

Deshidratación de Durazno Variedad Diamante (*Prunus persica* L. Batsch) con Deshidratador Solar de Cama Plana

CERVANTES-HERNÁNDEZ, Benito Armando^{†*}, MARTÍNEZ-CARMONA, Romualdo, GALAVÍZ-RODRÍGUEZ, José Víctor, ROJAS-RODRÍGUEZ, Rafael

Recibido Mayo 05, 2017; Aceptado Noviembre 18, 2017

Resumen

El durazno de temporal es un sistema de producción inusual a nivel mundial. En el Estado de Tlaxcala, el 88.5% de 780 hectáreas es cultivado en condiciones de temporal. Por lo tanto, al final del ciclo agrícola y en años en que la lluvia es escasa, la fruta que se produce no cumple con los estándares de comercialización. Sin embargo, es una fruta con alta calidad, en términos de firmeza y contenido de azúcares totales, la cual justifica la búsqueda de alternativas de valor agregado en beneficio de los productores del Estado. En la Universidad Tecnológica de Tlaxcala a través del Cuerpo Académico Ingeniería en Procesos se deshidrato durazno variedad diamante, utilizando deshidratadores solares de cama plana. Los resultados muestran un rendimiento de deshidratación del 20.0 % (de fresco a seco) que se considera adecuado para que el producto seco conserve en su mayoría sus propiedades sensoriales y nutritivas. Con esta tecnología se dio valor agregado a la fruta con bajo valor comercial, a bajos costos, usando energía limpia y contribuyendo a la economía de los productores en la diversificación de sus productos.

Deshidratación, durazno, deshidratador solar, valor agregado, rendimiento.

Abstract

The peach is an unusual production system at the global level. In the State of Tlaxcala, 88.5% of 780 hectares is grown in rainfed conditions. Therefore, at the end of the agricultural cycle and in years where rainfall is scarce, the fruit that is produced does not meet the standards of marketing. However, it is a fruit with high quality, in terms of firmness and content of total sugars, which justifies the search for alternatives of added value for the benefit of the producers of the state. At the Technological University of Tlaxcala Through the Academic Body Process Engineering was a dehydrated peach variety diamond, using solar dehydrators of flat bed. The results show a yield of dehydration of the 20.0 % (from fresh to dry) that is considered appropriate for the product to dry retain most of their nutritional and sensory properties. With this technology we gave added value to the fruit with low commercial value, at low cost, using clean energy and contributing to the economy of the producers in the diversification of their products.

Dehydration, peach, solar dryer, added value, yield

Citación: CERVANTES-HERNÁNDEZ, Benito Armando, MARTÍNEZ-CARMONA, Romualdo, GALAVÍZ-RODRÍGUEZ, José Víctor, ROJAS-RODRÍGUEZ, Rafael. Deshidratación de Durazno Variedad Diamante (*Prunus persica* L. Batsch) con Deshidratador Solar de Cama Plana. Revista de Ciencia Ambientales y Recursos Naturales 2017, 3-10: 16-26.

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: arbench@uttlaxcala.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Las frutas y verduras son una fuente importante e indispensable de vitaminas y minerales para el ser humano. Su cultivo a gran escala constituye un sector importante de la economía de muchos países. Su consumo cada día está en aumento, por lo que se requieren mejores procesos de conservación para lograr prolongar su vida de almacenamiento. Además, este tipo de alimentos escasea en ciertas épocas del año. Por lo que cuando son abundantes en el mercado conviene darles un tratamiento o transformación que permita conservarlos por un periodo mayor, para que puedan ser consumidos en épocas de escasez (Ceballos y Jiménez, 2012).

Una alternativa es la deshidratación de este tipo de fruta. Esta opción reduce costos de empaque, transporte y almacenamiento. Algunos métodos de secado: el aire caliente, microondas, rayos infrarrojos, liofilización, atomización, deshidratación osmótica y el uso de energía solar. El uso de energía solar a través de deshidratadores solares es una alternativa para secar alimentos de alta calidad nutritiva y evitan el uso de energía eléctrica. El secado al sol de frutas y hortalizas se ha utilizado desde los principios de la Humanidad, proporcionando al hombre una posibilidad de subsistencia en épocas de escasez de alimentos. Se entiende por deshidratación la operación mediante la cual se elimina total o parcialmente el agua de la sustancia que la contiene (Galaviz, et al., 2012).

El agua contenida en las frutas y verduras representa más del 80% de su peso, lo cual es un factor determinante para su pronta descomposición microbiana. Se estima que, en los países en vía de desarrollo, alrededor del 30 a 40 % de las frutas y verduras cultivadas, se llega a perder debido a la falta de un adecuado manejo, transporte y almacenamiento; estas pérdidas se traducen en una pérdida física, nutricional y, por lo tanto, económica. Para preservar las frutas y verduras se han empleado varias tecnologías a escala industrial, entre las cuales está la deshidratación con aire caliente (Hernández et al., 2010).

Esta técnica da lugar a productos deshidratados con una larga vida de anaquel; sin embargo, este proceso también impacta negativamente en la calidad de los alimentos, debido a los prolongados periodos de deshidratación y a las altas temperaturas utilizadas. Un método alternativo de deshidratación es el de deshidratación solar de frutas y verduras (Galaviz et al., 2012) en donde el producto se somete a deshidratación solar en equipos diseñados para ello; donde las temperaturas alcanzadas (40-50 °C), garantizan una mayor calidad en el producto deshidratado, además, de un tiempo largo de conservación.

La calidad de un producto deshidratado convencional es normalmente menor a la de un producto fresco del que proviene, con un impacto en el color, la textura y otras características (Askari et al., 2009). Las frutas y verduras deshidratadas con aire caliente, normalmente llegan a nivel intermedios de humedad, donde los valores de actividad de agua oscilan entre 0.6 y 0.8; a estos niveles las frutas y verduras normalmente mantienen sus propiedades sensoriales y por lo general muestran una buena resistencia al ataque microbiano (Cao et al., 2007).

El estudio de las técnicas y condiciones adecuadas de deshidratación de frutas y verduras, como el secado con aire caliente y por medio de deshidratación solar, es necesario para conocer y minimizar los cambios físicos y químicos ocurridos durante el proceso, así como mantener sus propiedades nutrimentales, sensoriales y de vida de anaquel y, por lo tanto, desarrollar nuevos productos deshidratados, de alta calidad, atractivos a los consumidores y con alto valor nutricional.

En la deshidratación de frutas y verduras, se aplica calor para evaporar el agua y removerla después de su separación de los tejidos del fruto. La energía debe suministrarse (por energía convencional o solar térmica) para evaporar el agua y removerla en forma de vapor de la superficie del alimento.

El calor se puede aplicar al alimento por conducción, radiación o convección. Aunque estos tres mecanismos de transferencia de calor se pueden utilizar durante la deshidratación, normalmente, dependiendo del producto, uno de éstos es el que domina. El método más común para transferir el calor a frutas y verduras, en el proceso de deshidratación, es la utilización de una corriente de aire caliente, donde la convección es el principal fenómeno de transferencia (Costa y Ferreira, 2007).

En el durazno (*Prunus persica* L. Batsch), así como en la mayoría de los frutos climatéricos, la calidad y el tiempo de vida útil comercial son afectados por los inadecuados manejos durante la cosecha, transporte, empaque y ventas, evidenciado por una serie de daños y defectos que el consumidor rechaza a la hora de adquirir el producto y que representan cuantiosas pérdidas al final del proceso de mercadeo. (Colome, 2000).

La presente investigación tuvo como objetivo presentar una propuesta a los productores de durazno variedad diamante (*Prunus persica* L. Batsch) del Carmen Tequexquitla, Tlaxcala para su producto que no cumple con las características del mercado en fresco (color, tamaño, firmeza, entre otros). Dado que después de la selección del durazno sobra una gran cantidad que no es comercializable. Además, se pretende mediante este trabajo difundir esta tecnología a todos los productores de la región.

Deshidratadores solares

Los deshidratadores solares son dispositivos con los cuales se extrae gran porcentaje de agua de las frutas por medio del flujo de aire caliente, de esta forma el agua que está en la superficie del producto se evapora y se traspa al aire circundante y el calor del medio se transmite al interior de la fruta (Marín, 2014).

Con el objetivo de maximizar la calidad del producto y minimizar los costos, el tiempo de deshidratación debe de ser corto, este tiempo depende tanto de la fruta como del deshidratador. Cinco aspectos afectan la velocidad y el tiempo total de deshidratado: tipo de producto, (mayor contenido de agua, mayor tiempo), tamaño de los trozos del producto (más grande, mayor tiempo), temperatura del aire (más elevada, menor tiempo), humedad relativa del aire (más elevada, mayor tiempo) y velocidad del aire (más elevada, menor tiempo)

A continuación, se mencionan las clases de deshidratadores solares con cada una de sus características físicas.

Deshidratador solar de gabinete

Este tipo de deshidratadores no cuentan con un flujo apropiado del aire de secado, debido a que el diseño es como el de una caja según se observa en la figura 1, la cual cuenta con dos aperturas, una en la parte inferior por donde ingresa el aire del ambiente, y otra en la parte superior por donde sale un aire más húmedo y con mayor temperatura. En este tipo de deshidratadores la circulación del aire es por convección natural. Es por esta razón que la eficacia no es muy alta. Estos sistemas son capaces de deshidratar pequeñas cantidades de material. Son principalmente usados para secar alimentos.



Figura 1 Deshidratador solar de gabinete

Fuente: sitiosolar.com

Deshidratador solar de colector y armario

Este deshidratador consta de un colector de aire en la parte baja y un armario de deshidratación en la parte superior según figura 2, la entrada del aire se sitúa en la parte baja del colector mientras que la extracción del mismo se sitúa en la parte alta del armario. El tipo de circulación del aire es natural por convección. Combinando varios equipos de este tipo de forma es posible deshidratar cantidades de producto a niveles industriales.

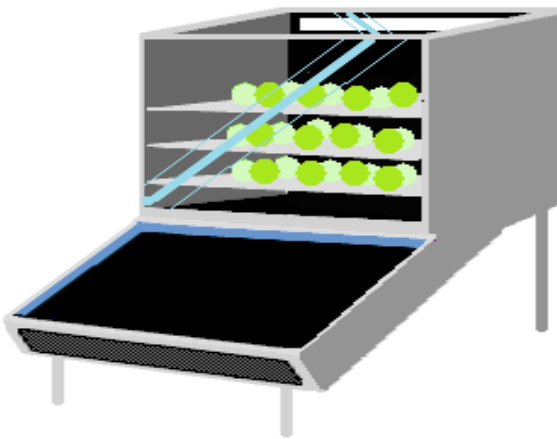


Figura 2 Deshidratador solar de colector y armario
Fuente: *sitiosolar.com*

Deshidratador solar de colector y depósito

Este sistema es similar al deshidratador de colector y armario, pero en grandes dimensiones, como se muestra en la figura 3. En vez de un armario dispondrá de un depósito para deshidratar cantidades mucho más grandes. También la dimensión del colector será mayor debido a que se requiere aportar mucho más calor. Este tipo de equipos trabaja con convección forzada del aire debido a las dimensiones de este y a la cantidad del producto a deshidratar.



Figura 3 Deshidratador solar de colector y depósito
Fuente: *sitiosolar.com*

Deshidratador de invernadero

Este tipo de deshidratadores están basados en el principio de funcionamiento del deshidratador solar de gabinete, pero en grandes dimensiones; este deshidratador se construye en base a los invernaderos utilizados en agricultura, véase figura 4. La circulación del aire es por convección forzada.

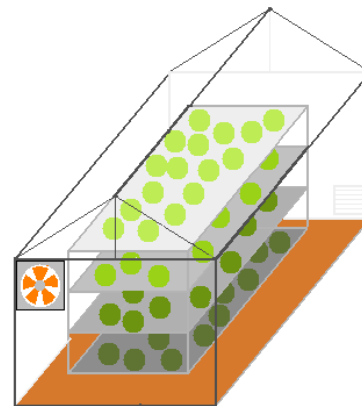


Figura 4 Deshidratador solar de colector y armario
Fuente: *sitiosolar.com*

Deshidratador con colectores indirectos

Este tipo de deshidratador cuenta con colectores de aire separados de la cámara de secado, según figura 5. El aire que se calienta en los colectores es transportado a la cámara de secado por medio de conductos aislados térmicamente. La circulación del aire es por convección forzada.

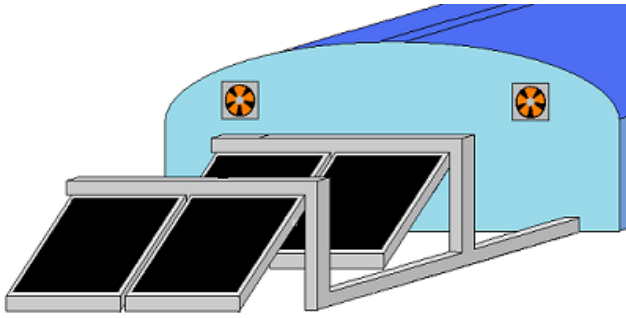


Figura 5 Deshidratador solar de colectores indirectos

Fuente: *sitiosolar.com*

Durazno (*Prunus persica* L. Batsch)

El duraznero (*Prunus persica* L. Batsch) es originario de China (Tecnológico de Monterrey – INIFAP, 2002), donde se le ha clasificado en tres grupos o ecotipos: a) norte, b) sur y c) europeo. Este último pertenece los duraznos introducidos de China al Mediterráneo, Asia Occidental y Asia Menor, incluyendo a países como Italia, España, Irak y Turquía; por otro lado, se menciona que muchos de los cultivares usados en Francia y en Estados Unidos también pertenecen a este grupo.

Al continente americano esta especie primeramente llegó a México durante la conquista y fue distribuido por los religiosos de varias órdenes a establecerlo en sus misiones en la mayor parte del país. Por otro lado, los hacendados, muchos de ellos españoles o hijos directos de ellos, establecieron huertos en las haciendas con el objeto de producir esta fruta para su consumo. Por las características del durazno criollo y considerando que este viene de España, probablemente el durazno criollo de México también pertenezca al grupo europeo.

En México se cultivan aproximadamente 40 mil hectáreas (Tecnológico de Monterrey – INIFAP, 2002) con dos tipos de durazno. El primero, incluye cultivares de pulpa suave y hueso suelto, conocidos como de mesa y aptos para el consumo en fresco. En el segundo, se incluyen aquellos cuyo fruto es amarillo, de pulpa firme, dulce y de hueso pegado, apto para consumo en fresco e industria.

La superficie sembrada del segundo durazno es mayor, que la de hueso suelto, ya que se tienen aproximadamente 30 mil hectáreas. El 74% del durazno, que se produjo en México en el periodo 1998-2001, se encontró distribuido en cinco estados de la república, donde sobresalen Michoacán (21%), Zacatecas (18%), Estado de México (15%), Chihuahua (13%) y Puebla (7%).

La producción total de durazno, se destina alrededor del 85% al consumo en fresco y el 15% restante a la industria, la cual utiliza predominantemente el tipo criollo amarillo. El consumo en fresco se distribuye en un 57.7% a la Ciudad de México, el 13% a Guadalajara, el 9% a Monterrey, el 6.5% tiene un consumo local en el área de los sistemas de producción y finalmente el 13.8% se distribuye a otros mercados más pequeños. Los derivados industriales del durazno amarillo y de hueso pegado son: almíbares, cristalizados, deshidratados, jaleas, mermeladas y néctares. Se estima que la industria demanda alrededor de 60 mil toneladas, donde los estados de México, Zacatecas, Baja California, Chihuahua y Aguascalientes poseen la mayor infraestructura para su industrialización.

Los climas templados predominantes en el Estado de Tlaxcala son favorables para el cultivo del duraznero, lo cual, aunado a la cercanía y excelentes vías de comunicación a los grandes centros de consumo, lo colocan en una situación comercial privilegiada para el cultivo de un gran número de especies frutícolas como el durazno, manzano, peral y ciruelo. La acumulación anual de frío generalmente supera las 500 horas con temperaturas entre 2 y 10° C, lo cual permite cultivar un gran número de variedades.

La producción de durazno en Tlaxcala se realiza en zonas tempraneras, con suelos arenosos de baja fertilidad y alta infiltración, a una altura de 2,600 metros sobre el nivel del mar, con presencia de lluvias de verano, incidencia de heladas, granizadas y sequías. La topografía es semi plana con lomeríos suaves.

Según SAGARPA, la superficie con potencial productivo para el Estado de Tlaxcala es muy extensa, ya que a nivel estatal existen 95,499 hectáreas con muy buenas aptitudes para el cultivo del durazno, de las cuales el Distrito de Desarrollo Rural 165 de Huamantla le corresponden 33,534, el de Tlaxcala 51,597 y el de Calpulalpan 10,368.

El Estado de Tlaxcala se localiza entre el triángulo formado por la Sierra Madre Oriental y el Sistema Volcánico, entre los 19° 44'' - 19° 06'' de latitud norte y entre los 97° 37'' - 98° 44'' de longitud oeste. Colinda al norte con Hidalgo y Puebla; el este y sur con Puebla; al oeste con Puebla, México e Hidalgo. La superficie total del Estado es de 3,414 Km², la cual representa el 2.20% de la superficie nacional, distribuida entre sus 60 municipios.

El Clima predominante es el templado sub húmedo el cual ocupa el 92% de la superficie, con lluvias en verano, el periodo de lluvias comprende de 4 a 6 meses entre julio y diciembre, siendo julio y agosto los meses más lluviosos. Las precipitaciones más restrictivas se presentan en el oriente del estado, 400 mm anuales, las más abundantes se presentan en el sur y suroeste de la entidad con 800 a 1,000 mm.

El régimen de humedad es predominantemente de temporal según SAGARPA cubriendo el 82% de la superficie. El Consejo Estatal de Productores de Durazno como eslabón primario, reporta solo 90 hectáreas de riego a partir del 2002, las que aún se mantienen. La erosión es el principal problema ambiental, el 90% de la superficie en el Estado registra algún grado de erosión. Se calcula que 51,443 hectáreas están altamente perturbadas y 62,138 se encuentra en proceso de degradación.

La producción anual de durazno que se obtuvo en Tlaxcala en el año 2003 en 780 hectáreas fue de 5,791 toneladas, que se cosecharon en el 80% de la superficie principalmente en el Municipio de Altzayanca, en las localidades de: Concepción Hidalgo, Altzayanca, Pilancón y Nexnopala.

El resto de la producción se genera en los siguientes municipios: Ixtenco, Teacalco, Huamantla, Terrenate, Cuapiaxtla, Zitlattepec e Inxtacuixtla. La industria a pequeña escala ubicada en la localidad de Concepción Hidalgo, Altzayanca. La cual está a cargo de las Sociedades de Producción Rural (SPR). Integradas por productores y puesto que luego de la selección del durazno sobra una gran cantidad que no es comercializable, esa fruta la aprovechan para hacer conservas y en almíbar.

El volumen destinado a esta actividad es mínimo sin llegar al 1 % por ciclo. Los productores no han logrado dedicarse a la producción y a la comercialización, ya que no cuentan con el tiempo para cosechar y para vender y además también, porque no tienen gente capacitada que se dedique a la venta, por lo que realizan la venta directamente en la huerta o desde el centro de selección del durazno.

Metodología

Para deshidratar el durazno variedad diamante de los productores del Estado de Tlaxcala, se utilizaron los equipos de deshidratación solar de frutas y verduras del Cuerpo Académico Ingeniería en Procesos de la Universidad Tecnológica de Tlaxcala (CAIP). Actualmente se busca aprovechar la energía solar a través de estos equipos de deshidratación convencional de cama plana. A continuación, en la tabla 1 se describe la ficha técnica del equipo.

Deshidratadora	Solar cama plana
Medida	1.00 m x 2.00 m
Largo	2.00 m
Ancho	1.00 m
Altura	0.90 m
Material	Estructura metálica y lamina galvanizada calibre 16 (en la parte posterior y frontal)
Vidrio	Blanco de 1.00 m x 2.00 m y 6 mm de espesor.
Cama	Poliuretano de 0.94 m x 1.98 m y 10 cm de espesor.
Rejilla	Metálica de 0.94 m x 1.98 m
Tipo	1 Entrada
Peso	87 kg

Tabla 1 Ficha técnica de deshidratador solar de cama plana
Fuente: *Elaboración propia*

El deshidratador solar está construido de estructura metálica de 2.0 m. de largo por 1.0 m. de ancho y vidrio blanco de 6 mm de espesor y una cama de poliuretano de 10 cm de espesor, con la finalidad de conservar el calor mayor tiempo en la cámara de deshidratado, con el consecuente aumento y uniformidad en la temperatura del deshidratador y por tanto disminuyendo el tiempo de secado. El diseño es similar a los de colectores planos de aire. En las figuras 6 y 7 se muestran las vistas: frontal, posterior y laterales, respectivamente.

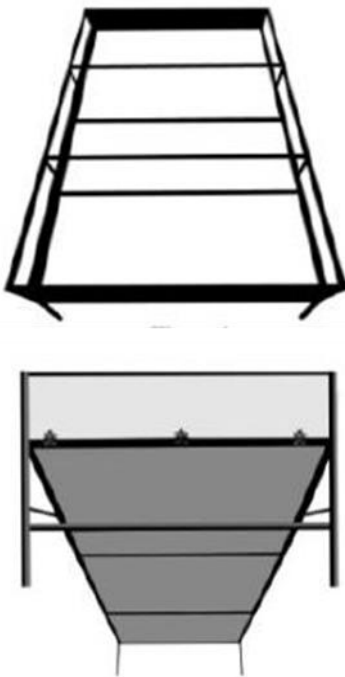


Figura 6 Vistas frontal y posterior del deshidratador solar de cama plana.

Fuente: CAIP

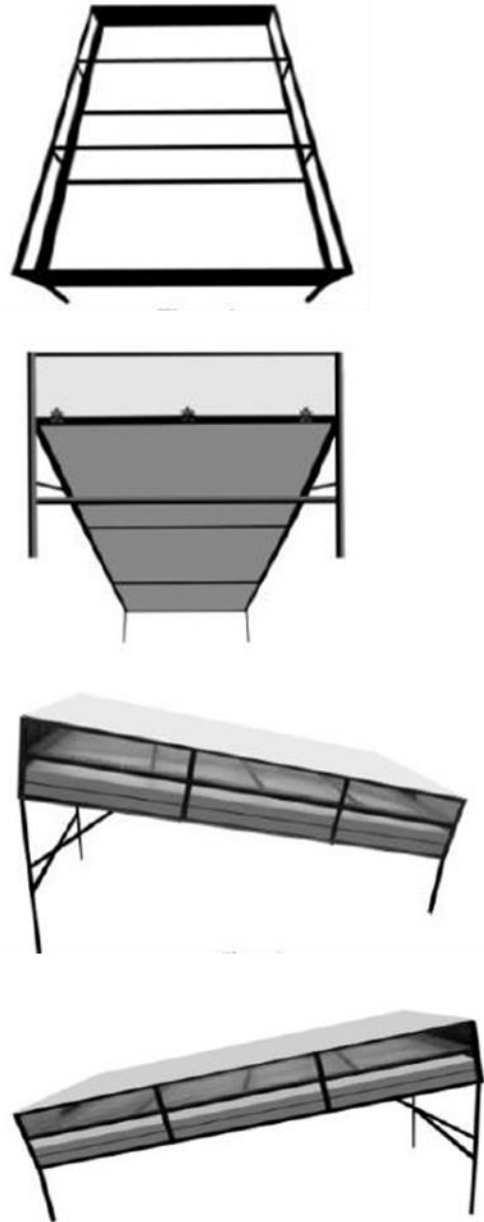


Figura 7 Vistas laterales del deshidratador

Fuente: CAIP

Los equipos constan de un túnel de deshidratación protegidos por una cubierta de vidrio, para aislar al alimento de polvo e insectos, de una rejilla metálica donde se coloca el producto a deshidratar (Galaviz, et al., 2012). Las condiciones en el túnel de deshidratación son: calentamiento del aire ($50^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$) por energía solar térmica y convección natural.

A continuación, en la figura 8 se muestra una imagen del deshidratador solar de cama plana.



Figura 8 Equipos de deshidratación de frutas y verduras
Fuente: CAIP

El deshidratador funciona bajo el principio de efecto invernadero, el aire ambiente entra por la abertura de la parte frontal del equipo, distribuyéndose en los productos colocados en la rejilla metálica (y ésta encima de la cama de poliuretano) extrayendo la mayor parte de la humedad natural, tratando de conservar en la medida de lo posible color, aroma, sabor original y calidad alimentaria del producto deshidratado.

Una vez que el aire en el interior de la cámara del deshidratador aumenta su temperatura y humedad es eliminado por convección natural por la abertura que se encuentra en la parte posterior del equipo, siendo de esta manera el proceso de deshidratación solar térmico.

Para la elaboración de gajos de durazno deshidratado se siguieron las siguientes etapas, como lo muestra la figura 9.

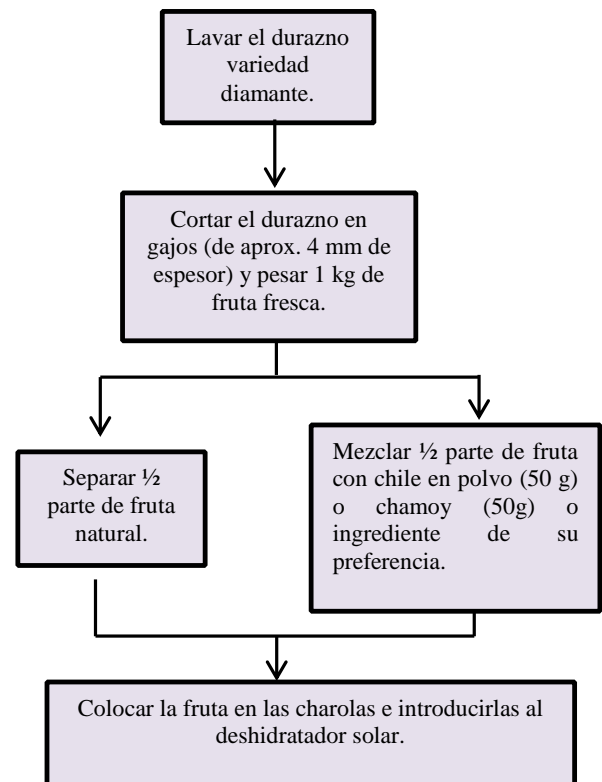


Figura 9. Diagrama de flujo para proceso de deshidratación solar de gajos de Durazno
Fuente: CAIP

Las condiciones ambientales para el secado de la fruta fueron: temperatura ambiente de 22 °C, humedad relativa, 52 %, velocidad del viento 18 km/h, e intensidad de radiación solar media de 800 W/m² (estación meteorológica EMA UTT, CONAGUA).

El secado de la fruta se alcanzó en aproximadamente 13 a 14 horas en dos días de irradiación, con cielo totalmente despejado y cortes de gajos de durazno de 4 mm de espesor. El tiempo neto de retención de los gajos de durazno en la cámara de deshidratado fue en promedio de 6.5 horas. No obstante, esto depende del grueso de los cortes de la fruta, es decir, entre más grueso menor superficie de contacto y por tanto mayor tiempo de secado. Según se muestra en la figura 10 y 11.



Figura 10. Corte de durazno en gajos de 4 mm de espesor
Fuente: CAIP



Figura 11 Secado de durazno en el deshidratador solar
Fuente: CAIP

Resultados

Se deshidrataron 5.0 kg de durazno variedad diamante sin hueso. El rendimiento del deshidratado se determinó en base a 1.0 kg (1000 g) de fruta fresca y de acuerdo a las siguientes fórmulas:

Rendimiento teórico (R):

$$R = \frac{(100\% - H_f)}{(100\% - H_s)} \quad (1)$$

Dónde:

H_f: es el porcentaje de agua que contiene el alimento antes de ser sometido al proceso de secado, para el durazno en fresco se considera 85 al 87 por ciento de agua.

H_s: es el porcentaje de humedad recomendable que debe tener el producto seco, para garantizar una óptima calidad y condiciones de conservación. Para el durazno se recomienda una humedad del 25 a al 30 %. Para conocer el peso final del producto seco (Ps) requerido para el durazno se utilizó la fórmula:

$$P_s = (R)(P_f) \quad (2)$$

Donde, **P_f** es el peso fresco inicial de la muestra que se desea secar.

La tabla 2 muestra las condiciones y resultados de la deshidratación de gajos de durazno variedad diamante.

Fruta	Humedad de alimento fresco H _f (%)	Humedad residual alimento seco H _s (%)	Temperatura de deshidratación promedio T	Rendimiento de ecuación (1)	Peso seco necesario para gajos de durazno (P _s) g de ecuación (2)
Durazno	85	25	55	0.200	200

Tabla 2 Resultados de deshidratación de durazno
Fuente: CAIP

Como muestra la tabla 2 para un **H_s** del 25 % el rendimiento esperado es del 20.0 %. Es decir, por cada 1000 g de producto fresco esperamos 200 g de producto seco, con este peso el durazno conservará parte de las propiedades del producto fresco (blando y suave). El durazno seco finalmente se envaso en bolsas de polipapel para tener una mejor presentación y conservación. Como se muestra en la figura 12.



Figura 12 Presentación de producto seco
Fuente: CAIP

Conclusiones

Se dio a conocer el proceso de deshidratación solar de durazno usando deshidratadores solares de cama plana, equipos de investigación para deshidratación solar de frutas y verduras del cuerpo académico de Ingeniería en Procesos de la Universidad Tecnológica de Tlaxcala.

El rendimiento de la deshidratación del 20.00 % se considera adecuado para que el producto seco conserve en su mayoría sus propiedades sensoriales y nutrimentales. Con esta tecnología se pretende dar valor agregado a la fruta con bajo valor comercial, a bajos costos usando energía limpia y contribuyendo a la economía de los productores en la diversificación de sus productos.

El potencial del deshidratador solar de frutas y verduras es grande si se logra transeferir la tecnología a la comunidad de productores de la región. No obstante, la deshidratación del fruto produce una inhibición del crecimiento bacteriano, se recomienda realizar un análisis bacteriológico para garantizar su calidad sanitaria. Para verificar la eficiencia térmica del deshidratador, se sugiere en investigaciones posteriores realizar un estudio de transferencia de calor de las diferentes partes que componen el secador solar.

Agradecimientos

El Cuerpo Académico Ingeniería en procesos agradece a los productores de durazno de El Carmen Tequexquitla, Tlaxcala y a la Red Temática Modelado y Automatización de Procesos. Prodep, 2015 por las facilidades dadas para realizar esta investigación.



Figura 13 Productores de durazno e integrantes del Cuerpo Académico Ingeniería en Procesos (CAIP).

Referencias

Auris Damely García M. 2006. Caracterización Física y Química De Duraznos (*Prunus persica* (L.) Batsch) y Efectividad de la Refrigeración

ASERCA, 2000. Revista "Claridades Agropecuarias" Artículo "El durazno mexicano un Mercado por Explorar" Editorial Abriendo Surcos. México, D. F.

Askari, G., Emam-Djomeh Z. y Tahmasbi, M. 2009. Effect of various drying methods on texture and color of tomato halves. *Journal of Texture Studies*. 40:371-389

Carpinteyro, Lina, Teón, Argelia, Balderas, Silvia. 2016. Capacitación para la construcción y uso de un secador solar en la comunidad kumiai de San José de la Zorra. *Revista de Aplicación Científica y Técnica*. Septiembre 2016 Vol.2 No.5 6-11 (ECORFAN).

Cao, H., Zhang, M., Mujumdar, A., Xiao, G. y Sun, J. 2007. Study on reduction of water activity and storage stability for dehydrated *Brassica parachinensis* with intermediate moisture. *Drying Technology*. 25:669-674.

Costa, A. y Ferreira, S. 2007. Sistema de secado solar para frutos tropicales. *Información Tecnológica*. 18(5): 49-58.

Colome, E. 2000. Tecnología del envasado de alimentos perecederos en atmósferas modificadas. *Revista Alimentos: Equipos y Tecnología* (5): 109-113.

Comercial En Frutos Acondicionados. *Bioagro* 18(2): 115-121.

Desplegable Informativa Núm. 22 (noviembre de 2011)

E.M. Ceballos-Ortiz y M.T. Jimenez-Mungia. 2012. Cambios en las propiedades de frutas y verduras durante la deshidratación con aire caliente y su susceptibilidad al deterioro microbiano. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos* 6-1:98-110

Galaviz Rodríguez, V., Martínez Carmona, R., Cervantes Hernández, B., Hernández Corona, J.L., Mendoza Vázquez, E., Padilla Vivanco, A. y Villegas Hernández, D. 2012. Estrategia tecnológica sustentable para deshidratar frutas, verduras y legumbres. Palibrio, España. pp 37-76.

Hernández Salgado, J. Hilario; G. R., Juan de Dios y S. M., Marciano. 2001. Seguimiento y evaluación de la operación Proyecto Sol del Estado de Tlaxcala. SAGARPA, Gobierno del Estado, Fundación Produce y Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Tlaxcala, Tlax.

Hernández, J., Quinto, P., Flores, F., Acosta, R. y Aguilar, J. 2010. Cinética del secado de productos agrícolas. *Memorias de XII Congreso Nacional de Ingeniería Electromecánica y Sistemas*. México Distrito Federal. Noviembre 2010.

Herrero, A. y Guardia, J. 1992. Conservación de frutos. Manual técnico. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 409 p.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 2011. Centro de Investigación Regional del Norte-Centro Campo Experimental Zacatecas

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey – Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (Téc Monterrey – INIFAP). 2002. Programa Estratégico de Necesidades de Investigación y Transferencia de tecnología de Zacatecas. Zacatecas, Zac. Inédito.

Marín, Patricio Valdés. 2008. Manual de deshidratación I. [En línea] 2008. <http://manualdeshidratacion.blogspot.com/2008/09/frutas-y-hortalizas.html>.

Núñez-Olivera, José Manuel, Cabral-Parra, Rodolfo, Noriega-García, Miguel Ángel, y Lomeli-Rodríguez, Sandra Eva. 2016. Globalización y su Impacto sobre la Estructura y Capacidad Productiva de los Productores Agropecuarios de la Ciénega de Jalisco. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*. Septiembre 2016 Vol.2 No.5 36-43. (ECORFAN).

Rodríguez-García, Fernando, Tizapatzi-Sánchez, Pedro, Gonzáles-Mazanilla, Fernando Osvaldo y Pintor-Tuxpan-Ángel. 2016. Impacto Ambiental en la Implementación de Paneles Solares Fotovoltaicos en el ITSSMT. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*. Junio 2016 Vol.2 No.4 12-18 (ECORFAN).

Sitio solar. 2014. Portal de energías renovables. Los deshidratadores solares <http://www.sitiosolar.com/los-deshidratadores-solares/>.

SAECSA. 2013. Energía Solar. Deshidratadores solares SAECSA. [En línea] 2013. <http://saecasolar.com/catalogos/Deshidratador.pdf>. <http://www.uttlaxcala.edu.mx/index.php/component/content/article?id=167>