

Estabilidade de 3-Deoxiantocianidinas em Grãos e Farinha de Sorgo durante o Armazenamento

V.A.V. Queiroz¹, K.G. de Oliveira², L.A. Carlos², H.M. Pinheiro-Sant'Ana³, L.M. Cardoso³, P. Anunciação³, R.E. Shaffert¹

- 1- Embrapa Milho e Sorgo - CEP: 35701-970 - Sete Lagoas – MG – Brasil, Telefone: 55 (31) 3027-1341 – e-mail: (valeria.vieira@embrapa.br, robert.schaffert@embrapa.br)
- 2- Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos - Universidade Federal de São João del-Rei/ CSL - CEP: 35701-970 - Sete Lagoas - MG – Brasil, Telefone: 55 (31) 3697-2022 – e-mail: (keniagras@yahoo.com.br, lanamar@ufsl.edu.br)
- 3- Departamento de Nutrição e Saúde - Universidade Federal de Viçosa - CEP: 36570-000, Viçosa – MG – Brasil, Telefone: 55 (31) 3899-2541 –e-mail: (helena.santana@ufv.br, leandro.cardoso@ufjf.edu.br, nutripamella@gmail.com)

RESUMO - O sorgo possui compostos bioativos que lhe conferem alta capacidade antioxidante, porém, o genótipo, as condições de plantio, de armazenamento e de processamento podem ter efeito nos teores e na estabilidade desses compostos. Assim, objetivou-se avaliar a estabilidade das 3-deoxiantocianidinas (3-DXAs) em grãos e farinhas de sorgo após 60 e 180 dias de armazenamento a 4, 25 e 40°C. Não houve efeito do tipo de produto (grão ou farinha), da temperatura e das interações sobre os teores de 3-DXAs. Apenas o tempo de armazenamento influenciou a estabilidade desses compostos. Houve redução nos teores das 3-DXAs nos 60 dias iniciais, entretanto, não houve diferença entre os tempos 60 e 180 dias em ambas matrizes. Após 180 dias, a farinha e os grãos de sorgo ainda apresentaram retenção, respectivamente, de 62,9 e 77,9% de luteolinidina, 56,1 e 71,4% de apigeninidina, 63,1 e 72,3% de 5-metoxiluteolinidina e 61,5 e 69,0% de 7-metoxiapigeninidina.

ABSTRACT – Sorghum has bioactive compounds that give it high antioxidant capacity, however, the genotype, the conditions of planting, storage and processing can have an effect on the contents and on the stability of these compounds. Thus, the work aimed to evaluate the stability of 3-deoxiantocianidinas (3-DXAS) in sorghum grains and flours after 60 and 180 days of storage at 4, 25 and 40 °C. There was no effect on the type of product (grain or flour), temperature and interactions on the levels of 3-DXAS. Only the storage time influenced the stability of these compounds. There was a reduction in the 3-DXAS levels in the initial 60 days, however, there was no difference between the times 60 and 180 days in both arrays. After 180 days, sorghum flour and grain still showed retention, respectively, of 62.9 and 77.9% of luteolinidina, 56.1 and 71.4% of apigeninidina, 63.1 and 72.3% of 5 -metoxiluteolinidina and 61.5 and 69.0% of 7-metoxiapigeninidina.

PALAVRAS-CHAVE: *Sorghum bicolor* (L.) Moench, compostos bioativos, antocianinas, cereal sem glúten

KEYWORDS: *Sorghum bicolor* (L.) Moench, bioactive compounds, anthocyanins, gluten-free cereal

1 – INTRODUÇÃO

Por sua versatilidade e facilidade de produção, estima-se que o sorgo tem sido utilizado como o alimento básico de mais de 500 milhões de pessoas que vivem em países, principalmente, da África e da Ásia. Nesses países, o cereal chega a suprir 70 % da ingestão calórica diária tendo, dessa forma, papel fundamental na segurança alimentar (Mutisya et al., 2009). No Brasil e na maioria dos demais países, utiliza-se o sorgo basicamente na alimentação animal. No entanto, o interesse no uso desse cereal como alimento humano tem crescido em diversos países devido à presença de amido resistente, altos teores de fibra dietética e diversos compostos bioativos (Awika e Rooney, 2004), os quais contribuem positivamente para nutrição e saúde dos indivíduos.

Entre os compostos bioativos presentes no sorgo, as 3-deoxiantocianidinas (3-DXAs), que compreendem as luteolinidinas e as apigeninidinas e seus derivados metoxilados, 5-metoxiluteolinidina e 7-metoxiapigeninidina, se destacam por sua capacidade antioxidante e, também, por seu potencial como corante na indústria de alimentos (Awika & Rooney, 2004; Kil et al., 2009; Devi et al., 2012). As 3-DXAs do sorgo são assim denominadas por não apresentarem o grupo hidroxila na posição C-3 (Clifford, 2000). Essa característica exclusiva das 3-DXAs existente nesse cereal, possibilita uma maior estabilidade em pH elevado, quando comparadas com aquelas comumente encontradas em hortaliças e frutas (Mazza & Brouillard, 1987; Awika & Rooney, 2004; Devi et al., 2012).

Entretanto, fatores como pH, temperatura, presença de oxigênio e enzimas, bem como, a interação com outros componentes do alimento como ácido ascórbico, íons metálicos, açúcares e copigmentos podem influenciar a estabilidade de pigmentos como as antocianinas (Jackman & Smith, 1992; Bakhshayeshi et al., 2006). Além desses, fatores genéticos e ambientais também podem ter efeito sobre esses compostos (Awika & Rooney, 2004).

Cardoso et al. (2014) avaliaram o efeito do processamento doméstico com calor seco e calor úmido sobre os compostos bioativos do sorgo e constataram que o calor seco não afeta o teor das 3-DXAs e dos compostos fenólicos e nem a atividade antioxidante, porém, o calor úmido provoca menor retenção desses compostos.

Não há, na literatura, estudos sobre o efeito da temperatura e do tempo de armazenamento sobre os teores de 3-DXAs do sorgo sendo esse o objetivo do presente trabalho.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

Foi utilizado o genótipo SC 319, de coloração de pericarpo marrom, cultivado nos campos experimentais da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil. O plantio foi realizado na safra 2012/2013, com espaçamento entre as plantas de 0,5 entre fileiras e 10 plantas por metro, com adubação N-P-K (8-28-16). A colheita dos grãos ocorreu em abril de 2013. Após a colheita os grãos foram trilhados e armazenados a -18 °C até sua utilização nos experimentos.

Para obtenção de farinha integral de sorgo os grãos inteiros foram moídos em moinho Hawos. A granulometria final foi de 0,5 mm.

As amostras de grãos íntegros e de farinha de sorgo foram acondicionadas em embalagens individuais de polipropileno vedadas, em três repetições cada e, posteriormente, colocadas em sacos de papel ao abrigo da luz. As amostras foram armazenadas por 60 ou 180 dias em câmaras com controle de temperatura tipo B.O.D (SOLAB 200/334) com três temperaturas distintas, 4±2, 25±2 e 40±2 °C. Nos tempos 0 (zero), 60 e 180 dias de armazenamento as amostras foram retiradas para realização das análises dos perfis das 3-DXAs.

Os teores de luteolinidina (LUT), apigeninidina (API), 5-metoxiluteolinidina (5-MeO-LUT) e 7-metoxiapigeninidina (7 MeO-API) foram determinados por cromatografia líquida de alta eficiência, de acordo com método proposto por Yang et al. (2012) e modificado por Cardoso et al.

(2014).

A identificação foi realizada correlacionando o tempo de retenção e o espectro de absorção dos picos dos padrões e das amostras, analisados sob as mesmas condições. A quantificação de cada composto foi realizada pela comparação das áreas dos picos com aquelas das curvas analíticas construídas por meio da injeção, em duplicata, de seis diferentes concentrações de padrão.

A 5-MeO-LUT e a 7-MeO-API foram quantificadas utilizando padrões de luteolinidina e apigeninidina, respectivamente, aplicando-se fator de correção de peso molecular (Dykes et al., 2009).

Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 3 x 3 (2 produtos x 3 temperaturas x 3 tempos de armazenamento) em três repetições. Os dados foram analisados por ANOVA e as médias submetidas ao teste de Tukey, com probabilidade de erro de 5%, com o auxílio do modelo computacional SISVAR (Ferreira, 2003).

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito do tipo de produto (farinha ou grão), da temperatura e das interações sobre os teores de 3-DXAs ($p < 0,05$) nos grãos e farinha do genótipo de sorgo SC319. Apenas o tempo de armazenamento influenciou o teor desses compostos (**Tabela 1**).

Tabela 1 - Conteúdo das 3-dexiantocianidinas (3-DXAs)^A em grãos e em farinha de sorgo em função do tempo e da temperatura de armazenamento

3-DXAs	Tempo de armazenamento (dias)	Grãos				Farinha											
		Temperatura de armazenamento (°C)															
		4	25	40	Média	4	25	40	Média								
µg/g (b.s.)				Retenção ^C				µg/g (b.s.)				Retenção ^C					
LUT	0	59,6	59,6	59,6	59,6a					51,7	51,7	51,7	51,7a				
	60	50,5	40,4	37,5	39,5b					42,1	42,5	44,0	42,9b				
	180	38,9	41,1	34,0	38,0b	62,9%				42,0	41,0	37,7	40,3b	77,9%			
API	0	29,6	29,6	29,6	29,6a					25,2	25,2	25,2	25,2a				
	60	18,7	17,8	18,2	18,2b					18,5	19,1	19,8	19,1b				
	180	18,6	18,0	13,3	16,6b	56,1%				19,7	18,1	16,2	18,0b	71,4%			
5-MeO-LUT	0	52,3	52,3	52,3	52,3a					49,5	49,5	49,5	49,5a				
	60	38,7	36,4	38,9	38,0b					37,3	38,8	38,3	38,1b				
	180	31,8	36,4	30,9	33,0b	63,1%				35,8	36,6	35,1	35,8b	72,3%			
7-MeO-API	0	22,6	22,6	22,6	22,6a					21,6	21,6	21,6	21,6a				
	60	16,3	15,2	15,6	15,7b					16,0	16,0	15,9	16,0b				
	180	13,4	14,5	14,0	14,0b	61,9%				15,0	15,8	13,9	14,9b	69,0%			

^A 3-DXAs: Luteolinidina (LUT), Apigeninidina (API), 5-Metoxiluteolinidina (5-MeO-LUT) e 7-Metoxiapigeninidina (7-MeO-API)

^B Resultados expressos em µg/g (peso seco), médias de três repetições.

^C % de retenção em 180 dias.

Médias seguidas de mesmas letras nas colunas são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O armazenamento à temperatura de 40 °C não afetou significativamente o conteúdo das 3-DXAs, apresentando o mesmo comportamento verificado nas temperaturas de 4 e 25 °C. A ausência

de efeito da temperatura no teor das 3-DXAs demonstrou que essas antocianinas encontradas nos grãos de sorgo são mais estáveis às diferenças de temperatura que aquelas encontradas em frutas e vegetais, cuja temperatura de armazenamento é fundamental para sua conservação, corroborando as afirmações feitas por Awika & Rooney (2004) e Devi et al. (2012).

Corroborando o presente estudo, Cardoso et al., (2014) constataram que o conteúdo das 3-DXAs não foi afetado por diferentes tratamentos submetidos ao calor seco. Devi et al. (2012) também observaram que as 3-DXAs em extratos de farelo de sorgo vermelho foram estáveis a variações de temperatura, luz e pH.

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) para os teores de todas as 3-DXAs, tanto nos grãos quanto nas farinhas de sorgo do tempo 0 (zero) para o 60º dia. Entretanto, não houve diferença entre os tempos 60 e 180 dias para as quatro variáveis, em ambas matrizes analisadas (**Tabela 1**).

Embora tivessem ocorrido perdas ao longo do armazenamento, aos 180 dias as amostras ainda apresentaram retenção de 63,77% de luteolinidina e 57,08% de apigeninidina nos grãos e 76,07% de luteolinidina e 71,59% de apigeninidina nas farinhas (**Tabela 1**).

Não foram encontrados na literatura trabalhos que demonstrassem o efeito do tempo de armazenamento sobre a estabilidade das antocianinas do sorgo. Entretanto, Mugode et al. (2014) reportaram significantes perdas de outro importante composto bioativo, o β -caroteno, em milho logo nos 15 primeiros dias de armazenamento (retenção de 52–56%) os quais estabilizaram após esse período, permanecendo com retenção de cerca de 30% após 180 dias de armazenamento. Essa retenção foi bem menor que aquela observada para as 3-DXAs do sorgo mostrada no presente trabalho, para o mesmo período de armazenamento.

Os resultados do presente trabalho indicaram uma maior estabilidade dos compostos em estudo frente às temperaturas de 4, 25 e 40 °C no período de 180 dias de armazenamento o que sugere que grãos e farinhas de sorgo podem ser armazenados em temperatura ambiente, levando em consideração a diversidade das temperaturas em determinadas regiões. A estabilidade das 3-DXAs que grãos e farinhas apresentaram durante o tempo de armazenamento por um período de 6 meses foi um resultado inédito de grande relevância.

4 – CONCLUSÕES

As diferentes temperaturas testadas (4, 25 e 40 °C) não exerceram influência sobre os teores de 3-deoxiantocinidinas no grão e na farinha de sorgo. Apenas o tempo de armazenamento teve efeito sobre o teor desses compostos.

Embora tenham ocorrido perdas nos teores das 3-DXAs tanto dos grãos quanto da farinha de sorgo ao longo do armazenamento ao final dos 180 dias, constatou-se retenção acima de 60% para luteolinidinas, 5-metoxiluteolinidina e 7-metoxiapigeninidina e acima de 50% para apigeninidinas.

5 – AGRADECIMENTOS

À Embrapa pelo apoio financeiro e ao CNPq e Fapemig pela concessão de bolsas de iniciação científica.

6 - REFERÊNCIAS

- Awika, J. M., & Rooney, L. W. (2004). Sorghum phytochemicals and their potential impact on human health. *Phytochemistry*, 65, 1199–1221.
- Bakhshayeshi, M. A, Khayami, M., Heidari, R., & Jamei, R. (2006). The effects of light, storage temperature, pH and variety on stability of anthocyanin pigments in four *Malus* varieties. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 9(3), 42.
- Cardoso, L. M., Montini, A. T., Pinheiro, S. S., Pinheiro-Sant'ana, H. M., Martino, H. S. D., & Moreira, A. V. B. (2014). Effects of processing with dry heat and wet heat on the antioxidant profile of sorghum. *Food Chemistry*, 152, 210-217.
- Clifford, M. N. (2000). Anthocyanin – nature, occurrence and dietary burden. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, 1063-1072.
- Devi, P. S., Saravanakumar. M., & Mohandas, S. (2012). The effects of temperature and pH on stability of anthocyanins from red sorghum (*Sorghum bicolor*) bran. *African Journal of Food Science*, 6(24), 567-573.
- Dykes, L., Seitz, L. M., Rooney, W. L., & Rooney, L. W. (2009). Flavonoid composition of red sorghum genotypes. *Food Chemistry*, 116(1), 313–317.
- Ferreira, D. F. (2003). *Programa SISVAR: sistema de análise de variância: versão 4,6*. Lavras: DEX/UFLA.
- Jackman, R. L., & Smith, J. L. (1992). Anthocyanins and betalains. In: Hendry, G. A. F., Houghton, J. D. *Natural food colorants*. New York-USA: AVI.
- Kil, H. Y., Seong, E. S., Ghimire, B. K., Chung, I-Min., Kwon, S. S., Goh, E. J., Heo, K., Kim, M. J., Lim, J. D.; Lee, D., & Yu, C. Y. (2009). Antioxidant and antimicrobial activities of crud sorghum extract. *Food Chemistry*, 115, 1234-1239.
- Mazza, G., & Brouillard, R. (1987). Color stability and structural transformations of cyaniding 3, 5-diglucoside and four 3-deoxyanthocyanins in aqueous solutions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 35, 422–426.
- Mugode, L., Ha, B., Kaunda, A., Sikombe, T., Phiri, S., Mutale, R., Davis, C., Tanumihardjo, S., & Moura, F. F. (2014). Carotenoid Retention of Biofortified Provitamin A Maize (*Zea mays* L.) after Zambian Traditional Methods of Milling, Cooking and Storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(27), 6317-6325.
- Mutisya, J., Sun, C., Rosenquist, S., Baguma, Y., & Jansson, C. (2009). Diurnal oscillation of SBE expression in sorghum endosperm. *Journal of Plant Physiology*, 166, 428-434.
- Yang, L., Allred, K. F., Geera, B., Allred, C. D., & Awika, J. M. (2012). Sorghum phenolics demonstrate estrogenic action and Induce apoptosis in nonmalignant colonocytes. *Nutrition and Cancer*, 64(3), 419–427.