



Deshidratador Solar Patagónico Familiar

Los Antiguos, Santa Cruz

Ivars Yanina, Mora Julio y Manavella Fernando.
AER Los Antiguos
Septiembre de 2017



Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación

Deshidratador Solar Patagónico Familiar

Los Antiguos, Santa Cruz

Ivars Yanina, Mora Julio y Manavella Fernando

El presente informe está generado sobre la base de la construcción real de un deshidratador solar en la localidad de Los Antiguos (Pcia de Santa Cruz), con materiales adquiridos en el mercado local.

Introducción

La aplicación de procesos de deshidratación de alimentos resulta útil para su conservación, reducción del peso y disminución del espacio de almacenamiento, ya que es un método que permite la eliminación de cierto contenido de humedad, alargando la vida útil.

Actualmente, existen diversas alternativas para realizar el proceso de secado, dentro de las cuales se consideró el secado con energía solar. Los equipos empleados para este fin presentan mayor eficiencia que el secado al sol directo y menores costos de operación que los deshidratadores mecanizados.

En el proceso de deshidratación de frutas y hortalizas se extrae el agua que contienen, por medio de la circulación de aire caliente, lo cual a su vez a medida que va avanzando el proceso, detiene el crecimiento de microorganismos y la actividad enzimática que deteriora el alimento, debido a la baja disponibilidad de agua para sus funciones.

La aplicación del deshidratado de frutas en la región podría convertirse en una opción viable para los productores de fruta que generen excedentes, permitiendo optimizar la utilización de la fruta y sumarle valor agregado.

Modelos de deshidratadores solares

Los deshidratadores solares son equipos utilizados para la preservación de alimentos por medio del secado mediante el calor que genera la radiación solar.

En general los secadores solares constan de dos elementos básicos: uno de ellos es el colector

solar cuya función es captar la radiación solar y convertirla en forma de calor y así transferirla por procesos de convección a fluidos como el aire que circula por el sistema de forma natural o forzada (García *et al.*, 2012). El segundo componente es la cámara o torre de secado, constituida por un compartimento que permite la ejecución de procesos de transferencia de masa y calor para la obtención de alimentos deshidratados. Su función es el secado de los alimentos y se lleva a cabo por circulación del aire caliente proveniente del colector solar, a través de las bandejas que contienen los productos a secar (Almanza y Muñoz, 1994; Moreno, 2000). Hay diferentes tipos de secadores solares de acuerdo a la disposición de estos dos componentes: indirecto (el colector y la cámara de secado están por separado) y directo (el colector y la cámara de secado pueden estar juntos, en cuyo caso la cámara que contiene el producto también cumple la función de colector recibiendo la radiación solar (Almanza y Muñoz, 1994).

A continuación se citan algunos modelos de deshidratadores:

Secadero solar de tipo colector y cámara de secado (indirecto): el colector y la cámara de secado están separados (Figura 1). El aire es calentado en el colector y la radiación no incide sobre el producto colocado en la cámara de secado (Moreno, 2000).

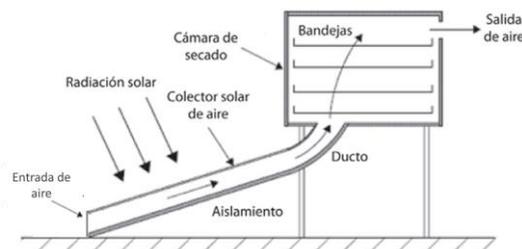


Figura 1: Deshidratador tipo “Colector y cámara de secado”. (García *et al.*, 2012)

Secador solar directo: el colector y la cámara de secado están juntos, en cuyo caso la cámara que contiene el producto también cumple la función de colector y recibe la radiación solar (Figura 2). La radiación es absorbida por el propio producto, resultando más efectivo el aprovechamiento de la energía para producir la evaporación del agua, pero en general tienen poca capacidad de llenado (Moreno, 2000).



Figura 2: *Secadero solar directo.*

Autor: (Villafanez y Cabrera, 2017)

Secadero tipo invernadero: Están basados en el principio de funcionamiento del deshidratador solar directo pero en grandes dimensiones (Figura 3). La circulación de aire es por convección forzada. Se construye en base a los diseños de invernaderos utilizados para agricultura. Presentan alta capacidad de secado, pero se requiere de alta inversión (Sepúlveda, 2014).



Figura 3: *Secadero tipo invernadero.*

Autor (Pasamai *et al.*, 2005)

Secadero Tipo “túnel”: Este modelo sirve para pequeños emprendimientos industriales (Figura 4). Consiste en un túnel horizontal elevado con una base rígida de hierro o madera y una cobertura transparente de lámina de polietileno (Cortez Calero, 2014).



Figura 4: *Secadero tipo “túnel”.*

Disponible en: <http://procadisaplicativos.inta.gob.ar/cursosautoaprendizaje/deshidratacion/15.html>

A fin de seleccionar la alternativa de deshidratador a construir y que el mismo respondiera a los objetivos perseguidos, se realizó un análisis de los diferentes modelos existentes y se los evaluó con respecto a los factores que influyen en un deshidratado más eficiente, sin dejar de lado los condicionamientos de tipos de materiales existentes en el mercado local, la facilidad de replicar el modelo seleccionado y los costos.

Se decidió trabajar con el modelo del deshidratador solar de “colector y cámara de secado”, con el cual se tiene una mayor área de contacto del aire con la radiación solar por medio del colector, aumentando la temperatura del aire de secado. Este tipo de deshidratador garantiza un mayor flujo de aire dentro de la torre de secado, es decir que el aire que circula por el deshidratador solar tendrá una alta temperatura y estará poco saturado (baja humedad relativa).

Habiendo dado cuenta del origen del modelo seleccionado, pero considerando las significativas modificaciones, medidas propias, materiales locales, etc., en adelante lo denominaremos modelo “*Deshidratador Solar Patagónico Familiar*” (ver Figura 5).

El modelo que se construyó, tiene la virtud de ser sencillo y de fácil construcción, aunque solo se pretende utilizarlo como base que sirva de partida para que cada cual diseñe el secador adecuado a sus necesidades, que estará condicionado por la cantidad de material a secar, materiales de construcción accesibles y habilidad manual para construirlo.

Factores que influyen en el deshidratado y que deben tenerse presente al momento de diseñar el deshidratador:

- Tipo de producto (mayor contenido de agua, mayor tiempo)
- Tamaño de la fruta u hortaliza a secar (más grande, mayor tiempo)
- Temperatura del aire (más elevada, menor tiempo)
- Humedad relativa del aire (más elevada, mayor tiempo)
- Velocidad del aire (más elevada, menor tiempo)

El principio de secado en este tipo de deshidratador consiste en que el aire del ambiente ingresa por la extremidad inferior del colector, que está cubierto por una malla. A medida que el aire en el colector incrementa su temperatura, va subiendo y avanza hacia la torre de secado, donde atraviesa las bandejas que contienen la fruta u hortaliza, extrayendo la humedad que estas contienen. De esa manera el aire cargado de humedad asciende hacia la parte superior de la torre y sale al exterior.

Objetivo de la propuesta

Desarrollar una tecnología de secado que permita el deshidratado de frutas y hortalizas y que pueda ser replicada por los productores locales.

Materiales y metodología

Deshidratador Solar Patagónico Familiar

Descripción general: el deshidratador está conformado por un colector solar, una torre de secado y la campana o “chimenea”, de extracción de humedad y circulación de aire (Figura 5).

Estructura: para la construcción general del deshidratador se utilizó hierro estructural de 20 mm x 40 mm x 1,6 mm con soldadura en cada punto de unión.

Dimensiones: el deshidratador cuenta con un colector solar de 0,30m x 1m x 4m de largo, y una torre de secado de 2,35m x 1m x 1m.

A continuación se muestran los esquemas que describen el deshidratador, las medidas están dadas en centímetros:

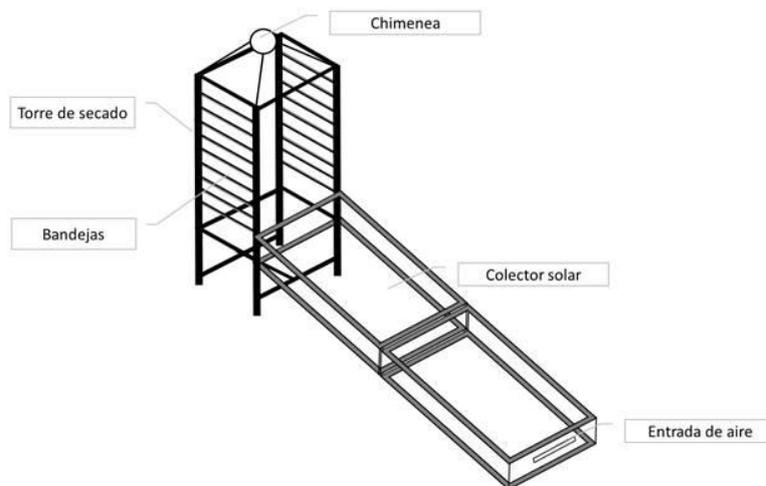


Figura 5: Partes principales del Deshidratador Solar Patagónico Familiar.

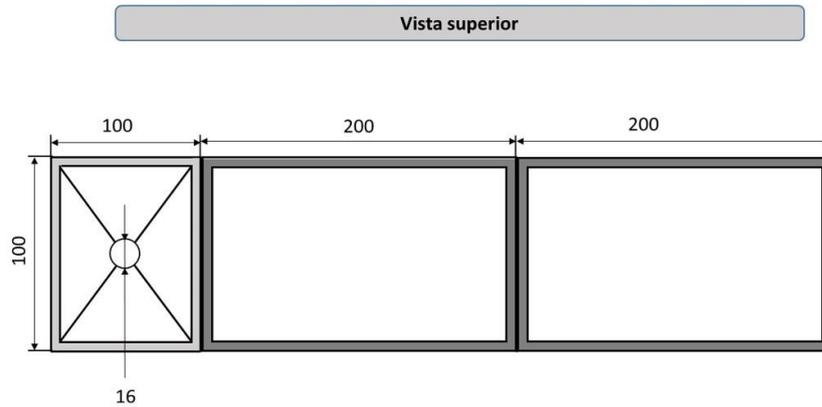


Figura 6: Vista superior de la torre de secado y colector del Deshidratador Solar Patagónico Familiar.

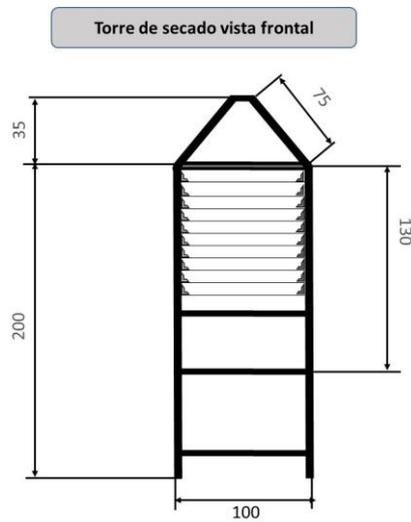


Figura 7: Vista frontal de la torre de secado del Deshidratador Solar Patagónico Familiar.

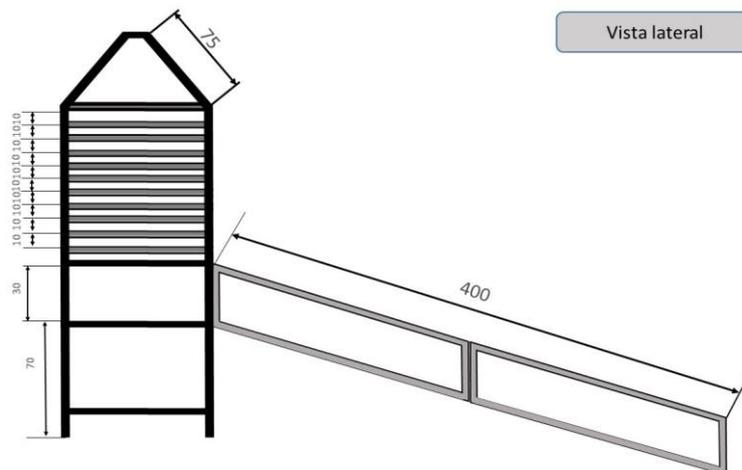


Figura 8: Vista lateral del Deshidratador Solar Patagónico Familiar.

Partes del Deshidratador solar

Colector solar: este compartimento, es una caja negra revestida en material térmico en sus laterales y parte inferior, cubierto de material transparente en su cara superior (expuesta al sol). Su función principal es la de elevar la temperatura del aire y disminuir su humedad relativa.

Revestimiento: el colector solar, como se mencionó, cumple la función de captar la energía solar y convertirla en calor, disminuyendo la humedad relativa, la que sube por convección a las partes más altas de la torre de secado. Debido a la función que cumple es imprescindible, al igual que las demás partes del secadero, procurar que los materiales sean térmicos para evitar la pérdida de calor. Se utilizó chapa galvanizada y se la pintó de color negro (ver figura 9).

Cobertura: la cobertura del colector (parte superior) es la única superficie del secadero transparente y de material que permita el paso de la energía solar y la menor pérdida de las ondas de luz solar. En este caso, se utilizó polietileno LDT de 150 micrones, el cual se fijó a la estructura del colector con perfiles de aluminio de 1cm x 1cm por medio de tornillos autoperforantes (1,5”) (Figuras 11 y 12).

Superficie y volumen: sus dimensiones son de 0,3 m de alto x 1 m de ancho x 4 m de largo, siendo su volumen total de 1,2 m³. Tomando en consideración las dimensiones del colector, principalmente el largo, se decidió dividirlo a la mitad, dejando dos tramos de 2 metros cada uno. La unión de las dos partes del colector, se realizó por medio de hierro ángulo de 4 cm de ancho y varilla roscada con arandela y tuerca 9/16 (Figura 10). La unión de los dos cuerpos se selló con sellador sintético negro.

El colector está abierto en ambos extremos; uno de ellos se encuentra unido a uno de los frentes de la torre de secado, en la parte inferior, y su abertura es de 0,3 m x 1 m. En el extremo opuesto se dejó una abertura equivalente al doble de la superficie de la salida de la chimenea de la torre de secado (0,1 m x 0,6 m), 0,06 m² de abertura para el ingreso de aire desde el exterior al interior del colector. Dicha abertura se protegió con malla al 50%.



Figura 9: Revestimiento del colector con chapa negra y pintura.

El colector solar se conecta a la torre de secado por medio de dos bisagras construidas con planchuela ángulo de 4 cm de ancho y bulones de varilla roscada con tuerca y arandela, en un ángulo de 20° y apoyando el extremo opuesto en el piso.



Figura 10: Unión de las dos partes del colector, con planchuela ángulo de 4 cm.



Figura 11: Cobertura del colector solar.



Figura 12: Cobertura total del colector solar con polietileno LTD.

Torre de secado: compartimento del deshidratador donde se ubica la fruta para su secado. En la elección de los materiales para su construcción se consideraron aspectos de hermeticidad, aislamiento térmico e higiene. La cámara de secado se situó a cierta altura del suelo (70cm) para dar lugar a la inclinación del colector solar y permitir mayor captación de rayos solares.

Estructura: fue contruido en su totalidad de hierro estructural 20 mm x 40 mm x 1,6 mm (liviano) y soldadura (Figura 13 y 14).



Figura 13: Estructura de la torre de secado.



Figura 14: Estructura de la torre de secado más colector solar.

Revestimiento exterior: fundamentalmente busca el aislamiento térmico, disminuir la pérdida del calor aportado por el colector solar y lo que absorbe la torre de secado. Fue revestido en lámina de acero de 2 milímetros (chapa negra) (Figura 15).

Revestimiento interior: al interior de la torre de secado se lo revistió en lámina galvanizada calibre N° 27 y se fijó a la estructura por medio de tornillos T1. La chimenea, que forma parte de la torre, se protegió con esmalte sintético triple acción (antióxido, convertidor y esmalte) color negro.



Figura 15: Revestimiento de torre de secado con chapa negra.

Chimenea de la torre de secado: la chimenea que forma parte de la torre de secado fue construida en hierro estructural 20 x 40 x 1,6 mm, con un ángulo de inclinación 45° cumple la función de eliminar el aire caliente cargado de humedad y en su parte mas elevada, se diseñó un encastre para el sombrero que impide la entrada de agua de lluvia (Figuras 16 y 17).

Ivars, Y.; Mora, J.; Manavella, F. Deshidratador Solar Patagónico Familiar. Los Antiguos, Santa Cruz.



Figura 16: Estructura de la chimenea.



Figura 17: Sombrero de la chimenea.

Base de la torre de secado: la parte inferior de la torre, cuenta con una base en placa de OSB de 9 mm de espesor, revestida con esmalte sintético color negro. Este material permite dar más rigidez a la base de la torre de secado para la acción operativa y aislamiento térmico.

Puerta de la torre de secado: fue realizada en estructural 20 mm x 40 mm x 1,6 mm (liviano) con soldadura y cubierta con chapa galvanizada en su lado interno y chapa negra en su lado externo. Las medidas de la puerta coinciden con las de la cámara de secado, es decir de 1,3 m x 1 m. Se colocaron dos bisagras, con apertura hacia el lateral de la torre de secado y dos cierres tipo “broche”, para que el cerrado fuera hermético.



Figura 18: Torre de secado y bandejas de secado

Guías/correderas para bandejas porta fruta: las guías porta bandejas, fueron construidas en chapa negra, plegada en ángulos de 20 x 20 mm y fijada a las paredes de la torre de secado por medio de autoperforante T1(Figura 19). La distancia de separación entre bandejas fue de 10 cm y la torre tiene capacidad para 20 bandejas (en cada piso se colocan dos bandejas).

Bandejas: las bandejas consisten en marcos dobles de 94 x 46 cm, contruidos en hierro estructural de 12 x 12 mm (estructural liviano), con ángulos soldados y una malla de acero galvanizado con cuadrados de 10 x10 milímetros (Figura 20). La misma fue ubicada en el medio de los dos marcos, los cuales se soldaron para permitir su unión y fijar la malla. El material seleccionado para la malla es de fácil limpieza, ya que la fruta a menudo desprende jugo, y soporta altas temperatura y el peso de la misma fruta sin deformarse.

Cada nivel de la torre de secado permite el ingreso de dos bandejas. El hecho de colocar dos bandejas por cada guía del deshidratador, tiene que ver con facilitar el manejo de la carga y descarga de las mismas.



Figura 19: Bandejas y guías en la torre de secado.



Figura 20: Bandejas de secado.

Materiales necesarios para el armado del deshidratador

A continuación se presenta el listado de los principales materiales utilizados en la construcción del deshidratador. Por el momento no podemos indicar si es económicamente viable, hasta tanto se evalúe en relación a algún producto puntual o en el marco de un proyecto. Sí es importante mencionar que los materiales son factibles de ser adquiridos en el mercado local y que su construcción, teniendo un plano, depende de una asistencia técnica en soldadura.

La lista de los componentes utilizados es la siguiente:

MATERIALES	Unidad	Cantidad
Tornillos autoperforantes 8 x 9/16 punta mecha	Unidad	350
Estructurales 40 x 20 x 1,6 mm	Unidad	10
chapas lisas galvanizadas N° 27	Unidad	4

MATERIALES	Unidad	Cantidad
chapas lisas negras N° 18	Unidad	8
Discos de desbaste 114 x 4,8 x 22,2	Unidad	20
Electrodos de 2,5	kg	1
Placa osb de 9 mm de 1,2 x 2,4 m	Unidad	1
Esmalte sintético (triple acción) negro x 4 lt	Litro	4
Rodillos	Unidad	4
Pinceles	Unidad	2
Tinner	Litro	1
Bisagras	Unidad	2
Malla metálica galvanizada (10 x10 mm) de 1 metro de ancho	Metro	10
Polietileno LDT de 1,2 m x 4,3 m x 150 mic	Metro	4
Barra Estructural de 12 x 12 x 1,6 mm	Unidad	7
Juego de ganchos para capot	Unidad	1
Sombrero galvanizado de 4"	Unidad	1
Contramarco de aluminio de 10 x 10 mm x 6 metros	Unidad	1
Tornillos autoperforantes T1 punta mecha	Unidad	50

Conclusiones

Consideramos que se cumplió con el objetivo de la propuesta, que era la construcción de un deshidratador solar que pueda ser replicable para los productores locales.

En etapas siguientes, se continuará con evaluaciones preliminares, que permitan ajustar y conocer parámetros de secado, como por ej. qué rangos de temperatura es factible de conseguir en la unidad, las humedades relativas durante el proceso, la circulación del aire y el acondicionamiento necesario de cada fruta u hortaliza que se vaya a secar, así como los tiempos requeridos.

Bibliografía

ALMANZA, R., MUÑOZ, F. 1994. Ingeniería de la Energía Solar. El Colegio Nacional, México, D.F., México. 418 pp.

CORTEZ CALERO, C.P. 2014. Estudio de un secador solar indirecto por convección natural para el deshidratado de frutas y vegetales en Nicaragua. Trabajo de Tesis. Facultad de Ciencias y Tecnología. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. 40pp.

Deshidratación de frutas y hortalizas. INTA Disponible en:

< <http://procadisaplicativos.inta.gov.ar/cursosautoaprendizaje/deshidratacion/15.html>>. Consulta: 25/08/2017.

GARCIA, L.E.; MEJÍA, M.F.; MEJÍA, D.J.; VALENCIA, C.A. 2012. Design and building of solar dryer equipment for tropical fruits. AVANCES Investigación en Ingeniería Vol.9 n2. 9-19 pp.

MORENO, J. 2000. Diseño y construcción de un secador solar para frutas. Disponible en:

Ivars, Y.; Mora, J.; Manavella, F. Deshidratador Solar Patagónico Familiar. Los Antiguos, Santa Cruz.

<http://www.feriadelasciencias.unam.mx/antiores/feria22/feria327_01_diseno_y_construccion_de_un_secador_solar_de_fruta.pdf> .Consulta: 25/06/2017.

PASSAMAI, V.; VALDEZ, S.; PASSAMAI, T.; PAREJA, S. 2005. Experiencias comparativas de secado de tomates bajo distintas condiciones. Facultad de Ciencias Exactas. Salta, Argentina. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol., 9. 19-24 pp.

FAO.ORG. 2017. Procesamiento de frutas y hortalizas mediante métodos artesanales y de pequeña escala. Departamento de agricultura. Disponible en:
< <http://www.fao.org/docrep/x5062s/x5062s03.htm>>. Consulta: 5/09/2017.

VILLAFANEZ, A.; CABRERA, D. Secadero solar directo. Disponible en:
< https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_secadero-solar-frutas-y-hortalizas.pdf> Consulta: 1/09/2017.

SEPÚLVEDA, E.J. 2014. Control de temperatura y humedad relativa para un deshidratador solar de frutas. Tesis de grado. Facultad de Tecnología Mecánica Pereira. Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia. 59pp.