

## CINÉTICA DEL SECADO SOLAR PARA PEREJIL

Pontin, María Isabel – [mpontin@ing.unrc.edu.ar](mailto:mpontin@ing.unrc.edu.ar)  
Lema, Alba Ivana – [alema@ing.unrc.edu.ar](mailto:alema@ing.unrc.edu.ar)  
Morsetto, Jorge Mario – [jmorsetto@ing.unrc.edu.ar](mailto:jmorsetto@ing.unrc.edu.ar)  
Romero, Fabián Héctor – [fromero@ing.unrc.edu.ar](mailto:fromero@ing.unrc.edu.ar)

Universidad Nacional de Río Cuarto, Facultad de Ingeniería, Grupo de Energía Solar

**Resumen.** *En este trabajo se estudia la cinética de secado en capa delgada para hojas y tallos de perejil bajo condiciones de secado solar en días claros. Se realizaron experiencias en un secadero solar indirecto diseñado y construido por nuestro grupo de trabajo. Consta de una cabina de secado formada por una estructura de madera recubierta en polietileno negro y un colector solar de aire. Sobre la base de las experiencias, se evaluaron tres modelos de solución para la ley de Fick, suponiendo que la difusividad efectiva es constante o alternativamente se consideró variable con el número de Fourier ( $Fo$ ). Los datos fueron ajustados para determinar las constantes de los modelos. Se investigó la bondad de los modelos evaluando los estadísticos obtenidos del ajuste. Los resultados muestran que el coeficiente de difusión es variable, mientras que la interfase en condiciones de equilibrio fue la condición de borde más adecuada. Se muestran valores para la difusividad efectiva, curvas de radiación, temperaturas y humedades obtenidas durante los días de secado.*

**Palabras-clave:** *Secado solar, Cinética de secado, Secado en capa delgada, Secado de perejil, Difusividad efectiva.*

### 1. INTRODUCCIÓN

El perejil se considera usualmente como una especia. Si bien existen muchas variedades de perejil, la más cultivada es la “*petroselinum crispum*”, conocida comúnmente como de hoja crespada. Crece en Europa y Asia como planta salvaje. La hierba tanto fresca como seca, se utiliza extensamente como condimento en diversos productos alimenticios a causa de su olor aromático de gran alcance (Díaz-Maroto et al., 2003). El perejil cultivado como especia se produce en la huerta doméstica. Es una fuente muy rica de las vitaminas C y E, caroteno, tiamina y minerales orgánicos (Soysal, 2004). Debido a su alto contenido en agua (78-82%), el perejil se seca ordinariamente para el mercado, de modo de inhibir el crecimiento de microorganismos y prevenir la degradación debido a reacciones bioquímicas.

El secado es uno de los más viejos métodos de preservación de alimentos y representa un aspecto muy importante de la transformación de los mismos. El secado solar es una alternativa cuando el costo del proceso juega un papel fundamental en la rentabilidad de la actividad productiva. Se hace imprescindible entonces, una tecnología que permita reducir los costos de operación si se quiere obtener una ganancia neta aceptable.

En el secado solar, la utilización de secaderos con diseños apropiados puede disminuir los costos de producción en comparación a otras tecnologías. En relación con el secado al sol por exposición directa del producto, un diseño de secadero adecuado puede reducir en un 65% el tiempo de secado (Ait Mohamed et al, 2005) y además la calidad del producto seco es mejorada en términos de higiene, humedad final controlada, color, textura y aroma (Adom et al., 1997 y Midilli, 2001). Los secaderos solares de bajo costo destinados al secado de hierbas aromáticas, utilizan frecuentemente cubiertas plásticas negras, de modo de preservar el color del producto seco (Pontin et al., 2005).

A los fines de realizar un diseño eficiente de un secadero de alimentos, es ventajoso disponer un estudio de las condiciones de operación. Los modelos usados para simular la cinética del secado también pueden ser usados para diseñar unidades nuevas así como para controlar y optimizar unidades ya existentes, por esta razón la cinética de secado debe estar bien definida o de lo contrario es necesario disponer de modelos confiables. Existen trabajos y estudios experimentales sobre las características de secado de numerosos productos vegetales basados en el proceso de capa delgada para el ajo (Madamba et al., 1996), pimienta roja (Doymaz y Pala, 2002), berenjena (Akpınar y Bicer, 2004 y Ertekin y Yaldız, 2004), brócoli (Simal et al., 1998) y cebolla (Sarsavadia et al, 1999) entre otros, incluso perejil (Lema et al., 2007), pero no se han encontrado estudios de cinética de secado para perejil en condiciones de secado solar.

Para el desarrollo de este trabajo se realizaron experiencias de secado en capa delgada bajo condiciones de secado solar durante tres días. Se eligieron días claros con diferentes velocidades de viento. Debido a las características del perejil, se consideró que la humedad se dirige hacia la superficie, predominantemente por difusión molecular a través del medio poroso. Por este motivo, el estudio cinético fue realizado por medio de un modelo difusional que describiera el comportamiento del secado del perejil, para diferentes condiciones de borde. La validez de las suposiciones fue evaluada usando el coeficiente de correlación ajustado ( $r^2$  ajust), el chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) y la raíz cuadrada del error Standard (RMSE). Sobre la base de estas experiencias, se determinaron valores de difusividad efectiva.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Sustrato

En el desarrollo de este trabajo las muestras utilizadas para el secado fueron hojas con porciones de tallo de perejil fresco (*Petroselinum crispum*) provenientes de la cosecha de plantines disponibles en el predio del laboratorio de Energía Solar de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Río Cuarto. La humedad inicial de las muestras en base húmeda fue del 80.1 %, mientras que el contenido final de humedad varió entre 4.65 % y el 25.2 %.

### 2.2 Descripción del secadero

El secadero solar es indirecto de tipo gabinete, consta básicamente de una cabina de secado y un colector solar (Fig. 1 y 2). La cabina de secado ubicada a 1.40 m respecto del nivel del suelo, consiste en una estructura de madera de 1.00 m de altura por 1.00 m de ancho y 0.30 m de profundidad, sobre la cual se montó una cubierta de polietileno negro de 150  $\mu\text{m}$  de espesor, para evitar el deterioro del producto por la radiación solar (Ndawula et al., 2004). En su interior se ubicó una bandeja de malla fina de acero inoxidable, de 0.30 x 0.90  $\text{m}^2$ , sobre la cual se colocaba la muestra a secar. En el interior del secadero el aire circula en flujo ascendente a través de la bandeja, y sale por la parte superior de la cámara, donde se ubica un extractor eólico de aluminio.

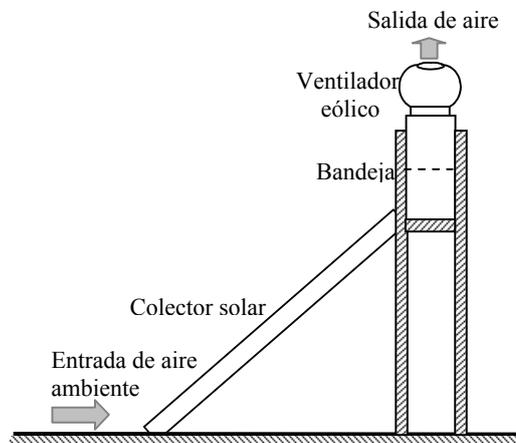


Figura 1- Esquema del sistema de secado solar.



Figura 2 - Fotografía del secadero solar

### 2.3 Descripción del colector de aire

Se diseñó y construyó un colector solar de aire plano, que fuera capaz de suministrar los aportes energéticos necesarios para la operación de secado. El aire fresco ingresa al colector por el extremo libre y sale por el extremo conectado al gabinete de secado (Fig.1) a través de un extractor eólico.

El colector solar se montó mirando hacia el norte al con una inclinación de 45°, si bien el ángulo de inclinación es regulable. El mismo, consta de una estructura de madera de 5 mm de espesor, pintada con un recubrimiento plástico que la protege de la intemperie. La superficie colectora es una chapa corrugada de zinc, pintada de negro mate y separada aproximadamente 5 cm de la superficie transparente, formando el canal de flujo de aire. La parte inferior de la superficie absorbidora está en contacto con una capa estanca de aire cercana a 5 cm, que queda atrapado entre la chapa y una superficie reflectante que recubre la lana de vidrio que reviste la estructura de madera. El esquema se muestra en la Fig. 3.

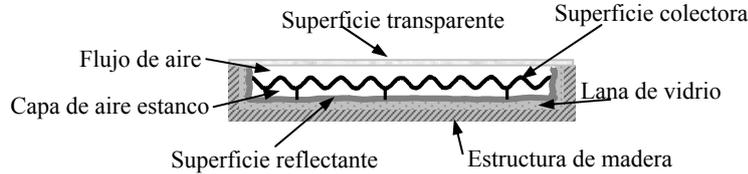


Figura 3 - Corte transversal del colector

## 2.4 Formulación matemática

El proceso de secado puede ser interpretado como un proceso de migración y evaporación, en el cual inicialmente el agua presente en la superficie del sólido se evapora tomando la energía necesaria de la fuente caliente, mientras tanto más agua migra hacia la superficie, la velocidad de secado es constante y no depende del sólido. Cuando se alcanza la humedad crítica, la superficie del sólido ya no está completamente húmeda y se inicia el periodo de velocidad decreciente y la resistencia interna a la transferencia de masa es la que controla la operación de secado.

Los mecanismos propuestos para la pérdida de humedad en alimentos son numerosos y a menudo complejos. Los fenómenos de transporte se clasifican como resultado de la difusión de presión, difusión térmica, difusión forzada y difusión ordinaria. Para el secado de alimentos, debido a la estructura física de los mismos, se supone que el mecanismo de transporte de humedad dominante es por difusión y es común encarar el modelado usando un coeficiente de difusión efectiva definido por la segunda Ley de Fick, que relaciona el flujo de agua con un gradiente de humedad, donde el coeficiente de difusión puede ser dependiente del contenido de humedad en el producto. En este sentido, usaremos el concepto de difusividad efectiva,  $D_{eff}$ , y la segunda Ley de Fick para describir el transporte de la humedad durante el secado del peregil:

$$\frac{\partial X}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( D_{eff} \frac{\partial X}{\partial x} \right) \quad (1)$$

Donde  $X$  es el contenido de humedad,  $x$  es la variable espacial y  $t$  el tiempo de proceso.

A los fines de resolver la Ec. (1), es necesario establecer para el proceso de secado, la geometría, condiciones de borde y condiciones iniciales, de modo de obtener la solución analítica, pero solo es posible para geometrías sencillas. En muchos casos, la geometría del sólido a secar es compleja y no puede ser asemejada a una forma simple, como ocurre con el peregil. Sin embargo supondremos que la hoja de peregil puede ser representada por una lámina infinita de espesor  $2L$ , y la solución de la ecuación diferencial para una humedad promedio, puede ser expresada como una función del número de Fourier ( $F_0 = D_{eff} t / L^2$ ) donde  $D_{eff} / L^2$  es el parámetro del sistema que debe ser determinado.

A continuación se lista la solución analítica de esta ecuación bajo diferentes hipótesis (Gerla et al, 2005):

Tabla 1. Soluciones a la Ley de Fick, para diferentes hipótesis de trabajo.

<u>Caso I</u>	
Dist. de humedad superficial uniforme Encogimiento despreciable Difusividad efectiva constante Interfase en condición de equilibrio	$RH = \frac{8}{\pi^2} \sum_0^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} \exp \left( -\frac{(2n+1)^2 \pi^2 D_{eff} t}{4L^2} \right) \quad (2)$
<u>Caso II</u>	
Dist. de humedad superficial uniforme Encogimiento despreciable Difusividad efectiva variable Interfase en condición de equilibrio	$RH = \frac{8}{\pi^2} \sum_0^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} \exp \left( -(2n+1)^2 \pi^2 \left( 1 + \left( \frac{D_{eff} t}{L^2} \right)^\beta - 1 \right) / 4\beta \right) \quad (3)$
<u>Caso III</u>	
Dist. de humedad superficial uniforme Difusividad efectiva constante Encogimiento despreciable Concentración superficial variable	$RH = \left( \frac{\tan \alpha}{\alpha} \right)^{1/2} \exp \left( -\frac{\alpha D_{D_{eff}} t}{L^2} \right) + \frac{8}{\pi^2} \sum_0^{\infty} \frac{\exp \left( -(2n+1)^2 \pi^2 D_{eff} t / 4L^2 \right)}{(2n+1)^2 \left[ 1 - (2n+1)^2 \frac{\pi^2}{4\alpha} \right]} \quad (4)$

Donde,  $D_{eff}$  es la difusividad efectiva ( $m^2/min$ ),  $L$  es la mitad del espesor de la lámina a secar ( $m$ ) (bajo la hipótesis de una lámina infinita),  $n$  es un número entero positivo y  $RH$  la relación de humedad simplificada.

La relación de humedad simplificada, definida por:

$$RH = X / X_0 \quad (5)$$

Es una reducción de la relación de humedad, dada por  $RH = (X_i - X_E) / (X_0 - X_E)$ , siendo  $X_i$  la humedad instantánea en la observación  $i$ ,  $X_E$  la humedad de equilibrio y  $X_0$  la humedad inicial, todas ellas calculadas en base seca. Esta propuesta fue realizada por algunos autores (Günhan et al., 2005), (Midilli y Kucuk, 2003), (Togrul y Pehlivan, 2003), (Yaldiz y Ertekin, 2001), debido a la fluctuación continua de la humedad del aire de secado durante el transcurso de las experiencias.

A los fines de verificar la hipótesis sobre la existencia de un período de velocidad decreciente solamente, se calculó la velocidad de secado utilizando la siguiente ecuación:

$$dX/dt = \Delta X / \Delta t \quad (6)$$

Siendo  $\Delta X = X_{i+1} - X_i$  y  $\Delta t = 5$  min.

El análisis de regresión fue realizado mediante un programa de computación. Para evaluar el ajuste de los modelos matemáticos propuestos con los datos experimentales, se realizó un análisis de regresión no lineal, y se calcularon los siguientes estadísticos: el coeficiente de correlación ajustado ( $r^2$ ), el chi-cuadrado reducido ( $\chi^2$ ) y la raíz cuadrada del error Standard (RMSE). Altos valores para  $r^2$  y bajos para  $\chi^2$  y RMSE corresponden a un buen ajuste.

Los estadísticos se calculan mediante las siguientes expresiones:

$$R^2_{ajus} = \frac{\sum_{i=1}^N (RH_i - RH_{pred,i}) \cdot \sum_{i=1}^N (RH_i - RH_{exp,i})}{\sqrt{\left[ \sum_{i=1}^N (RH_i - RH_{pred,i})^2 \right] \left[ \sum_{i=1}^N (RH_i - RH_{exp,i})^2 \right]}} \quad (7)$$

$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (RH_{exp,i} - RH_{pred,i})^2}{N - z} \quad (8)$$

$$RMSE = \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (RH_{pred,i} - RH_{exp,i})^2 \right]^{1/2} \quad (9)$$

Donde  $RH_{exp,i}$  y  $RH_{pred,i}$  son las relaciones de humedad experimental y predicha por los modelos respectivamente,  $N$  es el número de observaciones y  $z$  el número de constantes de secado.

Simplificando las ecuaciones 2, 3 y 4, a los dos primeros términos de la solución de la serie, se obtuvieron tres modelos, que fueron ajustados mediante un análisis de regresión no lineal. Se utilizaron los estadísticos descritos en las ecuaciones 7, 8 y 9 para evaluar el ajuste de los modelos.

## 2.5 Determinación de las condiciones de proceso en el desarrollo de las experiencias

La determinación de la humedad de las muestras se realizó por secado en estufa a 90 °C, durante 24 h. Las muestras fueron previamente molidas hasta lograr los requerimientos establecidos en la norma IRAM 15 850-1. Bajo estas condiciones de trabajo, al cabo de 20 h de permanencia en la estufa, las muestras ya secas alcanzaban peso constante. Para cuantificar la masa húmeda o seca, se utilizó una balanza analítica marca Ohaus con una precisión de 0.001 g.

Las temperaturas en puntos estratégicos del colector y el secadero fueron registradas mediante un termómetro digital TES – 1307, las variables meteorológicas se midieron mediante una estación meteorológica automática, que registra temperatura ambiente, velocidad y dirección del viento, humedad relativa, etc. mientras que la radiación solar incidente sobre superficie horizontal y sobre el plano del colector se registraron mediante dos solarímetros fotovoltaicos conectados a un sistema de adquisición de datos.

## 3. RESULTADOS

### 3.1 Caracterización de los días de experimentación

Los datos de temperatura y radiación obtenidos a partir de las experiencias de secados fueron volcados en las figuras 4, 5 y 6, presentándose como Día 1, 2 y 3.

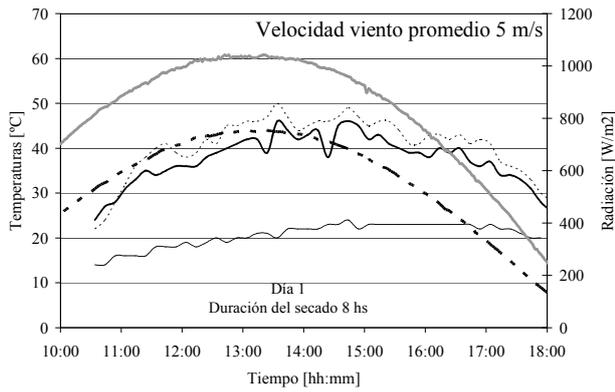


Figura 4 - Caracterización Día 1

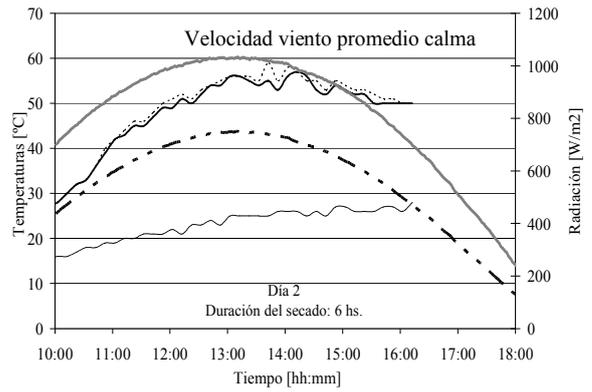


Figura 5 - Caracterización Día 2

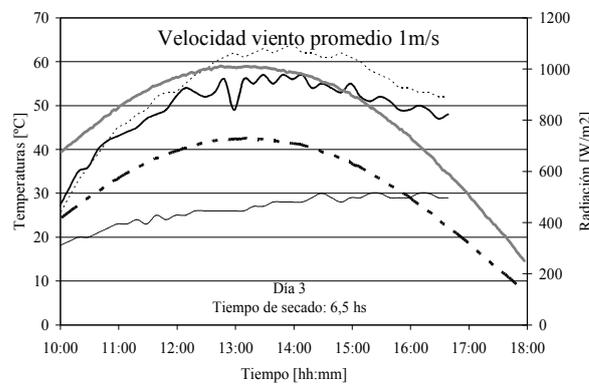


Figura 6 - Caracterización Día 3

**Referencias**

- ..... Temp. Salida Colector
- Temp. Bandeja
- Temp. Ambiente
- - - Radiación sobre plano horizontal
- Radiación sobre plano inclinado

**3.2 Características del secado de perejil**

Las curvas de secado obtenidas a partir de las experiencias de secado se muestran en la figura 7, como era de esperar, la temperatura del aire de secado es un parámetro efectivo en la reducción sustancial del tiempo de secado, como así también la velocidad del viento.

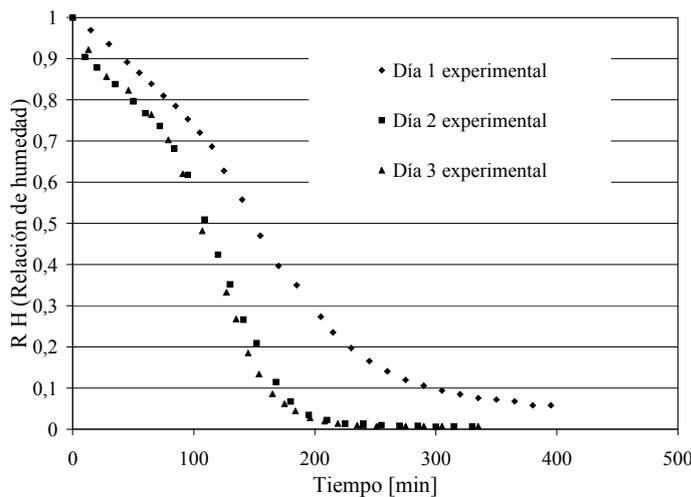


Figura 7 - Curvas de secado para los tres días

**3.3 Ajuste de las curvas de secado utilizando los modelos difusivos de secado**

En la Tabla 2, se muestran los estadísticos calculados mediante las Ec. (7), (8) y (9), y señalado en negritas los correspondientes al mejor ajuste y los valores del parámetro  $D_{eff}/L^2$  obtenidos para cada día.

Tabla 2. Determinación de las constantes de los modelos matemáticos seleccionados para describir la difusividad efectiva

Caso	Día	Constantes del modelo	SSE	$r^2$ ajus.	$\chi^2$	RMSE
I	1	$D_{eff}/L^2 = 0.017$	0.7185	0.7897	0.0239	0.1548
	2	$D_{eff}/L^2 = 0.0029$	0.5749	0.8241	0.0221	0.1487
	3	$D_{eff}/L^2 = 0.0033$	0.5439	0.8117	0.227	0.1505
II	1	$D_{eff}/L^2 = 1.6610 \cdot 10^{-4}$ $\beta = 114.5155$	0.1395	0.9558	0.0050	0.0706
	2	$D_{eff}/L^2 = 2.1085 \cdot 10^{-4}$ $\beta = 139.7646$	0.0259	0.9914	0.0011	0.0329
	3	$D_{eff}/L^2 = 2.0482 \cdot 10^{-4}$ $\beta = 153.7235$	0.0281	0.9898	0.0012	0.0349
III	1	$D_{eff}/L^2 = 0.4755$ $\alpha = 0.0147$	0.1220	0.9630	0.0042	0.0649
	2	$D_{eff}/L^2 = 0.5680$ $\alpha = 0.0150$	0.3395	0.8876	0.0141	0.1189
	3	$D_{eff}/L^2 = 0.4479$ $\alpha = 0.0214$	0.3408	0.8766	0.0148	0.1217

El análisis estadístico mostró que el mejor ajuste lo proporcionaba la resolución correspondiente al caso II, ya que ofreció los mejores valores para los estadísticos de selección. En la figura 8, se presentan los valores experimentales y los calculados usando la resolución analítica correspondiente al caso II.

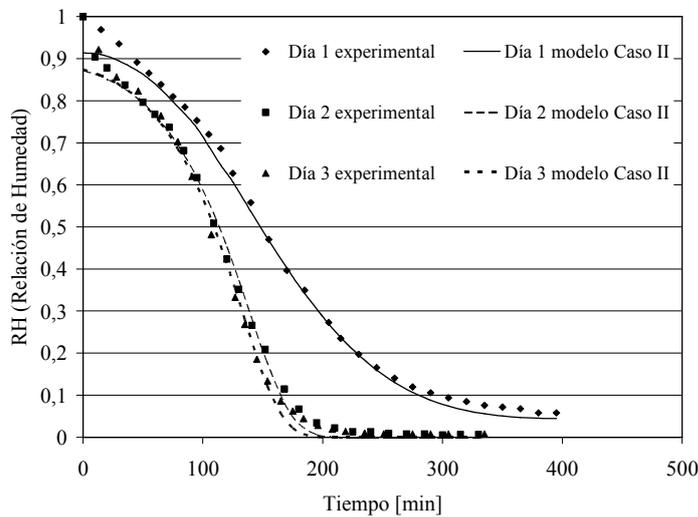


Figura 8 - Ajuste de las curvas de secado. Resolución de la Ley de Fick, correspondiente al caso II.

A partir de los valores del parámetro  $D_{eff}/L^2$ , puede obtenerse para cada día, un valor de  $D_{eff}$  promedio, que se muestran en la Tabla 3:

Tabla 3. Difusividades efectivas calculadas para perejil

	Día 1	Día 2	Día 3
$D_{eff}$ promedio	$1.7132 \cdot 10^{-11}$	$2.1747 \cdot 10^{-11}$	$2.1125 \cdot 10^{-11}$

#### 4. CONCLUSIONES

De acuerdo a los valores mostrados en la Tabla 2, el Caso II es el que proporciona el mejor ajuste. Considerando que la difusividad efectiva variable es una condición de borde de este modelo, y que la difusividad es función de la temperatura, esta variación se explica por el hecho de que en el secado solar la temperatura varía durante el proceso.

Los valores de difusividad efectiva obtenidos para perejil en este trabajo, se encuentran dentro del rango de difusividades efectivas para productos alimenticios ( $10^{-11}$  -  $10^{-9}$  m<sup>2</sup>/s) (Zogzas et al., 1996).

Es notablemente significativa la influencia de la velocidad del viento en el comportamiento del secadero (Fig. 4, 5 y 6) ya que se traduce directamente en una disminución considerable de la velocidad de secado (Fig. 7).

De las curvas de secado (Fig. 7) podemos concluir que el secadero logró una adecuada disminución de la humedad del perejil, presentando muy buen aspecto con un leve pardeamiento, manteniendo el característico aroma del perejil.

Es posible utilizar para el secado de perejil a escala artesanal este tipo de tecnología, sencilla, económica y de mínimo impacto ambiental.

#### REFERENCIAS

- Ait Mohamed L., Kouhila M., Jamali A, Lahsani S, Kechaou N., Mahrouz M., 2005. Single drying behaviour of Citrus aurantium leaves under forced convection. *Energy, Conversion & Management* 46, 1473-1483.
- Adom K.K., Dzogbefia V.P. y Ellis W. O. 1997. Combined effect of drying time thickness on the solar drying of okra, *Journal of the Science of Food and Agriculture* 73, pp. 315-320.
- Akpınar E.K. y Bicer Y. 2004. Modelling of the drying of eggplants in thin-layer, *International Journal of Food Science and Technology* 39, pp. 1-9.
- Crank J., 1975. *The mathematics of diffusion* (2nd ed.), Clarendon Press, Oxford, London.
- Díaz-Maroto M.C., Vinas M.A.G. y Cabezudo M.D. 2003. Evaluation of the effect of drying on aroma of parsley by free choice profiling, *European Food Research Technology* 216, 2003, pp. 227-232.
- Doymaz I. y Pala M., 2002. Hot-air drying characteristics of red pepper, *Journal of Food Engineering* 55, 2002, pp. 331-335.
- Ertekin, C y Yaldiz, O. 2004. Drying of eggplant and selection of a suitable thin layer drying model. *Journal of Food Engineering*, 63, 349-359.
- Gerla, P, Martinez Garreiro, Zecchi, Berta, Clavijo, L., 2005. Modelling vacuum and convective dehydration of vegetables. "4<sup>o</sup> Mercosur Congress on Process Systems Engineering" (Enpromer). Agosto 2005. Village Rio das Pedras - Rio de Janeiro- Brasil. [http://www.enpromer2005.eq.ufrj.br/nukleo/pdfs/0730\\_paper\\_730.pdf](http://www.enpromer2005.eq.ufrj.br/nukleo/pdfs/0730_paper_730.pdf)
- Günhan, T., Demir, V., Hancioglu, E. y Hepbasli, A., 2005. Mathematical modeling of drying of bay leaves. *Energy Conversion and Management*, 46x (11-12), 1667-1679.
- Lema A., Pontin M., Sanmartino A., Ziletti M., Martinello M., 2007. Características del proceso de secado en capa delgada del perejil. *Avances en Energías Renovables*. Vol. 11 08-75 08-82
- Midilli A., 2001. Determination of pistachio drying behaviour and conditions in solar drying system, *International Journal of Energy Research* 25 , pp. 715-725.
- Midilli A. y Kucuk H. 2003. Mathematical modelling of thin layer drying of pistachio by using solar energy *Energy Conversion and Management*, 44, 1111-1122.
- Midilli A, Kucuk H, Yapar Z., 2002. A new model for single layer drying. *Drying Technology* 2002, 20(7), 1503-1513,
- Madamba P.S., Driscoll R.H. y Buckle K.A., 1996. Thin-layer drying characteristics of garlic slices, *Journal of Food Engineering* 29, pp. 75-97.
- Ndawula J., Kasaba J. D. y Byaruhanda Y. B., 2004. Alterations in fruit and vegetable  $\beta$ -carotene and vitamin C content caused by open-sun drying, visqueen-covered and polyethylene-covered solar-dryers. *African Health Science*. 4(2):150-30.
- Pontin M., Lema A., Ritta R., Sanmartino A., Ghirardotto M. 2005. Secadero solar para frutas – Estudio de caso. *Avances en Energías Renovables*. Vol. 9 pag. 02-43 02-48
- Sarsavadia P.N., Sawhney R.L., Pangavhane D.R. y Singh S.P., (1999). Drying behaviour of brined onion slices, *Journal of Food Engineering* 40 , pp. 219-226.
- Senadeera W., Bhandari B.R., Young G. y Wijesinghe B., 2003. Influence of shapes of selected materials on drying kinetics during fluidized bed drying, *Journal of Food Engineering* 58, pp. 277-283.
- Simal S., Rosselló C., Berna A. y Mulet A., 1998. Drying of shrinking cylinder-shaped bodies, *Journal of Food Engineering* 37 pp. 423-435.
- Soysal Y., 2004. Microwave drying characteristics of parsley, *Biosystems Engineering* 89 pp. 167-173.
- Togrul, I. y Pehlivan, D., 2003. Modeling of drying kinetics of single apricot. *Drying Technology*, 19, 583-596.
- Yaldiz, O. y Ertekin, C., 2001. Thin layer solar drying of some vegetables. *Journal of Food Engineering*, 63, 349-359.
- Zogzas, N. P., Maroulis, Z. B. and Marinos-Kouris, D., 1996. Moisture diffusivity data compilation in foods tuffs. *Drying Technology*, 14, 2225-2253.

**Abstract.** *The kinetics of thin-layer drying for leaves and stems of parsley using solar drying in clear day conditions is studied in this paper. Experiments were performed in an indirect dryer, designed and built in the Solar Energy Laboratory of National University of Río Cuarto, Argentina. This dryer has a drying cabinet structure made of wood and covered by black polyethylene, which receives hot air from a solar collector. According to the experiences, three different models of solutions for the second Fick's Law were investigated assuming that diffusion coefficient is constant or variable with the Fourier number ( $Fo$ ). The drying data were fitted to determine the constants of the evaluated models. The performance of the models was investigated evaluating the goodness of fit. Results show a variable diffusion coefficient while a constant surface concentration was the best boundary condition. Values for the effective diffusivity, plots of radiation, temperature and humidity obtained during the days of drying experiments are shown.*

**Key words:** *Solar drying, Drying kinetics, Thin-layer drying, Drying of parsley, Effective diffusivity*