

TEMPERATURA DO AR DE SECAGEM E AS ALTERAÇÕES CAUSADAS NA CONTRAÇÃO VOLUMÉTRICA DE SEMENTES DE GIRASSOL

JEAN C. HELMICH¹, PAULO C. CORADI², CARLOS H. P. FERANDES¹

¹ Estudante de Graduação em Agronomia, UFMS/CPCS-MG

² Eng^o Agrícola, Professor Adjunto II, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus Chapadão do Sul, UFMS - MS, Fone: (0XX67) 3562-6300, paulo.coradi@ufms.br

Apresentado no
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014 - Campo Grande - MS, Brasil

RESUMO: Diante do destaque da cultura do girassol no cenário nacional e da importância do conhecimento das suas propriedades físicas para o desenvolvimento de maquinários para processamento pós-colheita das sementes, o trabalho teve como objetivo avaliar a contração volumétrica das sementes de girassol em função dos efeitos das temperaturas do ar de secagem e ajustar diferentes modelos matemáticos aos valores experimentais. As sementes foram submetidas à secagem com temperaturas de 45, 55, 65 e 75 °C, até atingir o teor final de 9% (b.u.). O tamanho das sementes foi determinado por meio da variação do volume. O volume foi obtido por meio da medição dos três eixos ortogonais. A contração volumétrica unitária das sementes foi determinada pela relação entre o volume em cada teor de água e o volume inicial. Com base nos resultados obtidos, concluiu-se que a redução do teor de água influencia no volume das sementes de girassol ($P < 0,05$). O modelo de Correa et al. foi o que melhor ajustou os dados experimentais de contração volumétrica das sementes de girassol. A secagem com temperaturas do ar de 75 °C teve mais influência na alteração do volume e contração das sementes.

PALAVRAS-CHAVE: propriedade física, qualidade, teor de água.

AIR TEMPERATURE DRYING AND CHANGES IN CONTRACTION OF VOLUMETRIC SUNFLOWER SEEDS

ABSTRACT: Given the prominence of sunflower on the national scene and the importance of knowledge of their physical properties for the development of machinery to post-harvest processing of seeds, the study aimed to evaluate the shrinkage of sunflower seeds on the basis of effects of drying air temperature and adjust different mathematical models to the experimental values. The seeds were dried at temperatures of 45, 55, 65 and 75 °C, until the final content of 9% (w.b.). The grain size was determined by varying the volume. The volume was obtained by measuring the three orthogonal axes. The unit grain shrinkage was determined by the ratio between the volume at each water content and initial volume. Based on these results, it was concluded that reducing the water content influences the volume of sunflower seeds ($P < 0.05$). The model Correa et al. what was best fit experimental data of volumetric shrinkage of sunflower seeds. The drying air temperatures of 75 °C had more influence on the change in volume contraction and seeds.

KEYWORDS: physical property, quality, water content.

INTRODUÇÃO: A redução do teor de água das sementes influencia diretamente suas propriedades físicas durante o processo de secagem, além de provocar o encolhimento dos mesmos (RESENDE et al., 2005). Cada produto apresenta características particulares de geometria e composição química, fazendo com que estes se comportem de forma diferente durante o processo de secagem. Logo, informações teóricas a respeito desta singularidade são de suma importância para auxiliar no desenvolvimento de equipamentos e adaptações daqueles já existentes, visando obter maior rendimento nesta etapa fundamental que é a fase de pós-colheita. Devido à sua desidratação, as mudanças volumétricas dos produtos são relatadas como sendo as primeiras causas das alterações das principais propriedades físicas de produtos agrícolas (RESENDE et al., 2005). Os mesmo autores observaram que a contração volumétrica de produtos vegetais durante a secagem não é função exclusiva do teor de água, mas, também, dependentes das condições do processo e da geometria do produto. As bases teóricas para o conhecimento do processo de contração volumétrica envolvem complexas leis mecânicas e de deformação de materiais, no entanto, muitos pesquisadores utilizam aproximações e modelos empíricos, na tentativa de melhor representarem este complicado fenômeno em produtos de natureza biológica (MAYOR & SERENO, 2004). Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a contração volumétrica das sementes de girassol em função dos efeitos das temperaturas do ar de secagem e ajustar diferentes modelos matemáticos aos valores experimentais.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Câmpus de Chapadão do Sul (CPCS). As sementes de girassol foram colhidas, manualmente, com 46% (b.u.) de teor de água e em seguida foram encaminhadas para realização dos testes de secagem com temperaturas controladas de 45, 55, 65 e 75 °C. A secagem das sementes de girassol foi realizada em estufa de convecção com ar forçado. Nas condições naturais, amostras de 5 kg de sementes foram utilizadas para cada repetição de secagem. Durante o processo de secagem as amostras foram pesadas, periodicamente, até atingirem 9% (b.u.). A temperatura e a umidade relativa do ar de secagem foram monitoradas por meio de um psicrômetro instalado no local do experimento, enquanto que, o ar de secagem foi monitorado por um termômetro instalado na parte interna da estufa, o mesmo para o ar ambiente externo. Já o fluxo do ar de secagem foi monitorado com auxílio de um anemômetro de fio quente e mantido em torno de $4 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \text{ m}^{-2}$. A contração volumétrica unitária (Ψ_g) e da massa de grãos (Ψ_m) durante a secagem do produto foi determinada pela relação entre o volume para cada teor de água e o volume inicial. Para o acompanhamento da redução do volume da massa, foi utilizado um cilindro de acrílico graduado. O volume (V_g) de cada grão foi obtido ao longo do processo de secagem, com auxílio de um paquímetro digital, de acordo com a expressão proposta por MOHSENIN (1986):

$$V_g = \frac{\pi \cdot a \cdot b \cdot c}{6} \quad (1)$$

em que,

a : maior eixo do grão, mm;

b: eixo médio do grão, mm;

c: menor eixo do grão, mm.

Os dados experimentais da contração volumétrica da massa de grãos foram submetidos à análise de regressão. O modelo foi escolhido com base na significância da equação, pelo teste F, e dos coeficientes de regressão (β 's), utilizando-se o teste "t", a fim de se estabelecerem equações que representem as interações entre as variáveis analisadas. Aos dados experimentais de contração volumétrica unitária foram ajustados os modelos matemáticos expressos pelas seguintes expressões:

Referência do modelo	Modelo	
Bala e Woods	$\Psi_g = a \cdot \{1 - \exp[b \cdot (U - U_0)]\}$	(2)
Rahman	$\Psi_g = a + \beta_2 \cdot (U - U_0)$	(3)
Corrêa et al.	$\Psi_g = 1/[a + b \cdot \exp(U)]$	(4)
Exponencial	$\Psi_g = a \cdot \exp(b \cdot U)$	(5)

em que,

Ψ_g : contração volumétrica unitária, decimal;

U : teor de água do produto, decimal (b.s.);

U_o : teor de água inicial do produto, decimal (b.s.);

β_2 : coeficiente de contração volumétrica, adimensional;

a, b : parâmetros que dependem do produto.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC), com três testes para cada temperatura do ar de secagem. Para ajustar a análise foram realizados modelos matemáticos de regressão não linear, o método de Quasi-Newton, usando o programa Statistica 7,0®. Para verificar o grau de ajuste de cada modelo foi considerado o significado do coeficiente de regressão pelo teste “t”, adotando o nível de 5% de probabilidade, a magnitude do coeficiente de determinação (R^2), os valores de erro médio relativo (P) e o erro médio estimado (SE) e verificado o comportamento da distribuição dos resíduos. O erro médio relativo e o erro médio estimado para cada modelo foram calculados de acordo com as seguintes expressões, respectivamente:

$$P = \frac{100}{n} \sum \frac{|Y - \hat{Y}|}{Y} \quad (6)$$

$$SE = \sqrt{\frac{\sum (Y - \hat{Y})^2}{GLR}} \quad (7)$$

em que,

Y: valor observado experimentalmente;

\hat{Y} : valor calculado pelo modelo;

n : número de observações experimentais;

GLR: graus de liberdade do modelo (o número de observações menos o número de parâmetros do modelo).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A análise dos dados indica que o modelo de Correa et al. se mostrou adequado para descrição matemática do fenômeno de contração volumétrica das sementes de girassol, apresentando um alto coeficiente de determinação ajustado e valores reduzidos dos erros médios relativo e estimado, e ainda, uma distribuição aleatória e, aproximadamente, normal dos resíduos (Tabelas 1 e 2).

TABELA 1. Modelo de contração volumétrica de Corrêa et al. para sementes de girassol com seus respectivos parâmetros estimados, coeficiente de determinação (R^2) e distribuição dos resíduos para diferentes temperaturas do ar de secagem

Temperaturas (°C)	Estimativa dos parâmetros	R^2	Distribuição dos resíduos
45	a= 1,77125 b= -0,4918	98,86	A
55	a= 1,6682 b= -0,41392	90,75	A
65	a= 1,79890 b= -0,4999	98,03	A
75	a= 1,84398 b= -0,52740	98,13	A

A – Aleatório.

TABELA 2. Determinação do erro médio estimado (SE) e relativo (P) para o modelo de contração volumétrica de Corrêa et al. para sementes de girassol submetidas secagem com diferentes temperaturas do ar

Temperaturas	45 °C	55 °C	65 °C	75 °C
SE (decimal)	0,007480	0,026750	0,0137760	0,013976
P (%)	0,324630	0,653270	0,4535350	0,414200

Observou-se, na Figura 1, que na redução do teor de água de 0,86 para 0,09 (kg kg⁻¹ de matéria seca) ocorreu acentuada diminuição do volume das sementes em relação ao volume inicial, para as temperaturas de 75, 65, 55 e 45 °C. A secagem com temperatura de 45 °C foi a que reduziu menos o volume das sementes, possivelmente pela baixa taxa de remoção de água, ocasionando enrijecimento do tegumento, que dificultou a contração das sementes e, em consequência, reduziu com menor intensidade seu volume. Enquanto que, as temperaturas de 65 e 75 °C a que mais influenciou no volume, uma vez que a água foi removida mais rapidamente e as sementes contraíram os eixos ortogonais de acordo com a redução do teor de água. SIQUEIRA et al. (2011), verificaram que o decréscimo do diâmetro geométrico é proporcional à redução do teor de água, que depende também da condição de secagem, ou seja, da temperatura do ar de secagem.

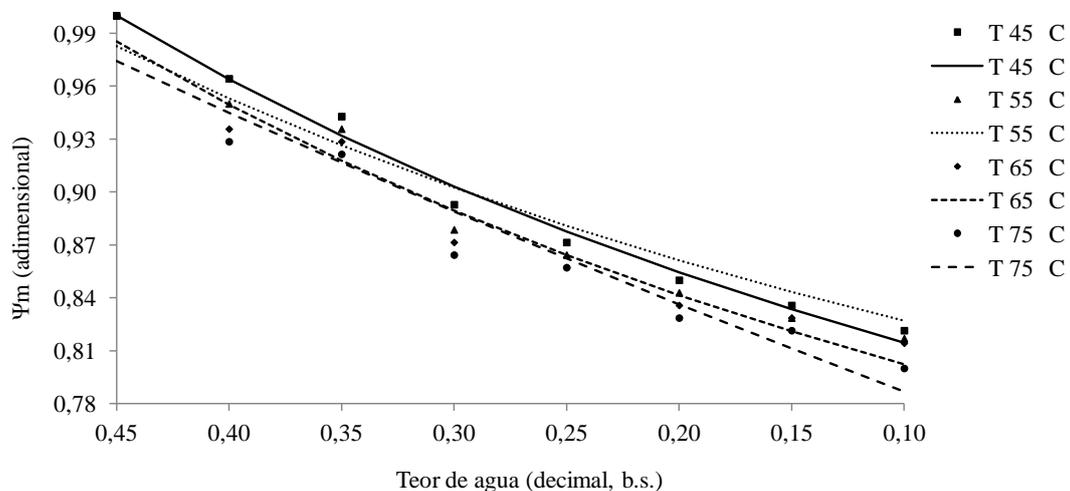


FIGURA 1. Valores da contração volumétrica de sementes de girassol, experimentais e estimados pelo modelo de Correa et al., em função da redução do teor de água e da temperatura do ar de secagem.

CONCLUSÕES: O modelo de Correa et al. foi o que melhor ajustou os dados experimentais de contração volumétrica das sementes de girassol. A secagem com temperaturas do ar de 75 °C teve mais influência na alteração do volume e contração das sementes.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem a FUNDECT - MS de apoio financeiro para o desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- MOSHENIN, N.N. **Physical properties of plant and animal materials**. New York: Gordon and Breach Publishers, 1986, 841p.
- MAYOR, L.; SERENO, A.M. Modeling shrinkage during convective drying of food materials: a review. **Journal of Food Engineering**, Londres, v. 61, n. 3, p. 373-386, 2004.
- RESENDE, O.; CORRÊA, P.C.; GONELI, A.L.D.; CECOM, P.R. Forma, tamanho e contração volumétrica do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) durante a secagem. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 7, n. 1, p. 15-24, 2005.
- SIQUEIRA, V.C.; RESENDE, O.; CHAVES, T.H. Contração volumétrica dos frutos de pinhão-mansão durante a secagem em diversas temperaturas. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 36, n. 2, p. 171-178, 2011.