

ESTUDO DA CINÉTICA DE SECAGEM DO GIRASSOL EM SECADOR DE LEITO FIXO

CLEANDRO A. DE ALMEIDA¹, JOSIVANDA P. GOMES², FRANCISCO A. C. ALMEIDA²,
JOSÉ C. A. LEITE¹, ADRIANO. S. SILVA¹, KARLA S. MELO³, NIÉDJA M. C. ALVES¹

¹ Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, (83) 9102-7121. E-mail: cleandroalmeida@yahoo.com.br

² Prof. Doutor, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: josi@deag.ufcg.edu.br

³ Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola

Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 de julho a 4 de agosto de 2006 - João Pessoa - PB

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo estudar a cinética de secagem de sementes de girassol em três níveis de temperatura (40, 60 e 80 °C) e uma velocidade do ar de secagem (1,5 m s⁻¹). As leituras em relação à perda de peso da amostra foram realizadas em intervalos regulares de 10, 30, e 60 min. As amostras foram colocadas em cesta de material metálico e a perda de peso foi acompanhada até atingir peso constante. Para prever o comportamento da cinética de secagem foram utilizados modelos matemáticos: Page e Thompson. Para o modelo de Page observou-se que os valores do coeficiente de determinação foram superiores a 99%, este fato indica que a equação de Page se ajusta bem aos dados encontrados para a secagem de sementes de girassol. Para a equação de Thompson verificou-se que os valores do coeficiente de determinação (R²) foram maiores que 99%, exceto para a temperatura de 80 °C, que apresentou R² igual a 96,16%. Observou-se que a cinética de secagem foi fortemente influenciada pela temperatura e que a utilização de temperaturas mais elevadas reduz significativamente o tempo necessário para secar as sementes de girassol. Os modelos utilizados se ajustaram bem aos dados experimentais das curvas de secagem, apresentando coeficientes de determinação (R²) com valores superiores a 99%.

PALAVRAS-CHAVE: *Helianthus annuus*, secagem, modelos matemáticos

STUDY OF THE DRYING KINETIC OF SUNFLOWER IN FIXED STREAM DRIER

ABSTRACT: This work had as objective to study of the drying kinetic of sunflower seeds in three temperature levels (40, 60 and 80 °C) and drying air speed equal to 1.5 m s⁻¹. The readings in relation to the sample weight loss had been carried through in regular intervals of 10, 30, and 60 min. The samples had been placed in a container made of metallic material and the weight loss was followed until reaching constant weight. To study the drying kinetic behavior had been used the mathematical models of Page and Thompson. To Page model had been observed that the determination coefficient values are above 99%. This indicates that Page equation presents a great adjusts to the experimental data of the sunflower seeds. To Thompson equation had been verified that the determination coefficient values (R²) are greater than 99%, except for the temperature of 80 °C, that presents R² equal to 96.16%. It was observed that the drying kinetic was strongly influenced by the temperature and that the use of raised temperatures significantly reduces the time necessary to dry the sunflower seeds. The models studied had adjusted to the experimental data of the drying curves, presenting determination coefficients (R²) with values bigger than 99%.

KEYWORDS: *Helianthus annuus*, drying, mathematical models

INTRODUÇÃO: O girassol é uma planta resistente à seca, que se adapta às condições variáveis de temperatura. As temperaturas consideradas ótimas para o seu desenvolvimento estão entre 18 e 24 °C. A produção de grãos de girassol é duas vezes menos sensível à seca do que a produção de grãos de sorgo e três vezes menos sensível do que a produção de grãos de milho. As plantas novas resistem à geadas e essa resistência vai declinando até a fase de diferenciação do receptáculo (plantas de quatro a cinco e até sete a oito pares de folhas) ou seja, até a idade de 26 a 78 dias, correspondendo a cultivares precoces e tardios, respectivamente. O girassol requer solos férteis, profundos e com boa drenagem, de preferência argilo-arenosos, com boas provisões de nitrogênio, fósforo e potássio, para obter altos rendimentos por unidade de área. Contudo a planta também tem capacidade para se desenvolver em solos menos férteis com características físicas deficientes, desde que sejam feitas correções mínimas necessárias (Contibrazil, 1981). Graças a estas propriedades, apresenta-se como nova opção nos sistemas de rotação em sucessão de culturas nas regiões produtoras de grãos (Castro, 1993). O girassol é uma planta utilizada na alimentação animal em diversos países, servindo para o preparo de silagem de boa qualidade ou mesmo para produção de forragem verde (Tosi, 1975). O cultivo do girassol após a retirada da safra de verão em regiões onde a alimentação dos ruminantes é baseada nas silagens de milho ou sorgo poderia ser uma opção para maximizar a produção de volumoso. A utilização de modelos matemáticos, para simular o processo de secagem em secadores que operam em alta temperatura, tem se tornado uma ferramenta importante para os engenheiros que trabalham na área de secagem e armazenagem de grãos (Queiroz et al., 1999). Este trabalho teve como objetivo estudar a cinética de secagem de sementes de girassol em três níveis de temperatura (40, 60 e 80 °C).

MATERIAL E MÉTODOS: Este trabalho foi conduzido no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas (LAPPA), da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande. A matéria-prima utilizada foram sementes de girassol, provenientes da zona rural do município de Campina Grande, PB. A secagem do girassol foi realizada utilizando-se um secador de leito fixo. As curvas foram determinadas para três níveis de temperatura (50, 60, 70 °C) e uma velocidade do ar de secagem (1,5 m s⁻¹). A perda de peso foi acompanhada até atingir peso constante. As amostras foram colocadas em cesta de material metálico. Após o equipamento ser ligado, foi determinada a velocidade do ar através de válvula reguladora e anemômetro de hélice colocado na parte superior da câmara de secagem, bem como o ajuste da temperatura. O conjunto (cesta + amostra) foi colocado na câmara de secagem para iniciar o processo. As leituras em relação à perda de peso da amostra foram realizadas em intervalos regulares de 10, 30, e 60 min. A perda de peso foi acompanhada até atingir peso constante. Em seguida as amostras foram colocadas em recipientes de alumínio e levadas a estufa a uma temperatura de ± 100 °C por 24 h para posterior determinação de umidade final. Para prever o comportamento da cinética de secagem foram utilizados dois modelos matemáticos:

Equação de Page:
$$\frac{U - U_e}{U_o - U_e} = RU = \exp(-k.t^n) \quad (1)$$

Equação de Thompson:
$$t = A.\ln(RU) + B.[\ln(RU)]^2 \quad (2)$$

em que:

RU – razão de umidade do produto, adimensional

U_o – teor de umidade inicial, decimal base seca

U_e – teor de umidade de equilíbrio, decimal base seca

t – tempo, s

k – constante

n – parâmetro adimensional de secagem

A e B – são funções da temperatura do ar

RESULTADOS E DISCUSSÕES: Na Tabela 1 verificam-se os valores encontrados para os parâmetros R^2 , K e N para a equação de Page e de Thompson nas temperaturas 40, 60 e 80 °C. Para o modelo de Page verifica-se que o parâmetro K aumentou com o aumento da temperatura. O valor de n aumentou da temperatura de 40 para 60 °C, e diminuiu com a temperatura de 80 °C. Observa-se que os valores do coeficiente de determinação (R^2) foram superiores a 99%, este fato indica que a equação de Page se ajusta bem aos dados encontrados para a secagem de sementes de girassol, comportamento similar foi observado por Sousa et al. (2000) e Afonso Júnior & Corrêa (1999) utilizando esta mesma equação para determinar as curvas de secagem de frutos de umbu com pré-secagem osmótica e sementes de feijão, respectivamente. Para a equação de Thompson observa-se que os parâmetros A e B diminuíram com o aumento da temperatura. Observa-se que os valores do coeficiente de determinação (R^2) foram maiores que 99%, exceto para a temperatura de 80 °C, que apresentou R^2 igual a 96,16%. Analisando as curvas de secagem na Figura 1 observou-se que a cinética de secagem foi fortemente influenciada pela temperatura e que a utilização de temperaturas mais elevadas reduz significativamente o tempo necessário para secar as sementes de girassol, ou seja, para um mesmo tempo de processo, quanto maior for a temperatura do ar, maior é a taxa de secagem. Nota-se que a perda do conteúdo de umidade é bem rápida no início do processo de secagem, cuja estabilização para a temperatura mais baixa (40 °C) ocorre num período de tempo de aproximadamente 10 h, e para a temperatura mais alta (80 °C) a partir de aproximadamente 1 h e 83 min., indicando que a temperatura é a variável de maior influência no processo. Este comportamento foi observado por Prado et al. (2000) e Almeida et al. (2002), secando tâmaras e algaroba, respectivamente.

Tabela 1. Parâmetros de ajuste da secagem: modelos de Page e Thompson para a secagem de sementes de girassol

Modelos e Parâmetros		Temperaturas		
		40	60	80
PAGE	K	0,018	0,023	0,082
	N	0,824	0,925	0,797
	R^2 (%)	99,34	99,90	99,70
THOMPSON	A	- 156,012	- 66,594	- 33,699
	B	- 8,876	- 2,987	- 2,416
	R^2 (%)	99,23	99,42	96,16

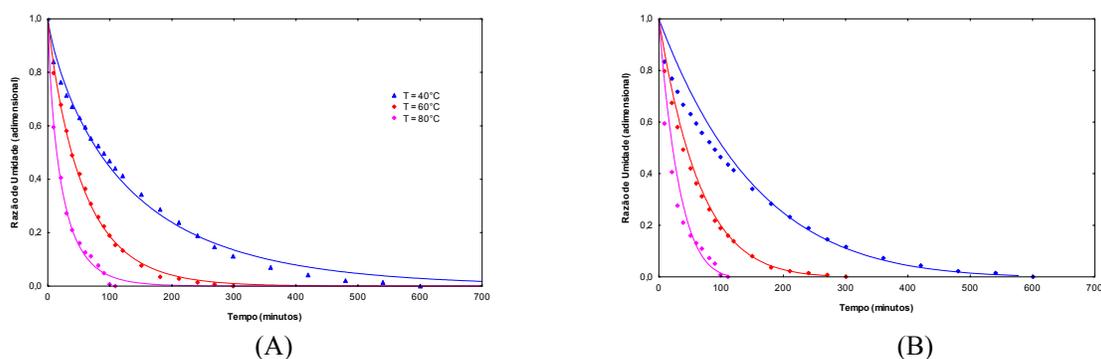


Figura 1. Cinética de secagem de sementes de girassol ajustadas ao modelo de Page (A) e de Thompson(B)

CONCLUSÕES: Com base nos resultados apresentados, pode-se concluir que a temperatura é inversamente proporcional ao tempo de secagem. Os modelos utilizados se ajustaram bem aos dados experimentais das curvas de secagem, apresentando coeficientes de determinação (R^2) com valores superiores a 99%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

AFONSO JÚNIOR, P.C.; CORRÊA, P.C. Comparação de modelos matemáticos para descrição da cinética de secagem em camada fina de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.3, n.3, p.349-353, 1999.

ALMEIDA, F.A.C.; GOUVEIA, J.P.G. de, J.E.; VILLAMIL, J.M.P.; SILVA, M.M. Secagem natural e artificial de vagens de algaroba. **Revista Brasileira de Armazenamento**. Viçosa, v.27, n.1, p.48-57, 2002.

CASTRO, C.; CASTIGLIONI, V.B.R.; BALADA, A. **Cultura do girassol. Tecnologia de produção**. Londrina: EMBRAPA. 1993.

CONTIBRASIL. **Girassol: manual do produtor**. Cravinhos, 1981. p.10-12.

PRADO, M.E.T.; PARK, K.J.; ALONSO, L.F.T. Srinkage of dates (*Phoenix dactilyfera*). **Drying Technology**. Estados Unidos: v.18, n.1 e 2, p.295-310, 2000.

QUEIROZ, D.M.; CORRÊA, P.C.; SOUZA, C.M.A. SIMSEC – Um programa para simulação de secagem. In: Conferência Brasileira de Pós-Colheita, 1., Porto Alegre, 1999. **Anais...** Passo Fundo: Abrapós; Cesa; EMBRAPA Trigo, 1999. 248p.

SOUSA, S. de; CAVALCANTI MATA, M.E.R.M.; BRAGA, M.E.D.; MONTEIRO FILHO, A.F. Dryng curves of umbu fruits with osmotic pré-drying. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.2, n.2, p.33-38, 2000.

TOSI, H.; SILVEIRA, A. C.; FARIA, V. P. et al. Avaliação do girassol (*Helianthus annus*) como planta para ensilagem. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.4, n.1, p.39-48, 1975.