

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN DESHIDRATADOR SOLAR PARA FRESA

Guevara Blanco Alma Rosa (1), Sabas Segura José (2)

1 [Ing. Energías renovables, Instituto Tecnológico Superior de Abasolo] | [alma.g1@hotmail.es]

2 [Coordinación de energías renovables, Instituto Tecnológico Superior de Abasolo] | [jose.sabas@tecabasolo.edu.mx]

Resumen

El propósito de esta investigación fue desarrollar un deshidratador solar directo por convección natural para el secado de fresa, lo cual tiene como finalidad, conocer e identificar los factores que pueden ser positivos o negativos para su implementación en el uso del secado de esta fruta. Para el deshidratador solar directo, el material que se utilizó en su construcción fue madera por su mejor retención del calor, así como cristal de vidrio en la parte frontal para dejar que los rayos solares incidan sobre el producto a secar. Dentro de la cámara de secado se integraron 2 bandejas de mosquetero de plástico con marco de madera para colocar la fresa. Se eligió mosquetero de plástico por que deja circular el aire que fluye dentro del deshidratador y por su facilidad para la limpieza y que a diferencia del mosquetero de metal no se oxida y por tanto no daña el producto. Finalmente como parte de la determinación de la humedad después del secado, se realizó una prueba de porcentaje de humedad en la fresa después de haber pasado por el proceso de deshidratación, utilizando un tratamiento térmico, y así determinar el nivel de humedad que se retiró de la fresa al haber sido secada dentro del deshidratador solar.

Abstract

This research is a direct natural convection solar dehydrator for strawberry drying, it will be experimented with the dehydrator to know and identify the factors that can be positive or negative for its implementation in the use of drying. In this case we will work with the direct solar dehydrator, the material that was used for its construction was the wood for its better retention of heat, and glass was used in the front to let the sun's rays hit the product to dry. Inside the drying chamber were integrated 2 trays of plastic mosquito net with wooden frame to place the cutter. We selected a plastic net because it allows the air flowing inside the dehydrator to circulate and because of its ease of cleaning, just as the metal mosque does not oxidize and therefore does not damage the product. Likewise, a moisture percentage test was performed on the strawberry after having undergone the dehydration process, using a heat treatment, to determine the moisture level removed from the strawberry after having been dried inside the solar dehydrator.

Palabras Clave

Convección natural; Deshidratador directo; Flujo de aire; Madera; Porcentaje de humedad.

INTRODUCCIÓN

Problemática

En la actualidad, del 10 al 40% de los productos cosechados nunca llegan al consumidor. Tal comportamiento se presenta principalmente en los países en vías de desarrollo debido a la descomposición y la contaminación del producto. Existe una diversa gama de tecnologías pos cosecha aplicada a la preservación de los alimentos perecederos. Sin embargo, siendo uno de los métodos más antiguos, el método de secado es uno de los más prácticos extendiendo la vida útil del producto y que garantiza las propiedades físicas, químicas y nutricionales de los alimentos [1].

La deshidratación

La deshidratación es un proceso costoso, el cual representa entre el 35 y 40% del costo total de producción. Entre los procesos de secado que se utilizan en la actualidad se encuentran los métodos industriales de secado, el secado solar y la combinación de los dos como una manera de reducir el consumo de energía y mejorar la calidad del producto. Como los secadores Industriales no están al alcance de la mayoría de los pequeños agricultores o comunidades de escasos recursos, el empleo de energías alternativas renovables, de bajo costo y no contaminantes, incrementa la viabilidad económica del proceso al reducir sus costos de aplicación[1].

Debido a que la demanda energética aumenta por el incremento poblacional y al uso de nuevas tecnologías, trayendo como consecuencia la sobre explotación de los combustibles fósiles. Aunado a lo anterior, generalmente en comunidades lejanas a las ciudades que carecen de electricidad, se requiere mantener y almacenar diversos alimentos.

Las frutas y verduras contribuyen una fuente crucial de nutrientes en la dieta diaria. La producción de fruta en el mundo es estimada a ser

434.7 millones de toneladas métricas y vegetales 90.0 millones de toneladas métricas. Las pérdidas de frutas y verduras en los países en desarrollo son considerablemente altos, es por ello que la utilización de la técnica de la deshidratación es una buena opción ya que no solo es un sistema sustentable si no que repercutirá considerablemente a disminuir el desperdicio de tales alimentos al igual que a mejorar la economía [2].

La deshidratación solar es la forma más antigua y saludable de conservar los alimentos. Desde hace miles de años el hombre ha utilizado la energía del sol para secar productos perecederos. Logrando conserva una gran variedad de alimentos de forma natural. A diferencia de otras formas de conservación a temperaturas extremas como la esterilización o congelación, el deshidratado es un método sumamente respetuoso con las propiedades y el contenido nutricional de los alimentos [3].

Flujo de aire

El flujo de aire en el proceso de deshidratación es muy importante ya que si no se cuenta con la adecuada circulación puede afectar al producto. La temperatura y la corriente de aire decaen conforme avanza la deshidratación.

Tipos de circulación de aire

El aire que circula dentro del deshidratador es utilizado para quitar la humedad evaporada del producto. La circulación se logra por dos métodos; circulación por convección natural y circulación forzada [2].

En la circulación por convección natural el aire es movido por las diferencias de temperatura en las distintas partes del equipo, que promueve la convección térmica del aire. Este tipo de circulación es ideal para equipos chicos o medianos.

En la circulación forzada el flujo de aire es movido por un ventilador que consume energía mecánica o eléctrica. Este tipo de circulación es más usado

en equipos grandes, además de facilitar el control del proceso de secado.

Para esta investigación se hizo con construcción de un deshidratador solar directo por convección natural, utilizando como material la madera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Existen distintos tipos de deshidratadores como el industrial, semi-industrial y solar. En esta investigación nos enfocamos en los deshidratadores solares, los secadores solares se dividen en 2 tipos: el directo e indirecto.

El deshidratador solar directo consta del cuerpo o también llamado gabinete, tiene una entrada de aire y una salida, al igual debe tener un gran orificio o abertura en el cual se coloca un vidrio o plástico transparente para dejar pasar los rayos solares al interior del secador.

En el deshidratador solar directo, el aire que entra al gabinete está siendo calentado por los rayos solares dentro del mismo gabinete, y al igual que ocurre naturalmente con los rayos solares, estos quedan directamente sobre el producto a deshidratar, con esto se puede tener ventaja ya que el tiempo de secado se reduciría. Pero también tiene desventajas como la decoloración que puede sufrir el producto por estar expuesto al sol.

El deshidratador solar indirecto cuenta con un gabinete y un colector los cuales van unidos entre sí, al igual que el directo tiene entradas y salidas de aire, en este modelo el colector es el que tiene el orificio para dejar pasar los rayos solares al interior.

En el deshidratador solar indirecto, el aire que va entrando al colector es previamente calentado en este mismo, así que al llegar al gabinete el aire ya está caliente, esto puede ser bueno y malo a la vez ya que puede durar un poco más de tiempo en secar, pero se evita la decoloración del producto a secar.

En esta investigación se eligió el deshidratador solar directo para realizar algunas pruebas no solo para secar fresa sino otros alimentos.

Es importante contar con el equipo necesario para la construcción de los deshidratadores.

A continuación, se muestra en la tabla 1 el equipo y material necesario para la construcción del deshidratador solar directo.

Tabla 1. Materiales y equipo de producción

Equipo	Material
Desarmador	Clavos
SERRUCHO	Madera
Martillo	Pijas
Taladro	Tornillos
Tijera para cortar chapa	Vidrio
Metro	Pegamento
Escuadra	Mosquitero de plástico
Caja de sesgues(para hacer cortes inclinados fácilmente)	Papel de lija
Termómetro infrarrojo.	Jaladora o manija
	Barniz
	Papel aluminio
	Fresas
	Azúcar
	Agua

Primeramente, se realizó una búsqueda de información con respecto a este tipo de deshidratador su forma de manejo y los costos.

En este tipo de deshidratador el colector y la cámara de secado van juntos. Se le dieron medidas conforme a la cantidad de fruta que se vaya a secar. En este caso la producción será baja a media, por tanto el equipo debe ser pequeño o mediano, para su fácil movilidad.

Para este deshidratador se eligió que el material de construcción sería madera, por su capacidad de almacenar el calor, siendo esto un beneficio para la deshidratación, en la figura 1 se muestra el deshidratador solar directo en fase de construcción.

Una vez terminada la construcción del deshidratador solar directo, se tiene que llevar a cabo un proceso de limpieza para quitar impurezas que hayan quedado o proceder a pintarlo si así se quiere, después de esto el secador quedara listo para empezar hacer pruebas.



Figura 1. deshidratador solar directo

Pruebas con el deshidratador solar directo

Primero se hizo una selección de las fresas que se iban a deshidratar, que fueran de un tamaño y color uniforme al igual se tener que retirar las partes que estuvieran manchadas o verdes.

Después de haber sido rebanadas se les realizara un pre tratamiento en este caso se hará baño en almíbar, que consiste en sumergir las fresas en agua con azúcar durante 5 minutos.

En la figura 2 se muestra la repartición de las rebanadas de fresa en las bandejas, se debe tener una separación adecuada entre una y otra para garantizar la circulación del aire.



Figura 2. Separación de las fresas en las bandejas

Después de haber pasado por este proceso se empezarán a medir las temperaturas ambiente y dentro del deshidratador.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En promedio las rebanadas (rebanadas de aproximadamente 4 a 5mm) de fresa que se colocaron a deshidratar duraron de 3 a 4 horas en secarse y las mitades de fresa de aproximadamente 1.5 a 2cm duraron de 6-7 horas. Las temperaturas promedio alcanzadas dentro y fuera del deshidratador se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Temperaturas medidas

Temperatura fuera	Temperatura dentro
Max.32.7°C	Max. 70.1°C
Min.20.1°C	Min.39.1°C
Prom.27.8°C	Prom.56.2°C

Determinación de humedad por tratamiento térmico

La determinación de humedad en los alimentos es de suma importancia, ya que un elevado contenido de esta influye en la velocidad de multiplicación de los microorganismos, provocando su descomposición y por lo tanto la pérdida de la calidad sanitaria. En la tabla 3 se muestran los materiales que se utilizaron en la determinación de humedad por tratamiento térmico según la NOM-116-SSA-1994 [4].

Tabla 3. Materiales y reactivos utilizados en la determinación de humedad

Material y reactivos
Capsulas de vidrio
Desecador
Pinzas para crisol
Gasas
Balanza analítica con 0.1 mg de sensibilidad
Estufa con termostato para mantener una temperatura de 100+7-2°C

Desarrollo de la determinación de humedad

La primera parte fue la preparación de las capsulas con la gasa a peso constante:

En la tabla 4 se muestra el procedimiento a seguir para obtener un peso constante en la capsula, al igual se van mostrando las medidas obtenidas.

Tabla 4. Procedimiento para el peso contante de la capsula.

Equipo	Tiempo y/o medidas
Estufa a 100 +/-2°C	4 horas
Desecador	30 minutos
Balanza	(Capsula 1) =43.93g (Capsula 2)=43.81g (Capsula 3)=58.36g (Capsula 4)=54.90g (Capsula 5)=41.21g (Capsula 6)=43.78g
Estufa a 100 +/-2°C	2 horas
Desecador	30 minutos
Balanza (medidas usadas para masa M1)	(Capsula 1) =43.9521g (Capsula 2)=43.8241g (Capsula 3)=58.3808g (Capsula 4)=54.9235g (Capsula 5)=41.2266g (Capsula 6)=43.7958g

Posteriormente en la capsula se preparo una cantidad de producto inferior 10g y se pesó con precisión de 0.1mg (masa M2). (por triplicado) para que cumpla el grado de precisión, se recomienda utilizar una cantidad de muestra superior a 1g y en los productos heterogéneos utilizar de 3 a 5 más de la cantidad mínima propuesta. En la imagen 3 se muestra cómo se van colocando las muestras de fresa húmeda dentro de las capsulas para su medición y posterior acomodo dentro de la estufa.



Figura 3. Medición de la muestra húmeda

A continuación, en la tabla 5 se muestran las medidas obtenidas de las capsulas con muestra húmeda (masa M2).

Tabla 5. Peso de las muestras húmedas

Peso de la muestra húmeda (masa M2)
(Capsula 1) = 4.9196g
(Capsula 2)= 4.9783g
(Capsula 3)= 4.8679g
(Capsula 4)= 4.9185g
(Capsula 5)= 4.9717g
(Capsula 6)= 4.9291g

Una vez pesado, se mezcló bien la muestra y se colocó sobre la gasa. Si es necesario añadir unos centímetros cúbicos de agua destilada, lo cual facilita una mezcla uniforme.

Terminada la mezcla se introdujo en la estufa las capsulas con la muestra, cerrar la estufa y secar durante 4 horas a 100° +/- 2°C. Se abrió la estufa, y se colocaron las capsulas en los desecadores, y dejo enfriar hasta temperatura ambiente y pesar inmediatamente con precisión de 0.1 mg (masa M3). El contenido de humedad en la muestra se calculó con la Ecuación 1 expresada en por ciento:

$$\text{Humedad en \%} = \frac{M2-M3}{M2-M1} * 100 \quad \text{Ecuación 1}$$

En donde:

M1= peso de la capsula con arena o gasa (g).

M2= peso de la capsula con arena o gasa más muestra húmeda (g).

M3= peso de la cápsula con arena o gasa más muestra seca (g).

Nota: Se debe indicar el valor medio de la determinación por triplicado con un decimal.

A continuación se muestran los cálculos de humedad en las diferentes capsulas.

$$\text{Humedad en \%} = \frac{4.9196 - 48.1416}{4.9196 - 43.9521} * 100 = 110.7333(\text{capsula 1})$$

$$\text{Humedad en \%} = \frac{4.9783 - 48.0848}{4.9783 - 43.8241} * 100 = 110.9682(\text{capsula 2})$$

$$\text{Humedad en \%} = \frac{4.8679 - 62.5396}{4.8679 - 58.3808} * 100 = 107.7715(\text{capsula 3})$$

Rebanadas de fresa

$$\text{Humedad en \%} = \frac{4.9185 - 59.3938}{4.9185 - 54.9235} * 100 = 108.9397 (\text{capsula 4})$$

$$\text{Humedad en \%} = \frac{4.9717 - 45.7293}{4.9717 - 41.2266} * 100 = 112.4195(\text{capsula 5})$$

$$\text{Humedad en \%} = \frac{4.9291 - 48.2573}{4.9291 - 43.7958} * 100 = 111.4789(\text{capsula 6})$$

CONCLUSIONES

Los deshidratadores solares si bien no es una tecnología nueva, su implementación y mejoras siguen creando nuevas opciones para el secado de alimentos, y con ello tener un mejor desempeño en su utilización. Con esta investigación se

contribuirá a esta rama, en particular a la conservación de frutas de la región, ya que los resultados de su diseño construcción de este diseño propuesto así como implementación a nivel de prueba mostraron resultados positivos al momento de deshidratar la fresa, mostrándose estos en las tablas de peso de las muestras. En las pruebas de humedad se vio que el deshidratador tiene un buen funcionamiento ya que la fresa tiene un buen porcentaje de humedad retitado.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a mis padres y hermano(a), por el apoyo incondicional. A mi asesor por su ayuda y motivación y a todos mis compañeros que me apoyaron a lo largo de esta investigación.

REFERENCIAS

- [1] Bayona, A. (2011). universidad nacional de colombia. Obtenido de universidad nacional de Colombia.
- [2] Phule, M. (2012). Osmotic Dehydration Process for Preservation of Fruits and Vegetables. Journal of Food Research, 202.
- [3] Gastronomía solar. (2014). Recuperado el 4 de abril de 2017, de Gastronomía solar: <https://gastronomiasolar.com/deshidratador-solar-secado-alimentos/>
- [4] NOM-116-SSA1-1994. (29 de junio de 1995). Recuperado el 29 de marzo de 2017, de <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/116ssa14.html>
- [5] Kreih, F., Manglik, R. M., & Bohn, M. S. (2012). Principios de transferencia de calor. Mexico: Editec S.A de C.V.
- [6] Giraldo, E. (17 de Octubre de 2014). Control de temperatura y humedad relativa para un deshidratador solar de frutas. Recuperado el 25 de Enero de 2017, de Control de temperatura y humedad relativa para un deshidratador solar de frutas: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/5129/6640284G516.pdf;sequence=1>
- [7] SEGOB. (10 de septiembre de 2012). SEGOB. Recuperado el 17 de marzo de 2017, de SEGOB: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5267447&fecha=10/09/2012