

Estudo da cinética de secagem de tomate cereja.

Patrícia Moreira Azoubel¹; José Lucena Barbosa Jr.²; Fernanda Elizabeth Xidieh Murr²

¹Embrapa Semi-Árido, CP 23, 56.302-970, Petrolina, PE, pazoubel@cpatsa.embrapa.br;

²Universidade Estadual de Campinas-FEA-DEA, CP 6121, 13.083-970, Campinas, SP, fexmurr@fea.unicamp.br;

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estudar e ajustar matematicamente a cinética de secagem de tomate cereja utilizando o modelo difusional (segunda lei de Fick). O processo de secagem foi realizado em duas diferentes temperaturas (50 e 70°C) e velocidades do ar (0,75 e 2,60m/s). O aumento da temperatura e velocidade do ar resultou em uma maior taxa de remoção de umidade, favorecendo a diminuição do tempo de processo.

Palavras-chave: *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*, difusividade, secagem.

ABSTRACT

Drying kinetics of cherry tomato.

The objective of this work was to study and to model the drying kinetics of cherry tomato using the diffusional model (Fick's second law). The drying process was carried out at two different temperatures (50 and 70°C) and air velocities (0.75 and 2.60m/s). An increase in air temperature and velocity resulted in a higher moisture removal rate, favouring the decrease of the final product drying time.

Keywords: *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*, diffusivity, drying.

A desidratação é provavelmente o método mais antigo de preservação de alimentos. A secagem de frutas ao sol e a defumação de peixes e carnes são processos bastante conhecidos originados na antiguidade (Cohen e Yang, 1995).

As operações de desidratação ou secagem são importantes nas indústrias de processos químicos e alimentícios. O objetivo básico de secar produtos alimentícios é a remoção da água dos sólidos para um nível em que o crescimento dos microrganismos seja minimizado. A grande variedade de alimentos desidratados (misturas, sopas, frutas, verduras, entre outros) e a crescente preocupação em reunir as especificações de qualidade e de energia, enfatiza a necessidade de um completo entendimento da operação de secagem (Vagenas et al., 1990).

Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a cinética de secagem de tomate cereja, analisando a influência da temperatura e da velocidade do ar, bem como ajustar o modelo difusional aos dados experimentais do processo.

MATERIAL E MÉTODOS

Tomates cereja de mesmo grau de maturação e tamanho, cultivados em São Miguel do Arcanjo, São Paulo, foram utilizados neste estudo. Foi retirada uma fina fatia da parte superior e outra da inferior do fruto, sendo feito dois cortes axiais e dos quartos obtidos foram removidas as partes centrais. O valor da espessura média destes quartos foi de 1,8mm.

Os ensaios foram conduzidos em um secador contínuo de bandejas em leito fixo com dois níveis de temperatura (50 e 70°C) e velocidade do ar (0,75 e 2,60m/s). As temperaturas de bulbo úmido e bulbo seco do ambiente de secagem foram medidas utilizando um psicrômetro. A temperatura no interior do secador foi monitorada por um termopar de cobre constantan e a velocidade do ar foi verificada pelo uso de um anemômetro (TSI 8330-M).

O ajuste matemático da cinética foi realizado utilizando a solução de Crank (1975) para uma placa plana de espessura $2L$, possuindo um conteúdo inicial uniforme de umidade, submetida a condições de ar de secagem constante:

$$\frac{X - X_e}{X_o - X_e} = \frac{8}{p^2} \sum_{i=0}^{\infty} \frac{1}{(2i+1)^2} \exp \left[- (2i+1)^2 p^2 D_{ef} \frac{t}{4 L^2} \right] \quad (1)$$

onde:

X = umidade em um tempo t (kg/kg matéria seca-ms)	D_{ef} = difusividade efetiva (m^2/s)
X_o = umidade inicial (kg/kg ms)	L = meia espessura da placa (m)
X_e = umidade no equilíbrio (kg/kg ms)	t = tempo de processo (s)

Foi utilizado o procedimento de regressão não linear aplicado ao modelo difusional através do software Statistica 5.0. Dessa forma, foi possível determinar as difusividades efetivas de água para o processo de secagem, utilizando os dados de umidade de equilíbrio obtidos através de isotermas de desorção.

O erro relativo médio (P) foi calculado através da Equação (2) a fim de avaliar se o modelo utilizado foi ou não preditivo ($P < 10\%$) (Lomauro et al., 1985).

$$P = \frac{100}{N} \sum_{i=1}^N \frac{|V_p - V_o|}{V_o} \quad (2)$$

onde:

V_p = valores preditos pelo modelo

V_o = valores observados experimentalmente

N = número de pontos experimentais

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As curvas de secagem levantadas estão plotadas em função do adimensional de umidade versus o tempo, conforme indicada na Figura 1. As difusividades efetivas obtidas pelo modelo difusional, os respectivos coeficientes de correlação (R^2) e os erros relativos médios (P) são apresentadas na Tabela 1. Observa-se que o modelo foi considerado preditivo apenas para o processamento a 70°C com uma velocidade de 0,75m/s.

O aumento da temperatura e da velocidade do ar de secagem favoreceu a remoção da umidade do produto, fazendo com que a curva de secagem se torne mais acentuada, implicando na redução do tempo de processo. Conseqüentemente, maiores valores de difusividade efetiva de água foram obtidos nos níveis mais altos desses parâmetros. Entretanto, percebe-se que o efeito da temperatura mostrou ser mais pronunciado que o da velocidade. Tal fato sugere que a temperatura seja a variável mais atuante sobre o processo de transferência de massa.

A comparação com valores relatados na literatura é difícil devido aos diferentes métodos e modelos empregados, além da variação da composição do alimento, bem como sua estrutura física. Hawlader et al. (1991) analisando a cinética de secagem de tomate 'Malaysian' nas temperaturas de 40-80°C e velocidade do ar de 0,4, 1,0 e 1,8m/s obtiveram valores de difusividade efetiva na faixa de $1,52 \times 10^{-10}$ a $9,12 \times 10^{-10}$ m²/s.

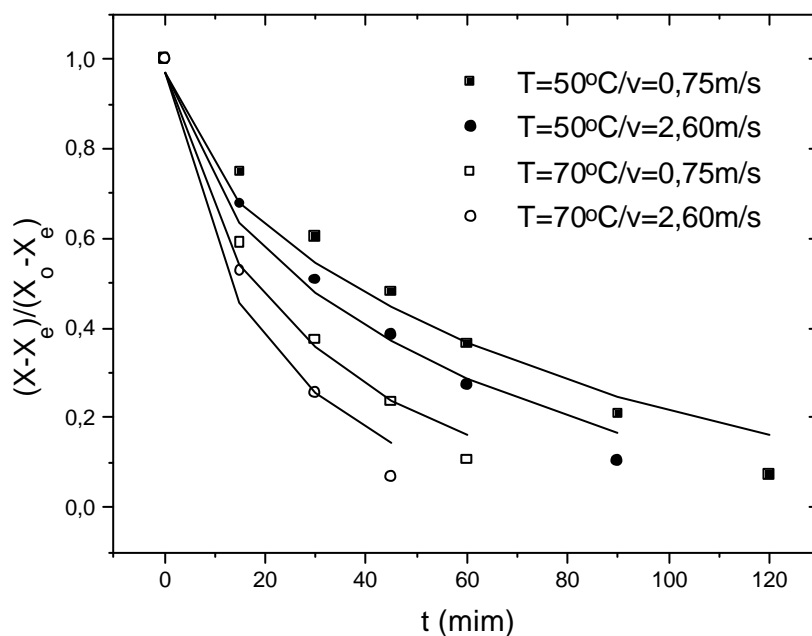


Figura 1. Curvas de secagem de tomate cereja.

Tabela 1. Valores da difusividade efetiva (D_{ef}), coeficiente de correlação (R^2) e erro relativo médio (P) estimada pelo modelo difusional

Temperatura ($^{\circ}$ C)	Velocidade do ar (m/s)	$D_{ef} \times 10^{11} \text{m}^2/\text{s}$	R^2	E(%)
50	0,75	3,01	0,98	16,41
	2,60	3,42	0,99	16,41
70	0,75	5,20	0,99	7,83
	2,60	9,44	0,99	11,80

LITERATURA CITADA

COHEN, J. S.; YANG, C. S. Progress in food dehydration. *Trends in Food Science and Technology*, v.6, p.20-24, 1995.

CRANK J. Mathematics of diffusion. 2ed., Clarendon Press Oxford, 1975, 414p.

HAWLADER, M. N. A.; UDDIN M. S.; HO, J. C.; TENG A. B. W. Drying characteristics of tomatoes. *Journal of Food Engineering*, v.14, p.259-268, 1991.

LOMAURO, C. J.; BAKSHI, A. S.; LABUZA, T. P. Moisture transfer properties of dry and semimoist food. *Journal of Food Science*, v.50, p.397-400, 1985.

VAGENAS, G. K.; MARINOS-KOURIS, D.; SARAVACOS, G. D. An analysis of mass transfer in air-drying of foods. *Drying Technology*, v.8, n.2, p. 323-342, 1990.

AGRADECIMENTO

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo apoio financeiro.