

ANÁLISE DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DOS GRÃOS DE MILHO (*Zea mays* L.) DURANTE O PROCESSO DE SECAGEM

WARLY FARIAS DE SOUZA ¹, DOUGLAS ROMEU DA COSTA ², WELINGTON GONZAGA DO VALE ³, JORGE ANTÔNIO VIEIRA GONÇALVES ⁴, WENDEL DE MELO MASSARANDUBA ⁵, JULIANA ARAUJO ALVES DA SILVA ⁶

¹ Eng. Agrícola, Graduando, Depto. de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Sergipe, UFS, São Cristóvão - SE, warly.scep@gmail.com

² Eng. Agrícola e Ambiental, Prof. Dr., Depto. de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Sergipe, UFS, São Cristóvão - SE

³ Eng. Agrícola, Prof. Dr., Depto. de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Sergipe, UFS, São Cristóvão - SE

⁴ Físico, Prof. Dr., Depto. de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Sergipe, UFS, São Cristóvão - SE

⁵ Eng. Agrônomo, Técnico, Depto. de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Sergipe, UFS, São Cristóvão - SE

⁶ Eng. Agrícola, Graduanda, Depto. de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Sergipe, UFS, São Cristóvão - SE

Apresentado no
LIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2024
6 a 8 de agosto de 2024 – Natal – RN, Brasil

RESUMO: O objetivo deste estudo foi analisar as propriedades físicas dos grãos de milho (*Zea Mays* L.) submetidos à secagem em estufa de ventilação forçada, utilizando duas temperaturas do ar (80 e 100 °C). Foram avaliados o teor de água, a massa específica aparente, a massa de mil grãos, a porosidade, o ângulo de repouso, a esfericidade, a circularidade e as trincas. Os resultados indicaram que as propriedades físicas são modificadas com a redução do teor de água durante a secagem. No tratamento 1, observou-se uma diminuição do teor de água de 25,92% para 10,08%, enquanto no tratamento 2 variou de 25,83% para 9,08%. Concluiu-se que a porcentagem média de trincas nos grãos de milho a 80 °C foi 72,7% menor do que a 100 °C. A interação entre tempo e temperatura de secagem influenciou parâmetros como teor de água, massa específica, porosidade e ângulo de repouso.

PALAVRAS-CHAVE: cereal, curva de secagem, qualidade.

ANALYSIS OF THE PHYSICAL PROPERTIES OF CORN GRAINS (*Zea mays* L.) DURING THE DRYING PROCESS

ABSTRACT: The objective of this study was to analyze the physical properties of corn grains (*Zea Mays* L.) subjected to drying in a forced ventilation oven, using two air temperatures (80 and 100 °C). Water content, bulk density, mass of one thousand grains, porosity, angle of repose, sphericity, circularity, and cracks were evaluated. The results indicated that physical properties are altered with the reduction of water content during drying. In treatment 1, a decrease in water content from 25.92% to 10.08% was observed, while in treatment 2, it ranged from 25.83% to 9.08%. It was concluded that the average percentage of cracks in corn grains at 80 °C was 72.7% lower than at 100 °C. The interaction between drying time and temperature influenced parameters such as water content, bulk density, porosity, and angle of repose.

KEYWORDS: Cereal, drying curve, quality.

INTRODUÇÃO: O milho (*Zea mays* L.) entre as culturas de grãos, representa uma grande importância social e econômica em grande parte do mundo, devido à sua ampla forma de utilização e grande valor nutricional, servindo como alimentação animal e humana, matéria prima para indústria de alimentos, química e farmacêutica. No Brasil, o 12º levantamento do boletim de safra de grãos (CONAB, 2023), estima-se uma produção de 131,9 milhões de toneladas, representando um aumento de 16,6% em relação à safra 2021/22. Em Sergipe essa estimativa representa um aumento de 5,4%, ocupando a quarta posição dentre os estados do Nordeste, ficando atrás da Bahia, Maranhão e Piauí, respectivamente. Após a colheita, os grãos de milho não estão prontos para o armazenamento imediato, pois as unidades armazenadoras exigem parâmetros de segurança quanto ao teor de água e ao percentual de impurezas. Dessa forma, é necessário realizar o pré-processamento do produto, que compreendem a pré-limpeza, a secagem e a limpeza (ARAÚJO et al., 2017). A secagem pode ocorrer de forma natural ou artificial, sendo a primeira muito utilizada em Sergipe. Isso se deve à falta de água, seja de chuva, rio ou armazenada, impossibilitando uma segunda safra de grãos. Além disso, o produtor não dispõe de uma estrutura adequada para a secagem e o armazenamento do produto. Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar a variação das propriedades físicas dos grãos de milho submetidos ao processo de secagem artificial.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado no laboratório de Construções Rurais, Energia e Armazenamento de Grãos (CREAG) do Departamento de Engenharia Agrícola (DEAGRI), localizados na Universidade Federal de Sergipe (UFS), em São Cristóvão – SE. O material utilizado foi a variedade de milho híbrido DKB 290 PRO3 da marca DEKALB®, pertencente à Agro Bayer. A variedade apresenta algumas características agrônômicas, tais como ciclo precoce, peso de mil grãos de 466 gramas e grão semiduro. Seu cultivo foi realizado de forma tradicional e colhido manualmente no município de Carira – SE, coordenadas geográficas, Latitude: 10° 21' 20" S, Longitude: 37° 41' 29" W, com o teor de umidade de 26 %, e debulhado por uma debulhadora mecânica. Posteriormente, o milho foi conduzido ao laboratório para as operações de limpeza e amostragem e, em seguida, para a realização do experimento. O delineamento experimental aplicado foi em blocos casualizados em esquema fatorial, com os fatores: Temperatura e Tempo; os níveis dos fatores foram as temperaturas de 80 e 100 °C, e os cinco tempos de secagem; com três repetições. Nas análises físicas os parâmetros verificados foram: o teor de água, a massa específica aparente, a massa de mil grãos, a porosidade, o ângulo de repouso, a circularidade, a esfericidade e o índice de trincas. A determinação das propriedades físicas do produto foi realizada conforme a metodologia proposta por MOSHENIN (1986). Os resultados foram submetidos à análise estatística, começando pela Análise de normalidade dos dados pelo teste Anderson-Darling, a fim de verificar a normalidade do conjunto de valores, seguidos pelos testes de Outlier (Teste de Grubbs), estatística descritiva, análise de variância e das médias comparadas pelo teste de Tukey, todos com o nível de significância de 5% de probabilidade utilizando o software Minitab® 21.4.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O teor de água no decorrer do experimento de secagem artificial com ventilação forçada, nos tratamentos 1 e 2, com temperatura de 80 e 100 °C, respectivamente. Estão representadas na Figura 1. A variação no teor de água do milho durante a secagem, utilizando as temperaturas de 80 e 100 °C seguiu o comportamento esperado. Observa-se que houve a redução de forma semelhantes ao decorrer do tempo de secagem de 8 horas. Os grãos de milho submetidos a secagem de 80 °C apresentaram uma redução no teor de água de 25,92 % para 10,08 %. Já para a temperatura de 100 °C a redução do teor de água foi de 25,83 % para 9,08 no mesmo intervalo de tempo. Na Figura 2, nota-se o comportamento da variação da Massa Específica Aparente, nos tratamentos 1 e 2. Observa-se

que ao longo das 8 horas de secagem ocorreu o aumento de forma gradual a cada ponto de análise no intervalo de 2 horas. Os grãos de milho secos a 80 °C apresentam uma massa específica aparente inicial de 677,86 kg/m³ esse valor aumentou para 759,08 kg/m³ no final da secagem, enquanto os grãos secos a 100 °C apresentaram um valor inicial de 678,08 kg/m³ aumentando para 755,46 kg/m³ no final da secagem, no mesmo intervalo de tempo. Observa-se na Figura 3, o comportamento da massa de mil grãos seguiu o esperado, à medida que o grão reduzia o teor de água com o passar do tempo de secagem, menor era sua massa, devido a perda da umidade. Os grãos de milho secos a 80 °C apresentaram uma redução nos valores, saindo inicialmente de 501,72 g para 404,73 g, no final da secagem, enquanto os grãos secos a 100 °C apresentaram uma redução nos valores, saindo inicialmente de 520,08 g para 403,80 g, no final da secagem. Na Figura 4, nota-se a redução do valor do ângulo de repouso ao longo das 8 horas de secagem. Observa-se que os grãos secos a 80 °C apresentam uma variação decrescente para o ângulo de repouso, onde inicialmente era de 45° esse valor reduziu para 26° no final da secagem, enquanto os grãos secos a 100 °C apresentaram um valor inicial de 45 ° reduzindo para 27° no final da secagem, no mesmo intervalo de tempo.

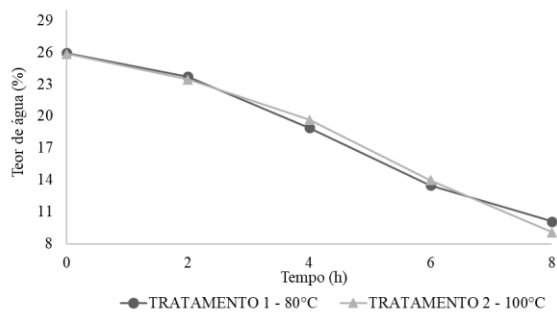


FIGURA 1. Teor de água (%) x Tempo (h).

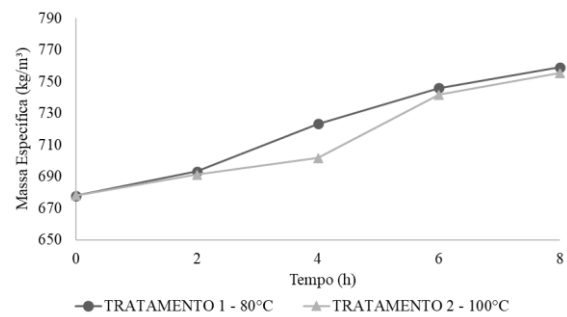


FIGURA 2. Massa Específica (kg/m³) x Tempo (h).

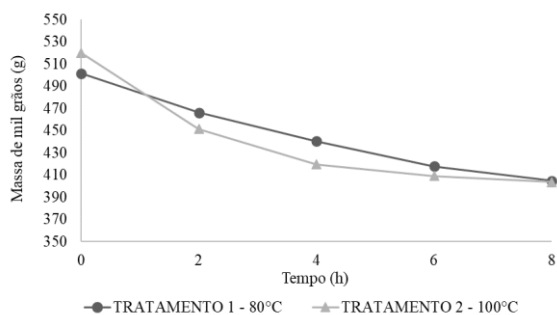


FIGURA 3. Massa de mil grãos (g) x Tempo (h).

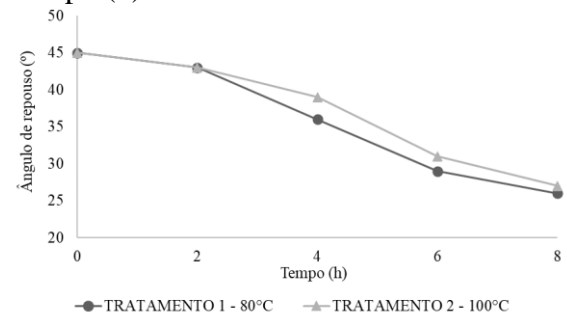


FIGURA 4. Ângulo de repouso (°) x Tempo (h).

O resultado das percentagens obtidas na análise do número de trincas encontra-se nas Tabelas 1 e 2.

TABELA 1. Percentagem dos tipos de trincas presentes após a secagem a 80 °C.

Número de trincas	R1	R2	R3	R4	R5	MÉDIA
0	94%	96%	98%	100%	96%	97%
1	6%	4%	2%	0%	4%	3%
2+	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Os valores médios de percentagem totais de trincas nos grãos de milhos, após a secagem as temperaturas de 80 e 100 °C, foram iguais a 3 e 11 %, respectivamente. O índice de trincas nos grãos de milho, teve um crescimento com o aumento da temperatura de secagem, como era esperado. Apesar dos percentuais de trincas encontrados terem aumentado com a elevação da temperatura, esses valores foram baixos, quando comparados aos percentuais apresentados por SABIONI (1986), após a secagem de milho em um secador de fluxo cruzado, intermitente e com reversão do fluxo de ar, que foram iguais a 72 e 86 %, para as temperaturas de 80 e 100 °C, respectivamente.

TABELA 2. Percentagem dos tipos de trincas presentes após a secagem a 100 °C.

Número de trincas	R1	R2	R3	R4	R5	MÉDIA
0	94%	96%	88%	82%	86%	89%
1	4%	2%	10%	10%	8%	7%
2+	2%	2%	2%	8%	6%	4%

CONCLUSÕES: Conclui-se que a secagem exerceu um impacto significativo nas propriedades físicas dos grãos de milho, com uma redução no percentual médio de trincas a 80°C em comparação com 100°C.

REFERÊNCIAS:

ARAÚJO, KAROLINE THAYS ANDRADE et al. Determinação das propriedades físicas de grãos de milho (*Zea mays L.*). In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia. 2017.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 10, safra 2022/23, n. 12, décimo segundo levantamento, setembro 2023. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 03 outubro de 2023.

MOHSENIN, N.N. **Physical properties of plant and animal materials**. New York: Gordon and Breach Publishers, p. 841, 1986.

SABIONI, P. M. **Projeto e avaliação de um secador de fluxos cruzados, intermitente e com reversão do fluxo de ar, na secagem de milho (*Zea mays L.*)**. Viçosa: UFV, 1986. 106 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, 1986.