

Efeito do armazenamento nos teores de compostos bioativos, textura e cor de pães integrais sem glúten à base de farinha de sorgo¹

Quele Cristina Pereira Teixeira² e Valéria Aparecida Vieira Queiroz²

¹Trabalho financiado pelo CNPq

² Estudante, Universidade Federal de São João del-Rei, Bolsista PIBIC do Convênio CNPq/Embrapa

³ Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo

Introdução

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) é um dos cereais mais importantes na atualidade e, por ser resistente ao estresse hídrico e facilmente adaptável, é muito utilizado na alimentação humana em países de clima semiárido (Andrade Neto et al., 2010). O sorgo é um cereal sem glúten e possui diversos compostos bioativos em sua composição, como os ácidos fenólicos, os taninos e as antocianinas, os quais estão relacionados com a prevenção de doenças (Dykes et al., 2009).

Os compostos fenólicos são substâncias de estrutura variável, derivados do metabolismo secundário de plantas, sendo caracterizados como multifuncionais (Angelo; Jorge, 2007). Os taninos são polifenóis que possuem elevado peso molecular e alta atividade antioxidante, no entanto, apresentam sabor adstringente e ação antinutricional (Naumann et al., 2017). Assim como os taninos, as antocianinas pertencem ao grupo dos flavonoides e são pigmentos solúveis com significativa ação antioxidante (Queiroz et al., 2018).

Com a demanda crescente por novos produtos que não contenham glúten, o sorgo é uma alternativa interessante, pois, é um ingrediente que pode ser utilizado não apenas por pessoas intolerantes, mas também por aquelas que buscam uma alimentação mais saudável, com viés funcional (Araújo et al., 2010).

Diante disso, este trabalho propôs produzir pães integrais sem glúten, com farinhas de sorgo com alto teor de taninos, bem como avaliar a estabilidade dos compostos bioativos, textura e cor dos produtos, durante o seu armazenamento.

Material e Métodos

Foram utilizados, para a fabricação dos pães, farinhas integrais de sorgo dos genótipos SC 319 e BRS 305, ambos de pericarpo marrom e com taninos, cultivados nos campos experimentais da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas-MG. As farinhas foram moídas em moinho tipo ciclone marca Marconi, (modelo TE-020), com peneira de granulometria de 0,5 mm.

Elaboração dos produtos: Foram produzidos três pães para cada genótipo utilizado, sendo que cada pão foi considerado uma repetição. Estes foram cortados em 16 fatias de 1,5 cm de espessura, embalados em grupo de três unidades e armazenados a -18 °C até

o dia das análises, que foram realizadas em quatro tempos: T1 (1º dia após produção dos pães), T2 (10º dia), T3 (20º dia) e T4 (30º dia). Para as análises, as fatias foram descongeladas e moídas em moinho marca IKA (modelo A11 *basic* S32). As análises dos compostos bioativos foram realizadas, em duplicata, no Laboratório de Segurança Alimentar (LSE) da Embrapa Milho e Sorgo.

Análise de compostos bioativos: Realizou-se a determinação dos compostos fenólicos, seguindo a metodologia proposta por Kaluza et al. (1980) com o reagente Folin-Ciocalteu. A determinação da atividade antioxidante foi feita de acordo com o método de Awika et al. (2003). Na determinação dos taninos totais, seguiu-se a metodologia proposta por Price et al. (1978), utilizando-se o método modificado vanilina/HCl. O teor de antocianinas totais foi determinado pelo método de Yang et al. (2012) em Cromatógrafo Líquido de Alta Performance (CLAE). O teor de água foi analisado em estufa a 105 °C por 24 horas.

Análises físicas: As análises físicas foram realizadas nos Laboratórios de Análise de Alimentos e de Embalagens, da Universidade Federal de São João del-Rei, *Campus* Sete Lagoas. A análise

de firmeza foi realizada seguindo o método oficial da American Association of Cereal Chemists – AACC 74-09 (American Association of Cereal Chemists, 1995). As análises colorimétricas foram realizadas em colorímetro Konica (modelo Minolta cr400), analisando-se os parâmetros de cor do sistema Cielab (L^* , a^* e b^*).

Análise estatística: Os dados obtidos foram analisados por ANOVA, com comparação das médias pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o software SISVAR.

Resultados e Discussão

Em todos os tempos avaliados, houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os genótipos SC 319 e BRS 305 para o conteúdo de compostos fenólicos, taninos, antocianinas e atividade antioxidante, sendo que aquelas do genótipo SC 319 apresentaram maiores teores de todos esses compostos (Tabela 1).

Ao longo do armazenamento, a atividade antioxidante e os teores de compostos fenólicos e de antocianinas sofreram redução em ambos os genótipos, sendo que as amostras do SC 319 se mantiveram constantes após o 10º dia. Os teores médios encontrados para os genótipos SC 319 e BRS 305 foram de 2,3 e 1,6 mg GA g⁻¹, respectivamente. Estes valores foram maiores do que os encontrados no trabalho realizado por Phattanakulkaewmorie et al. (2011), que verificaram que o pão à base de farinha de trigo apresentou teores de 0,95 mg GA g⁻¹ de compostos fenólicos totais, mostrando o potencial do sorgo como um alimento rico nutricionalmente. Oliveira et al.

(2017) avaliaram a estabilidade de antocianinas em grãos e farinha de sorgo, e também encontraram redução de antocianinas após 180 dias. De acordo com Pietta et al. (2003), muitos fatores influenciam a estabilidade de antocianinas, como calor e luz durante o processamento. O conteúdo de taninos dos pães integrais produzidos com a farinha de sorgo se manteve constante durante todo o período de armazenamento das amostras do SC 319. Entretanto, os pães do BRS 305, apresentaram perdas de taninos a partir do 20º dia. De acordo com Benevides et al. (2013), a redução dos taninos pode estar associada com a formação de complexos com outros componentes dos grãos, como proteínas e minerais. A atividade antioxidante reduziu em função da redução dos demais compostos durante o armazenamento. Embora tenham ocorrido perdas, ao final do armazenamento, houve retenção de 65 e 80% para fenólicos totais, 77 e 67% para antocianinas, 85 e 92% para taninos e 60 e 50% para atividade antioxidante, respectivamente para os genótipos BRS 305 e SC 319.

Tabela 1. Teores de compostos bioativos* em pães de sorgo produzidos com os genótipos BRS 305 e SC 319 ao longo do armazenamento por 30 dias.

Genótipo	Tempo de armazenamento (dias)								
	Compostos fenólicos totais (mg GA g ⁻¹)								
	1	10	20	30	Retenção				
	%								
BRS 305	2,24	Ba	1,59	Bb	1,34	Bc	1,45	Bbc	65%
SC 319	2,77	Aa	2,10	Ab	2,12	Ab	2,21	Ab	80%
	Antocianinas totais (µg g ⁻¹)								
	1	10	20	30					
BRS 305	7,12	Ba	6,16	Bab	6,26	Bab	5,47	Bb	77%
SC 319	10,07	Aa	8,77	Aa	7,33	Ab	6,79	Ab	67%
	Taninos (mg CA g ⁻¹)								
	1	10	20	30					
BRS 305	2,19	Bab	1,97	Bab	2,29	Ba	1,86	Bb	85%
SC 319	3,26	Aa	2,99	Aa	3,19	Aa	2,99	Aa	92%
	Atividade antioxidante (µmol TE g ⁻¹)								
	1	10	20	30					
BRS 305	42,95	Ba	37,70	Bb	26,76	Bc	25,84	Bc	60%
SC 319	58,78	Aa	53,37	Ab	37,23	Ac	29,18	Ad	50%

*Média de 3 repetições, DP: desvio padrão

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Na Tabela 2, em todos os tempos, observa-se diferença significativa ($p < 0,05$) entre os genótipos em relação aos parâmetros L* (Luminosidade, varia do claro ao escuro) e a* (varia de verde ao vermelho), nas medidas da crosta e do miolo das fatias dos pães, mostrando que as amostras do SC 319 eram mais escuras e avermelhadas que as do BRS 305. Contudo, o parâmetro b* (varia do azul ao amarelo) não diferiu

significativamente ($p>0,05$) entre os genótipos. Ao longo do armazenamento os valores de L^* diminuíram nos pães do BRS 305, portanto, tornando-se mais escuros, mas não houve diferença para os pães SC 319. Quanto aos valores de a^* e b^* , não houve diferença ao longo do armazenamento dos pães de ambos genótipos. Corroborando o presente trabalho, Phattanakulkaewmorie et al. (2011), ao avaliarem valores de $L^*a^*b^*$ para crosta e miolo de pães feitos com uma proporção 50:50 de farinha de sorgo e de mandioca, verificaram que este pão ficou mais claro (valor de L^* maior) e com tonalidade mais amarelada (valor de b^* maior) do que os pães dos genótipos BRS 305 e SC 319 do presente trabalho.

Tabela 2. Análise da cor* (valores em L^* , a^* e b^*) de pães de sorgo produzidos com os genótipos BRS 305 e SC 319 ao longo do armazenamento por 30 dias.

Genótipo	Tempo de armazenamento (dias)							
	1		10		20		30	
BRS 305	45,90	Aa	43,61	Aab	43,32	Ab	42,33	Ab
	37,69	Ba	37,06	Ba	37,59	Ba	35,97	Ba
SC 319	Superior a							
	1		10		20		30	
BRS 305	8,30	Ba	8,54	Ba	8,37	Ba	8,27	Ba
SC 319	10,12	Aa	10,09	Aa	9,82	Aa	9,96	Aa
BRS 305	Superior b							
	1		10		20		30	
BRS 305	13,17	Aa	13,36	Aa	12,82	Aa	13,19	Aa
SC 319	12,32	Aa	12,2	Aa	11,69	Aa	11,98	Aa
BRS 305	Lateral L							
	1		10		20		30	
BRS 305	45,68	Aab	43,68	Ab	44,54	Aab	46,41	Aa
SC 319	38,58	Bab	36,89	Bb	36,86	Bb	39,46	Ba
BRS 305	Lateral a							
	1		10		20		30	
BRS 305	6,35	Ba	6,34	Ba	6,75	Ba	6,06	Ba
SC 319	8,60	Aa	8,45	Aa	8,87	Aa	8,34	Aa
BRS 305	Lateral b							
	1		10		20		30	
BRS 305	10,25	Aa	10,05	Aa	10,10	Ba	10,47	Aa
SC 319	10,65	Aa	10,39	Aa	10,60	Aa	10,89	Aa

*Média de 3 repetições, DP: desvio padrão

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Na Tabela 3, verifica-se diferença significativa ($p<0,05$) entre os genótipos, sendo que o SC 319 comportou-se com maior firmeza que o genótipo BRS 305, com valores médios de $58,80 \pm 3,25$ N e $43,69 \pm 7,24$ N, respectivamente. Contudo, a firmeza dos pães permaneceu constante durante todo o armazenamento ($p>0,05$).

Abdelghafor et al. (2011), ao estudarem a firmeza de pães feitos com farinha de sorgo (20%) e de trigo (80%), verificaram firmeza de 21,15 N, valor bem menor que os encontrados no presente trabalho (41,01 N e 59,34 N). Segundo Becker et al. (2007), o glúten é um complexo proteico que garante viscosidade e elasticidade à massa de pães, diminuindo sua firmeza, e produtos livres desta proteína são mais firmes.

Tabela 3. Análise de firmeza*(N) de pães de sorgo produzidos com os genótipos BRS 305 e SC 319 ao longo do armazenamento por 30 dias.

Genótipo	Tempo de armazenamento (dias)							
	1		10		20		30	
	Firmeza (N)							
BRS 305	41,01	Ba	44,26	Ba	41,50	Aa	47,98	Ba
DP	8,16		7,67		6,67		6,44	
SC 319	59,34	Aa	59,43	Aa	52,44	Aa	64,00	Aa
DP	5,68		2,44		0,42		4,48	

*Média de 3 repetições, DP: desvio padrão

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Conclusão

Os pães produzidos com a farinha do genótipo de sorgo SC 319 apresentaram maiores teores de compostos fenólicos, antocianinas, amido resistente e atividade antioxidante, maior firmeza e coloração mais escura que os pães feitos com o BRS 305. Esses resultados são devidos às diferenças genéticas intrínsecas a cada genótipo, visto terem sido ambos cultivados no mesmo ambiente e na mesma época, e os produtos terem recebido os mesmos tratamentos.

Ao final do armazenamento por 30 dias houve retenção acima de 65% nos teores de fenólicos totais, 67% de antocianinas, 85% de taninos e 50% de atividade antioxidante, para ambos os genótipos. Dessa forma, as farinhas de sorgo desses genótipos podem ser opções saudáveis para produção de alimentos sem glúten, tanto para pessoas celiacas quanto não celiacas.

Referências

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Method 74-09**: bread firmness by Universal Testing Machine, in approved methods AACC. 9th ed. St Paul, 1995. v. 2.

ABDELGHAFOR, R. F.; MUSTAFA, A. I.; IBRAHIM, A. M. H.; KRISHNAN, P. G. Quality of bread from composite flour of sorghum and hard white winter wheat.

Advance Journal of Food Science and Technology, v. 3, n. 1, p. 9-15, 2011.

ANDRADE NETO, R. C.; MIRANDA, N. O.; DUDA, G. P.; GÓES, G. B.; LIMA, A. S. Crescimento e produtividade do sorgo forrageiro BR 601 sob adubação verde. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 2, p. 124-130, 2010.

ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos: uma breve revisão. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 66, n. 1, p. 1-9, 2007.

ARAÚJO, H. M. C.; ARAÚJO, W. M. C.; BOTELHO, R. B. A.; ZANDONADI, R. P. Doença celíaca, hábitos e práticas alimentares e qualidade de vida. **Revista de Nutrição**, v. 23, n. 3, p. 467-474, maio/jun. 2010.

AWIKA, J. M.; ROONEY, L. W.; WU, X.; PRIOR, R. L.; CISNEROS-ZEVALLOS, L. Screening methods to measure antioxidant activity of sorghum (*Sorghum bicolor*) and sorghum products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, p. 6657-6662, 2003.

BECKER, D.; FOLCK, A.; KNIES, P.; LÖRZ, H.; WIESER, H. Silencing the α -gliadins in hexaploid bread wheat. In: LOOKHART, G. L.; NG, P. K. W. (Ed.). **Gluten proteins**. St Paul: AACC, 2007. p. 86-89.

BENEVIDES, C. M. J.; SOUZA, R. D. B.; SOUZA, M. V.; LOPES, M. V. Fatores antinutricionais em vegetais. **Alimentos e Nutrição**, v. 24, n. 3, p. 321-327, jul./set. 2013.

DYKES, L.; SEITZ, L. M.; ROONEY, W. L.; ROONEY, L. W. Flavonoid composition of red sorghum genotypes. **Food Chemistry**, v. 116, n. 1, p. 313-317, 2009.

KALUZA, W. Z.; MCGRATH, R. M.; ROBERTS, T. C.; SCHRÖDER, H. H. Separation of phenolics of *Sorghum bicolor* (L.) Moench grain. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 8, p. 1191-1196, 1980.

NAUMANN, H. D.; TEDESCHI, L. O.; ZELLER, W. E.; HUNTLEY, N. F. The role of condensed tannins in ruminant animal production: advances, limitations and future directions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 46, n. 12, p. 929-949, 2017.

OLIVEIRA, K. G.; QUEIROZ, V. A. V.; CARLOS, L. A.; CARDOSO, L. M.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M.; ANUNCIAÇÃO, P. C.; MENEZES, C. B.; SILVA, E. C.; BARROS, F. Effect of the storage time and temperature on phenolic compounds of sorghum grain and flour. **Food Chemistry**, v. 216, p. 390-398, 2017.

PHATTANAKULKAEWMORIE, N.; PASEEPHOL, T.; MOONGNGARM, A. Chemical compositions and physico-chemical properties of malted sorghum flour and characteristics of gluten free bread. **International Scholarly and Scientific Research & Innovation**, v. 5, n. 9, p. 532-538, 2011.

PIETTA, P.; MINOGGIO, M.; BRAMATI, L. Plant polyphenols: structure, occurrence and bioactivity. **Studies in Natural Products Chemistry**, v. 28, p. 257-312, 2003.

PRICE, M. L.; VAN SCOYO, S.; BUTLER, L. G. A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 26, p. 1214-1218, 1978.

QUEIROZ, V. A. V.; OLIVEIRA, K. G.; PAIVA, C. L.; CARLOS, L. A.; MENEZES, C. B.; BARROS, F. A. R.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M.; ANUNCIACÃO, P. C. Retention of some flavones and flavanones in flour, grain and bran of sorghum during storage. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 17, n. 3, p. 522-534, 2018.

YANG, L.; ALLRED, K. F.; GEERA, B.; ALLRED, C. D.; AWIKA, J. M. Sorghum phenolics demonstrate estrogenic action and induce apoptosis in nonmalignant colonocytes. **Nutrition and Cancer**, v. 64, n. 3, p. 419-427, 2012.