

SECADERO SOLAR: BALANCE ENERGETICO.

N. Sogari,^{1,2} ; A. Busso² .

1. Escuela Regional de Agricultura, Ganadería e Industrias Afines. (ERAGIA) U.N.N.E.
Av. Del Centenario y Ruta 12.- 3400 - Corrientes.
Tel. 03783-471413 - E-Mail: nsogari@agr.unne.edu.ar ajbusso@ing.unne.edu.ar
2. Fac. de Ciencias Exactas. U.N.N.E. Av. Libertad 5500. 3400 - Corrientes.

RESUMEN

En trabajos anteriores se indicó la importancia de utilizar la energía solar como recurso para deshidratar productos hortícolas. El objetivo de este trabajo es analizar el comportamiento de un secadero solar simple, destinado al secado de especias aromáticas. Se describen la distribución de temperaturas y energías en las distintas partes del sistema durante los ensayos realizados.

INTRODUCCIÓN

La técnica de **deshidratación** de los productos hortícolas, contribuye a su transformación permitiendo comercializarlos al incorporar una tecnología no compleja y de bajo costo para el productor. Un secadero solar simple, es una alternativa para dar salida a su producción y utilizar aquellos productos que no son bien cotizados y de difícil comercialización. (Sogari et al. 1998)

La optimización de un secadero solar es una de las principales metas que se ha fijado el equipo de trabajo.

En el presente trabajo se describen los primeros resultados que caracterizan física y térmicamente al secadero. Para determinar el intercambio energético en una cada una de las partes del sistema, se midieron la intensidad de la radiación solar y la temperatura. Conjuntamente con la velocidad del aire, áreas de la placa colectora plana y la correspondiente al túnel semicilíndrico y los valores de los calores específicos determinan el flujo de calor ganado. (Sogari-Reuss 1997)

MATERIALES Y METODOS

El secadero solar consta de dos partes fundamentales:

Una **cámara de secado** con forma de túnel semicilíndrico de 0,94 m de ancho por 1,80 m de largo, a la que se anexa una **placa colectora plana** de 2 m de largo, 0,95 m de ancho y 10 cm de alto. (Sogari et al. 1998)

El comportamiento del sistema se evaluó, obteniendo en cada componente del sistema:

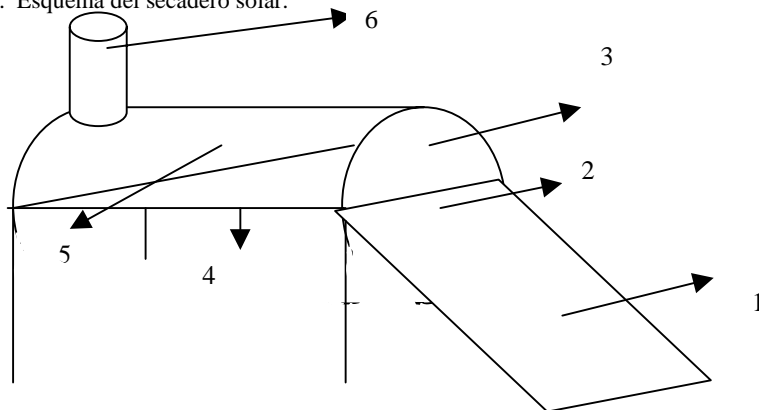
- a) Energía solar incidente
- b) Energía útil
- c) Energía perdida

Los sensores de temperatura se colocaron (fig. 1): (Reuss et al. 1997)

- Sobre las placas colectoras planas, es decir la correspondiente a la cámara de secado(4) y la existente en el colector plano (1)
- A la salida del colector plano,(2) para determinar la temperatura del fluido.
- En el medio de la cámara de secado (5).
- A la salida de la chimenea (6).

Los valores fueron registrados cada media hora.

Figura 1. Esquema del secadero solar.



Se registraron el peso del producto fresco (inicial) y el peso de la materia cada media hora hasta obtener la condición de peso constante, tal como se realizaban las experiencias en el laboratorio donde se utilizaba una estufa de temperatura regulable.

RESULTADOS

Los siguientes gráficos muestran la variación de la temperatura en distintas partes del sistema, el intercambio de calor producido en el secadero solar, como también la eficiencia de cada una de las partes.

Las figuras 2 y 3 muestran la variación de las temperaturas en el tiempo, de la placa, del fluido a la entrada y a la salida del colector plano y del túnel semicilíndrico respectivamente. La máxima temperatura alcanzada por la placa del colector plano fue de 80 °C, mientras que la placa del túnel alcanzó 63 °C esto se debió a que el producto a secar se extendió sobre una rejilla ubicada sobre la mencionada placa. En las mismas figuras se observa la variación de la radiación en el tiempo. Estos resultados corresponden a uno de los seis ensayos de secado de orégano efectuados durante los meses de agosto y septiembre. En cada ensayo se distribuyeron 2 kg de orégano sobre la bandeja.

Figura 2. Variación de la radiación y de la temperatura con el tiempo en el colector plano

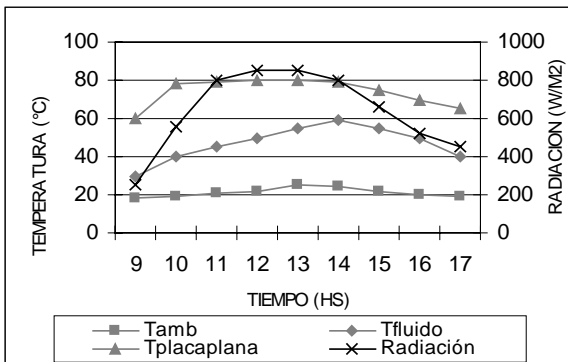
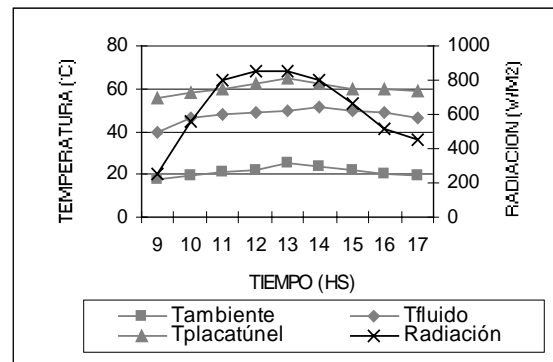


Figura 3. Variación de la radiación y de la temperatura con el tiempo en el túnel semicilíndrico.



Los resultados mostrados en las figuras 4 y 5 corresponden a las energías incidentes y útiles en ambos componentes del secadero.

La energía total incidente se calculó mediante la expresión $E = I * A * t$ y la energía útil o transferida mediante $Q = m * ce * (Ts - Ta)$

Donde:

E: energía incidente (Joule)

I: intensidad de la radiación solar (W/m²)

A: área del colector (m²)

t: tiempo (segundos)

m: flujo de aire (kg/seg)

ce: calor específico del aire

Ts: temperatura del fluido a la salida del colector (°C)

Ta: temperatura ambiente (°C)

Figura 4. Energía incidente y útil en el colector plano

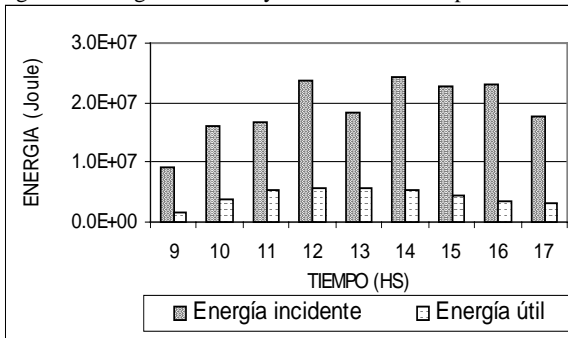
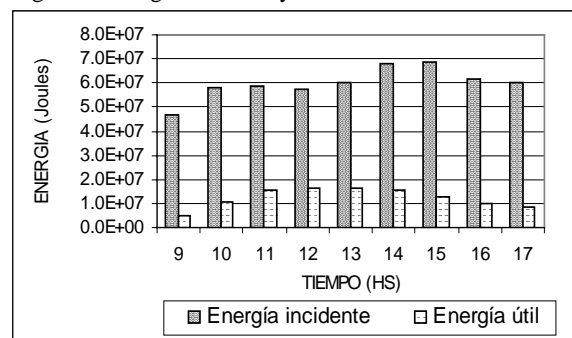


Figura 5. Energía incidente y útil en el túnel semicilíndrico.

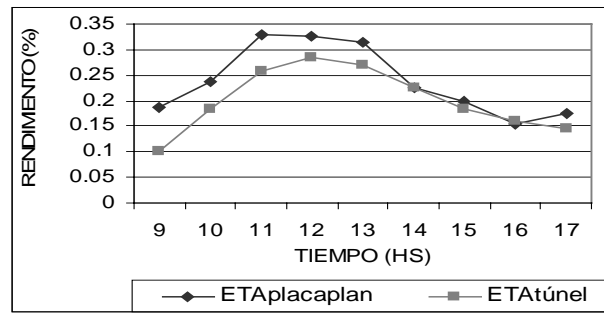


Para calcular la eficiencia del colector plano y del túnel semicilíndrico se aplicó la definición (Duffie-Beckman):

$$\eta = \frac{Q_u}{E_i} = \frac{\text{energía calórica transferida}}{\text{energía máxima incidente}}$$

Los valores de la eficiencia correspondiente a los distintos componentes del sistema de secado, se muestran en la figura 6. La eficiencia media del colector plano es del 35%, mientras que el del túnel semicilíndrico fue del 29%.

Figura 6. Eficiencia del colector plano y del túnel semicilíndrico.



Las figuras 7 y 8 muestran la variación de la temperatura y de la radiación a medida que pasa el tiempo, durante uno de los ensayos de secado de perejil, llevados a cabo durante los meses de octubre y noviembre. Los valores máximos de temperatura de la placa del colector plano fue de 80 °C y del túnel 53 °C. Durante los doce ensayos, se cargó completamente la bandeja con el producto (3 kg), es por ello que ha disminuido considerablemente la temperatura de la placa negra.

Figura 7. Variación de la radiación y de la temperatura con el tiempo en el colector plano

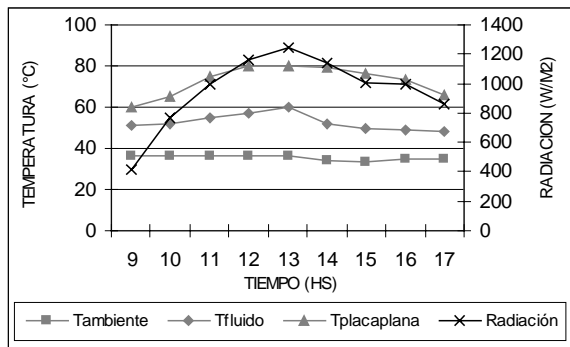


Figura 8. Variación de la radiación y de la temperatura con el tiempo en el túnel semicilíndrico

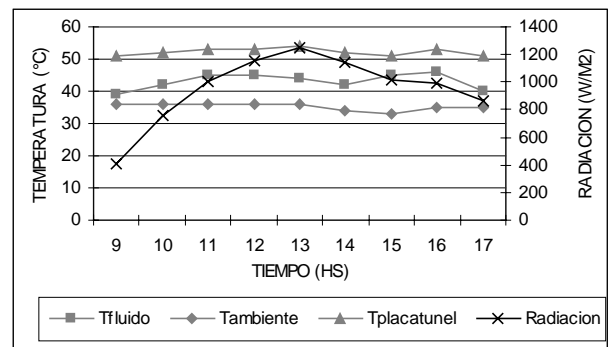


Figura 9 Variación de la energía útil e incidente en el colector plano

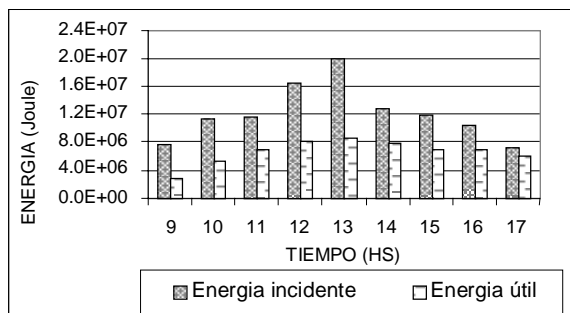


Figura 10 Variación de la energía útil e incidente en el túnel semicilíndrico

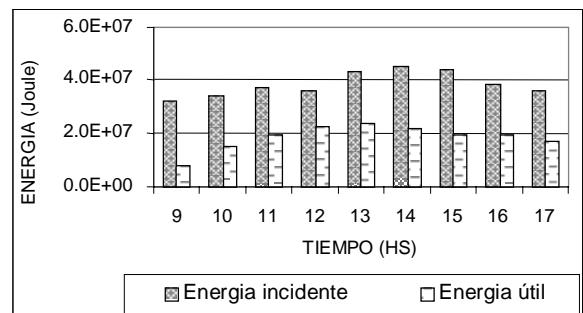
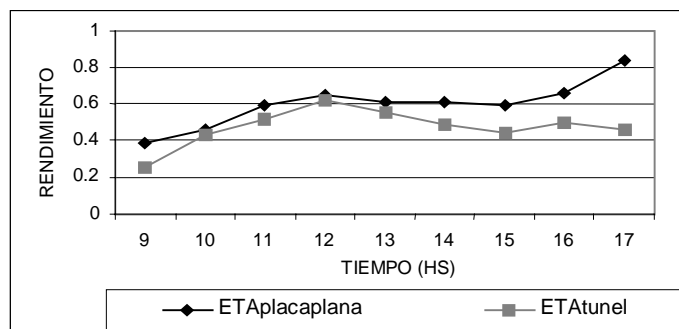


Figura 11: Eficiencia del sistema



Las figuras 9 y 10 muestran la variación de las energías incidentes y útil en cada parte del secadero. El máximo valor de energía útil existente en la placa plana fue de $8 \text{ E}+06$ Joule mientras que en el túnel se tuvo como valor máximo alrededor de $2 \text{ E}+07$ Joule.

Los valores de la eficiencia correspondiente a los distintos componentes del sistema de secado, para uno de los ensayos se muestran en la figura 11. De igual manera se trabajó para los otros ensayos. En cada caso se calculó la eficiencia media, de cada componente. Finalmente se obtuvo el promedio de los valores medios de η , de esta manera se llegó a que la eficiencia media del colector plano es del 60%, mientras que la del túnel semicilíndrico es del 45%. Durante estos últimos ensayos han aumentado las eficiencias medias de cada componente del secadero. Esto se debió a que se cambiaron los cobertores plásticos los cuales fueron cuidadosamente sellados en los bordes del sistema, dejando solo una abertura lateral para disponer la materia a secar sobre la bandeja; se mejoró la aislación del túnel cubriendo la base del mismo con tergopol; antes de iniciar los ensayos se quitaba el polvo existente sobre el plástico además de limpiar la placa negra del túnel de restos de hojas secas que pudieran quedar de un ensayo anterior.

CONCLUSIONES

El funcionamiento del secadero prototipo ha sido promisorio, pues de acuerdo con los resultados obtenidos se alcanzó un buen calentamiento. El análisis del balance energético en cada una de las partes del sistema, ha permitido concluir que la eficiencia de ambas, ha ido mejorando, alcanzando el 60% el colector plano, y el 45% el túnel semicilíndrico.

Con relación a la estructura del equipo, se dispone de un secadero solar optimo, económico, fácil de trasladar y de construir en cualquier lugar.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen al Experto en Estadística y Computación Guillermo Graciani por su colaboración en la preparación del presente trabajo.

BIBLIOGRAFIA

Levit H.S. and R. Gaspar, Energy budget for greenhouse in humid-temperate. Agricultural and Forest Meteorology Elsevier Science Publisher B.V. , Amsterdam, 1988.

Duffie J. and Beckman W., Solar Engineering of Thermal Processes, 2nd. Ed , Wiley, New York, 1991.

Passamai V. Modalización del proceso de secado en secadores solares directos. Tesis doctoral. 1995.

Reuss, M; Benkert, S; Von Rentzell, B. and Sogari, N. Modelling and Experimental investigation of a Pilot Plant for Solar Wood Drying. Solar Energy. Vol. 59, N°4-6, pp. 259. 1997.

Sogari N., Reuss M. Determinación del rendimiento de un secadero solar utilizando el programa de simulación TRNSYS 14.1. XX Reunión de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente. ASADES. 1997. Río Cuarto (Cba) Argentina.

Sogari N, et al. Deshidratación de especies aromáticas utilizando un prototipo de secadero solar. Avances de Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 2 N° 1. Pág. 33. 1998. Salta.