

Secagem de Milho Farináceo: Comportamento Cinético e Efeitos na Cor do Pericarpo

64

Gabriel Sakai Fugita¹, Rafael da Silveira Coelho¹, Newton da Silva Timm¹, Lucas Ávila do Nascimento¹, Ricardo Scherer Pohndorf¹, Cristiano Dietrich Ferreira¹, Eberson Diedrich Eicholz², Maurício de Oliveira¹

RESUMO

Objetivou-se com esse trabalho verificar o comportamento e os efeitos da secagem de grãos de milho farináceo de pericarpo branco e amarelo. Os grãos de milho foram secos nas temperaturas de 30, 50, 70 e 90°C até atingirem 13% de umidade. Foi realizado o perfil colorimétrico dos grãos após a secagem. Conforme o aumento da temperatura de secagem, ocorreu a redução no tempo de secagem, passando de 570 min a 30°C para 60 min a 90°C no milho branco, e de 720 min a 30°C para 70 min a 90°C no milho amarelo. Com o aumento da temperatura de secagem o milho branco apresentou maior tendência a coloração amarela. Independente da temperatura de secagem o milho amarelo sofreu alterações na cor do pericarpo, comparado aos grãos não secos.

Palavras-chave: Milho branco, Milho amarelo, Perfil colorimétrico.

INTRODUÇÃO

O milho é um dos cereais mais cultivados no mundo, destinado para a alimentação humana e animal. Atualmente o Brasil ocupa o terceiro lugar no ranking mundial de produção (cerca de 86 milhões de toneladas), que equivale a 8% da produção mundial (CONAB, 2018).

¹Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos (LABGRÃOS), Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial (DCTA), da Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel" (FAEM), da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), campus universitário, s/n, CEP 96010-900, Capão do Leão/RS. E-mail: mauricio@labgraos.com.br

²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Br 392, km 78, CEP 96010-971, Pelotas/RS. E-mail: eberson.eicholz@embrapa.br

A colheita é uma das principais etapas na produção de grãos. Normalmente os grãos de milho são colhidos com um teor de água acima do recomendado, sendo necessário a secagem tecnificada para valores ao redor de 13% com a finalidade de obter-se um armazenamento seguro (Elias, 2017; Takayama, 2007). A redução da quantidade de água diminui a atividade metabólica dos grãos e de organismos associados (Elias, 2017).

A secagem dos grãos ocorre na presença de um gradiente de pressão de vapor. Nesse caso é necessário que a pressão de vapor do ar utilizado para a secagem seja menor que a pressão de vapor do ar secante (Guimarães et al., 2015).

Durante a secagem de grãos de milho é importante monitorar o teor de umidade e a temperatura da massa de grãos, pois são fatores que afetam a qualidade final do produto (Jayas e White, 2003; Eckhoff e Watson, 2009; Odjo et al., 2012). Por essa razão é fundamental observar o comportamento dos grãos de milho durante a secagem em altas e baixas temperaturas.

Sendo assim, objetivou-se verificar o comportamento cinético da secagem de grãos de milho em diferentes temperaturas e observar os efeitos sobre o perfil colorimétrico dos grãos.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados grãos de milho farináceos de pericarpo branco e amarelo. Os grãos foram cultivados e colhidos na Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, na safra 2017/2018. Após a colheita os grãos foram transportados até o Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos (LABGRÃOS), onde foi feita a secagem e as análises dos grãos.

Os grãos de milho foram secos nas temperaturas de 30, 50, 70 e 90°C até atingirem 13% de umidade. Foi utilizado um secador estacionário, com velocidade do ar de secagem de 0,5 m/s. As equações de secagem dos grãos de milho foram feitas por meio do software Excel.

Foram feitas as curvas de secagem e temperatura da massa de grãos durante a secagem. A temperatura da massa de grãos foi mensurada por meio de um termômetro digital (Testo AG, Alemanha).

O perfil colorimétrico foi obtido por meio do colorímetro Minolta (Modelo CR-310, Osaka, Japão), capaz de realizar leituras de cores em um sistema tridimensional, gerando os parâmetros L^* , a^* e b^* . O parâmetro L^* , representa a luminosidade e vai de preto ($L=0$) a branco ($L=100$). Os valores das coordenadas a^* e b^* , variam de -a (verde) até +a (vermelho) e de -b (azul) até +b (amarelo), respectivamente. As amostras foram

colocadas em um recipiente circular, sendo feitas 12 leituras por amostra, em pontos aleatórios imediatamente sobre os grãos. Os resultados foram submetidos a análise de variância ANOVA, seguidos de teste TUKEY a um nível de significância de 5% para a comparação das médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Figuras 1 e 2 são apresentadas, respectivamente, as curvas de secagem e a temperatura da massa de grãos durante a secagem de milho farináceo de pericarpo branco. Inicialmente os grãos de milho branco estavam com aproximadamente 25% de umidade. Observa-se que quanto maior a temperatura do ar de secagem menor foi o tempo para os grãos atingirem a umidade de 13%. A secagem a 30°C prolongou-se durante 570 min e na temperatura de 90°C ocorreu por 60 min.

As secagens nas temperaturas de 70 e 90°C apresentaram uma rápida remoção de água dos grãos. Abasi e Minaei (2014) apresentam resultados semelhantes para a secagem de milho (variedade KSC704) a 40, 50, 60 e 70°C. Esses autores destacam que o tempo de secagem a 40°C foi aproximadamente 21% maior que a 50°C e assim sucessivamente.

Quanto maior a temperatura do ar de secagem foi maior a temperatura atingida pela massa de grãos de milho branco. Na secagem com temperatura do ar a 30°C a massa de grãos atingiu a mesma temperatura no final da secagem. No entanto, nas secagens com a temperatura do ar de 50, 70 e 90°C os grãos de milho brancos não atingiram a temperatura do ar de secagem. Nesses casos as temperaturas máximas atingidas pela massa de grãos foi de 46, 62 e 70°C, respectivamente.

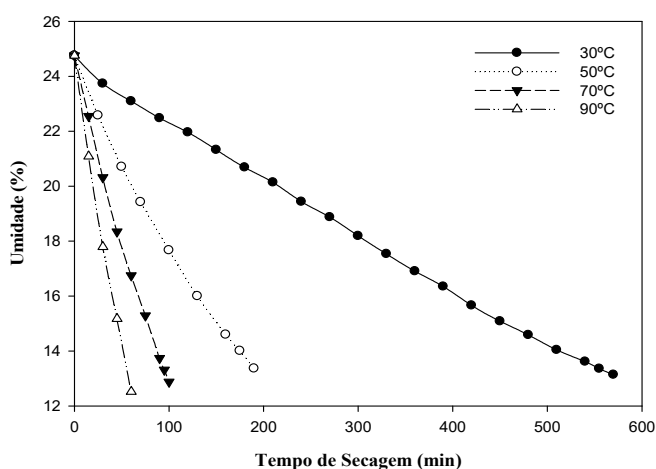


FIGURA 1. Curvas de secagem em diferentes temperaturas de grãos de milho farináceos de pericarpo branco

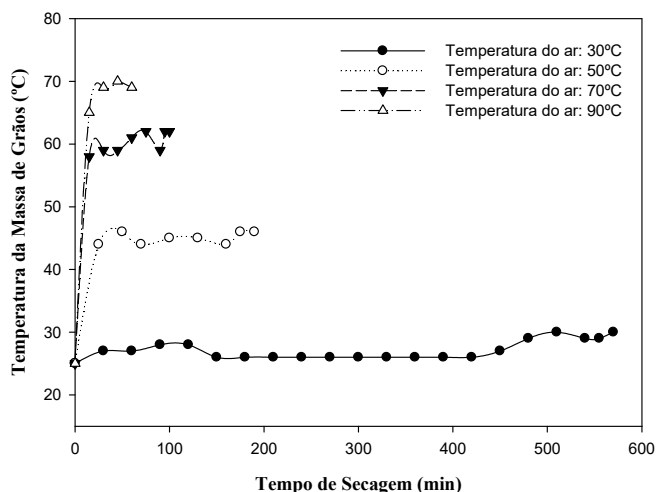


FIGURA 2. Temperatura da massa de grãos durante a secagem de milho farináceo de pericarpo branco

Na Tabela 1 são apresentadas as equações de secagem de milho farináceos de pericarpo branco. Essas equações são importantes para calcular o tempo de secagem (x) ou a umidade dos grãos (y) em determinado tempo de secagem.

TABELA 1. Equações polinomiais de segunda ordem para a secagem de milho farináceo branco em diferentes temperaturas

Temperatura de Ar	Equação Polinomial	R ²
30°C	$y = 0,000004 x^2 - 0,0227 x + 24,585$	0,9993
50°C	$y = 0,0001 x^2 - 0,0836 x + 24,659$	0,9997
70°C	$y = 0,0004 x^2 - 0,1574 x + 24,751$	0,9997
90°C	$y = 0,0009 x^2 - 0,254 x + 24,725$	0,9997

Nas Figuras 3 e 4 são apresentadas, respectivamente, as curvas de secagem e a temperatura da massa de grãos durante a secagem de milho farináceo de pericarpo amarelo.

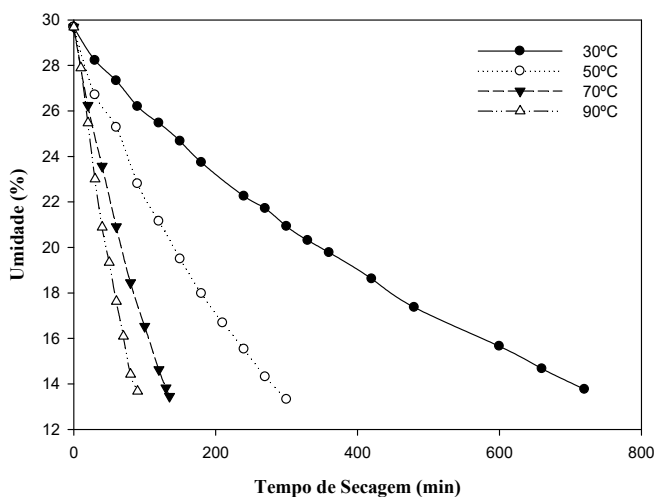


FIGURA 3. Curvas de secagem em diferentes temperaturas de grãos de milho farináceos de pericarpo amarelo

Inicialmente os grãos de milho amarelos estavam com aproximadamente 30% de umidade. O maior tempo de secagem foi obtido na secagem a 30°C (720 min) e o menor tempo de secagem foi obtido na secagem a 90°C (90 min). Elevadas temperaturas de secagem proporcionam uma rápida diminuição do teor de umidade dos grãos de milho (Odjo et al., 2011).

Durante a secagem o milho farináceo de pericarpo amarelo atingiu a mesma temperatura do ar de secagem, principalmente no final da secagem. Segundo Andrade et al. (2004) a temperatura da massa de grãos tende a aumentar no final da secagem. Nesse momento há uma quantidade menor de água para ser removida.

A secagem em elevadas temperaturas (70 e 90°C) apresentaram um comportamento próximo a linearidade (Figura 3) e as equações polinomiais são apresentadas na Tabela 2.

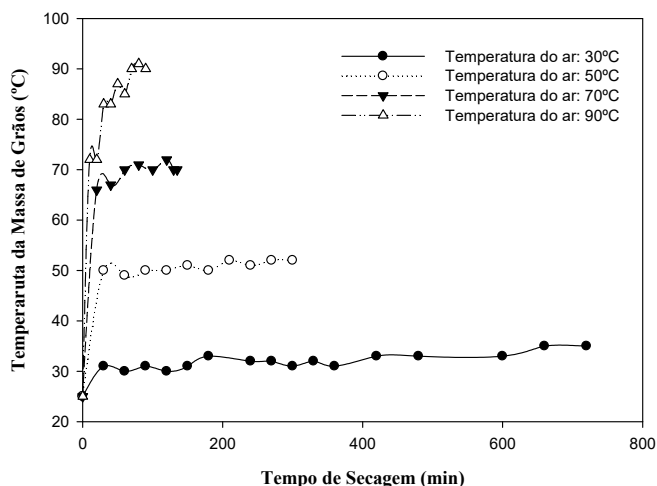


FIGURA 4. Temperatura da massa de grãos durante a secagem de milho farináceo de pericarpo amarelo

TABELA 2. Equações polinomiais de segunda ordem para a secagem de milho farináceo amarelo em diferentes temperaturas

Temperatura de Ar	Equação Polinomial	R ²
30°C	$y = 0,00002 x^2 - 0,0321 x + 29,215$	0,9986
50°C	$y = 0,00009 x^2 - 0,0792 x + 29,428$	0,9986
70°C	$y = 0,0003 x^2 - 0,1662 x + 29,598$	0,9998
90°C	$y = 0,0008 x^2 - 0,2532 x + 29,999$	0,9984

TABELA 3. Perfil colorimétrico de milho branco farináceo e amarelo farináceo antes e após a secagem em diferentes temperaturas

Parâmetros Colorimétricos	L	a*	b*
Temperatura de Secagem	Branco Farináceo		
Inicial (Sem secar)	72,11 ± 4,90^{c*}	-0,32 ± 0,61^a	18,43 ± 1,27^c
30°C	71,41 ± 3,81 ^c	-1,07 ± 0,50 ^b	19,43 ± 1,05 ^{bc}
50°C	76,28 ± 3,54 ^{ab}	-0,96 ± 0,61 ^b	20,70 ± 1,76 ^{ab}
70°C	72,60 ± 4,90 ^{bc}	-1,22 ± 0,43 ^{bc}	19,05 ± 1,85 ^c
90°C	78,28 ± 3,96 ^a	-1,62 ± 0,63 ^c	21,98 ± 1,62 ^a
Temperatura de Secagem	Amarelo Farináceo		
Inicial (Sem secar)	66,38 ± 7,15^b	-3,74 ± 1,44^b	44,90 ± 6,98^b
30°C	75,42 ± 6,63 ^a	-1,57 ± 2,25 ^a	48,54 ± 8,11 ^{ab}
50°C	72,78 ± 2,92 ^a	-0,25 ± 1,32 ^a	52,62 ± 7,36 ^a
70°C	72,41 ± 3,84 ^a	-0,64 ± 1,86 ^a	47,77 ± 8,77 ^{ab}
90°C	70,99 ± 7,34 ^{ab}	-0,45 ± 2,02 ^a	45,16 ± 8,04 ^{ab}

*Médias aritméticas ± desvio padrão (n=3), seguido por letras iguais na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, com um nível de significância de 5% ($P < 0,05$).

Na Tabela 3 são apresentados os perfis colorimétricos dos grãos de milho farináceo de pericarpo branco e amarelo. O milho de pericarpo branco apresentou maior luminosidade (coloração clara) dos grãos secos a 90°C. Não teve diferença nesse parâmetro entre os grãos antes e após a secagem a 30°C. O milho branco apresentou maior tendência a coloração amarela com o aumento da temperatura de secagem.

O milho de pericarpo amarelo apresentou maior luminosidade nos grãos submetidos a secagem a 30, 50 e 70°C. Os grãos secos a 90°C mostraram-se com menor luminosidade e não apresentou diferença dos grãos antes da secagem. Independente da temperatura de secagem o milho amarelo apresentou uma alteração na cor do pericarpo. Houve uma tendência à cor vermelha, comparado aos grãos não secos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABASI, S.; MINAEI, S.; Effect of Drying Temperature on Mechanical Properties of Dried Corn. **Drying Technology**, v. 32, n. 7, p. 774-780, 2014.

ANDRADE, E. T.; COUTO, S. M.; QUEIROZ, D. M.; PEIXOTO, A. B. Determinação de propriedades térmicas de grãos de milho. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28 n. 3, p. 488-498, 2014.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Brasília, 2018. 140p.

ECKHOFF, R.S.; WATSON, S. Corn and sorghum starches: production. *Starch: Chemistry and Technology*, p. 373-439, 2009.

ELIAS, M. C. **Tecnologias de Pré-Armazenamento, Armazenamento e Conservação de Grãos**. Pelotas: UFPel 2017. 102p.

GUIMARÃES, D. S.; LUZ, C. A. S.; PERES, W. B.; LUZ, M. L. G. S.; GADOTTI, G. I. **Secagem de Grãos e Sementes**. Pelotas: Gráfica Santa Cruz, 2015. 314p.

GUSTAFSON, R.J., THOMPSON, D.R., SOKHANSANJ, S., 1979. Temperature and stress analysis of corn kernel-finite element analysis. *ASAE*, p.955–960, 1979.

JAYAS, D. S.; WHITE, N. D. G. Storage and drying of grain in Canada: low cost approaches. **Food Control**, v.14, p.255–261, 2003.

ODJO, S.; MALUMBA P.; DOSSOU, J.; JANAS, S.; BÉRA, F. Influence of drying and hydrothermal treatment of corn on the denaturation of salt-soluble proteins and color parameters. **Journal of Food Engineering**, v.109, p.561-570, 2012.

TAKAYAMA, H. **A importância da secagem de grãos dentro do processo de armazenagem**. Cuiabá, 2007.