

SECADERO SOLAR PASIVO PARA PEQUEÑAS
UNIDADES DE PRODUCCION

D. Ribera, J. Sequi, A. Iriarte* y V. García
INENCO", Unidad de Investigación Catamarca#
Facultad de Ciencias Agrarias-UNCa.
C.C. 139 - 4700 - Catamarca

Resumen

Es común encontrar en la Provincia de Catamarca, pequeñas fincas que producen y comercializan productos frutícolas, hortícolas y/o especias deshidratados cuyo problema principal radica justamente en el método de secado tradicional "al aire libre" que utilizan para tal fin.

En el presente trabajo se discuten las características de diseño y ensayo de un secadero solar pasivo, de bajo costo, con el fin de avanzar en una propuesta de solución a dicho problema.

Se analiza el comportamiento del sistema en cada una de las partes que lo componen en función de las variaciones de temperatura registradas en las mismas. Asimismo se muestran las características del proceso de secado y sus resultados experimentales.

1.- Introducción

Dentro de los sistemas de producción agrícola que presenta la Provincia de Catamarca encontramos numerosas pequeñas unidades económicas, dedicadas a la producción y comercialización de productos frutícolas, hortícolas y/o especias desecadas (pasa de uva, de higo, pimiento para pimentón, ajonjolino etc.), constituyendo en muchos casos su principal fuente de subsistencia.

Tradicionalmente estos son secados en "canchas", al aire libre, aprovechando la intensa radiación solar que presenta la Provincia. Pero este sistema generalmente produce pérdidas considerables, especialmente cuando en el período de secado se presentan días lluviosos, hecho que ocurre a menudo en la época estival, a la que se le suma el deterioro y las pérdidas ocasionadas por el ataque de roedores, insectos, pájaros, etc. y la contaminación con tierra, paja y hojarasca que da como resultado un producto de inferior calidad que resiente los ingresos a la hora de comercializar el producto.

2.- Descripción de la unidad experimental

A los fines de una mejor descripción podemos dividir el secadero en tres sectores principales, caracterizados en razón de las funciones específicas que cumplen dentro del esquema integral de funcionamiento. Ellos son:

- a.- Colección - acumulación
- b.- Secado
- c.- Bombeo de aire

La primera consiste en un colector-acumulador cuneiforme de 0,60 m de alto por 1,5 m de ancho y 3 m de largo, orientado hacia el norte y construido en mampostería de suelo cemento de 15 cm de espesor. En su interior se ubicó un lecho de piedras de espesor gradual, siguiendo la forma de cuña del recinto, de manera tal que el borde superior de este último y la superficie del lecho queda un espacio libre de 20 cm. A continuación las piedras se cubrieron con una lámina de papel de aluminio de 80 micrones, pintada de negro mate, sobre la cual se ubicó la placa colectora constituida por seis láminas de material des-

* Miembro de la carrera de investigador del CONICET

Instituto UNSa.-CONICET

Unidad del INENCO en Catamarca UNCa.-UNSa.-CONICET

plegado liviano, también pintadas de negro mate, semejando una matriz porosa.

Como cubierta exterior del colector se utilizó un plástico de polietileno de 150 micrones, con características térmicas del tipo UVT de Duperial.

Con este diseño se pretende aprovechar la fracción de energía que no es transferida al aire en las horas de radiación directa, acumulándola en el lecho de piedras, para disponer de ella durante la noche, con el fin de mantener una mínima renovación de aire en el recinto de secado. Si bien es cierto que con esta configuración se pierde eficiencia de colección, la incorporación de materiales aislantes en la base de la placa eleva los costos del sistema más allá de las posibilidades del pequeño productor y no asegura la indispensable aireación nocturna.

En la parte posterior del colector se practican dos aberturas de 60 cm por 30 cm, que lo conectan directamente con un pleno de estabilización ubicado debajo del recinto de secado, que posee además una rejilla de cañas con el objeto de lograr una equilibrada distribución del aire caliente antes de entrar al recinto de bandejas.

La unidad de secado propiamente dicho constituye un recinto en forma de paralelepípedo con paredes de suelo cemento de 30 cm de espesor y cuyas dimensiones internas son: 1,2 m de ancho por 0,85 m de largo por 1 m de alto. En su interior se ubica el grupo de bandejas contenedoras de producto, de 1 m² de superficie y cuya cantidad y separación entre ellas puede variarse de acuerdo al tipo de producto a secar. En el caso específico del ensayo de secado de zanahoria que se realizó se utilizaron tres bandejas separadas de 30 cm entre ellas.

En la parte superior del recinto y a 40 cm aproximadamente por encima de la última bandeja comienza la unidad de bombeo que opera al estilo de una chimenea solar. Esencialmente consiste en un colector formado por "bandas" de cañas recubiertas con torteado de barro y forrada en su cara expuesta con papel de aluminio pintado de negro, dispuestas en un plano inclinado de 38° con respecto a la horizontal.

El colector se cierra en su parte superior, como cubierta, con una lámina de plástico de las mismas características descritas para el colector-acumulador, dejando en el extremo posterior más elevado un orificio que expulsa el aire al exterior a través de una chimenea de chapa de 0,10 m de alto Fig. Nº 1.

Así planteado el diseño, el aire frío ingresa al área de colección-acumulación por una serie de conductos regulables dispuestos a lo largo de su cara frontal para ser calentado convenientemente en su recorrido a través de la pseudo matriz porosa. El pleno de estabilización y la rejilla de caña producen una distribución homogénea del aire en toda la sección transversal del recinto, en su ascenso a través de las bandejas.

El colector de la chimenea eleva la temperatura del aire aumentando de esta forma la velocidad de salida del mismo al exterior con lo que se consigue un mayor grado de succión interior.

El área de bombeo es un elemento fundamental del diseño en razón de que el ángulo de inclinación del colector-acumulador, que es el óptimo para la época estival (período de mayor disponibilidad de productos para secar), es desfavorable para la circulación del aire por convección natural.

3.- Resultados experimentales.

A fin de evaluar el comportamiento del secadero, se realizó una experiencia secando zanahoria de la zona, cortada finamente en rodajas de aproximadamente 3 mm de espesor y distribuidas uniformemente en las bandejas en capas de 2 cm.

La experiencia dió comienzo el día 09/09/86 y al cabo de 84 hs. se extrajo el producto en condiciones óptimas de secado.

En la Fig. Nº 2 se muestra las curvas correspondientes a la variación de la temperatura en secciones específicas del secadero, para un día (11/09) con condiciones semejantes a las registradas en la época de verano, es decir, con elevados valores de temperatura ambiente y excelente radiación, aunque, por la posición del sol, el ángulo de incidencia sobre el colector no es el más

adecuado. En ellas se observa claramente que los niveles de temperatura logrados fueron los previstos en el cálculo térmico cumpliendo cada una de las unidades con las funciones preestablecidas en el diseño. Así pues se puede observar el buen nivel de temperatura del aire en la entrada del recinto de secado, con valores superiores a los 60°C apreciándose también que después de atravesar el grupo de bandejas la temperatura del aire ha disminuido considerablemente por su aporte de calor al producto, lo que dificultaría notablemente la circulación por convección natural. Este problema se salva perfectamente con el colector de bombeo ya que, como se observa, eleva el nivel de temperatura del aire a valores superiores a los 65°C.

De esta manera, debido a la temperatura del aire a la entrada y a la salida del secadero, se consigue una velocidad de circulación promedio, para las horas de mayor radiación, del orden de 0,3 m/seg. sobre la chimenea.

Esta velocidad del aire en la chimenea se calcula mediante la siguiente ecuación (1);

$$V = \left[\frac{e \cdot g \cdot H \cdot \text{Sen} \alpha}{0,02 \cdot h + e} \left(\frac{T_s}{T_e} - 1 \right) \right]^{+1/2} \left[\frac{\text{m}}{\text{seg}} \right]; \alpha = i - h$$

donde

e: ancho de la cara de la chimenea expuesta al sol. (m)

H: altura de la chimenea (m)

h: altura solar

i: ángulo que forma la superficie de la chimenea con la horizontal

g: aceleración de la gravedad (m/seg²)

T_s: temperatura del aire en la parte superior de la chimenea (°k)

T_e: temperatura del aire en la parte inferior de la chimenea (°k)

El caudal de aire aproximado es 2,310⁻³ m³/seg.

Estas características especificadas para un día se mantuvieron durante los tres días y medio que duró el proceso de secado (Fig. N° 3).

La Fig. N° 4 muestra la variación de la temperatura en distintos niveles del colector durante el período de secado, advirtiéndose que la temperatura del aire a la salida del mismo, cuando no

leincide radiación, siempre se mantuvo aproximadamente entre 5°C y 10°C por encima del valor de temperatura ambiente, lo que muestra el efecto importante del lecho acumulador.

La Fig. N° 5 muestra los valores de humedad relativa del aire a la entrada y a la salida del secadero. En ellas se advierte como la extracción de agua en el producto se correlaciona con las variaciones de temperatura del aire a lo largo del período de secado, efecto que también se verifica en la Fig. N° 6 referida a los kg de agua extraída del producto en distintos intervalos de secado.

La Fig. N° 7 muestra la humedad específica en función del tiempo de secado.

Conclusiones

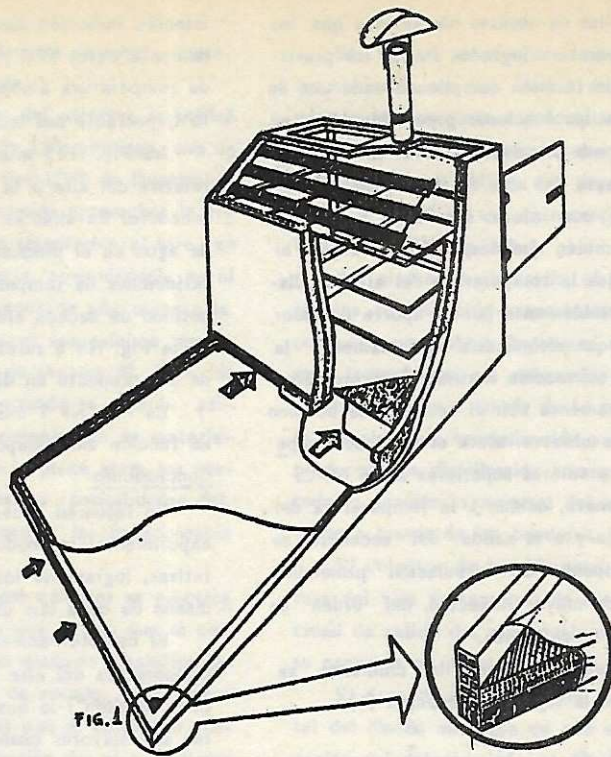
En resumen podemos concluir que el modelo experimental respondió ampliamente a las expectativas, lográndose los objetivos propuestos en el diseño de cada una de las partes específicas.

El colector-acumulador permitió elevar la temperatura del aire a niveles muy interesantes (más de 60°C) lo que permite inferir temperaturas aún mayores cuando se logre el ángulo de incidencia adecuado, en la estación estival.

Durante el funcionamiento del sistema se han observado una serie de inconvenientes en la circulación del aire, respecto de lo calculado previamente, como consecuencia de un aumento de la pérdida de carga, tanto en el colector como en el recinto de secado. Sin embargo y a pesar de ello, la velocidad de salida del aire por la chimenea se puede considerar adecuado para este tipo de sistema. Asimismo es necesario optimizar la distribución de aire antes de atravesar al grupo de bandejas a efectos de lograr un mejor encausamiento del mismo hacia la chimenea solar.

Referencias

(1) Gret-Geres "Le Sechage Solaire Des Produits Alimentaires".



Distribución de temperaturas en el secadero

