

Efeito do Tempo e da Temperatura de Secagem sobre as Propriedades Térmicas e de Pasta de Amido de Sorgo

110

Moacir Cardoso Elias¹; David Bandeira da Cruz¹; Rosana Colussi¹; Gabriela de Lima Novak¹; Lázaro da Costa Corrêa Cañizares²; Elessandra da Rosa Zavareze¹

RESUMO

Os objetivos deste estudo foram avaliar os efeitos da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento de grãos de sorgo sobre as propriedades térmicas e de pasta do amido. Os grãos de sorgo foram secos em secador estacionário até cerca de 12,5% de umidade na temperatura de secagem ao ar de 45, 65 e 85 °C. Após a secagem, as amostras foram armazenadas durante seis meses a 20 °C. O amido foi isolado e avaliado quanto as propriedades térmicas e de pasta. As propriedades térmicas variaram significativamente, sendo que a maior temperatura inicial (T_o) foi encontrada nos grãos de sorgo secos a 45 °C, a temperatura de pico máximo (T_p) foi semelhante em todos os tratamentos, sendo os valores próximos à 70 °C. A variação de entalpia diminuiu com o tempo de armazenamento, com exceção dos grãos secos a 65 e 85 °C no período de armazenamento de 3 meses. As propriedades de pasta também variaram significativamente, sendo observado que tanto a temperatura de secagem como o período de armazenamento afetam a qualidade dos amidos extraídos.

Palavras chave: Armazenamento, Secagem, Amido, Propriedades tecnológicas.

INTRODUÇÃO

O sorgo é considerado uma excelente fonte de energia tanto para alimentação animal como para a alimentação humana, sendo uma planta que alcança boas

¹Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal de Pelotas. Campus Universitário S/N, 96160-000, Capão do Leão, RS. E-mail: eliasmc@uol.com.br.

²Curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal de Pelotas. Campus Universitário S/N, 96160-000, Capão do Leão, RS. E-mail: lazarocoosta@hotmail.com

produtividades mesmo em condições adversas, nas quais outras espécies não conseguem o desenvolvimento ideal (CRUZ et al., 2015).

Quando destinado ao consumo humano, os grãos devem passar por um pré-processamento o qual pode resultar em alterações na biodisponibilidade de nutrientes e de metabólitos. A secagem permite o armazenamento de grãos por maior tempo, porque diminui o teor de água do produto até níveis que permitam a conservação segura de sua qualidade e de seu valor nutricional (ELIAS et al., 2017). Altas temperaturas utilizadas durante a secagem podem interferir no desempenho da extração de amido e modificar as propriedades físico-químicas dos grânulos de amido recuperados (MALUMBA et al., 2009).

O interesse sobre o efeito da alta temperatura de secagem sobre as propriedades físico-químicas e funcionais do amido têm sido foco de estudo nas últimas décadas (ALTAY & GUNASEKARAN, 2006; HARDACRE & CLARK, 2006; HAROS & MALUMBA et al., 2009). Através da técnica de calorimetria diferencial de varredura (DSC), Haros et al. (2003) concluíram que a alta temperatura de secagem aumenta todas as temperaturas de transição do amido isolado. A alta temperatura de secagem tem efeitos negativos na separação do amido e da proteína durante o processo de extração via úmida. Haros et al., (2003) e Altay e Gunasekaran (2006) observaram que as proteínas remanescentes em amido de milho, possivelmente, reduzem a entrada de água para dentro dos grânulos durante gelatinização, limitando as interações entre água e amido. Estudos reportam o efeito da temperatura de secagem em vários grãos, entretanto, dados sobre o amido de sorgo ainda são escassos na literatura. Perante a importância da secagem e do armazenamento dos grãos de sorgo e seus efeitos sobre as propriedades físico-químicas e nos grânulos de amido, os objetivos deste estudo foram avaliar os efeitos da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento do grão de sorgo sobre as propriedades térmicas e de pasta do amido.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados grãos de sorgo do cultivar BRS 330 produzidos na cidade de Aceguá - Rio Grande do Sul, Brasil, colhidos manualmente com umidade próxima a 22%. Os grãos de sorgo foram secos em secador estacionário até cerca de 12,5% de umidade na temperatura de secagem ao ar de 45, 65 e 85 °C, por um período de secagem de 442 min, 152 min e 67 min, respectivamente. Após a secagem, as amostras foram divididas em porções de 1600 g para armazenamento durante seis meses a 20 °C.

O amido foi isolado dos grãos de sorgo de acordo com a metodologia proposta por Sandhu, Singh e Malhi (2005), no tempo inicial, após três e seis meses, e então avaliado quanto as propriedades térmicas e de pasta. As propriedades térmicas dos amidos foram determinadas de acordo com o método descrito por Vanier et al. (2012)

utilizando calorimetria diferencial de varredura (TA-60WS, Shimadzu, Kyoto, Japão), sendo determinados temperatura inicial (T_o), pico de temperatura (T_p), temperatura final (T_c) e entalpia de gelatinização (ΔH).

As propriedades de pasta dos amidos foram determinadas usando um analisador rápido de viscosidade (RVA-4, Newport Scientific, Austrália) com um perfil de análise padrão 1 (Newport Scientific, 1995). Foram analisados a temperatura de pasta ($^{\circ}\text{C}$), pico de viscosidade (RVU), quebra de viscosidade (RVU), retrogradação (RVU) e viscosidade final (RVU).

A análise das propriedades viscoamilográficas foi realizada em triplicata e os resultados submetidos à análise de variância (ANOVA) e à comparação de médias pelo teste de Tukey, com nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As propriedades térmicas dos amidos de grãos de sorgo secos a 45 $^{\circ}\text{C}$, 65 $^{\circ}\text{C}$ e 85 $^{\circ}\text{C}$ e armazenados por seis meses são apresentados na Tabela 1. A maior temperatura inicial de pico (T_o) foi encontrada nos grãos de sorgo secos a 45 $^{\circ}\text{C}$ (Tabela 1). Malumba et al. (2010) estudaram o efeito de diferentes temperaturas de secagem em grãos de milho, e encontraram comportamento similar.

A temperatura de pico máximo (T_p) foi semelhante em todos os tratamentos, sendo os valores próximos à 70 $^{\circ}\text{C}$ (Tabela 1). O único que ultrapassou esta casa foi o de 45 $^{\circ}\text{C}$ que atingiu o valor de 71,75 $^{\circ}\text{C}$, o mesmo aconteceu nos 3 meses de armazenamento onde os valores novamente ficaram ao entorno de 70 $^{\circ}\text{C}$, porém desta vez o sobressaiu foi o tratamento a 65 $^{\circ}\text{C}$ que apresentou um valor de 72,12 $^{\circ}\text{C}$.

TABELA 1. Propriedades térmicas de amido isolado de sorgo em função da temperatura de secagem e tempo de armazenamento

Temperatura de secagem ($^{\circ}\text{C}$)	T_o ($^{\circ}\text{C}$)			T_p ($^{\circ}\text{C}$)			T_c ($^{\circ}\text{C}$)			ΔH (J/g)		
	Tempo de armazenamento (meses)											
	0	3	6	0	3	6	0	3	6	0	3	6
45	67,9	66,4	66,2	71,6	70,3	70,3	76,2	74,5	75,0	9,3	7,1	8,2
65	66,9	68,3	66,7	70,7	72,1	70,4	75,2	76,6	74,4	8,1	8,9	5,9
85	66,6	67,2	68,9	70,4	70,8	72,6	74,8	75,6	76,6	6,9	12,3	6,0

A temperatura de conclusão de gelatinização (T_c) apresentou uma variação de o maior valor sem armazenamento a 45 $^{\circ}\text{C}$ e a menor a 85 $^{\circ}\text{C}$. Essa diferença foi de 1,41

°C, já para três meses de armazenamento, a variação foi de 2,04 °C sendo a máxima a 65 °C e a mínima a 45 °C.

No tempo inicial de armazenamento a entalpia de gelatinização (ΔH) variou de 6,9 J g⁻¹ nos grãos secos a 85°C a 9,3 J g⁻¹ nos grãos secos a 45°C. Já no tempo intermediário de armazenamento, a temperatura de secagem mais severa apresentou o maior valor de 12,29 J g⁻¹ e o menor valor a 45 °C. Com seis meses de armazenamento os valores reduziram. A entalpia e as temperaturas de gelatinização. Segundo Zhou et al. (2010) ao avaliar as propriedades térmicas de arroz armazenado em diferentes condições verificaram que as mesmas são afetadas pela temperatura e tempo de armazenamento. Ji et al., (2004) postularam a hipótese de que o início temperatura de gelatinização seria uma medida da perfeição de cristais de amido, sendo que cristais menos perfeitos mostram baixas temperaturas de início de gelatinização, entretanto no trabalho não foram encontradas grandes variações, o que indica que não ocorrem grandes alterações na estrutura dos grânulos.

Mudanças nas propriedades e interações das proteínas contribuem para alterações nas propriedades de pasta, principalmente na viscosidade de quebra, pois o número de ligações dissulfídicas aumenta com o armazenamento, sendo estas menos sensíveis a degradação. Ji et al. (2004) sugerem a hipótese de que o início temperatura de gelatinização seria uma medida da perfeição de cristais de amido, sendo que cristais menos perfeitos mostram baixas temperaturas de início de gelatinização.

Houve aumento na temperatura de pasta (Tabela 2) do amido isolado dos grãos secos a 85°C, comparados aos demais tratamentos. Os resultados estão de acordo com relatos da literatura. A maior temperatura de pasta é um indicativo de que mais forças e ligações cruzadas estão atuando no grânulo de amido, fazendo com que seja necessário maior calor para que ocorra o rompimento desta e, logo, a formação de pasta (ZAVAREZE e DIAS, 2011).

De acordo com Sandhu e Singh (2007), a temperatura de pasta (Tabela 2) é aquela em que inicia o aumento da viscosidade do amido. Neste estudo, a temperatura de pasta foi mais elevada na amostra seca a 85°C, e mostrou-se superior durante os 6 meses de armazenamento.

O pico de viscosidade foi maior na amostra seca a 65°C no período inicial, entretanto, com o período de armazenamento a mesma reduziu significativamente ($p < 0,05$). De acordo com Singh et al. (2003) o pico de viscosidade reflete a habilidade dos grânulos para inchar livremente antes de seu esgotamento físico, sendo que amidos, que são capazes de inchamento de um grau elevado também são menos resistentes à diminuição da viscosidade quando utilizados na culinária. De acordo com Paraginski (2013), o teor de amilose e o comprimento e a distribuição das cadeias de amilopectina afetam predominantemente as propriedades de pasta de amido, principalmente a viscosidade máxima.

TABELA 2. Temperatura de pasta e pico de viscosidade de amido isolado de sorgo em função da temperatura de secagem e tempo de armazenamento.

Temperatura de secagem (°C)	Temperatura de pasta (°C)			Pico de viscosidade (RVU)		
	Tempo de armazenamento (meses)					
	0	3	6	0	3	6
45	73,9 ^{ba}	73,5 ^{ba}	74,3 ^{ba}	292,1 ^{ba}	275,9 ^{bb}	274,5 ^{ab}
65	73,8 ^{ba}	73,9 ^{ba}	74,4 ^{ba}	313,6 ^{aa}	280,7 ^{ab}	275,8 ^{ab}
85	75,5 ^{aa}	75,4 ^{aa}	76,4 ^{aa}	239,8 ^{ca}	225,9 ^{cb}	224,0 ^{bb}

*Letras minúsculas diferentes na mesma coluna e letras maiúsculas diferentes na mesma linha, para cada propriedade, diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

A quebra de viscosidade (Tabela 3) variou em função da temperatura de secagem dos grãos de sorgo. Os grãos que foram secos a temperatura de 65 e 85 °C apresentaram uma redução na viscosidade de quebra com o período tempo de armazenamento, sendo observada uma grande redução da viscosidade de quebra no amido dos grãos secos a 65 °C nos 6 meses de armazenamentos, e os menores valores encontrados 85 °C indicando uma maior rigidez dos grânulos. Os resultados estão de acordo com os valores encontrados por Malumba, (2009) onde testou a influência da temperatura de secagem nas propriedades funcionais dos grânulos de amido.

A retrogradação se manteve constante ao longo do tempo apenas no amido dos grãos secos com temperatura de 45°C (Tabela 3). Os maiores valores foram observados na temperatura de 85°C. Estudos realizados com armazenamento de arroz polido mostraram redução dos valores de viscosidade de quebra e elevação dos valores de retrogradação (ZHOU et al., 2003; TANANUWONG; MALILA, 2011) com o aumento do tempo de armazenamento. De acordo com Zhou et al. (2003), a redução no valor de viscosidade de quebra é o índice que melhor explica as alterações durante o armazenamento dos grãos, valores que segundo Noomhorm et al. (1997), indicam uma menor capacidade de rompimentos dos grânulos de amido após o armazenamento, resultado da complexação da amilose, estrutura linear da molécula do amido, com outros constituintes dos grãos, principalmente com proteínas, fortalecendo essas interações, e conseqüentemente, aumentando a estabilidade dos grânulos durante o aquecimento.

A maior viscosidade final (Tabela 3) foi observada no amido isolado dos de sorgo secos a 85 °C, reduzindo ao longo do armazenamento. Os valores mais baixos foram na temperatura de 45°C, com o menor valor aos três meses de armazenamento. Os parâmetros viscoamilográficos ligados a gelatinização são influenciados pela presença, orientação e natureza da superfície das interações do amido com lipídios e proteínas, que são ricos em aminoácidos básicos, que possuem propriedades hidrofílicas, formando ligações glicosídicas e peptídicas (ZHOU et al., 2003; SIRISOONTARALAK; NOOMHORM, 2007).

TABELA 3. Quebra de viscosidade, retrogradação e viscosidade final de amido isolado de sorgo em função da temperatura de secagem e tempo de armazenamento.

Temperatura de secagem (°C)	Quebra de viscosidade (RVU)			Retrogradação (RVU)			Viscosidade final (RVU)		
	Tempo de armazenamento (meses)								
	0	3	6	0	3	6	0	3	6
45	130,6 ^{bB}	146,5 ^{aA}	128,1 ^{aB}	89,5 ^{cA}	87,7 ^{cA}	89,2 ^{bA}	250,8 ^{cA}	217 ^{cC}	235,7 ^{cB}
65	139,5 ^{aA}	123,0 ^{bB}	112,2 ^{bC}	99,4 ^{bA}	95,6 ^{bA}	98,8 ^{aA}	273,5 ^{bA}	253,3 ^{bC}	262,4 ^{bB}
85	59,7 ^{cA}	56,0 ^{cA}	45,7 ^{cB}	112,9 ^{aA}	110,6 ^{aA}	99,5 ^{aB}	292,9 ^{aA}	280,5 ^{aB}	277,9 ^{aB}

*Letras minúsculas diferentes na mesma coluna e letras maiúsculas diferentes na mesma linha, para cada propriedade, diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

A maior interação entre as proteínas com o amido pode reduzir a fragilidade dos grânulos de amido intumescidos, ficando os grânulos inchados menos suscetíveis à desagregação, resultando em maior valor de retrogradação. De acordo com Tananuwong e Malila (2011), grânulos mais inchados são menos resistentes à força de cisalhamento, aumentando a decomposição, sendo que com aumento do tempo de armazenamento, com maior grau de formação de ligação dissulfídicas, formam uma rede de proteínas grande e forte, retardando a absorção de água, e afetando os picos de viscosidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTAY, F.; GUNASEKARAN, S. Influence of drying temperature, water content, and heating rate on gelatinization of corn starches. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.54, p.4235–4245, 2006.

CRUZ, D. B.; SILVA, W. S. V.; SANTOS, I. P. Structural and technological characteristics of starch isolated from sorghum as a function of drying temperature and storage time. **Carbohydrate Polymers**, V.133, p. 46–51, 2015.

ELIAS, M.C.; OLIVEIRA, M.; LANG, G.H.; VANIER, N.L. **Certificação de Unidades Armazenadoras de Grãos e Fibras no Brasil**. Pelotas: Editora Santa Cruz, 2017.

HARDACRE, A.K.; CLARK, S.M. The effect of hybrid and growing environment on the rheological properties of starch and flour from maize (*Zea mays* L.) grain dried at four temperatures. **International Journal of Food Science and Technology**, v.41, p.144-150, 2006.

HAROS, M.; TOLABA, M-P.; SUAREZ, C. Influence of corn drying on its quality for the wet-milling process. **Journal of Food Engineering**, v.60, p.177-184, 2003.

- JI, Y., AO, Z., HAN, J.-A., JANE, J.-L., & BEMILLER, J. N. Waxy maize starch subpopulations with different gelatinization temperatures. **Carbohydrate Polymers**, v.57, p.177–190, 2004.
- MALUMBA, P., JANAS, S., ROISEUX, O., SINNAEVE, G., MASIMANGO, T., SINDIC, M. Comparative study of the effect of drying temperatures and heat-moisture treatment on the physicochemical and functional properties of corn starch. **Carbohydrate Polymers**, v. 79, p. 633–641, 2010.
- MALUMBA, P., MASSAUX, C., DEROANNE, C., MASIMANGO, T., BÉRA, F. Influence of drying temperature on functional properties of wet-milled starch granules. **Carbohydrate Polymers**, v.75, p. 299–306, 2009.
- NOOMHORM, A.; KONGSEREE, N.; PINTANAPONG, N. Effect of aging on the quality of glutinous rice crackers.; **Cereal Chemistry**, v.74, p.12-15, 1997.
- PARAGINSKI, R. T., VANIER, N. L., MOOMAND, K., OLIVEIRA, M., ZAVAREZE, E. R., SILVA, R. M., FERREIRA, C. D., ELIAS, M. C. Characteristics of starch isolated from maize as a function of grain storage temperature. **Carbohydrate Polymers**, v.102, p. 88–94, 2014.
- SANDHU, K. S., SINGH, N., MALHI, N. S. Physicochemical and thermal properties of starches separated from corn produced from crosses of two germ pools. **Food Chemistry**, v. 89, p. 541–548, 2005.
- SANDHU, K.S.; SINGH, N.; Some properties of corn starches II: physicochemical, gelatinization, pasting and gel textural properties. **Food Chemistry**, v.101, p.1499-1507, 2007.
- SINGH, N.; SINGH, J.; KAUR, L.; SODHI, N.S.; GILL, B.S.; Morphological, thermal and rheological properties of starches from different botanical sources. **Food Chemistry**, v.81, n.2, p.219-231, 2003.
- TANANUWONG, K., MALILA, Y. Changes in physicochemical properties of organic hulled rice during storage under different conditions. **Food Chemistry**, v.125, p.179-185, 2011.
- VANIER, N. L., ZAVAREZE, E. R., PINTO, V. Z., KLEIN, B., BOTELHO, F. T., DIAS, A. R. G., ELIAS, M. C. Physicochemical, crystallinity, pasting and morphological properties of bean starch oxidised by different concentrations of sodium hypochlorite. **Food Chemistry**, v. 131, p. 1255–1262, 2012.
- ZAVAREZE, E. R. DIAS, A. R. G. Propriedades físico-químicas, funcionais e aplicações de amido de arroz. In: ELIAS, M. C.; OLIVEIRA, M.; VANIER, N. L. **Qualidade de arroz da pós colheita ao consumo**. Pelotas: Ed. Gráfica Universitária, 2012. p. 161-171.
- ZHOU, Z.; ROBARDS, K.; HELLIWELL, S.; BLANCHARD, C. Effect of rice storage on pasting properties of rice flour. **Food Research International**, v.36, p.625-634, 2003.