



SECADERO SOLAR TIPO GABINETE CON ESTANTES ESCALONADOS

Silvia Bistoni – Grupo de Energías Renovables, INENCO – CONICET, Fac. de Ciencias Agrarias. UNCa

Adolfo Iriarte - Grupo de Energías Renovables, INENCO – CONICET, Fac. de Ciencias Agrarias. UNCa - Investigador del CONICET

Victor Luque - Grupo de Energías Renovables, INENCO – CONICET, Fac. de Ciencias Agrarias. UNCa

Víctor García - Grupo de Energías Renovables, INENCO – CONICET, Fac. de Ciencias Agrarias. UNCa

Andrea Villafañez - INTA, Agencia Belén

Virginia Furque - Estudiante, Fac. de Ciencias Agrarias, UNCa

Sebastián Torchan - Estudiante, Fac. de Ciencias Agrarias, UNCa

René Luna - Estudiante, Fac. de Ciencias Agrarias, UNCa

Mail de referencia:

Fac. de Ciencias Agrarias: silviabistoni@gmail.com

Agencia Belén: abelen@correo.inta.gov.ar

La conservación de alimentos mediante la deshidratación del producto primario es una de las técnicas más ancestrales que conoce la humanidad. A pesar del gran desarrollo alcanzado en materia de tecnología para transformar un producto *perecedero* en *no perecedero*, la práctica del secado directo al sol es común especialmente entre los pequeños agricultores y productores que elaboran alimentos en forma un tanto artesanal.

En todo el noroeste argentino, esta práctica está ampliamente difundida no solo para conservar sino también para agregar un valor adicional a dicha producción, aprovechando la intensa radiación solar y los interesantes valores de heliofanía registrados en la región. Sin embargo, esta modalidad de exposición directa, al aire libre, no siempre produce un producto de calidad puesto que, además del efecto negativo que ejerce la radiación solar directa sobre el aspecto general (color), sufre importantes pérdidas debido factores climáticos (lluvia, viento, rocío, etc.), los efectos contaminantes propios del ambiente y el ataque de insectos, pájaros y alimañas de la zona.

Para lograr un secado de mayor eficiencia y calidad, se necesita disponer de un ambiente protegido, donde el secado se produzca por la circulación de aire a una temperatura óptima, que preserve las características organolépticas y la presentación. Esta situación deseable se ve condicionada por el costo de las energías tradicionales y de las instalaciones que no siempre están al alcance de los pequeños productores. El hecho de disponer de una intensa radiación solar anual que pueda ser aprovechada para calentar el aire en diseños de secaderos accesibles, con circulación por convección natural, representa una alternativa interesante para mejorar las condiciones productivas a pequeña y mediana escala.

A continuación se describe un secadero unifamiliar, para pequeños productores, tipo gabinete, construido con materiales que se encuentran fácilmente en el mercado local.

El mismo es de tipo gabinete, con estantes escalonados en donde se colocan las bandejas con el producto. Consta de una caja con estructura de hierro "L", madera en los laterales y base. Sus dimensiones son 2m de largo, por 1 m de ancho y 0,50 m de profundidad. El modo de calentamiento es directo por lo que el interior de la caja está pintado de negro para que funcione como un colector solar. El secadero está inclinado para favorecer la captación de la radiación solar (Fig. N° 1).

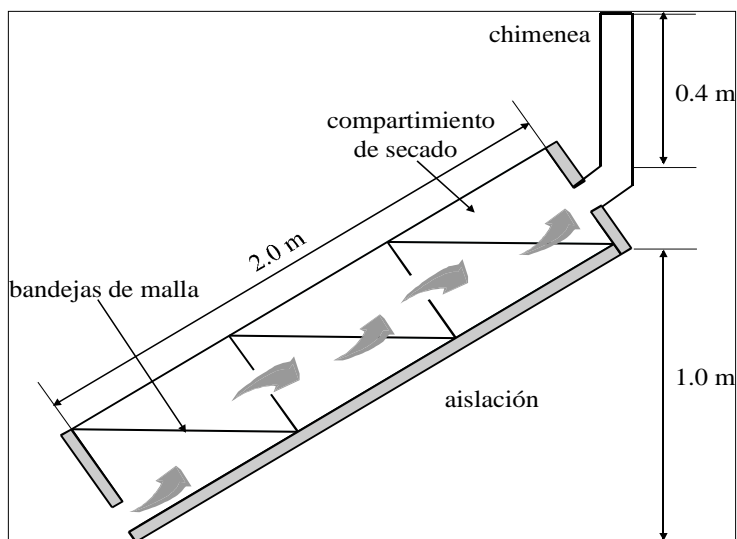


Figura N° 1. Esquema Secadero

La caja se divide tres compartimentos cada uno con su correspondiente bandeja de producto. Los separadores son de policarbonato, colocados en forma vertical respecto a la base del cajón. En estos separadores se han realizado tres agujeros de 0,05 m de diámetro cada uno, para permitir la circulación del aire.

La cubierta del secadero, también dividida en tres partes, es de policarbonato alveolar de 6 mm de espesor. Cada una de las partes es rebatible sobre uno de sus lados para facilitar la carga y descarga del secadero, de manera independiente (Fig. N° 2).

El aire ingresa al secadero por una abertura de $0,20 \text{ m}^2$ de sección, practicada en la parte frontal inferior y por convección natural es obligado a circular por las bandejas a través de los agujeros que se encuentran en los separadores. Esta abertura está cubierta por tela "mosquitera" plástica. En el extremo distal superior se ubica una chimenea de 1,00 m de alto y construida con caño de PVC blanco de 0,10 m de diámetro.

Las bandejas constan de un marco de madera y malla media sombra doble (0,80 %) y van colocadas inclinadas respecto a la superficie horizontal, de manera tal que cuando el secadero está inclinado, las bandejas quedan horizontales.



Figura N° 2: Secadero – Vista frontal

Un secadero de estas características fue construido por el Grupo de Energías Renovables de la Facultad de Ciencias Agrarias – UNCa en el *Centro de Capacitación y Demostración de Tecnologías Apropriadas para la Agricultura Familiar (CDT)*, en la Ciudad de Belén – Catamarca, en el marco de los compromisos asumidos por convenio INTA – UCAR, con el fin de difundir, fomentar y desarrollar tecnologías apropiadas para el desarrollo de la Agricultura Familiar de la región. Participaron además el IPAF NOA y la Subsecretaría de Ciencia y Técnica del Gobierno de la Provincia Catamarca Fig. Nº 3 y 4.



Figura Nº 3. Vista del secadero cargado con tomates



Figura Nº 4. Vista del secadero cargado con manzanas

Durante los meses de verano y otoño, se utilizó el secadero para secar frutas y hortalizas. En la tabla Nº 1 se muestran los distintos productos, con los pre-tratamientos o cortes realizados, el tiempo de secado y algunas observaciones pertinentes a la apariencia final del producto. En general los productos llegaron al 20 % de su masa inicial entre 1 y 3 días aproximadamente.

Tabla 1. Productos frutales y hortícolas y pre-tratamientos aplicados

Producto	Tiempo de secado (días)	Pre-tratamiento - cortes	Observaciones: periodo de secado y apariencia producto final
Manzana	2	En rodajas de 5 mm de espesor. Inmersión en metabisulfito y en ácido cítrico	Mes de noviembre. No se observa pardeamiento con los pre tratamiento
Membrillo	1 1/2	Peladas, se extrajo el corazón con sacabocado. Rodajas de 1cm. Previo al secado se bañan en solución en jugo de limón y agua (1:3)	Mes de marzo
Cereza	2	Con semillas	Mes de diciembre
Ciruela	2	Sin carozo	Ídem cereza
Ciruela	3	Con carozo	Ídem anterior
Durazno	2 1/5	Con carozo	Mes de febrero
Anquito	1 a 1, 1/5	Cortes finos de 3 a 5 mm en juliana y daditos de 3 a 5 mm de lado. Escaldado en agua hirviendo durante 1 minuto.	Mes de abril. Color y olor intensos
Zanahoria	1	Cortes finos de 3 a 5 mm en rodajas y juliana. Escaldado en agua por un minuto	Ídem anquito. Color y olor intensos.

Cebolla	2	Cortes de 1 cm en rodajas	Mes de abril. Colores claros, olor intenso.
Ajo	5	Ajo entero sin sus catáfilas de protección.	Mes de enero. Color caramelo. Olor intenso.
Pimiento morrón	2	Cortes de 1, 5 cm. Sin semillas.	Mes de marzo. Se observó exceso de calor por la coloración oscura (caramelización de azúcares) del producto final. Pero de excelente aroma y sabor.
Tomate redondo	1 1/2	Cortes en rodajas con semillas. Sin tratamiento.	Mes de enero. Color y olor intensos
Tomate perita	2	Cortes por mitades con semillas.	Ídem anterior Color y olor intensos
Zapallito verde de tronco	2	Cortes en rodajas de 1 cm con semilla y cáscara	Ídem anterior. Se observa que la semilla y la cáscara habría que eliminarlas previo al secado porque dificulta la rehidratación para la elaboración de comidas.

A continuación se exponen algunos datos de interés:

Con el secadero vacío (sin producto), para una irradiación solar diaria de $23,6 \text{ MJ/m}^2$, entre las 13 horas y las 16 horas, la temperatura en el compartimento superior alcanzó los $80 \text{ }^\circ\text{C}$, la del compartimento del medio aproximadamente $70 \text{ }^\circ\text{C}$ y el inferior $65 \text{ }^\circ\text{C}$,. Mientras que estos valores de temperatura descendieron con el secadero cargado, dado que el aire al aumentar la humedad disminuye su temperatura.

Cuando se deshidrató manzana de la variedad *Red Deliciou*, durante el primer día, al comienzo del proceso de secado, no se observa una marcada diferencia entre las temperaturas de los compartimentos. En ese momento el contenido de humedad del producto es alto y debido al enfriamiento por evaporación en la superficie del producto, la temperatura del aire es similar en los distintos partes del secadero. Cuando la cantidad de energía requerida para la evaporación del agua del producto es menor, la temperatura del aire en el secadero aumenta (2do. día).

El caudal de aire dentro del secadero fue de $5 \text{ m}^3/\text{min}$, valor razonable para permitir la extracción de la humedad del producto. La entalpía del aire a la entrada del colector para los días de secado fue de aproximadamente 60 kJ/kg , mientras que la entalpía del aire a la salida, a las 12 horas, fue de 140 kJ/kg para el primer día, con una irradiación $23,7 \text{ MJ/m}^2$ y de 130 kJ/kg (irradiación $25,3 \text{ MJ/m}^2$).

Como conclusión podemos decir que el secadero propuesto, con una capacidad de carga de alrededor de 20 Kg . variable según el producto a secar, cumple con las expectativas de grupos familiares que tienen como medio de vida la venta de productos hortícolas y frutícolas desecados.

El tiempo de secado se sitúa entre uno y tres días, lo que permite programar en forma escalonada la disponibilidad de producto para secar.

Al ser un diseño sencillo, de fácil manejo y de bajo costo de construcción, tiene buenas perspectivas de apropiación por parte del productor.

Se adapta perfectamente para el secado de una gran variedad de productos fruti-hortícolas, condición que se correlaciona con las características productivas de la zona.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA:

Bistoni S., Iriarte A., García V. & M. Watkins, Estudio de un ensayo de secado de tomate en secadero solar indirecto, *Investigaciones en Facultades de ingeniería del NOA, CODINOA*, Vol. 2, pp. 55- 60, 2008.

Bistoni S., Iriarte A., Luque V. & S. Gómez, Evaluación del comportamiento de un secador solar mixto para pequeños productores, *Investigaciones en Facultades de ingeniería del NOA, CODINOA*, Vol 2, 295- 300, 2010.

Condorí M., Durán G., Vargas D. & R. Echazú, Secador solar híbrido. Primeros ensayos, *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* Vol. 13, pp 02.35- 02.42, 2009.

Condorí M., Durán G., Echazú R. & G. Diaz Russo, Secador industrial híbrido solar- biomasa para la producción continua de pimiento deshidratado, *Energías Renovables y medio ambiente*, Vol 25, pp 81-92, 2010.

Hallak H., Hilal J., Hilal F. & R. Rahhal, The staircase solar dryer: design and characteristics, *Renewable Energy*, Pergamon, Vol. 7, Nº 2, pp. 177-183, 1996.

Hossain M.A., & B.K Bala, Drying of hot chilli using solar tunnel drier, *Solar Energy*, Elsevier, Vol 81, pp 85-92, 2007.

Jairaj K. S., Singh S. P. & K. Srikant, A review of solar dryers developed for grape drying, *Solar Energy*, Elsevier, Vol 83, pp. 1698-1712, 2009.

Saravia L., Arata A., Horn M., Sinicio R., Beltran R., & R. Corvalán, *Ingeniería del secado solar*, CYTED, 1992.



Secretaría de Investigación y Vinculación Tecnológica

Av. Belgrano y Mtro Quiroga s/n
Campus Universitario
San Fernando del V. de Catamarca - Argentina
TE: 03834 – 430504 /03834 – 435955- int 101
Email: sivitcfca@gmail.com