicas (rendimento, resistência à seca, pragas e doenças), além de boa aceitação no mercado. No campo, as cultivares são selecionadas, sendo que as mais promissoras são selecionadas para as fases de multiplicação e validação. Estudos de caracterização química, de retenção e de biodisponibilidade são realizados nos laboratórios da Embrapa e universidades parceiras, a fim de avaliar se o corpo humano será capaz de absorver os micronutrientes presentes nas cultivares melhoradas. O desenvolvimento de produtos com maior valor agregado (pães, lanches, sopas instantâneas pré-cozidas e mingaus), avaliação sensorial e desenvolvimento de embalagem para a preservação de micronutrientes são realizados por meio de parcerias. Todo esse esforço ganhou visibilidade através das ações de comunicação e sensibilização do grupo-alvo, através da promoção de eventos, tais como apresentações, workshops e dias de campo para agricultores, empresários e pesquisadores. Principais resultados e as principais atividades do projeto tornaram-se uma fonte de temas para os meios de comunicação (rádio, TV, jornais, revistas e da Internet) e isso tem contribuído para o estabelecimento de novas parcerias, transferência de tecnologia, e convencimento dos formadores de opinião. Foi dada prioridade no projeto para os estados do Maranhão, Piauí e Sergipe, os estados com o menor Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do país. Ao todo, cerca de 200 pesquisadores, técnicos e parceiros estão envolvidos na rede, sendo 11 cultivares com maiores teores de ferro, zinco ou pró-vitamina A, lançados desde 2005. Cerca de 120 unidades demonstrativas já foram implementadas, chegando a 2.500 famílias (média de 10.000 pessoas) com a distribuição, plantio e teste de cultivos biofortificados. Com a parceria com diferentes municípios do país, cultivos biofortificados foram consumidos no programa de merenda escolar, quando cerca de 4.500 crianças em idade escolar experimentaram os benefícios de alimentos biofortificados até o final de 2014. Em 2018, a meta é chegar a 1 milhão de lares (4 milhões de pessoas).

**Palavras-chave:** Biofortificação, cultivos, nutrição, vitaminas, minerais.

**ABSTRACT** - Most efforts to fight against micronutrient deficiency in developing countries focus on providing vitamin and mineral supplements to the target population and on fortifying foods with these nutrients. The introduction of biofortified crops – varieties bred for increased mineral and vitamin content – could complement existing nutrition interventions and provide a sustainable, low-cost way of fighting against malnutrition. Research and development of biofortified foods in Brazil highlight an unique aspect that makes Brazil different from other countries - Brazil is the only country where eight different crops are studied at the same time, namely pumpkin, rice, sweet potatoes, beans, cowpeas, cassava, maize and wheat. The objective is to obtain more nutritious cultivars that also have good agronomic qualities (yield, resistance to drought and pests and diseases), besides good market acceptance. Cultivars are field selected and the most promising ones move on to the multiplication and validation steps. Chemical characterization, retention and bioavailability studies are conducted at the laboratories of Embrapa and partner universities in order to assess whether the human body is able to absorb the micronutrients present in the improved cultivars. The development of products with higher added value (breads, snacks and meals for pre-cooked instant soups and porridges), sensory evaluation and development of packaging solutions for the preservation of micronutrients are also being developed through partnerships. All this effort has gained visibility through the communication and awareness actions among the target groups, through the promotion of events such as

presentations, workshops, and field days for farmers, entrepreneurs and researchers. Main results and key project activities have become a source of subjects for the media (radio, TV, newspapers, magazines and the Internet) and this has contributed to the establishment of new partnerships, technology transfer, and to win the sympathy of opinion makers. Project priority has been given to the states of Maranhão, Piauí and Sergipe, states with the lowest Human Development Index (HDI) in the country. Around 200 researchers, technicians and partners are engaged in the network and 11 cultivars were already developed with higher iron, zinc or pro-vitamin A launched since 2005. Around 120 demonstrative units have been implemented, reaching 2,500 households (average of 10,000 people) with the distribution, planting and testing of biofortified crops. With the partnership with different municipalities in the country, biofortified crops were consumed at school lunch program, when around 4,500 children at school age have experienced the benefits of biofortified foods until the end of 2014. By 2018, the target is to reach 1 million households (4 million people).

**Keywords:** Biofortification, crops, nutrition, vitamins, minerals.

## INTRODUÇÃO

A maioria dos esforços para combater a deficiência de micronutrientes nos países em desenvolvimento baseia-se no fornecimento de suplementos de vitaminas e minerais para mulheres, além da fortificação de alimentos com esses nutrientes. A introdução de cultivos biofortificados, variedades melhoradas que apresentam maiores conteúdos de minerais e vitaminas, complementar as intervenções em nutrição existentes e proporcionará uma maneira sustentável e de baixo custo no combate a desnutrição. A pesquisa e desenvolvimento de alimentos biofortificados no Brasil apresenta um aspecto único que diferencia o Brasil de outros países - o Brasil é o único país onde oito culturas diferentes são estudadas ao mesmo tempo, ou seja, abóbora, arroz, batata doce, feijão, feijão-caupi, mandioca, milho, e trigo. O objetivo é desenvolver cultivares mais nutritivas com boas qualidades agronômicas (rendimento, resistência à seca, pragas e doenças), além de boa aceitação no mercado.

## MÉTODO

Em essência, o projeto tem como objetivo fortalecer os alimentos que já fazem parte da dieta da população, proporcionando, assim, o acesso a produtos mais nutritivos sem exigir quaisquer alterações em seus hábitos de consumo. No campo, as cultivares são selecionadas, sendo que as mais promissoras são selecionadas para fase de reprodução. Neste estágio, o objetivo é desenvolver cultivares mais nutritivas com boas qualidades agronômicas (rendimento, resistência à seca, pragas e doenças), além de boa aceitação no mercado. Ao mesmo tempo, estudos de biodisponibilidade são realizados nos laboratórios da Embrapa e universidades parceiras, a fim de avaliar se o corpo humano será capaz de absorver os micronutrientes presentes nas cultivares melhoradas.

Após a aprovação pelos Comitês de Ética das universidades, os pesquisadores estão avaliando a aceitação de alimentos mais nutritivos, onde feijão, mandioca, batata-doce e feijão caupi estão sendo testados na merenda escolar. Outras equipes de projeto desenvolvem produtos com maior valor agregado (pães, lanches, sopas instantâneas pré-cozidos e mingaus), com possibilidade de ampliar a oferta de alimentos mais nutritivos. O desenvolvimento de soluções tecnológicas para a preservação de micronutrientes é mais um passo igualmente importante. Para isto, o BioFORT vem trabalhando através de parcerias para desenvolver soluções de embalagem que, acima de tudo, garantam a preservação dos micronutrientes nos produtos processados.

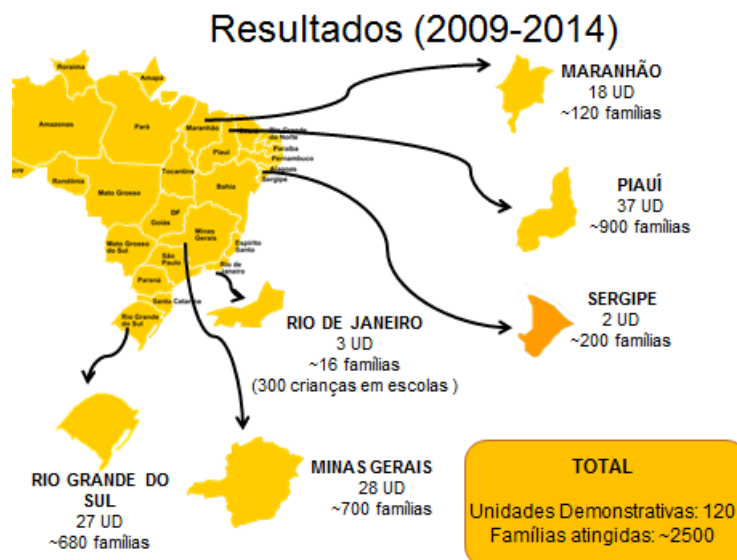
Todo este esforço ganhou visibilidade através das ações de comunicação e sensibilização entre os grupos-alvo do projeto. A equipe do projeto promove eventos como apresentações, seminários e dias de campo para agricultores, empresários e pesquisadores. Principais resultados e as principais atividades do projeto tornaram-se uma fonte de temas para os meios de comunicação (rádio, TV, jornais, revistas e da Internet) e isso tem contribuído para o estabelecimento de novas parcerias, transferência de tecnologia, e convencimento dos formadores de opinião. Foi dada prioridade no projeto aos estados do Maranhão, Piauí e Sergipe, onde já foram entregues as primeiras sementes, caules e mudas de cultivares de nível nutricional mais elevado. Esta escolha não foi aleatória, já que esses estados têm o menor Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do país.

As sementes, ramas e manivas são multiplicados por parceiros, que receberam treinamento sobre os aspectos de produção de qualidade para gerar o material adequado a ser utilizado pela equipe de transferência de tecnologia, a fim de serem distribuídas para escolas agrícolas, municípios, programa de merenda escolar e agricultores familiares. A aceitabilidade e o impacto econômico sobre os grupos-alvo estão sendo avaliados, com a utilização de metodologias adequadas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao todo, cerca de 200 pesquisadores, técnicos e parceiros estão envolvidos na rede, sendo 11 cultivares com maiores teores de ferro, zinco ou pró-vitamina A, lançados desde 2005. Cerca de 120 unidades demonstrativas foram implementadas, atingindo cerca de 2.500 famílias (média de 10.000 pessoas) com a distribuição, plantio e teste de cultivos biofortificados, principalmente de batata-doce, mandioca e milho com maiores teores de pró-vitamina A além de feijão e feijão-caupi com maiores teores de ferro e zinco, apresentados na Figura 1. Atraves de parceria com diferentes municípios do país, cultivos biofortificados foram consumidos no programa de merenda escolar, quando cerca de 4.500 crianças em idade escolar têm experimentado os benefícios de alimentos biofortificados até o final de 2014. Em 2018, a meta é chegar a 1 milhão de lares (4 milhões de pessoas).

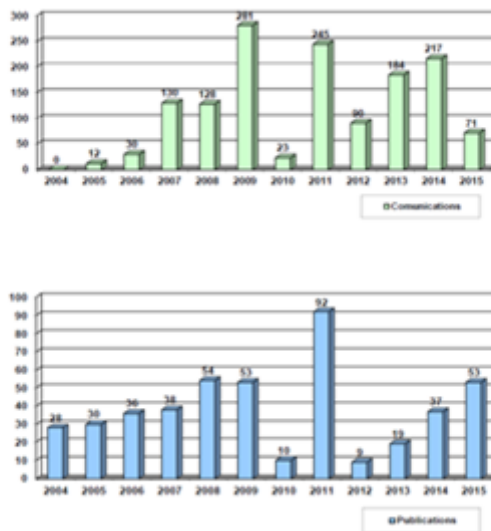
Figura 1 – Famílias atingidas e Unidades Demonstrativas implementadas



Fonte: Nutti e Carvalho, 2015.

Os esforços de comunicação e publicação são apresentados na Figura 2, onde pode ser observado o progresso dos últimos dez anos, com 1411 inserções na mídia e 459 publicações (resumos em anais de congressos e periódicos revisados por especialistas). As publicações de pesquisa informaram os resultados do projecto sobre o melhoramento, difusão, composição, retenção, avaliação sensorial, desenvolvimento de produtos, biodisponibilidade, transferência de tecnologia e avaliação de impacto.

Gráfico 1 – Progresso das publicações e Comunicações no projeto HarvestPlus no Brasil



Fonte: Nutti, M.R., 2015

## CONCLUSÃO

Esforços significativos têm sido realizados ao longo dos últimos dez anos, para desenvolver e distribuir cultivos biofortificados aos agricultores no Brasil, onde 11 cultivares foram desenvolvidas com maiores teores de ferro, zinco ou pró- vitamina A e lançados desde 2005. Cerca de 120 unidades demonstrativas foram implantadas, atingindo 2.500 famílias (média de 10.000 pessoas), com a distribuição, plantio e difusão de cultivos biofortificados. No entanto, será necessário a continuidade desta pesquisa e trabalho para alcançar o objetivo final de melhorar a qualidade de micronutrientes em cultivos básicos consumidos por pessoas carentes de recursos no Brasil.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Embrapa pelo material genético, recursos humanos e instalações e ao HarvestPlus e Embrapa Monsanto Fund Research pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

- NUTTI, M. R. Progress of publications and communications of the HarvestPlus Project in Brazil. **HarvestPlus agreement 6332 final report**, July 2015.
- NUTTI, M. R.; CARVALHO, J. L.V de. How Embrapa is working in food biofortification in Brazil: the BioFORT network. In: **XSSC ACADEMIC SYMPOSIUM**, 535, 2015. Beijing. **Nutrition-oriented Agriculture for health: proceedings**. p. 67-70.



## PROGRESS OF BIOFORTIFICATION IN BRAZIL

### O PROGRESSO DAS AÇÕES DE BIOFORTIFICAÇÃO NO BRASIL

Marilia Regini Nutti<sup>1</sup>, Jose Luiz Viana de Carvalho<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Researcher, Embrapa Food Technology. Av. das Américas, 29501, Guaratiba, RJ, marilia.nutti@embrapa.br.

<sup>2</sup>Researcher, Embrapa Food Technology. Av. das Américas, 29501, Guaratiba, RJ email: jose.viana@embrapa.br

**RESUMO** - A maioria dos esforços para combater a deficiência de micronutrientes nos países em desenvolvimento baseia-se no fornecimento de suplementos de vitaminas e minerais para a população alvo, além da fortificação de alimentos com esses nutrientes. A introdução de cultivos biofortificados - variedades criadas para aumento do teor de minerais e vitaminas - poderiam complementar as intervenções de nutrição existentes e fornecer uma maneira sustentável, de baixo custo, no combate a desnutrição. A introdução de cultivos biofortificados, variedades melhoradas que apresentam maiores conteúdos de minerais e vitaminas, complementarará as intervenções em nutrição existentes e proporcionará uma maneira sustentável e de baixo custo no combate a desnutrição. A pesquisa e desenvolvimento de alimentos biofortificados no Brasil apresenta um aspecto único que diferencia o Brasil de outros países - o Brasil é o único país onde oito culturas diferentes são estudadas ao mesmo tempo, ou seja, abóbora, arroz, batata doce, feijão, feijão-caupi, mandioca, milho, e trigo. O objetivo é desenvolver cultivares mais nutritivas com boas qualidades agrônomicas (rendimento, resistência à seca, pragas e doenças), além de boa aceitação no mercado. No campo, as cultivares são selecionadas, sendo que as mais promissoras são selecionadas para as fases de multiplicação e validação. Estudos de caracterização química, de retenção e de biodisponibilidade são realizados nos laboratórios da Embrapa e universidades parceiras, a fim de avaliar se o corpo humano será capaz de absorver os micronutrientes presentes nas cultivares melhoradas. O desenvolvimento de produtos com maior valor agregado (pães, lanches, sopas instantâneas pré-cozidas e mingaus), avaliação sensorial e desenvolvimento de embalagem para a preservação de micronutrientes são realizados por meio de parcerias. Todo esse esforço ganhou visibilidade através das ações de comunicação e sensibilização do grupo-alvo, através da promoção de eventos, tais como apresentações, workshops e dias de campo para agricultores, empresários e pesquisadores. Principais resultados e as principais atividades do projeto tornaram-se uma fonte de temas para os meios de comunicação (rádio, TV, jornais, revistas e da Internet) e isso tem contribuído para o estabelecimento de novas parcerias, transferência de tecnologia, e convencimento dos formadores de opinião. Foi dada prioridade no projeto para os estados do Maranhão, Piauí e Sergipe, os estados com o menor Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do país. Ao todo, cerca de 200 pesquisadores, técnicos e parceiros estão envolvidos na rede, sendo 11 cultivares com maiores teores de ferro, zinco ou pró-vitamina A, lançados desde 2005. Cerca de 120 unidades demonstrativas já foram implementadas, chegando a 2.500 famílias (média de 10.000 pessoas) com a distribuição, plantio e teste de cultivos biofortificados. Com a parceria com diferentes municípios do país, cultivos biofortificados foram consumidos no programa de merenda escolar, quando cerca de 4.500 crianças em idade escolar experimentaram os benefícios de alimentos biofortificados até o final de 2014. Em 2018, a meta é chegar a 1 milhão de lares (4 milhões de pessoas).

**Palavras-chave:** Biofortificação, cultivos, nutrição, vitaminas, minerais.

**ABSTRACT** - Most efforts to fight against micronutrient deficiency in developing countries focus on providing vitamin and mineral supplements to the target population and on fortifying foods with these nutrients. The introduction of biofortified crops – varieties bred for increased mineral and vitamin content – could complement existing nutrition interventions and provide a sustainable, low-cost way of fighting against malnutrition. Research and development of biofortified foods in Brazil highlight an unique aspect that makes Brazil different from other countries - Brazil is the only country where eight different crops are studied at the same time, namely pumpkin, rice, sweet potatoes, beans, cowpeas, cassava, maize and wheat. The objective is to obtain more nutritious cultivars that also have good agronomic qualities (yield, resistance to



drought and pests and diseases), besides good market acceptance. Cultivars are field selected and the most promising ones move on to the multiplication and validation steps. Chemical characterization, retention and bioavailability studies are conducted at the laboratories of Embrapa and partner universities in order to assess whether the human body is able to absorb the micronutrients present in the improved cultivars. The development of products with higher added value (breads, snacks and meals for pre-cooked instant soups and porridges), sensory evaluation and development of packaging solutions for the preservation of micronutrients are also being developed through partnerships. All this effort has gained visibility through the communication and awareness actions among the target groups, through the promotion of events such as presentations, workshops, and field days for farmers, entrepreneurs and researchers. Main results and key project activities have become a source of subjects for the media (radio, TV, newspapers, magazines and the Internet) and this has contributed to the establishment of new partnerships, technology transfer, and to win the sympathy of opinion makers. Project priority has been given to the states of Maranhão, Piauí and Sergipe, states with the lowest Human Development Index (HDI) in the country. Around 200 researchers, technicians and partners are engaged in the network and 11 cultivars were already developed with higher iron, zinc or pro-vitamin A launched since 2005. Around 120 demonstrative units have been implemented, reaching 2,500 households (average of 10,000 people) with the distribution, planting and testing of biofortified crops. With the partnership with different municipalities in the country, biofortified crops were consumed at school lunch program, when around 4,500 children at school age have experienced the benefits of biofortified foods until the end of 2014. By 2018, the target is to reach 1 million households (4 million people).

**Keywords:** Biofortification, crops, nutrition, vitamins, minerals.

## INTRODUCTION

Most efforts to fight against micronutrient deficiency in developing countries focus on providing vitamin and mineral supplements to target population and on fortifying foods with these nutrients through postharvest processing. The introduction of biofortified crops – varieties bred for increased mineral and vitamin content – could complement existing nutrition interventions and provide a sustainable, low-cost way of fighting against malnutrition. Research and development of biofortified foods in Brazil highlight a unique aspect that makes Brazil different from other countries - Brazil is the only country where eight different crops are studied at the same time, namely pumpkin, rice, sweet potatoes, beans, cowpeas, cassava, maize, and wheat. The objective is to obtain more nutritious cultivars that also have good agronomic qualities (yield, resistance to drought and pests and diseases), besides good market acceptance.

## METHOD

The project aims to fortify foods that are already part of the diet of the population thereby providing access to more nutritious products without requiring any changes in their consumption habits. Cultivars are field selected and the most promising ones move on to the breeding stage to the multiplication and validation steps. At this stage, the objective is to select the nutritious cultivars that also have good agronomic qualities (yield, resistance to drought and pests and diseases), besides good market acceptance. At the same time, bioavailability studies are conducted in the laboratories of Embrapa and partner universities, in order to assess whether the human body is able to absorb the micronutrients present in the improved cultivars.

Upon approval by the Ethics Committees of the universities, researchers are evaluating the acceptance of more nutritious foods such as beans, cassava, sweet potato and cowpea in school meals. Other project teams seek to develop products with higher added value (breads, snacks and meals for pre-cooked instant soups and porridges), with a potential to widen the supply of more nutritious foods. The development of technological solutions for the preservation of micronutrients is another equally important step. For this purpose, the biofortification project, known as BioFORT, has been working through partnerships to develop packaging solutions that, above all, will ensure the preservation of micronutrients in the processed products.

All this effort has gained visibility through the communication and awareness actions among the target groups of the project. The project team often promotes events such as presentations, workshops and field days for farmers, entrepreneurs and researchers. Main results

and key project activities have become a source of subjects for the media (radio, TV, newspapers, magazines and the Internet) and this has contributed to the establishment of new partnerships, technology transfer, and to win the sympathy of opinion makers. Project priority has been given to the states of Maranhão, Piauí and Sergipe, where the first seeds, stems and cuttings of cultivars of higher nutritional level have already been delivered. The states selection was not random since they have the lowest Human Development Index (HDI) in the country.

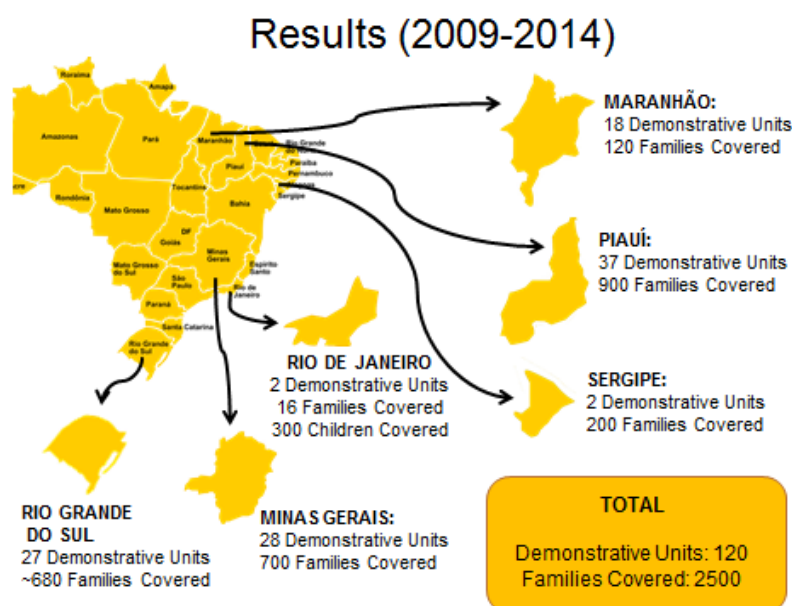
Seeds, stems and cuttings were multiplied by partners that have been trained in quality production aspects in order to generate proper material to be used by the technology transfer team. These materials are disseminated to Agricultural Schools, municipalities, school lunch program and household farmers. Acceptability and economic impact on the target groups are being evaluated, with the use of proper methodologies.

## RESULTS AND DISCUSSION

Around 200 researchers, technicians and partners are engaged in the network. Eleven cultivars with higher iron, zinc or pro-vitamin A launched since 2005 were developed within the project, around 120 demonstrative units have been implemented, reaching 2,500 households (average of 10,000 people) with the distribution, planting and testing of biofortified crops, mainly sweet potato, cassava and maize with higher pro-vitamin A content and beans and cowpea with higher iron and zinc content, respectively (Figure 1).

The partnership with different municipalities in the country, allowed the biofortified crops to be consumed at school lunch program, when around 4,500 children at school age experienced the benefits of biofortified foods until the end of 2014. By 2018, the target is to reach 1 million households (4 million people).

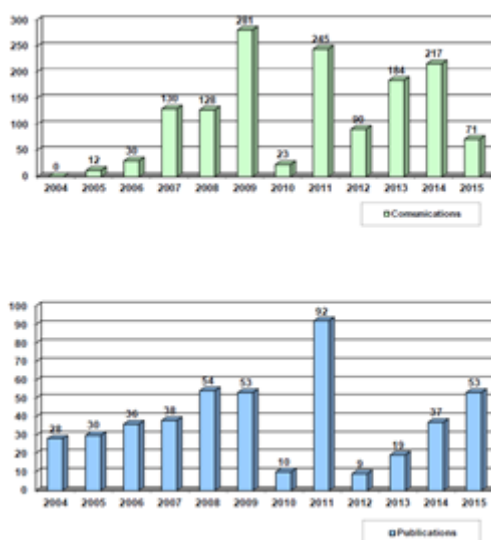
Figure 1 – Households reached and Demonstrative Units implemented



Source: Nutti & Carvalho, 2015.

The communication and publication efforts resulted, in the last ten years, 1,411 media insertions and 459 publications on breeding, extension, composition, retention, sensory evaluation, product development, bioavailability, technology transfer and impact assessment, including abstracts in conference proceedings and peer reviewed journals (Figure 2).

Figure 2 – Publications and communications at HarvestPlus project in Brazil



Source: Nutti, M.R., 2015

## CONCLUSION

Significant efforts have been made over the past ten years to develop and distribute biofortified crops to farmers in Brazil, where 11 cultivars were developed with higher iron, zinc or pro-vitamin A and launched since 2005. Around 120 demonstrative units have been implemented, reaching 2,500 households (average of 10,000 people) with the distribution, planting and testing of biofortified crops. However, there is additional research and work to be done to achieve our ultimate goal of improving the micronutrient quality of staple food crops for the resource-poor people of Brazil.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors acknowledge Embrapa for the genetic material, human resources and facilities and HarvestPlus and Embrapa Monsanto Research Fund for financial support

## REFERENCES

HARVESTPLUS. **Progress of publications and communications of the HarvestPlus Project in Brazil. HarvestPlus agreement 6332 final report, July 2015.** Editado por: Marilia Regini Nutti.

NUTTI, M. R.; CARVALHO, J. L.V de. How Embrapa is working in food biofortification in Brazil: the BioFORT network. In: **XSSC ACADEMIC SYMPOSIUM**, 535, 2015. Beijing. **Nutrition-oriented Agriculture for health: proceedings.**



## CAPACITAÇÃO DE ESTUDANTES DE ESCOLAS AGRICOLAS COMO ESTRATÉGIA DE TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA DE PRODUTOS BIOFORTIFICADOS

### CAPACITY BUILDING OF AGRICULTURAL SCHOOLS STUDENTS AS A BIOFORTIFIED CROPS TECHNOLOGY TRANSFER STRATEGY

Marcos Jacob de Oliveira Almeida<sup>1</sup>, Marília Regini Nutti<sup>2</sup>, Jose Luiz V. de Carvalho<sup>3</sup>, Pacelli Rodrigues de Sousa<sup>4</sup>, Débora Araújo de Carvalho<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Dr. Biologia, Embrapa Meio Norte, Av. Duque de Caxias, nº 5.650, Teresina - PI, marcos.almeida@embrapa.br

<sup>2</sup>Pesquisador, Embrapa Agroindústria de Alimentos. Av. das Américas, 29501, Guaratiba, RJ, marilia.nutti@embrapa.br

<sup>3</sup>Pesquisador, Embrapa Agroindústria de Alimentos. Av. das Américas, 29501, Guaratiba, RJ email: jose.viana@embrapa.br

<sup>4</sup>Graduando em Biologia / UFPI, pacellclaion@hotmail.com

<sup>5</sup>Bolsista, Embrapa Meio Norte, Av. Duque de Caxias, nº 5.650, Teresina - PI, deborabie@hotmail.com

**RESUMO** - O projeto BioFORT promoveu uma nova estratégia de Transferência de Tecnologia por meio da integração das ações com escolas agrícolas, favorecendo com isso a segurança alimentar e nutricional das famílias nas localidades trabalhadas e conseqüentemente no entorno das regiões atendidas por tais instituições. Em parceria com as escolas agrícolas, este trabalho apresentou aos filhos de agricultores familiares, inovações tecnológicas que possibilitam a produção sustentável, através da Implantação de Unidades de Transferência de Tecnologia – UTTs, nas Escolas Agrotécnicas e Família Agrícola, proporcionando alternativas para inserção dos alunos no mercado de trabalho e geração de oportunidades de melhoria de qualidade de vida. A formação de profissionais alinhados com as tecnologias preconizadas pela Embrapa possibilitará também que esses jovens atuarem em suas áreas de produção. O trabalho foi executado pela Embrapa Meio - Norte, localizada em Teresina no estado do Piauí, de julho de 2012 a janeiro de 2014 em parceria com outras instituições como: BNB, SEDUC, AEFAPI, SDR, EMATER, CODEVASF, CONAB, SEBRAE, CAT, MDA, SENAR, BIOFORT, HARVESTPLUS. O trabalho foi desenvolvido em 22 escolas agrícolas do Piauí, sendo destas 13 escolas famílias agrícolas que são coordenadas pela AEFAPI e 09 Agrotécnicas coordenadas pela SEDUC, estas instituições de ensino estão localizadas em 22 municípios diferentes, abrangendo todas as regiões do estado. O Projeto BioFORT, através das Escolas Agrícolas, promoveu a capacitação e o treinamento dos jovens rurais por meio de cursos profissionalizantes, palestras educativas e informativas, dias de campo, oportunizando a qualificação e a preparação para a produção de alimentos e geração de renda. As metodologias de transferência de tecnologia utilizadas pela Embrapa para o trabalho com produtos biofortificados no Piauí propiciou aos jovens a possibilidade de serem qualificados e estarem aptos para a produção de produtos biofortificados como também na orientação de produtores da região, indo ao encontro da proposta do Programa Federal Brasil Sem Miséria, desde a produção até a garantia de compra dos produtos pela CONAB e fornecimento para alimentação escolar.

**Palavras-chaves:** Agricultura familiar, Biofortificados, Escolas Agrícolas.

**ABSTRACT** - The BioFORT project promoted a new technology transfer strategy integrating actions with agricultural schools, favoring food and nutritional security in the target locations and therefore their surroundings. Using the agricultural schools, this work introduced the presented technological innovations that enable sustainable production to farmers' children, through the Technology Transfer Unit Deployment - UTTs, in Agro-technical and Agricultural Family Schools, thus providing alternatives to their placement in the market and generating opportunities to improve life quality. The formation and training of young professionals aligned with the technologies recommended by Embrapa will enable them to act in production areas. The work was performed by Embrapa Mid - North, located

in Teresina in the state of Piauí, Brazil, from July 2012 to January 2014, in partnership with other institutions such as: BNB, SEDUC, AEFAPI, SDR, EMATER, CODEVASF, CONAB, SEBRAE, CAT, MDA, SENAR, BioFORT, HARVESPLUS. The study was conducted at 22 agricultural schools of Piauí, being 13 agricultural household schools coordinated by AEFAPI and 09 Agro-technical schools coordinated by SEDUC. These educational institutions are located in 22 different municipalities, covering all regions of the state. The BioFORT Project, through the Agricultural Schools, promoted the capacity building and training of rural youth through training courses, educational and informative lectures, field days, providing opportunities for qualification and preparation for food production and income generation. Technology transfer methodologies recommended by Embrapa for biofortified products in Piauí led to young people the possibility of being qualified for the orientation of producers, aligning with the proposal of the Federal Program Brazil without Misery, working from production to the products purchase guarantee, by institutions such CONAB and school feeding programs supply.

**Keywords:** Household agriculture, biofortification, Agricultural Schools.

## INTRODUÇÃO

Em parceria com as escolas agrícolas, este trabalho apresentou aos filhos de agricultores familiares as inovações tecnológicas que possibilitam a produção sustentável, por meio da implantação de Unidades de Transferência de Tecnologia – UTTs, nas Escolas Agrotécnicas e Família Agrícola, proporcionando alternativas para inserção dos alunos no mercado de trabalho e geração de oportunidades de melhoria de qualidade de vida. A formação de profissionais alinhados com as tecnologias preconizadas pela Embrapa possibilitará também atuarem em suas áreas de produção.

Este artigo apresenta alguns dos resultados do projeto BioFORT, em sua estratégia de Transferência de Tecnologia através de escolas agrícolas, com a capacitação de jovens filhos de produtores, visando a produção de alimentos de maior valor nutritivo, no estado do Piauí, entre julho de 2012 e janeiro de 2014. O principal objetivo foi fomentar, por intermédio de parcerias, a organização e a capacitação dos jovens matriculados em Escolas Agrotécnicas Estaduais e Escolas Famílias Agrícolas do Piauí, como também jovens do entorno. Considerado o incremento de produção, o BioFORT vem favorecendo com isso a segurança alimentar e nutricional das localidades e conseqüentemente o entorno das regiões atendidas pelo projeto (IPEA, 2011).

## MÉTODO

O trabalho foi executado pela Embrapa, através de sua unidade Meio – Norte, localizada em Teresina no estado do Piauí, desenvolvido no período de julho de 2012 a janeiro de 2014 em parceria com outras instituições como: BNB, SEDUC, AEFAPI, SDR, EMATER, CODEVASF, CONAB, SEBRAE, CAT, MDA, SENAR, BIOFORT, HARVESTPLUS, em 22 escolas agrícolas do Piauí, sendo destas 13 escolas famílias agrícolas que são coordenadas pela AEFAPI e 09 Agrotécnicas coordenadas pela SEDUC. Estas instituições de ensino estão localizadas em 22 municípios diferentes, abrangendo todas as regiões do estado.

Os jovens estudantes dessas instituições de ensino foram capacitados quanto à produção vegetal de batata doce, macaxeira, feijão caupi e milho biofortificados.

A produção de biofortificados nas escolas atendeu as seguintes etapas: **Primeira etapa** - A escola recebeu o material de propagação para montar a Unidade de Multiplicação – U.M., área de 10mx10m ou 10mx20m onde foram preparados canteiros com o objetivo de multiplicar culturas biofortificadas para outras unidades, e os professores receberam todas as orientações quanto ao plantio das culturas. **Segunda etapa** - O material multiplicado na U.M. é usado para plantio da UTT. Recomenda-se que as UTTs tenha área de no mínimo 1.000m<sup>2</sup> e que possuam sistema de irrigação. Nesta etapa, os alunos participaram do preparo de solo, plantio, tratamentos culturais e colheita. No período da colheita foram realizados “Dias de Campo” sobre produtos biofortificados, além de cursos sobre processamento de produtos, sobre comercialização via CONAB para doações às instituições carentes (Programa de Aquisição de Alimentos - PAA), e vendas para a Alimentação Escolar (Programa Nacional de Alimentação Escolar - PNAE) **Terceira etapa** - Os alunos foram divididos em grupos e cada grupo foi responsável por implantar Unidades de Validação (UV) nas respectivas comunidades de origem, como atividade de estágio.



O estágio foi supervisionado por professores, técnicos da SEDUC-PI, técnicos da EMATER e técnicos designados pelas prefeituras ou outro profissional qualificado para acompanhar as atividades.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cada escola teve o compromisso de difundir a nova tecnologia recebida nas comunidades dos seus alunos. O quadro 1 mostra as escolas beneficiadas em todo o estado e seus respectivos municípios, cada uma delas recebeu material propagativo das quatro culturas biofortificadas (batata doce Beauregard, feijão caupi (BRS Xiquexique e BRS Aracê), macaxeira BRS Jari.

Quadro 1. Municípios do Piauí e escolas beneficiadas com unidades de multiplicação de culturas biofortificadas.

Nº	Município	Escola
01	Teresina	EFA Soinho
02	Pedro II	EFA Santa Ângela
03	São Pedro	EFA São Pedro
04	Santo Inácio do Piauí	EFA Dom Edilberto V
05	Oeiras	EFA Dom Edilberto IV
06	São João da Varjota	EFA Dom Edilberto II
07	Pães Landim	EFA Dom Edilberto VI
08	Cajazeiras	EFA Dom Edilberto III
09	Bertolinea	CEEPRU Maria Amália
10	Piracuruca	CEEPRU Profº. Antonio de Brito
11	Piripiri	CEEPRU Governador Hugo Napoleão
12	São João do Arraial	EFA Cocais
13	José de Freitas	CEEPRU Firmino José da Cunha
14	São João do Piauí	CEEPRU Francisca Trindade
15	Miguel Alves	EFA de Miguel Alves
16	S. Miguel do Tapuio	CEEPRU Cônego Cardoso
17	Simplício Mendes	CEEPRU Alcides Vieira Moura
18	Cristino Castro	EFA Vale do Gurgueia
19	Eliseu Martins	EFA DE Eliseu Martins
20	União	CEEPRU Manoel Otavio
21	Cocal	CEEPRU Deput. Ribeiro Magalhães
22	Colônia do Piauí	EFA Dom Edilberto I

Fonte: dados coletados pelo autor.

Os jovens capacitados durante o projeto foram responsáveis pela difusão da nova metodologia de produção de variedades biofortificadas que começou em 22 municípios com escolas e se expandiu para 42 municípios do estado 2.500 (Dois mil e quinhentos) agricultores cadastrados produzindo, processando e comercializando os produtos biofortificados.



Ações como essas de transferência de tecnologia para escolas agrícolas visando a capacitação de alunos com culturas biofortificadas, vem se expandindo para outros estados como Maranhão, Bahia, Minas Gerais e Rio de Janeiro, porém ainda estão em fase inicial, tendo o Piauí como projeto piloto.

## CONCLUSÃO

Através das ações demonstradas observa-se que a estratégia de Transferência de Tecnologia através de escolas agrícolas intensificou a adoção de tecnologias biofortificadas, assim como, promoveu a capacitação e o treinamento dos jovens rurais por meio de cursos profissionalizantes, palestras educativas e informativas, dias de campo, oportunizando a qualificação e a preparação para atuar profissionalmente.

Equipes de avaliação de impacto da Rede BioFORT já começaram seus trabalhos no Piauí visitando famílias que participaram dessa experiência para quantificar o impacto da introdução desses produtos nos seus sistemas de produção.

## REFERÊNCIAS

JESUS, J. V. **As escolas família agrícola no território Goiano: a pedagogia da alternância como perspectiva para o desenvolvimento e o fortalecimento da agricultura camponesa.** 2010. 243 f. Tese (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

MARQUES, D. V.; MANOS, M. G. L.; AVILA, A. F. D.; **Avaliação da adoção dos produtos biofortificados: metodologia de referência.** In: REUNIÃO DE BIOFORTIFICAÇÃO NO BRASIL, 4., 2011, Teresina, PI. Brasília, DF: Embrapa, 2011. ISBN: 978-85-62158-05-6.

MASON, I. L. Sheep and goat production in the drought polygon of Northeast Brazil. **World Animal Review.** Rome, v. 34, p. 23-28,1980.

IPEA. **Políticas sociais: acompanhamento e análise,** v. 1, jun. 2000. Brasília: Ipea, 2011. Disponível em:

[http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/Política\\_sociais/bps\\_19\\_completo.pdf](http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/Política_sociais/bps_19_completo.pdf). =76redebiofort&Itemid=105. Acesso em: 1 dez. 2014.

**Portal Integração - Programa Produtores do Futuro dá os primeiros frutos em Oeiras**  
Disponível em: <http://blog.biofort.com.br/>. Acessado em 16 dez. 2014.

Projeto BioFORT: levando mais saúde a mesa dos brasileiros. **Rede BioFORT.** Disponível em: [http://biofort.com.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id](http://biofort.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id). Acesso em 10 dez. 2014.

SILVA, J. B. C. da; MELO, W. F. de; BUSO, J. A.; NUTTI, M. R.; CARVALHO, P. G. B. de; CARVALHO, J. L. V. de; NUNES, M. U. C.; FARIAS, A. Beuregard: cultivar testada e indicada de batata-doce. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2010.



## BIOFORTIFIED CROPS IN GUATEMALA

### CULTIVARES BIOFORTIFICADOS NA GUATEMALA

Albaro Dionel Orellana Polanco<sup>1</sup>, Julio Antonio Franco Rivera<sup>2</sup>, Curt Bowen<sup>3</sup>, Elias Raymundo Raymundo<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Assistant General Manager and Scientific Technical Director, ICTA, Km 21.5 carretera al Pacífico, Aldea Bárcena, Villa Nueva, Guatemala, Guatemala, subgerencia@icta.gob.gt

<sup>2</sup>Discipline Coordinator Validation and Technology Transfer, ICTA, jfranco@icta.gob.gt

<sup>3</sup>Director of New Seed Association, 7a Avenida, 14-44 Edificio Las Galerías, Planta Baja, Zona 9, Ciudad de Guatemala, curtbowen@semillanueva.org

<sup>4</sup>General Manager, ICTA, gerencia@icta.gob.gt

Work to obtain new maize cultivars with higher nutritional quality in Guatemala began in the 80's with the support of the International Center for Maize and Wheat Improvement (CIMMYT). In 1985, the high quality protein maize variety Nutricia was released. This variety was not accepted by the population due to the fact that it had a grain with a "floury" texture. In 2005, the corn hybrid HB-Proticta was released, but still had a grain with a "floury" texture. With the support of the AgroSalud project in 2009, the high quality protein hybrid corn ICTA Maya<sup>QPM</sup> (QPM = Quality Protein Maize), which has a semi-crystalline type of grain, was released. This hybrid has been promoted and transferred to producers. By 2014, a total of 16,000 Guatemalan families planted this particular hybrid for consumption and commercialization.

Since 2012 assessments have been conducted on maize varieties with high quality protein (QPM). Today, two new varieties ICTA B9<sup>ACP</sup> and ICTA B-11<sup>ACP</sup> are under validation with producers and the release of at least one of them is expected in 2016.

Beginning in 2013, assessments on hybrids and varieties ACP + Zinc (Zn) in field tests and experimental stations have been conducted. It is expected that a new variety will be released in 2017, and a new hybrid in 2018.

In the case of bean cultivation, the first variety of beans with high iron (Fe) was released in the year 2011 with the support of Agrosalud project. The variety was designated ICTA Petén<sup>ACM</sup> (74 ppm Fe) (ACM = high mineral content). This variety was developed for the conditions of the department of Petén, which is considered to be the breadbasket of Guatemala because it accounts for 33% of the total bean production in the country. In 2013, the variety ICTA Superchiva<sup>ACM</sup> (75 ppm Fe), which is adapted to the conditions of the highlands of Guatemala (1200-2300 meters above sea level), was released. The importance of this last variety is that it is being grown in regions with high rates of malnutrition.

Since 2014, test plots of the new bean variety ACM ICTA Chortí<sup>ACM</sup> (94 ppm Fe and 35 ppm Zn) have been conducted. This variety is adapted to the conditions in the eastern part of the country. Currently the seed production phase is underway, and the variety is expected to be released in 2016.

Another important initiative was the workshop held on 22 and 23 October 2013 in Guatemala to implement a Biofortification Program. It was designed as a pilot project with the idea of exploring the limitations and potential of biofortified crops, and more generally to understand the links in the chain of crop production for identified biofortified crops. The workshop was attended by representatives of governmental institutions, academia and private organizations.

The execution of a technology transfer project with bean cultivars ICTA Superchiva<sup>ACM</sup> and maize ICTA Maya<sup>QPM</sup>, supported by the Ministry of Agriculture, Livestock and Food (MAGA) was planned through the Directorate of Rural Extension, the American Institute of Cooperation on Agriculture (IICA) and the non-governmental organization New Seed in 2014, benefiting 13,000 smallholders. Work on the biofortification of rice, sweet potato, potato and cassava crops is also planned.

In the year 2012, 12 biofortified sweet potato and 15 biofortified cassava clones (high in beta-carotene) from the International Potato Center (CIP) and the International Center for

Tropical Agriculture (CIAT) were introduced. In 2014 farm trials for sweet potato cultivars were conducted. Today sweet potato varieties ICTA Pacifico<sup>BC</sup> (145 ppm beta carotene) and ICTA Dorado<sup>BC</sup> (161 ppm beta carotene), can be found in test plots in farmer fields and their release is expected by the end of 2015. This year new biofortified clones of sweet potato and cassava will be introduced in the country.

In the case of rice, 90 biofortified lines from CIAT appropriate for conditions of upland irrigation and favored rain-fed areas were introduced in 2014. 22 lines were selected for their agronomic characteristics and yield potential. Ten of these were selected for a performance test that is being evaluated under conditions of irrigation and rain-fed lowlands in four locations in the country in 2015.

In the case of potato, CIP sent 29 selected biofortified potato cultivars high in beta carotene and Zn to Guatemala.

Another important event that will mark the history of biofortified crops in Guatemala is the signing of the constitution of the Platform for the Development and Use of Biofortified Crops (Plataforma BioFORT) on 12 August this year, with support from the Harvest Plus project. This event was held at the Ministry of Agriculture, Livestock and Food (MAGA), with the presence of the Minister of Agriculture and representatives of 14 institutions and organizations that make up the platform currently. The Platform aims to link institutions, researchers, political operators and small producers to share experiences, successes and failures on the theme of biofortification. Furthermore, it is imperative to disseminate knowledge about biofortified crops to producers, researchers, government institutions and NGOs.

The vision of the institutions that make up the Plataforma BioFORT is the extension of biofortified crops across the country in order to help eliminate nutrient deficiency and chronic child malnutrition.



**AVANCES DE LA ESTRATEGIA DE BIOFORTIFICACION EN PANAMA****AVANÇOS DA ESTRATÉGIA DE BIOFORTIFICAÇÃO NO PANAMÁ**

Eyra Mojica<sup>13</sup>, Ismael Camargo Buitrago<sup>14</sup>

<sup>1</sup>Consultora de Nutrición, Programa Mundial de Alimentos. Av. Luis Bonilla y Arnoldo Cano, 124-125 Ciudad del Saber, Clayton, Ancón, Panamá, emojiagonzales@gmail.com

<sup>2</sup>Investigador, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. Río Hato, Coclé Panamá, camargo.ismael@gmail.com

**RESUMEN** - El Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, en la búsqueda de proponer y desarrollar alternativas para la población panameña, viene realizando investigaciones relacionadas con el desarrollo, evaluación y adaptación de variedades de cultivos con un mayor valor nutricional como maíz (lisina y triptófano), arroz (Fe y Zn), frijol (Fe y Zn), y camote (beta carotenos). Estas actividades se desarrollan con el apoyo de la Secretaria Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT), Patronato del Servicio Nacional de Nutrición (PSNN), Programa Mundial de Alimentos (PMA) y otras instituciones nacionales. En el desarrollo de estos trabajos, se ha contado con el apoyo del Proyecto HarvestPlus LAC, así como de los centros internacionales de investigación como el Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y Centro Internacional de la Papa (CIP). El objetivo principal de esta investigación es que promoviendo el uso de estos cultivares biofortificados, se espera mejorar la calidad alimentaria de la población de modo que, conjuntamente con otras alternativas nutricionales, se puedan reducir los actuales niveles de deficiencias nutricionales en el país. Como producto de estos trabajos el IDIAP ha liberado cuatro variedades sintéticas de maíces QPM, las cuales fueron seleccionadas de manera participativa con los productores. En el proyecto de arroces biofortificados se evaluaron diversos genotipos en granjas del Patronato Nacional de Nutrición y en fincas de agricultores colaboradores en todo el país bajo los sistemas de secano y fanguero. Se liberaron cuatro variedades de arroz, estas variedades se caracterizan por tener buen rendimiento en ambos sistemas y a su vez presentaron valores superiores a 3.5 y 13.0 ppm de Fe y Zn, respectivamente, en el grano pulido. Las pruebas de calidad culinaria y nutricional mostraron que estos arroces cumplían con las exigencias de nuestro consumidor, hecho validado en la prueba de aceptabilidad mediante el estudio sensorial efectuado a estos arroces, en comunidades rurales de la provincia de Coclé y Veraguas. En relación al proyecto de frijol biofortificado, hasta el momento se han seleccionado cuatro líneas por su alto contenido de hierro y zinc entre 83.1 y 93 mg/kg de hierro y se liberaron dos variedades con mayor contenido de hierro y zinc, las cuales fueron evaluadas sensorialmente sin encontrar diferencia entre variedades. El proyecto de camotes biofortificados ha introducido 33 cultivares proveniente del CIP y se cuenta con dos variedades que serán liberadas a finales del 2015. Se han realizado numerosas actividades de difusión (seminarios, días de campo, congresos, y otras actividades de capacitación y comunicación), con participación de más de 1000 personas, entre productores, profesionales de diversas ramas y autoridades nacionales y medios de comunicación. En el 2013, se lanzó el Proyecto Nacional “AgroNutre Panamá®”, implementado con recursos financieros del Gobierno Nacional, el cual cuenta con su registro de marca y con el apoyo de cincuenta profesionales de diferentes sectores, beneficiando a 7687 personas de las áreas vulnerables del país.

Palabras clave – Biofortificación, hierro, zinc, cultivos.

**ABSTRACT** - The Institute of Agricultural Research of Panama, in the search to propose and develop alternatives to the Panamanian population, has been conducting research related to the development, evaluation and adaptation of crop varieties with higher nutritional value as corn (lysine and tryptophan), rice (Fe and Zn), beans (Fe and Zn), and sweet potato (beta carotene).

These activities are carried out with the support of the National Secretariat of Science and Technology, Patronage of the National Service of Nutrition, World Food Program and other national institutions. In the development of these jobs, support has been provided by the Regional Project HarvestPlus LAC, as well as from international research centers such as International Maize and Wheat Improvement Center, International Center for Tropical Agriculture and International Potato Center. The main objective of this research is that by promoting the use of these cultivars, it is hoped to improve food quality of the population in a way that, in conjunction with other nutritional alternatives, it can reduce the current levels of nutritional deficiencies in the country. As a result of these work the IDIAP has released four synthetic varieties of maize QPM, which were chosen in a participatory manner with the producers. In the project of biofortified rice were evaluated various genotypes on farms collaborators throughout the country under rainfed systems and puddling. Released four varieties of rice, these varieties are characterized by good performance in both systems and in turn presented values above 3.5 and 13.0 ppm Fe and Zn, respectively, in the grain polishing. The evidence of quality cooking and nutritional showed that these rice met the requirements of our consumer, fact validated in the test of acceptability by the sensory study carried out in these rice, in four rural communities in the province of Cocle and Veraguas. In relation to the biofortified beans project, so far have been selected four lines for their high content of iron and zinc between 83.1 and 93 mg/kg of iron and has released two varieties with higher content of iron and zinc, which were sensory evaluated without find difference between varieties. The biofortified sweet potatoes project has introduced 33 cultivars from the IPF and account with two varieties that will be released at the end of 2015. There have been numerous outreach activities (seminars, field days, conferences and other training activities and communication), with the participation of more than 1000 people, including producers, professionals from various branches and national authorities and the media. In 2013, was launched, the National Project AgroNutre Panama, implemented with financial resources from the National Government, which has its trademark "AgroNutre" registered and counts with the support of fifty professionals from different sectors, reaching 7687 people of vulnerable areas of the country.

Keywords – Biofortification, iron, zinc, crops.

## INTRODUCCION

En todos los países en desarrollo, incluyendo a Panama, las poblaciones pobres siguen un régimen de consumo de alimentos monótono, basado principalmente en cereales y tubérculos que complementan con pequeñas cantidades de alimentos más nutritivos cuando tienen algún recurso suplementario. Estos alimentos básicos, por ejemplo el arroz o cualquiera otro cereal, no proporcionan por si mismos suficientes vitaminas y minerales y a veces contienen sustancias que pueden inhibir la absorción de los micronutrientes.

Esta alimentación de mala calidad es causa de la desnutrición por deficiencia de micronutrientes, también conocida como "hambre oculta", que afecta a más de la mitad de la población mundial principalmente mujeres y niños en edad preescolar en los países en desarrollo.

En la práctica, los esfuerzos nacionales de reducir las carencias de vitaminas y minerales se han concentrado en: la suplementación - la distribución de complementos vitamínicos y minerales, en forma de cápsulas, jarabe y en la fortificación, el enriquecimiento de los alimentos de consumo masivo, añadiéndoles las vitaminas y minerales. Sin embargo estas estrategias no están llegando a toda la población, especialmente aquella con mayor riesgo a estas carencias. Es por esto que es de gran importancia los programas productivos que tienen como objetivo asistir a las familias a producir y a consumir una mayor variedad de alimentos ricos en vitaminas y minerales.

En este sentido la biofortificación con vitamina A, hierro, cinc etc., busca mejorar el valor nutritivo de alimentos básicos, sin necesidad de modificar hábitos alimentarios, tiene el potencial de ser una de las intervenciones en salud pública más costo-efectiva y sostenible.

La estrategia de Biofortificación en Panama se desarrolla desde el 2005, bajo la coordinación del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panama con un equipo de alrededor de 50 profesionales colaboradores interinstitucional, multidisciplinario tanto del sector público como privado, organizaciones no gubernamentales y productores, con el objetivo de mejorar la



seguridad alimentaria y deficiencias nutricionales de pequeños y medianos productores en áreas vulnerables del país, logrando desarrollar nuevas variedades de cultivos con mayor contenido de nutrientes y resistentes a enfermedades en alimentos que son de consumo básico como lo son arroz, maíz, frijol y camote en programas sociales de gobierno.

## **METODO**

El proyecto tiene como objetivo mejorar la seguridad alimentaria y deficiencias nutricionales de pequeños y medianos productores en áreas vulnerables del país. Esto se hace enriqueciendo con micronutrientes desde la producción algunos alimentos, comúnmente consumidos por la población y mejorando la resistencia a enfermedades, plagas, cambios climáticos, aumentando también su productividad. En el campo se seleccionan los cultivos con más potenciales en contenido nutricional y en características agronómicas, para su reproducción. Estas variedades biofortificadas son evaluadas por los consumidores, a través de pruebas de evaluación sensorial para conocer la aceptabilidad en comparación con variedades convencionales, antes de ser liberadas. Se utilizan métodos convencionales de comunicación en el contexto de la producción agrícola, utilizando los principales canales de comunicación accesibles al grupo objetivo, desarrollando estos cultivos a través de mejoramiento participativo y escuelas de campo. Se espera también realizar estudios de retención y de biodisponibilidad de los cultivos.

Los grandes logros obtenidos con la implementación de la estrategia de biofortificación, demostraron el potencial impacto de la estrategia y la necesidad de continuar su desarrollo introduciendo nuevos cultivos y estableciendo alianzas con otros socios. El éxito de este proyecto está en la coordinación interinstitucional y las alianzas estratégicas establecidas con el apoyo gubernamental.

Del 2013 - 2018, el Gobierno de Panamá ha aprobado el Proyecto Nacional de Biofortificación AgroNutre, Panamá cuyo objetivo es obtener productos agrícolas biofortificados evaluando la calidad nutricional del camote con altos niveles de carotenoides y buenas características agronómicas y comerciales, el desarrollo de variedades de arroz y frijoles con alto contenido de hierro y zinc, adaptados a las regiones donde hay prevalencia de deficiencias nutricionales; maíz con proteína de alta calidad y niveles más altos de zinc y provitamina A. Dando prioridad a áreas de pobreza y desnutrición donde se producen y consumen estos cultivos: la Comarca Ngäbe Bugle en Chiriquí, Soná en Veraguas, Ola en la provincia de Coclé y Los Pozos en la provincia de Herrera.

Las semillas fueron multiplicadas por colaboradores de las Granjas del Patronato Nacional de Nutrición, Programas Familias Unidas del Ministerio de Desarrollo Agropecuario y programas productivos de FAO en la Comarca Ngabe Bugle. Estos recibieron capacitación en los campos de los colaboradores en temas de producción para generar el material adecuado, multiplicación artesanal de semillas y almacenamiento de semillas en escuelas de campo, con excelentes resultados constituyéndose en una herramienta para la difusión de las innovaciones tecnológicas.

Los esfuerzos del proyecto AgroNutre Panamá han ganado visibilidad desde el año 2007, con la realización de actividades de abogacía de alto nivel con las autoridades nacionales y actividades de capacitación, promoción, divulgación y comunicación en la prensa, revistas tv, radio e internet, que ha permitido establecer nuevas alianzas estratégicas, transferir la tecnología y convencer a los tomadores de decisiones y formadores de opinión.

Actualmente se elabora el diagnóstico inicial en las comunidades objeto del proyecto con el objetivo de conocer la situación socioeconómica y nutricional de las áreas de intervención para contar con información básica, que nos permita conocer avances con evaluaciones a mediano y largo plazo.

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

El proyecto AgroNutre tiene como objetivo fortalecer el contenido nutricional y características agronómicas de alimentos comúnmente consumidos por la población beneficiaria, sin modificar sus hábitos alimentarios, ofreciendo alimentos más nutritivos, con mejores características agronómicas y características comerciales, mejorando así la seguridad alimentaria y las deficiencias nutricionales de los grupos objetivos. Al mismo tiempo en alianza con la



Universidad de Panamá, IDIAP, Ministerio de Salud y HarvestPlus se recoge informaciones básicas de las áreas de intervención con el Diagnóstico Inicial, para posteriormente realizar investigaciones de avances del proyecto y se realizan estudios de Evaluación Sensorial de las variedades mejoradas para determinar la aceptación por los consumidores. También se adelanta con la Universidad de Panamá y la Dirección Nacional de Agroindustrias del Ministerio de Desarrollo Agropecuario, pruebas de procesamiento de camote biofortificado para promover su consumo a nivel nacional. Para apoyar esta actividad se ha elaborado el recetario de Camote Biofortificado.

La estrategia de Biofortificación es una de las intervenciones de salud pública de la política del Gobierno de Panamá, integrada a los planes nacionales de nutrición 2008-2015.

Para alcanzar los logros del proyecto se ha trabajado en red, con un equipo de alrededor de 50 profesionales incluyendo investigadores, técnicos agrícolas y de extensión, nutricionistas, economistas, Ingenieros y tecnólogo de alimentos y otros profesionales del sector público, privado, ONGs, organismos internacionales y organizaciones de productores. Siendo lanzados cuatro variedades de arroz con más contenido de hierro y zinc, cuatro variedades de maíz con mayor contenido de lisina y triptófano, 2 variedades de frijoles con más contenido de hierro, adaptados a las regiones donde existen deficiencias nutricionales y está por liberarse dos variedades de camote con alto contenido de carotenoides y con buenas características agronómicas y comerciales. Se han realizado cuatro estudios de Evaluación Sensorial dos de arroz y dos de frijoles y alrededor de 3 actividades de extensión y difusión por año, alcanzando a una población de más de 1000 profesionales y técnicos, productores capacitados por año.

## CONCLUSION

Se ha estructurado el proyecto nacional AgroNutre con siete componentes, dirigido por un comité de gestión, con la asignación de recursos financieros del Gobierno Nacional, el cual cuenta con su propio registro de marca, participando 7687 familias de los programas sociales de gobierno, ubicados en áreas vulnerables a la desnutrición y pobreza en las provincias de Chiriquí, Veraguas, Coclé y Herrera. La experiencia de AgroNutre podrá ser una vitrina para los países de la región.

## AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen al IDIAP, por general el material genético, recursos humanos e instalaciones y recursos financieros y al Programa Mundial de Alimentos y HarvestPlus por el apoyo técnico y financiero proporcionado a proyecto AgroNutre Panamá.

## REFERENCIAS

CAMARAGO, I. **Informe del Proyecto** “Utilización de cultivares de arroz biofortificado en zonas rurales de pobreza extrema y desnutrición de Panamá” IDIAP-SENACYT. [Panamá]: 2008.

CAMARGO, I.; GORDON, R.; RODRÍGUEZ, E.; RUIZ, E.; MOJICA, E.; HENRÍQUEZ, O. V.; ESPINOSA, J. “**Avances de la estrategia de biofortificación en Panamá**”, 2013. [Panamá]: 2013.

CAMARGO, I.; GORDON, R.; MOJICA, E. **Informe de Gestión del Proyecto AgroNutre**. [Trabajo presentado na] Reunión Anual del Proyecto. 4 al 7 de mayo 2015, Guatemala.



# Realização



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



# BioFORT



**HarvestPlus**  
Better Crops • Better Nutrition