

## ENSAYO DE UN SECADERO SOLAR PARA FRUTAS Y HORTALIZAS

A.Fabris\*; M.García; A. Roberti; S. Chiabrera

Departamento de Energía Solar  
Comisión Nac. de Inv. Espaciales  
Av. Mitre 3100 - 1663 San Miguel  
Buenos Aires - Rep. Argentina

### RESUMEN

Este trabajo describe los resultados experimentales obtenidos con un equipo de secado solar, para frutas y hortalizas alimentado por un calentador solar de aire de 28 m<sup>2</sup> de área neta. Estas experiencias fueron realizadas en San Miguel, provincia de Buenos Aires. Sumando todas éstas se deshidrató 1 tonelada de fruta fresca. Con éste equipo se pudieron secar duraznos en 5 días y ciruelas en 9 días con condiciones climáticas no aptas para el secado a la intemperie (humedad relativa media 60 % y temperatura media diurna 23°C). Se describe el instrumental utilizado en las mediciones. Se detallan las modificaciones que se introducirán en el sistema para mejorar sus condiciones de operación.

### 1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE SECADO

La figura 1 muestra un esquema de la instalación que permite visualizar los principales componentes de la misma. Para una descripción más detallada de los componentes ver las referencias (1) y (2). La figura 2 muestra al sistema de secado en fun-

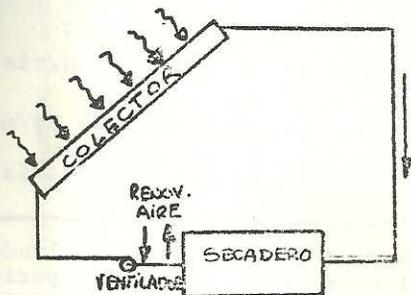


FIGURA 1 - Muestra un esquema de la instalación de secado ensayada.

cionamiento. En primer plano se encuentra la cámara de secado y a la derecha colocado sobre el piso el colector solar construido en plástico inflado (2). El sistema de secado está compuesto por el calentador de aire mencionado, una cámara de secado con 26 m<sup>2</sup> de bandejas, los conductos de recirculación del aire, un par de compuertas de renovación de aire y un ventilador centrífugo con una capacidad de 70 m<sup>3</sup>/min a 2800 rpm con un motor monofásico de 2 HP.

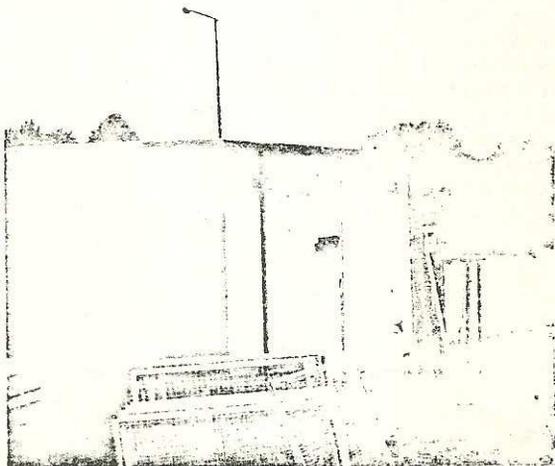


FIGURA 2 - Muestra el sistema de secado en funcionamiento.

### 2. INSTRUMENTACIÓN Y VARIABLES MEDIDAS

Con el objeto de estudiar las variables de interés para el proceso, se midieron: las temperaturas de bulbo seco y húmedo del aire a la salida del secadero mediante termocuplas de Co-bre-Constantán, la temperatura de bulbo seco en la parte central del recinto

to de secado, la temperatura de bulbo seco a la entrada y salida del soplador, las temperaturas de entrada y salida del colector (bulbo seco), la temperatura de bulbo seco y húmedo ambientes, con termorresistencias de platino, la velocidad del viento a 1 metro de altura mediante un anemómetro de hélice liviana, la radiación solar sobre superficie horizontal con un solarímetro Eppley de precisión, el peso de la cámara de secado mediante una báscula sobre la que se encuentra montada la cámara de secado y el caudal de aire de secado mediante un tubo de pitot asociado a un manómetro de columna inclinada. Con excepción del manómetro y la báscula, los sensores entregaban una señal eléctrica que estaba conectada a un sistema de adquisición de datos FLUKE 2200B con 10 canales de tensión de bajo nivel y 8 para termorresistencias de platino. Con el objeto de aislar mecánicamente la cámara de secado del resto del sistema (para permitir la pesada de la cámara y de su contenido) las cañerías de aire de entrada y salida de la misma fueron unidas a las exteriores mediante dos uniones de goma butílica que no transmiten los esfuerzos en el sentido vertical. La figura 3 muestra una vista de la parte posterior de la cámara donde pueden apreciarse la báscula, la casilla meteorológica y los tubos de conducción del aire. El conducto de la izquierda es el del ingreso del aire calentado a la cámara. A la derecha puede apreciarse el

conducto de extracción del aire húmedo de la cámara. Se pueden ver también la ubicación de algunos termómetros y en primer plano a la derecha la casilla meteorológica.

### 3. ENSAYOS REALIZADOS Y RESULTADOS

Se realizaron 4 ensayos de secado con éxito diverso. Tres de ellos fueron de duraznos (*Prunus persica* L) de las variedades Loadel, Limón Marellá y uno de ciruelas (*Prunus domestica* L) de la variedad D'Agén producidos en la zona. Pasaremos a detallar el procedimiento seguido en el caso de la 3ra experiencia realizada secando duraznos y los resultados obtenidos. El durazno utilizado fué de primera calidad de tamaño uniforme. Se procedió a pelar el material y luego se trataba en un baño con Sulfito de Sodio al 1% durante una hora. Una vez completada esta operación, se cargaba la cámara y se ponía en funcionamiento el sistema. Las figuras 4 y 5 muestran la evolución de los parámetros de interés para el proceso durante el 2do y 3er día del período de secado que duró en total 3,5 días (se refiere a días en cámara y no a horas totales de secado efectivo). La tabla I muestra resumidos los principales resultados de ésta experiencia. Es interesante el resultado que muestra ésta tabla de la cantidad de agua evaporada por metro cuadrado de colector solar y por día pues nos da una idea de la eficiencia global del proceso de captación de la energía solar y de su posterior utilización para la

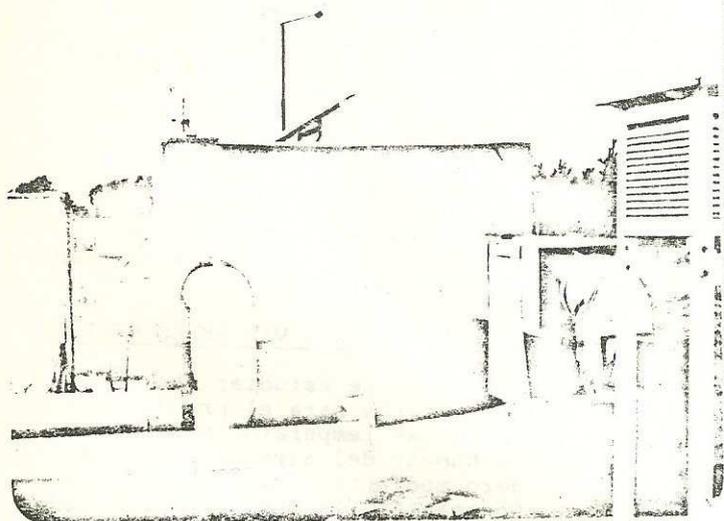
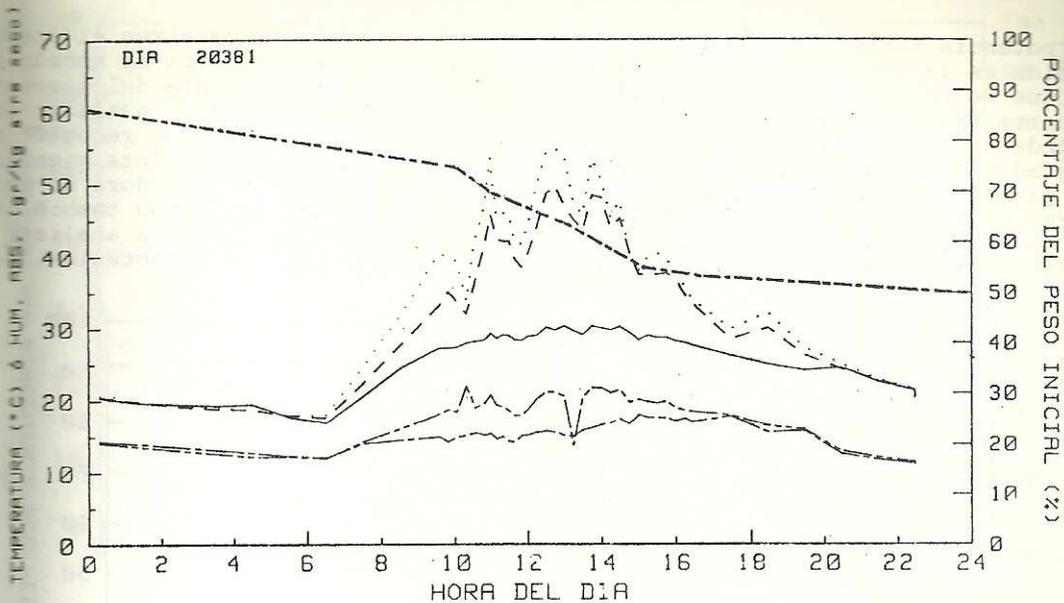


FIGURA 3 - Muestra una vista posterior de la cámara de secado donde se pueden apreciar detalles de la instrumentación.

INICIO	2/2/81-15,45 hs.
FINAL	6/2/81-10,45 hs.
PESO INICIAL	102 Kg
PESO FINAL	19 Kg
AGUA EVAPORADA	83 Kg
AGUA EVAP/DIA	6-30 Kg/día
AGUA EVAP/DIA y M2 COLECTOR	0,2-1,4 Kg/m <sup>2</sup>
POTENCIA MAXIMA DE EVAPORACION	2 Kg/m <sup>2</sup> .día

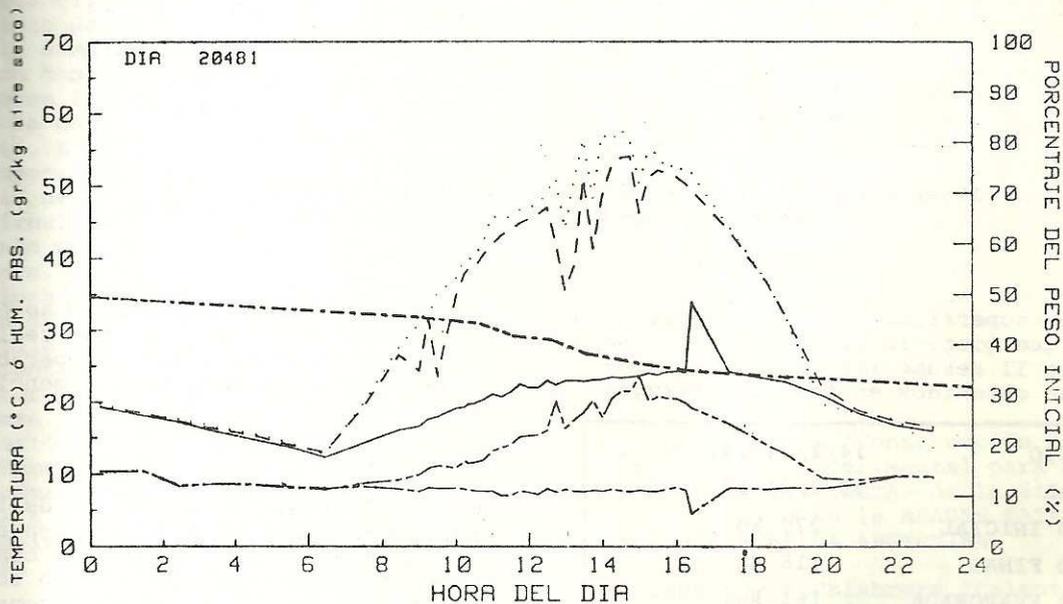
TABLA I - Resume los resultados globales de la tercera experiencia realizada secando duraznos.

evaporación del agua. El valor que se indica en la misma tabla como potencia máxima de evaporación corresponde



- Temp. ambiente
- - - Temp. salida cámara
- · - · Humedad absol. cámara
- · · · · Temp. entrada cámara
- Humedad absoluta ambiente
- % del peso inicial producto

FIGURA 4 - Muestra el comportamiento de las variables de secado para el segundo día de una experiencia de deshidratación de duraznos.



- Temp. ambiente
- - - Temp. salida cámara
- · - · Humedad absol. cámara
- · · · · Temp. entrada cámara
- Humedad absoluta ambiente
- % del peso inicial producto

FIGURA 5 - Idem figura 4 para el tercer día de secado consecutivo.

a la potencia máxima de evaporación obtenida en la 2da experiencia de secado que se realizó sin recirculación. La cuarta experiencia realizada corresponde al secado de ciruelas de la variedad D'Agén, especialmente indicada para éste tipo de proceso. El preprocesamiento consistió en un lavado con una solución de agua e hipoclorito de sodio con el objeto de re-

Las figuras 6 y 7 muestran el comportamiento de las variables de secado para el 2do y el 9no día del proceso. En todos los casos para analizar la información experimental recogida se grabaron los datos en cinta magnética (casette) de una computadora de mesa Hewlett Packard 9845B que también se utilizó a posteriori para analizar y ordenar la información obtenida. Los

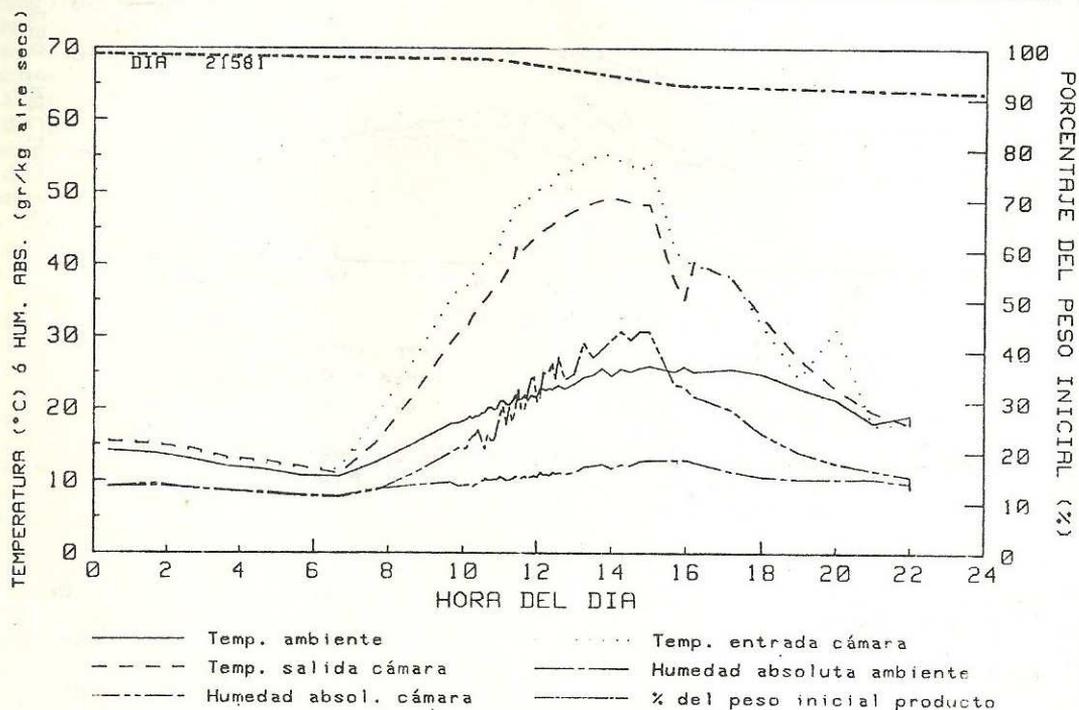


FIGURA 6 - Muestra el comportamiento de la cámara de secado durante el 2do día de la experiencia con ciruelas.

mover superficialmente la capa de pruina que tiene la piel del fruto. La tabla II resume los resultados globales obtenidos en ésta experiencia.

INICIO	14/2/81-14,30 hs.
FINAL	23/2/81-18,00 hs.
PESO INICIAL	279 Kg.
PESO FINAL	118 Kg.
AGUA EVAPORADA	161 Kg.
AGUA EVAP/DIA	12-23 Kg./día
AGUA EVAP/DIA Y M2 COLECTOR	0,4-0,8 Kg/m2.día
POTENCIA MAXIMA DE EVAPORACION	0,8 Kg/m2.día

TABLA II-Resultados exp.secado ciruelas

resultados gráficos que pueden apreciarse en éste trabajo fueron realizados por un graficador que operaba comandado por la computadora mencionada.

#### 4. CONCLUSIONES

Durante la realización de una de las experiencias hemos notado que en el caso de duraznos si se trabaja como en nuestro caso con un secadero solar sin acumulador de calor no es conveniente interrumpir el suministro de aire a la cámara de secado cuando ésta está aún caliente, pues esto favorece, al aumentar la humedad de la cámara la formación de hongos que hechar a perder el producto. Pensamos que en éste caso una vía posible de solución es colocar dentro de la cámara una

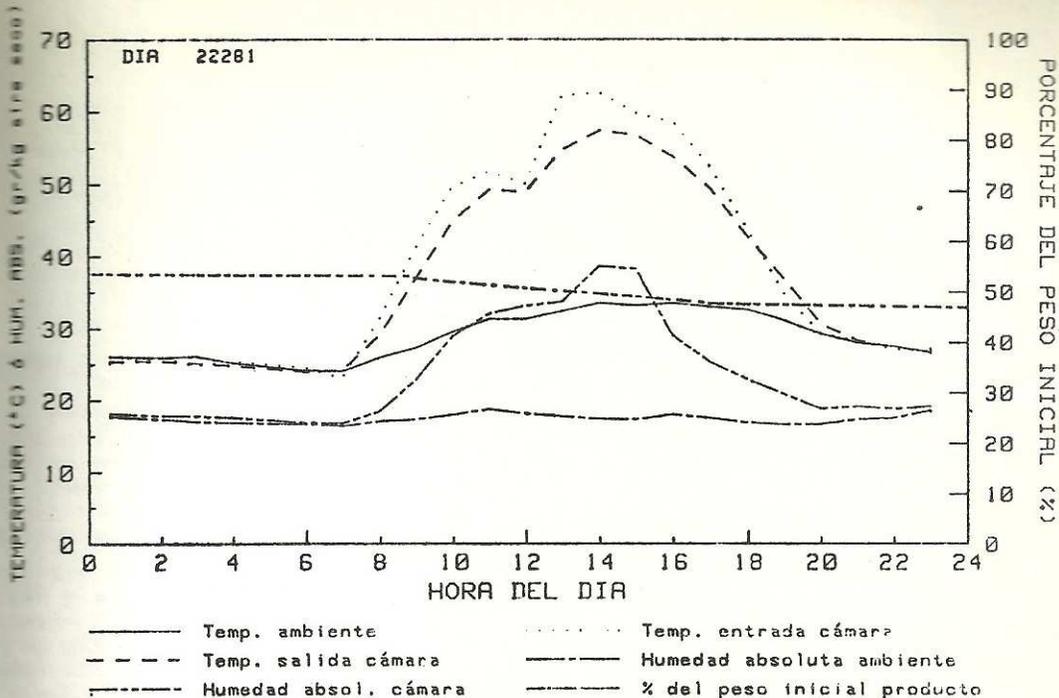


FIGURA 7 - Idem figura 6 para el noveno día.

substancia higroscópica que impida el aumento de la humedad en el interior de la cámara por un lapso de tiempo. De no tomarse ésta medida, debe mantenerse la circulación de aire hasta que la cámara se haya enfriado totalmente. En lo referente a la humedad de operación de la cámara durante las horas de fuerte radiación y fuerte recirculación en el sistema, hemos notado que es más alta de lo conveniente. Este problema podría ser solucionado sin sacrificar la temperatura de operación del sistema si se instala un recuperador aire-aire que caliente el aire que ingresa al colector con el aire evacuado del secadero. Por supuesto en ésta configuración no habría recirculación y la humedad absoluta de operación de la cámara de secado sería muy parecida a la ambiente. Pensamos en lo sucesivo probar estas dos posibilidades experimentalmente.

#### 5. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por la Secretaría de Estado de Ciencia y Tecnología a través del Programa Nacional de Energía No-Convencional.

Se agradece la cooperación brindada a éste proyecto a la Subsecretaría de Recursos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires por haber puesto a nuestra disposición una importante cantidad de frutas para la realización de éstas experiencias. Se agradece también al Ing. Lanzellotti de la Estación Experimental de Gowland dependiente del organismo mencionado anteriormente su fundamental colaboración. Se agradece al personal del Depto. de Energía Solar de la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales el trabajo realizado para éste proyecto.

#### 6. REFERENCIAS

- (1) A. Fabris et al, "Construcción de un secadero Solar Experimental para Frutas y Hortalizas" ACTAS de la 6ta Reunión de Trabajo de la ASADES. CATAMARCA Junio/80. REPUBLICA ARGENTINA.
- (2) A. Fabris y S. Chiabrera. "Calentador Solar de Aire de Láminas Plásticas; Método Constructivo y Ensayo". Presentado en la presente reunión.