

Retenção de carotenoides durante o armazenamento de espigas de milho verde biofortificado com precursores da vitamina A

Natália Alves Barbosa¹, Maria Cristina Dias Paes², Israel Alexandre Pereira Filho², Paulo Evaristo Oliveira Guimarães², Joelma Pereira¹

¹Departamento de Ciências dos Alimentos. Universidade Federal de Lavras – UFLA, nataliaalvesb@yahoo.com.br, joper@dca.ufla.br, ²Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, mcdpaes@cnpmc.embrapa.br, israel@cnpmc.embrapa.br, evaristo@cnpmc.embrapa.br,.

RESUMO – Os carotenoides são compostos naturais de propriedades expressivas, porém, notória é a sua instabilidade na presença e/ou disponibilidade de oxigênio, luz, calor, metais, enzimas e peróxidos. Sabe-se que o armazenamento em longo prazo de 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, principalmente em se tratando de carotenoides. Sendo assim, o presente estudo foi delineado com o objetivo de avaliar a retenção de carotenoides em espigas de milho verde minimamente processadas da variedade sintética de milho biofortificado pro-VA durante armazenamento em condições praticadas no comércio varejista. As espigas foram sanitizadas e armazenadas em bandejas de poliestireno, envoltas com filme de policloreto de vinila (PVC) de espessura 18mm e mantidas sob refrigeração de 5°C durante nove dias. As amostras foram analisadas quanto ao conteúdo de carotenoides totais por espectrofotometria a 450nm. O delineamento experimental aplicado foi inteiramente casualizado com três repetições (3 bandejas com 3 espigas) por dia de armazenamento. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Durante armazenamento no prazo de validade usualmente aplicado para as condições praticadas em gôndolas refrigeradas do comércio varejista, espigas de milho verde proVA minimamente processadas apresentam redução na retenção de carotenoides totais. .

Palavras-chave: *Zea mays*, carotenoides, refrigeração, pró-vitamina A, processamento mínimo

Introdução

Os carotenoides constituem um dos mais importantes grupos de pigmentos naturais devido à larga distribuição, diversidade estrutural e inúmeras funções (RIBEIRO & SERAVALLI, 2004). Por desempenhar diversas funções biológicas, esses compostos são considerados mais que um grupo de pigmentos. Dentre as mais conhecidas estão absorção de luz, atividade antioxidante, atividade anticancerígena, transporte de oxigênio e atividade pró-vitáminica A, sendo esta atribuída a apenas alguns destes compostos (ROCK et al., 1996).

Os grãos de milhos coloridos, especialmente amarelo-alaranjados, destacam-se como fonte de carotenoides (OLIVEIRA JR et al., 2006), estando presentes nesses grãos

as xantofilas (luteína, zeaxantina e β -criptoxantina), que perfazem cerca de 90% do total, além dos carotenos (β -caroteno e α -caroteno e a β -zeacaroteno)) que conjuntamente somam os 10% restantes (KURILICH & JUVIK, 1999; EGESEL et al., 2003). Nos milhos normais, a concentração total de carotenoides varia de 0,15 a 33,11 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, distribuídos essencialmente no endosperma do grão (KURILICH & JUVIK, 1999). A distribuição dos carotenoides no grão seco é 74 a 86% no endosperma vítreo, 9 a 23% no endosperma farináceo, 2 a 4% no germe e 1% no farelo; sendo o endosperma vítreo presente em maior proporção (46-54%) que o farináceo (28 a 36%) (BLESSIN et al., 1963).

Produtos agrícolas biofortificados com carotenoides precursores da vitamina A, ou seja, cultivares com teores e biodisponibilidade aumentados para esses compostos, incluindo o milho, tem sido visto como estratégia complementar a programas intervencionistas já existentes para o combate à hipovitaminose A, em populações com limitado acesso aos sistemas formais de mercado e de saúde e elevado consumo desses alimentos, proporcionando de maneira sustentável e de baixo custo o combate esta deficiência no mundo (NUTTI, 2011). Entretanto, a possibilidade de ocorrência de oxidação dos carotenoides durante o processamento (RODRIGUEZ-AMAYA, 1997) faz com que a retenção seja uma preocupação constante e as atenções estejam focadas, não somente no processo industrial, mas também nas preparações caseiras que podem, também, causar perdas em grande extensão dos derivados desses materiais biofortificados (GAMA SILOS, 2007). Em contrapartida, o processamento tem demonstrado efeito positivo sobre biodisponibilidade dos carotenoides por quebrar a estrutura das células e desnaturar proteínas complexadas com os pigmentos, facilitando, então, a liberação desses compostos da matriz das células vegetais (SAUNDERS et al., 2000).

Embora cultivares de milho biofortificados estejam em fase final de desenvolvimento tanto na Zâmbia como no programa nacional coordenado pela Embrapa Milho e Sorgo, alterações químicas e físicas decorrentes do processamento dos grãos verdes desse material ainda não foram determinadas. Sendo assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a retenção de carotenoides em espigas de milho verde da variedade sintética de milho biofortificado pro-VA minimamente processadas durante o período de armazenamento.

Material e Métodos

O cultivo do milho foi conduzido na área experimental do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo da Embrapa, em Sete Lagoas/MG, na safra 2011/2012. As espigas da variedade sintética de milho pro-vitamina A (pro-VA) com grãos em estágio leitoso foram colhidas nas primeiras horas da manhã, sendo transferidas com palha ao Laboratório Qualidade de Grãos, onde foi realizada a análise de retenção de carotenoides em função do tempo. Para tanto as espigas foram despalhadas e lavadas com água corrente, seguida de seleção, onde foram eliminadas aquelas mal granadas, atacadas por insetos ou com comprimento inferior a 15 cm. As restantes foram imersas em solução gelada de hipoclorito de sódio (200 mg.L^{-1}) e deixadas na mesma por 15 minutos. As espigas sanitizadas e secas foram acondicionadas em bandejas de poliestireno, com dimensões de 23,5cm de comprimento e 18,2 cm de largura; sendo três espigas por bandeja. Essas foram envoltas com filme policloreto de vinila (PVC) de 18mm de espessura. Em seguida as bandejas foram pesadas e armazenadas em BOD com temperatura fixada em 5°C com luz por 9 horas diárias, durante um período de nove dias.

A análise de retenção de carotenoides foi realizada nos dias 3, 6 e 9 de armazenamento. A extração e quantificação de carotenoides totais foram realizadas nas amostras obtidas nos dias 0, 3, 6 e 9 de armazenamento seguindo o protocolo de RODRIGUES-AMAYA & KIMURA (2005). Para tanto foram obtidas amostras compostas constituídas dos grãos das três espigas de cada bandeja por tempo, sendo essas homogeneizadas e quarteadas para redução do tamanho. Para a análise de carotenoides foram utilizadas cinco gramas de grãos verdes de milho triturado.

As amostras foram ainda analisadas quanto ao teor de umidade, sendo utilizadas na análise 2g da amostra trituradas e temperatura de secagem de 60°C com tempo de secagem de 72 horas. O cálculo de umidade foi realizado de acordo com o método 44-15, da AACC (2000), sendo:

$$\%Umidade = \frac{(cápsula + amostra fresca) - (cápsula + amostra seca)}{amostra integral} \times 100$$

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com três repetições. A unidade experimental foi uma bandeja com três espigas. Os dados obtidos

foram submetidos à análise de variância (ANOVA), sendo as médias por tempo analisadas por regressão.

O cálculo da retenção aparente foi realizado segundo (RODRIGUEZ-AMAYA & KIMURA, 2004) usando a seguinte fórmula:

$$\% \text{ retenção aparente} = \frac{\text{teor de carotenoides /g de alimento processado (base fresca)} \times 100}{\text{teor de carotenoides/g de alimento sem processamento (base fresca)}}$$

Resultados e Discussão

As médias de retenção aparente de carotenoides totais e o teor de umidade do milho biofortificado pro-VA minimamente processado obtidas nos diferentes tempos de armazenamento são apresentadas na figura 1. O teor médio de carotenoides totais nas espigas de milho no tempo zero foi 33,2 $\mu\text{g. g}^{-1}$ (peso fresco), sendo esse considerado como 100% de retenção.

O teor de umidade das espigas reduziu com o aumento do tempo de armazenamento ($p < 0.05$), não havendo diferença significativa entre a umidade nos para as amostras analisadas do primeiro (tempo 0) até o terceiro dia de armazenamento. Para os dias 3, 6 e 9 de armazenamento as médias de umidade dos grãos das espigas foram de 67,5%, 63,3% e 57%, respectivamente. De forma semelhante a porcentagem de retenção de carotenoides totais decresceu no tempo, exceto para o terceiro dia de armazenamento, fato que poderia ser atribuído à concentração de carotenoides no início do processo de preservação do produto, quando a perda de umidade tenha desfavorecido a atividade enzimática e possível oxidação dos carotenoides. Nos dias 6 e 9 de armazenamento, redução na retenção possivelmente tenha sido consequência das alterações sofridas no composto estudado, devido ao maior tempo de exposição ao oxigênio e à luminosidade, embora a umidade também tenha diminuída. Mas esta perda de umidade não foi notoriamente expressiva para aumento da concentração de carotenoides nos dias 6 e 9 de armazenamento.

A principal causa de degradação dos carotenoides é a oxidação. Eles são suscetíveis à oxidação durante o processamento e estocagem, resultando em perda gradual da cor, da atividade biológica e formação de compostos voláteis que podem conferir aromas e sabores desagradáveis a alguns alimentos (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001).

Candido (2011) estudando a retenção de carotenoides totais em produtos derivados de milho (canjica, fubá e creme de milho), observou diminuição da retenção de carotenoides totais ao longo do período de armazenamento a partir do 14º, 7º e 10º dia para os derivados canjica, fubá e creme de milho, respectivamente. Este decréscimo nos teores dos carotenoides ao longo do armazenamento tem sido associado à oxidação e dependem da disponibilidade de oxigênio, luz, calor, metais, enzimas e peróxidos (CHITARRA, 2000).

Conclusão

Durante o período de armazenamento adotado para condições de armazenamento praticadas no comércio varejista, espigas de milho verde proVA minimamente processadas apresentam redução na retenção de carotenoides totais.

Literatura Citada

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS - AACC. **Approved methods**. 10 ed. Saint Paul, 2000.

BLESSIN, C. W.; BRECHER, J. D.; DIMLER, R., J. Carotenoids of corn and sorghum. V. Distribution of xanthophylls and carotenes of yellow dent corn. **Cereal Chemistry**. 40:582-586. 1963

CÂNDITO, B. D. V. **Retenção de carotenoides após moagem de milho biofortificado e durante o armazenamento dos derivados**. Dissertação de mestrado. p. 98. UFLA. 2011.

CHITARRA, M.I.F. **Tecnologia e qualidade pós-colheita de frutos e hortaliças**. Lavras: UFLA/ FAEPE, 2000. 68p. Apostila.

EGESEL, C.O., WONG, J.C., LAMBERT, R.J., ROCHEFORD, T.R. 2003. Combining ability of maize inbreds for carotenoids and tocopherols. **Crop Science**, n.43, p.818-823.

GAMA, J. J. T.; SILOS, C. M. Effect of thermal pasteurization and concentration on carotenoid composition of Brazilian Valencia orange juice. **Food Chemistry**, Essex, v. 100, n. 4, p. 1686-1690, 2007.

KURILICH A. C., JUVIK, J. A. (1999). Quantification of carotenoid and tocopherol antioxidants in *Zea mays*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 47:1948-1999.

NUTTI, M. A. **Biofortificação como ferramenta para combate a deficiências em micronutrientes.** Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/geo_med7.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2011.

OLIVEIRA, J. L. F. G.; DELIZA, R.; BRESSAN-SMITH, R.; PEREIRA, M. G.; CHIQUIERE, T. B. Seleção de genótipos de milho mais promissores para o consumo in natura. **Revista da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 159-166, 2006.

RIBEIRO, E. P; SERAVALLI, E. A. G. **Química de Alimentos.** Instituto Mauá de Tecnologia. Editora Edgar Blucher Ltda, 1ª edição, São Paulo, p. 155-57, 2004.

ROCK, C. L. L. et al. Bioavailability of β -carotene is lower in raw than in processed carrots and spinach in women. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 128, n. 5, p. 913-916, 1996.

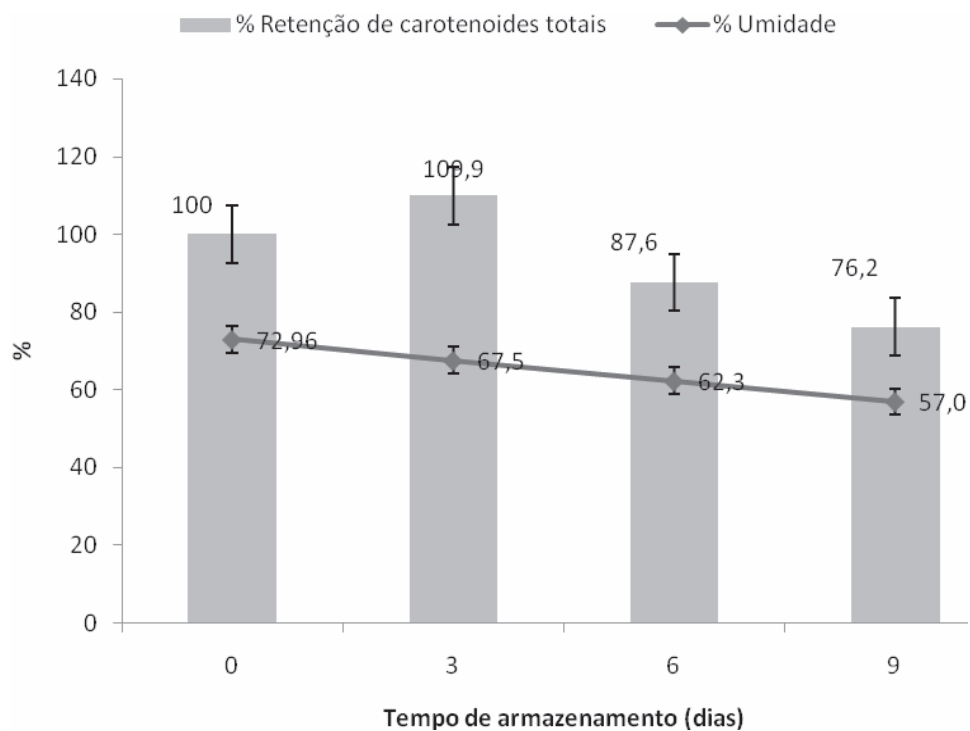
RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **Carotenoids and food preparation:** the retention of provitamin carotenoids in prepared, processed, and stored foods. Washington: USAID, 1997. Disponível em: <<http://www.mostproject.org/PDF/carrots2.pdf> > Acesso em: 02 abril, 2012.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M. **HarvestPlus handbook for carotenoid analysis.** Washington: IFPRI; Cali: CIAT, 2004. 58 p. Disponível em: <<http://www.harvestplus.org/sites/default/files/tech02.pdf>>. Acesso em: 11 maio. 2012.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.. Screening method for dry corn. In: HarvestPlus Handbook for carotenoid analysis. **HarvestPlus Technical Monograph series 2.** Washington DC and Cali: International Food Policy Research Institute (IFPRI) and International center for Tropical Agriculture (CIAT). P:37-42, 2005.

SAUNDERS, C.; RAMALHO, A.; ACCIOLY, E .; PAIVA, F.. Utilização de tabelas de composição de alimentos na avaliação do risco de hipovitaminose A. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, vol.50, n°3, set. 2000, Disponível em: <http://WWW.scielo.org.ve/>. Acesso em: 28/03/2012.

Figura 1: Retenção de carotenoides totais e teor de umidade em grãos verdes das espigas minimamente processadas de milho biofortificado pro-VA nos diferentes tempos de armazenamento.



Agradecimentos: À Embrapa-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, através do programa BioFORT e à FAPEMIG-Fundação de Apoio à Pesquisa de MG, pelo suporte financeiro.