

## Retenção de Carotenoides após Processamento via Moagem a Seco de Grãos de Milho Biofortificado

Betânia Diniz Volpi<sup>1</sup>, Maria Cristina Dias Paes<sup>2</sup>; Joelma Pereira<sup>1</sup>, Paulo Evaristo Oliveira Guimarães<sup>2</sup> e Natália Alves Barbosa<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Lavras- Departamento de Ciência dos Alimentos, Caixa Postal 3037, Lavras, MG, CEP 37200-000, <sup>2</sup>Embrapa Milho e Sorgo, Caixa Postal 151, Sete Lagoas, MG, CEP 35701-970, <sup>3</sup>Centro Universitário de Sete Lagoas, Av. Marechal Castelo Branco, nº2765, Sete Lagoas CEP 35701-242  
betaniavolpi@yahoo.com.br

### INTRODUÇÃO

A biofortificação consiste no desenvolvimento de variedades melhoradas que apresentem conteúdo aumentado de nutrientes e/ou fitoquímicos de importância biológica (WHITE & BROADLEY, 2005; BOUIS, 2002). Assim, a introdução de produtos agrícolas biofortificados, tem sido vista como uma intervenção complementar a programas intervencionistas já existentes em populações com limitado acesso aos sistemas formais de mercado e de saúde, proporcionando de maneira sustentável e de baixo custo o combate às principais deficiências nutricionais no mundo (NUTTI, 2009).

Milhos biofortificados com carotenoides precursores de vitamina A, além de ferro e zinco estão sendo desenvolvidos no Brasil, sendo essas cultivares direcionadas à comunidades onde há elevada prevalência de carências nutricionais, especialmente hipovitaminose A e anemia ferropriva, ainda consideradas problemas de saúde no país (CARDOSO, 2007). Esse processo se encontra em fase de avaliação de linhagens quanto ao desempenho agrônomo e nutricional. Mas até o momento, estão sendo gerados grãos, forma pouco expressiva na preferência de consumo da população. Sabe-se que o milho é usualmente consumido na forma de seus derivados, sendo a farinha, a canjica e o fubá os mais consumidos no país (PONCIANO, 2003).

Os carotenoides compõem um grupo de pigmentos naturais amplamente distribuídos na natureza, com grande diversidade de estruturas e funções (SQUINA, 2003). O interesse por esses compostos tem aumentado nos últimos anos devido à sua comprovada atividade pró-vitáminica A e pela evidência de outras propriedades biológicas (KRINSKY, 1994). Entretanto, os carotenoides são instáveis na presença de luz, calor, ácidos e oxigênio e podem, com o processamento dos alimentos, sofrer alterações na sua composição química, ocasionando prejuízo do ponto de vista nutricional (RODRIGUEZ-AMAYA, 1997).

Tão importante quanto o enriquecimento dos grãos com micronutrientes é sua retenção após o processamento, sendo, portanto o objetivo desse estudo avaliar a retenção de carotenoides de importância biológica após a moagem dos grãos de milho biofortificado por via seca, uma vez que seus derivados refletem as formas usualmente consumidas pela população.

### MATERIAL E MÉTODOS



A variedade de milho sintético biofortificado em desenvolvimento no Programa de Melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas - MG, foi produzida com plantio na safra 2008-2009 na fazenda experimental da Embrapa Milho e Sorgo, sendo a colheita, a secagem e a debulha realizadas seguindo protocolo padrão com controle de luz e temperatura para assegurar a preservação dos carotenóides nos grãos.

Os grãos secos resultantes de cada repetição, aproximadamente 60 kg, foram armazenados em containers escuros com tampa em câmara com controle de temperatura (5°C) e umidade relativa (30%). O processamento via seco dos grãos de milho foi conduzido na indústria Farsete em Sete Lagoas, MG. Como produtos dessa etapa foram obtidos três derivados: canjica, fubá e creme de milho. As amostras de grãos e canjica foram moídas em moinho do tipo ciclone. As análises químicas foram conduzidas no Laboratório de Qualidade de Grãos do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo da Embrapa.

Os carotenóides foram extraídos em esquema sequencial de solventes orgânicos conforme protocolo descrito por Kurilich e Juvik (1999) modificado, e quantificados em técnica de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) em cromatógrafo líquido Shimadzu, modelo LC-10 equipado com coluna polimérica YMC C 30 (5 µm, 4,6 x 250 mm, Waters, Milford, MA, USA), acoplado a detector de arranjo de diodo. O gradiente de eluição foi conduzido a 0,8 mL.min<sup>-1</sup> em condições de gradiente linear 80:20 a 20:80 de metanol: éter metil *tert*-butil em 25 minutos, seguido por constante de 80:20 em 5 minutos, finalizando com 9 minutos de equilíbrio. A temperatura de forno utilizada foi de 30°C, comprimento de onda 450nm e volume de injeção de 40µL. A temperatura do laboratório foi mantida a 22°C durante todo o processo. Para identificação dos compostos foram utilizados padrões purificados a partir de cenoura, pimenta amarela e milho verde, seguindo protocolo descrito por Rodriguez-Amaya e Kimura (2004).

Os resultados foram expressos em base seca, por meio da análise de umidade, seguindo o método 44-15 da AACC (2000). O teor de carotenóides totais (CT) foi obtido pela soma dos valores de todas as frações quantificadas sendo: luteína, zeaxantina (zeax), β-criptoxantina (β-cripto), α-caroteno, β-caroteno (β-carot), 9-cis-β-caroteno (9-cis) e 13-cis-β-caroteno (13-cis). O percentual de retenção real foi calculado de acordo com a fórmula proposta por Murphy (1975). Os dados de carotenóides com atividade pró-vitáminica A (proVA) foram obtidos por meio da seguinte fórmula:

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

O experimento foi instalado em Delineamento Inteiramente Casualizado, sendo 4 tratamentos (grão, canjica, fubá e creme) e 4 repetições. Todos os resultados foram submetidos à análise de variância e ao teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade, sendo utilizado para tais análises o Programa Sisvar (FERREIRA, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observada diferença significativa entre os tratamentos para todas as variáveis analisadas, evidenciando o efeito da moagem a seco sobre a retenção de carotenóides presentes nos grãos da variedade sintética de milho biofortificado, conforme apresentado na Figura 1.



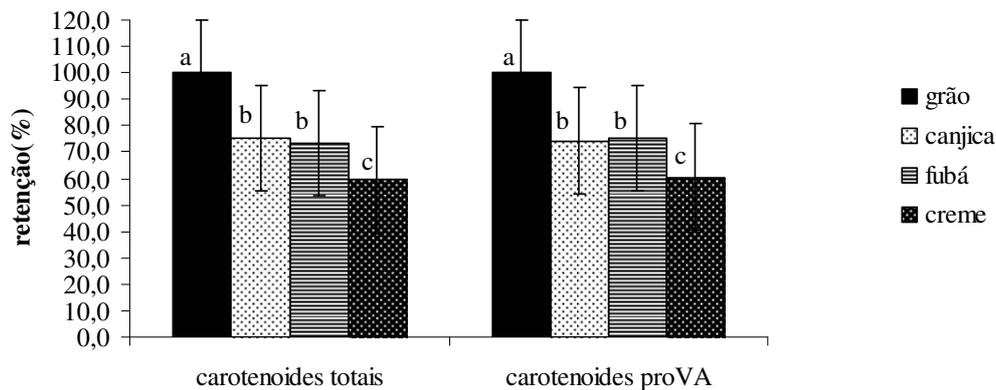


Figura 1- Retenção de carotenoides totais e de carotenoides proVA (%) em derivados de milho biofortificado após o processamento dos grãos por meio de moagem seca.

\*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade ( $p > 0,01$ )

Os derivados obtidos pelo processamento apresentaram retenção real dos carotenoides totais e de carotenoides proVA significativamente inferior quando comparado aos grãos integrais.

O efeito mais expressivo do processamento para as variáveis analisadas foi observado para o creme de milho, quando comparado aos demais derivados, embora a moagem tenha afetado a retenção de carotenoides em todos os produtos. Possivelmente, a redução na retenção tenha ocorrido como consequência das alterações sofridas pela matriz alimentícia durante o processamento, que promove destruição da estrutura celular, expondo os pigmentos à degradação oxidativa.

No caso do creme de milho, o processamento envolve maior exposição do produto ao atrito dentro do moinho. Essa exposição ocorre principalmente quando não há uma estabilidade estrutural dos produtos obtidos. Assim, as condições desse processamento, como variação de tempo e temperatura, também podem ter contribuído para degradação dos carotenoides e, conseqüentemente, influenciado na retenção dos mesmos.

Os índices de retenção de carotenoides totais observados na canjica (75,4%) e no creme de milho (59,5%), após processamento via seco dos grãos da variedade sintética de milho biofortificado, foram semelhantes aos valores encontrados após avaliação da retenção de carotenoides totais em cenoura (*Daucus carota* L.) (75,5%) posteriormente ao cozimento a vapor e ao cozimento com água sem pressão (60,13%) (PINHEIRO-SANTANA, 1998) embora neste estudo tivéssemos matrizes alimentícias distintas e condições de processamentos diferentes.

## CONCLUSÃO



O processamento realizado via moagem a seco dos grãos de milho afeta a retenção de carotenoides em canjica, fubá e creme de milho, revelando perdas expressivas ao fim do processo. O creme de milho quando comparado aos demais derivados é o produto que apresenta os menores índices de retenção para carotenoides totais e carotenoides proVA, evidenciando a influência do tipo e condições de processamento, bem como das características que são inerentes a cada matriz alimentícia.

Assim, a consideração sobre a retenção real de carotenoides é essencial, pois direciona o volume de derivado a ser consumido para efeito biológico de suplementação esperado em populações foco após lançamento do material.



## REFERÊNCIAS

AACC.AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. Approved methods.10ed  
Saint Paul:AACC International, Inc 2000.

BOUIS, H. E. Plant Breeding: A New Tool for Fighting Micronutrient Malnutrition. **Journal of Nutrition**. v.132, n.3, p.491-494. 2002.

CARDOSO, W. S. **Variabilidade de genótipos quanto à composição de carotenoides nos grãos visando a biofortificação**. 2007. (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.

FERREIRA DF. **Sistema Sisvar para análises estatísticas**. Lavras: UFLA. 2000. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/~danielff/dff02.htm>>. Acesso em 20/02/2010

KRINSKY, N. I. The biological properties of carotenoids. **Pure and Applied Chemistry**, v.66, p.1003-1010. 1994.

KURILICH, A. C.; JUVIK, J. A. Quantification of carotenoid and tocopherol antioxidants in *Zea mays*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v.47, n.5, p.1948-1995. 1999.

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

NUTTI, M.R. Biofortificação no Brasil: Desenvolvendo Produtos Agrícolas Mais Nutritivos. Disponível em: <[http://www.embrapa.br/eu\\_quero/inovaecria/comunicacoes/086\\_biofortificacao\\_marilianutti\\_ctaa\\_0822\\_1612.pdf](http://www.embrapa.br/eu_quero/inovaecria/comunicacoes/086_biofortificacao_marilianutti_ctaa_0822_1612.pdf)> Acesso em 14/12/2009.

PINHEIRO-SANTANA, H. M., STRINGHETA, P.C., BRANDÃO, S.C.C., AZEREDO, R.M.C. Carotenoid retention and vitamin A value in carrot (*Daucus carota L.*) prepared by food service. **Food Chemistry**. v.61, n.1, p145-151. 1998

PONCIANO, N. J., SOUZA, P.M., REZENDE, A.M. . Entraves da comercialização à competitividade do milho brasileiro. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**. n.104, p23-40. 2003.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Carotenoids and Food Preparation: The Retention of Provitamin Carotenoids in Prepared, Processed, and Stored foods. **USAID-OMNI**, Washington DC, 1997 . Disponível em: < <http://www.mostproject.org/PDF/carrots2.pdf> > Acesso em 25/09/08.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; KIMURA, M. HarvestPlus Handbook for Carotenoid Analysis. Washington, DC and Cali: IFPRI and CIAT, 2004. 58p. (HarvestPlus Technical Monograph, 2). Disponível em: <<http://www.harvestplus.org/sites/default/files/tech02.pdf>>. Acesso em 23/12/08



SQUINA, F. M., MERCADANTE, A.Z. Análise, por CLAE, de carotenoides de cinco linhagens de Rhodotorula. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**. v.39, n.3, p.309-318. 2003.

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

