

Área: Ciência de Alimentos

EFEITO DO CALOR SOBRE AS PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DE FARINHA DE MILHO

**Letícia Mariane Deloss Güllich^{1*}, Fernando Golin Zanela², Bárbara Thaisi Zago³,
Tatiana Oro³, Luiz Carlos Gutkoski³**

¹Laboratório de Cereais, Curso de Engenharia de Química, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS

*E-mail: le.mariane@hotmail.com

²Laboratório de Cereais, Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS

³Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade de Passo Fundo, RS

RESUMO – O milho é produzido em todos os continentes do mundo e sua importância resulta das diversas formas de utilização, tanto na alimentação humana quanto pela indústria de rações, na elaboração de produtos finais de alta tecnologia. No estudo objetivou-se avaliar o efeito do tratamento térmico, realizado em diferentes temperaturas, nas propriedades reológicas e térmicas de grãos de milho degerminados. O trabalho utilizou duas cultivares de milho, safra 2017, colhidos com elevado teor de umidade e submetidos ao tratamento térmico nas temperaturas de 45 °C, 90 °C e 180 °C. As amostras de milho foram caracterizadas, submetidas à degerminação, moagem e análises laboratoriais. Os resultados foram analisados sob análise de variância (ANOVA), ao nível de 5% de significância e comparadas pelo teste de Tukey a 95% de intervalo de confiança. Os resultados mostraram que a aplicação controlada de calor e umidade modifica as propriedades reológicas e térmicas do milho. As análises demonstraram que a temperatura de 45 °C manteve ao máximo as características tecnológicas do milho sobre propriedades térmicas e de pasta do amido, e os grãos com temperatura de 180 °C apresentaram um comportamento inverso, proporcionaram alterações nas propriedades de pasta nos grânulos. Contudo, mesmo constatando mudanças nas propriedades do milho, este trabalho demonstra que as diferentes temperaturas podem ser aplicáveis na indústria de alimentos, sendo consideradas como tecnologias limpas, pois essas modificações não são geradoras de resíduos prejudiciais à saúde, o que proporciona diferentes características e ampliam assim, a utilização industrial e vida de prateleira do produto.

Palavras-chave: Zea mays, starch, propriedades térmicas

1 INTRODUÇÃO

O milho é um cereal que apresenta grande variabilidade de genótipos, e constitui-se como importante matéria-prima para a elaboração de produtos, possibilitando diversas formas de utilização na indústria de rações, indústria de alimentos e na elaboração de produtos à base de milho. A maior preocupação do consumidor é a presença de contaminantes químicos e biológicos, devido ao desenvolvimento de fungos, bactérias, ácaros e

micotoxinas, que causam a desvalorização devido à redução da produtividade e da qualidade industrial dos grãos de milho.

Para evitar a presença de contaminantes biológicos, a conservação dos grãos precisa atender princípios de boas práticas nas operações de pós-colheita e beneficiamento. As boas práticas para a conservação de grãos de milho precisam ser aplicadas em todas as etapas da cadeia produtiva, entre as operações está a secagem, a qual permite o armazenamento de grãos de milho por maior tempo, porque reduz a água, diminui a atividade microbiana e reações químicas, consequentemente reduz a proliferação de fungos e produção indesejada de micotoxinas, permitindo a conservação segura e a manutenção da qualidade tecnológica e do milho. Esta operação tem sido realizada com grande amplitude de variação de temperatura. Sabe-se que o emprego de temperatura elevada pode afetar as características tecnológicas dos grãos, principalmente o amido. Malumba et al. (2009), demonstraram que altas temperaturas de secagem interferem na extração de amido de milho pelas alterações em propriedades físico-químicas como capacidade de inchamento dos grânulos de amido e solubilidade. A faixa segura de secagem dos grãos seria em torno de 40°C para não ocorrer muitas alterações químicas, porém esta depende da finalidade atribuída aos grãos.

Diante do exposto, tem-se a necessidade de maiores conhecimentos para compreender as alterações provocadas pelo tratamento térmico nas propriedades de grãos de milho. Por isso, o trabalho objetivou estudar o efeito do tratamento térmico sobre as propriedades tecnológicas de pasta de grãos de milho.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Amostras de milho de duas cultivares diferentes foram colhidas com teores de umidade de 25% (M1) e 22% (M2). Após realizados procedimentos para limpeza dos grãos, o tratamento térmico dos grãos de milho de cada cultivar foi realizado em estufas com circulação de ar reguladas nas temperaturas de 45 °C, 90 °C e 180 °C. O tempo de tratamento térmico foi definido pela umidade final, sendo de 13% para o milho seco a 45 °C (padrão) e de 10% nos demais tratamentos.

As amostras secas em estufa e classificadas segundo a legislação vigente foram submetidas à degerminação, com separação da farinha e do farelo foi realizada em moinho colonial. As amostras de grãos de milho degerminado foram moídas a seco em moinho de laboratório (MA600, Marconi, Brasil), com fluxo contínuo de grãos e o material peneirado com emprego de peneira de 40 *mesh*.

Após a moagem, as amostras foram submetidas às análises de teor de amilose, determinado pelo método colorimétrico descrito por Juliano (1971), com pequenas adaptações; determinação do teor de amido danificado, a qual foi realizada em equipamento de laboratório (SDmatic, Chopin, França), realizado conforme o método nº 76-33.01 da AACC (2010); as propriedades de pasta foram avaliadas em analisador rápido de viscosidade (RVA-3D, Newport Scientific, Austrália), equipado com software Termocline for Windows, versão 3.1, de acordo com o método 76-21.01 da AACC (2010); as propriedades térmicas das amostras foram avaliadas utilizando calorímetro diferencial de varredura (DSC – 60, Shimadzu Corporation, Japão).

Os resultados foram analisados com o emprego do programa Statistica 7 através da análise de variância (Anova) e nos modelos significativos as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 95% de intervalo de confiança.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 apresenta-se os resultados da quantificação de amilose, amilopectina e os teores de amido danificado dos grãos de milho submetidos ao tratamento térmico.

Tabela 1 – Amilose, amilopectina e avaliação do amido danificado do milho, conforme o teor de umidade que foram colhidos e suas diferentes temperaturas no tratamento térmico.

Amostras	Amilose g/100g	Amilopectina g/100g	Amido Danificado
M1 45°C	33,31 Aa ±0,01	66,69 Aa ±0,03	5,40 Aa ±0,09
M1 90°C	30,12 Ab ±0,02	69,88 Ab ±0,01	4,14 Ab ±0,02
M1 180°C	31,49 Ab ±0,02	68,51 Ac ±0,01	4,70 Ac ±0,06
M2 45°C	32,76 Ba ±0,02	67,24 Ba ±0,02	4,81 Ba ±0,09
M2 90°C	32,61 Ba ±0,01	67,39 Ba ±0,03	4,54 Ba ±0,21
M2 180°C	30,90 Bb ±0,03	69,10 Bb ±0,02	4,64 Ba ±0,14

Médias aritméticas simples de três repetições ± desvio padrão.

* Letras diferentes na mesma coluna, diferem estatisticamente ($p < 0,05$)

* Letras maiúsculas na mesma coluna, estão relacionadas a classificação do milho, conforme o teor de umidade que foram colhidos M1 com 22% de umidade, refere-se a letra A e M2 com 25% de umidade está correspondente a letra B.

Conforme os resultados, não houve alterações nos valores de amilose e amilopectina quando as amostras foram submetidas a diferentes temperaturas. O amido pode apresentar diferentes teores de amilose. Nos valores encontrados de amido danificado na Tabela 1, houve uma pequena diferença entre as amostras, provavelmente causadas pela moagem dos grãos nas etapas de quebra e redução do grão através da intensidade do processo.

A Tabela 2 apresenta os resultados dos amidos de milho em relação a temperatura de gelatinização, viscosidade máxima, viscosidade mínima e tendência a retrogradação.

Tabela 2 - Propriedades de pasta dos amidos conforme suas diferentes temperaturas no tratamento térmico.

Milho	Viscosidade Máxima RVU**	Quebra RVU**	Viscosidade Final RVU**	Tendência a Retrogradação RVU**
M1 45°C	314,86 Aa ±5,65	141,40 Aa±3,41	389,25 Aa±2,65	215,78 Aa±4,55
M1 90°C	267,39 Ab ±7,10	122,97 Ab±7,63	340,11 Ab±5,10	195,70 Ab±5,20
M1 180°C	213,75 Ac ±2,94	26,46 Ac±9,65	412,00 Aa±6,90	224,71 Aa±3,45
M2 45°C	296,11 Ba ±5,85	138,33 Ba±5,05	368,06 Ba±9,30	210,28 Ba±2,60
M2 90°C	302,42 Ba ±7,13	97,50 Bb±6,05	446,86 Bb±8,42	247,61 Bb±4,22
M2 180°C	233,03 Bb ±6,92	18,00 Bc±8,55	462,55 Bc±7,66	247,53 Bb±6,50

Médias aritméticas simples de três repetições ± desvio padrão

* Letras diferentes na mesma coluna, diferem estatisticamente ($p < 0,05$)

* Letras maiúsculas na mesma coluna, estão relacionadas a classificação do milho, conforme o teor de umidade que foram colhidos M1 com 22% de umidade, refere-se a letra A e M2 com 25% de umidade está correspondente a letra B.

** RVU: Rapid Visco Unit

De acordo com os resultados, amidos submetidos a altas temperaturas tiveram a viscosidade máxima e a quebra da viscosidade reduzidas pelo tratamento térmico, ou seja, o calor alterou a capacidade de absorção de água pelos grânulos de amido por modificar as estruturas de suas cadeias principais, amilose e amilopectina, principais determinantes para a formação de pastas viscosas de amido. Além disso, o calor induziu à perda da integridade granular, causando lixiviação da amilose e perdas acentuadas de viscosidade.

A viscosidade final e a tendência de retrogradação do amido reduziram com o aumento do teor de umidade dos tratamentos, ou seja, amidos com tratamento térmico a 45 °C e umidade estimada a 13% obtiveram valores mais baixos desses teores, o que reflete maior estabilidade ao armazenamento dos produtos finais. Na tendência a retrogradação do amido de milho foram observados os maiores valores nas amostras submetidas ao tratamento térmico com temperatura de 180 °C devido as mudanças que ocorrem nas propriedades de pasta pelo calor, estas modificações têm associação com as cadeias dentro da região amorfa do grânulo e sua cristalização durante o tratamento (MALUMBA et al., 2010).

Na Tabela 3 observam-se os resultados da análise térmica de calorimetria exploratória diferencial das amostras que foram submetidas a diferentes temperaturas, dos milhos M1 e M2.

Tabela 3 - Resultados de DSC dos grãos de milho (M1 e M2) submetidos a três diferentes temperaturas no tratamento térmico.

Amostras	Temp. Inicial	Temp. Pico	Temp. Final	Entalpia de Gelatinização (J.g ⁻¹)
M1 45°C	24,85 Aa± 1,08	76,07 Aa± 3,02	123,09 Aa± 1,20	212,18 Aa± 0,90
M1 90°C	22,93 Aa± 1,01	76,83 Aa ± 3,00	116,13 Ab± 0,87	288,29 Ab± 0,88
M1 180°C	24,55 Aa± 1,10	93,61 Ab± 1,50	131,3 Ac± 1,01	294,32 Ac± 0,80
M2 45°C	24,87 Ba± 1,50	70,89 Ba± 2,08	125,49 Ba± 1,05	197,73 Ba± 1,01
M2 90°C	24,82 Ba± 0,80	71,82 Ba± 2,20	129,82 Bb± 0,91	180,80 Bb± 0,79
M2 180°C	24,41 Ba± 1,11	85,46 Bb± 1,23	129,93 Bb± 0,95	259,52 Bc± 0,81

Médias aritméticas simples de três repetições ± desvio padrão.

* Letras diferentes na mesma coluna, diferem estatisticamente ($p < 0,05$)

* Letras maiúsculas na mesma coluna, estão relacionadas a classificação do milho, conforme o teor de umidade que foram colhidos M1 com 22% de umidade, refere-se a letra A e M2 com 25% de umidade está correspondente a letra B.

Pode-se verificar que o tratamento térmico influenciou significativamente no pico de gelatinização e na temperatura final das amostras avaliadas. Com estes resultados foi possível observar que a temperatura de reação do material analisado, e as diferenças de valores na entalpia, foram crescentes conforme a temperatura inicial do tratamento térmico, podendo estar relacionadas ao tipo de desordem dos cristais no grânulo devido as diferentes temperaturas que os grãos de milhos foram submetidos. O aquecimento dos grânulos com uma temperatura elevada causa irreversibilidade da gelatinização, sendo que, através da calorimetria diferencial de varredura consegue-se observar a perda da cristalinidade e diminuição do grau de refração dos grânulos de amido. Quando a concentração de água é limitada e o amido de milho possui alterações na sua composição química, a gelatinização não ocorrerá completamente, observando que a temperatura final, bem como a entalpia de gelatinização aumentam os níveis com a diminuição de água (WANG et al., 1991), mostrando que os dados

fornecidos pelo DSC sobre o amido, tem o objetivo de investigar as alterações na estrutura e composição, efeitos da água, através das propriedades de pasta.

4 CONCLUSÃO

As análises demonstraram que a temperatura que manteve ao máximo as características tecnológicas do milho sobre propriedades térmicas e de pasta do amido de milho, foi a 45 °C, e os grãos com temperatura de 180 °C apresentaram um comportamento inverso, proporcionaram alterações nas propriedades físico-químicas e de pasta nos grânulos. Contudo, mesmo constatando mudanças nas propriedades do milho, este trabalho demonstra que as diferentes temperaturas podem ser aplicáveis na indústria de alimentos, pois essas modificações proporcionam diferentes características e ampliam assim, a utilização industrial e vida de prateleira dos produtos à base de milho.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Educação Superior (CAPES) pelo apoio financeiro e a Universidade de Passo Fundo por todo suporte para realização desta pesquisa.

6 REFERÊNCIAS

AACC - AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved Methods of Analysis**. AACC International, St. Paul, MN, U.S.A. 2010.

JULIANO, B.O. A simplified assay for milled rice amylose. **Cereal Science Today**, v.16: p. 334-338, 1971.

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.

MALUMBA, P.; JANAS, S.; ROISEUX, O.; SINNAEVE, G.; MASIMANGO, T.; SINDIC, M.; DEROANNE, C.; BÉRA, F.; Comparative study of the effect of drying temperatures and heat-moisture treatment on the physicochemical and of corn starch. **Carbohydrate polymers**, v.79, p.633-641, 2010.

Wang S.S., Chiang W.C., Zhao B.L., Zheng X.Z. and Kim I.H. (1991). Experimental analysis and computer simulation of starch-water interaction during phase transition. **Journal of Food Science** 56:121124.