

Aprovechamiento de frutas y hortalizas de temporada de la Región de Tabasco, mediante la deshidratación del producto, utilizando una estufa solar

Use of seasonal fruits and vegetables from the Tabasco Region, by dehydrating the product, using a solar stove

MAGAÑA-BARRERA, Sara María De Jesús †*, LÓPEZ-SALAZAR, Blanca, PALMA-LÓPEZ, Ulda y HIDALGO-LEAL, Héctor Daniel

Instituto Tecnológico Superior de Villa La Venta

ID 1^{er} Autor: Sara María De Jesús, Magaña-Barrera / ORC ID: 0000-0002-3651-9010, CVU CONACYT ID: IT17B402

ID 1^{er} Coautor: Blanca, López-Salazar / ORC ID: 0000-0003-3715-7231, CVU CONACYT ID: IT19A878

ID 2^{do} Coautor: Ulda, Palma-López / ORC ID: 0000-0002-1562-3249, CVU CONACYT ID: IT19A658

ID 3^{er} Coautor: Héctor Daniel, Hidalgo-Leal / ORC ID: 0000-0001-9028-8711, CVU CONACYT ID: IT19A384

DOI: 10.35429/JRE.2019.9.3.35.40

Recibido 03 de Abril, 2019; Aceptado 28 Mayo, 2019

Resumen

Desde hace muchos años el secado es el proceso más utilizado para la preservación de frutas. La deshidratación de alimentos es un proceso en la cual tienen lugar la transferencia de calor y la transferencia de masa. El objetivo principal de esta investigación es compartir los resultados obtenidos en el proceso de deshidratación de frutas y hortalizas de temporada de la región de Tabasco mediante un modelo dinámico utilizando una estufa solar, a través de un método de calentamiento indirecto controlable, que estabiliza la temperatura de deshidratación, para que no se presenten alteraciones en color y sabor de la fruta. Se presentan los resultados en la deshidratación de frutas de temporada (mango y cambola) en proporciones tamaños adecuados y homogéneos, distribuyendo cada pieza en la estufa solar, expuesta a la energía solar por tres días. Se muestra brevemente una descripción del secado solar empleado, la instrumentación empleada y el proceso experimental que se llevó a cabo en cada una de las pruebas. La energía solar es empleada como una buena fuente de suministro de calor para la deshidratación de productos agrícolas y el uso de la estufa solar da una alternativa más al aprovechamiento de esta energía renovable y sustentable, que se tiene en Tabasco para el secado de productos alimenticios, con el propósito de conservar y darle un valor agregado a las frutas de esta región..

Energía renovable, Deshidratación, Estufa solar

Abstract

Drying has been the most widely used fruit preservation process for many years. Food dehydration is a process in which heat transfer and mass transfer take place. The main objective of this research is to share the results obtained in the process of dehydration of seasonal fruits and vegetables of the Tabasco region through a dynamic model using a solar stove, through a controllable indirect heating method, which stabilizes the temperature of dehydration, so that there are no alterations in color and flavor of the fruit. The results in the dehydration of seasonal fruits (mango and cambola) are presented in adequate and homogeneous proportions, distributing each piece in the solar stove, exposed to solar energy for three days. A description of the solar drying used, the instrumentation used and the experimental process that was carried out in each of the tests is briefly shown. Solar energy is used as a good source of heat supply for the dehydration of agricultural products and the use of the solar stove gives another alternative to the use of this renewable and sustainable energy, which is available in Tabasco for drying food products, with the purpose of preserving and giving added value to the fruits of this region

Renewable energy, Dehydration, Solar stove

Citación: MAGAÑA-BARRERA, Sara María De Jesús, LÓPEZ-SALAZAR, Blanca, PALMA-LÓPEZ, Ulda y HIDALGO-LEAL, Héctor Daniel. Aprovechamiento de frutas y hortalizas de temporada de la Región de Tabasco, mediante la deshidratación del producto, utilizando una estufa solar. Revista de Energías Renovables. 2019. 3-9: 35-40

* Correspondencia del Autor (Correo electrónico: sarita.2008@live.com.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Aprovechamiento de la energía solar

Uno de los métodos más antiguos utilizados por el hombre para la conservación de los alimentos es la deshidratación (principalmente en las zonas rurales). En un ambiente seco no pueden actuar ni los microorganismos ni las enzimas que descomponen estos productos, por esta razón el deshidratado es uno de los métodos más efectivos para preservar las frutas. Estos métodos de secado se originaron en los campos de cultivo cuando se dejaban deshidratar de forma natural las cosechas de cereales, forraje y frutos. Comúnmente, estos productos eran extendidos al aire libre, sobre todo en superficies naturales, donde se exponían a la acción directa de los rayos solares, de tal manera que el producto recibiera calor y aireación para evaporar el agua (Castañeda, 2011).

El secado se promovió de forma industrial con la necesidad de tener alimentos almacenados por más tiempo.

El proceso de deshidratado, como método de conservación de alimentos, consiste en la transferencia de masa y calor entre el producto y el fluido a su alrededor, hasta alcanzar un contenido de humedad aceptable (Geankoplis, 1999). Existen muchas formas de deshidratar alimentos y cada una es juzgada por su eficiencia energética, tiempo de secado, calidad de producto alcanzado, etc., dependiendo de las necesidades del mercado, un balance en conjunto con estos factores, es la parte económica.

México es el país con mayor potencial solar fotovoltaico, con radiación solar media a lo largo de toda su geografía 6 Kwh /m² por día en promedio. El estado de Tabasco presenta una energía onda corta diaria promedio de 7.1 kwh/m² y en mayo un promedio de 7.8 kwh/m². Por tanto, la temperatura es una variable encargada de optimizar las propiedades de cada fruta y hortaliza deshidratada, ya que una temperatura óptima de secado en el alimento, representa la permanencia de vitaminas como y sabor del producto. Además de la conservación del alimento por más tiempo, la deshidratación presenta diversas ventajas para su embalaje, transporte, y almacenamiento, ya que el producto deshidratado reduce su peso y volumen al habersele retirado el agua contenida.

La combinación de métodos, puede combinar las ventajas de uno u otro método haciendo mejor el proceso de deshidratación. El número de combinaciones posibles es vasto y está limitado por el avance de la tecnología. En muchos alimentos, se prefiere un proceso no térmico para deshidratarlos o una combinación de estos para reducir los costos, también se incluyen pre-tratamientos que mejoren la deshidratación.

En la evaluación para el diseño de un proceso de deshidratación, se deben definir los parámetros como la producción en kilogramos de producto, los contenidos de humedad iniciales y finales, temperatura de secado y propiedades del alimento.

El proceso de deshidratación debe ser económicamente rentable y debe preservar o incrementar la calidad del alimento, se debe poner especial atención en la seguridad, calidad nutricional y propiedades organolépticas para que pueda ser un producto aceptado por el consumidor (Baeza, 2009). En la actualidad, la deshidratación de alimentos sigue vigente por dos principales razones: la primera es que existen productos que, si no se comercializan inmediatamente después de la cosecha, representan pérdidas para los productores; la segunda razón son las ventajas que se obtienen al llevar a cabo este proceso, como lo son el fácil transporte (por el menor peso) y la estabilidad microbiológica y fisicoquímica (facilitando de esta manera su almacenamiento y manipulación). Cabe mencionar que el valor nutritivo de la mayoría de los alimentos deshidratados no se ve afectado en forma importante con estas técnicas (Geankoplis, 1999). El secado se extiende a una amplia gama de productos, entre los que destacan: pescados, carnes, frutas, verduras, azúcar, almidones, especias y hierbas, entre otros (Ekechucwu et al., 1999).

En la actualidad existen una gran variedad de sistemas colectores de energía solar. Cada uno de ellos ofrece ventajas y desventajas respecto a los demás. Las principales características a considerar para su selección son: Costo, Nivel de temperatura a operar en el sistema, Potencia de energía a coleccionar, Facilidad de operación y complejidad, Nivel de automatización (Lemus & Rodríguez, 2015).

Los secadores solares brindan una temperatura más elevada y una humedad relativa más baja, condición que resulta en períodos de secado sustancialmente más cortos y en humedad inferior del producto final. También reduce el riesgo de contaminación con hongos y levaduras.

En la actualidad, la conversión de la energía solar se utiliza ampliamente para generar calor y producir electricidad. Un estudio comparativo sobre el consumo mundial de energía lanzado por la Agencia Internacional de Energía (AIE) muestra que, en el año 2050, las instalaciones de paneles solares suministrarán alrededor del 45% de la demanda de energía en el mundo. Debido a la escasez mundial de energía y al control de los impactos ambientales nocivos, la aplicación de la energía solar ha de recibir mucha atención en las ciencias de la ingeniería.

Por lo tanto, se intensifica la búsqueda de métodos eficaces y económicos para capturar, almacenar y convertir la energía solar en energía útil. Uno de los problemas que se tienen en el estado de Tabasco con las frutas y las hortalizas, así como las raíces y tubérculos, es que presentan la tasa más alta de desaprovechamiento en las zonas agrícolas de la región. El exceso de producto en la temporada es una de las principales causas para que el producto como el mango, la carambola, la naranja, el banano, la piña, la papaya, el pepino, el tomate se pudra en el campo. Por lo tanto, con la estufa solar diseñada se obtienen productos como frutas y hortalizas de la región, con una deshidratación adecuada y libre de contaminantes como hongos y bacterias.

Metodología

Se realizaron diferentes pruebas experimentales con diferentes frutas, apoyado por alumnos y docentes del Instituto Tecnológico Superior de Villa La Venta (ITSLV), Villa la Venta Huimanguillo Tabasco.

Las frutas se cortaron en rodajas o tiras (dependiendo si era mango o carambola), posteriormente se pesó el producto antes y después de la prueba, considerando que la diferencia en peso fue la humedad evaporada. Después del tiempo de secado se retiraron, observaron y analizaron las muestras sobre el color, peso, sabor y textura.

Instrumentación

Se utilizó la estufa solar como medio para el desarrollo de las pruebas, se realizó manteniendo el producto de 4 a 13 horas dentro del secador, guardando el producto entre un día y otro para evitar que absorbiera la humedad del medio ambiente.

Los productos utilizados para estas pruebas fueron fruta de temporada y verdura. Cabe hacer mención que no todas las pruebas se hicieron en forma simultánea ni se realizaron en forma consecutiva, sino en diferentes lapsos de tiempo. Para cuantificar la pérdida de humedad del producto, se decidió pesar las muestras antes y después del secado, utilizando una balanza.

Prototipo de la estufa solar

La construcción del prototipo de la estufa solar (figura 1), fue basada en las dimensiones y configuración de la estufa solar del trabajo de Colquitt, Eum, Millis, & Ya, (2016) (Tabla 1).

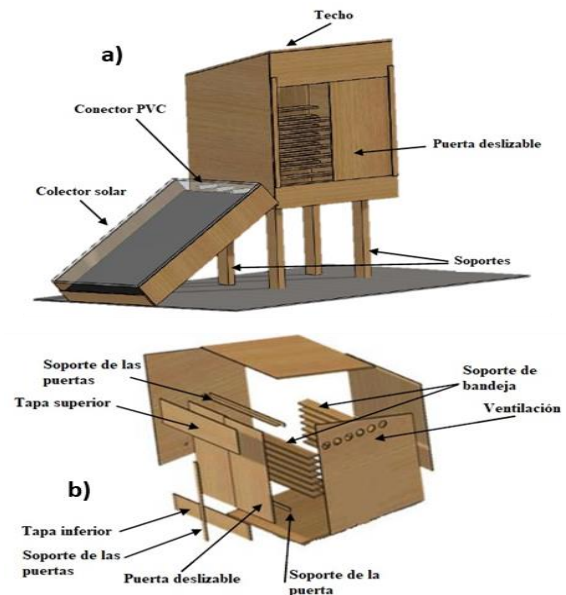


Figura 1 Diseño de la estufa para secado indirecto a) vista isométrica completa b) vista en explosión de la cámara de deshidratación

Fuente: Colquitt, Eum, Millis, & Yaqub, 2016

Dimensión equivalente del producto	Dimensiones (mm)
Base de la cámara de deshidratación	950
Ancho de las bandejas	470
Profundidad de la bandeja	960
Altura de la cámara de deshidratación	1450

Tabla 1 Dimensiones de la estufa solar con respecto al suelo

Controlador del prototipo

En primera instancia se deben obtener los parámetros físicos para el diseño del controlador. Por lo que se realiza una prueba, introduciendo energía por exposición solar sin carga (sin elementos a deshidratar); con temperatura ambiente de 35 °C, obteniendo los resultados en la figura 2.

Constante de tiempo: 390 segundos.

Tiempo de retardo: 10 segundos.

Ganancia estática del proceso: 0.86 °C/%.

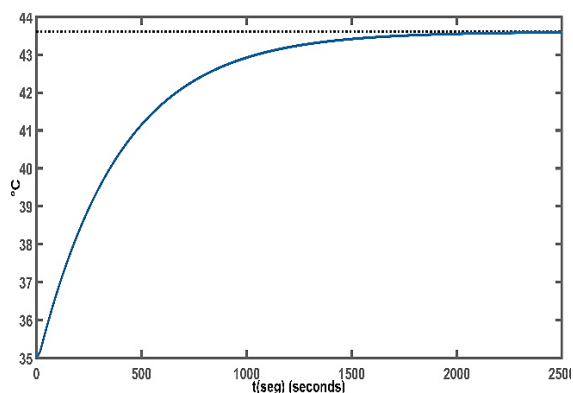


Figura 2 Temperatura de la cámara de deshidratación con 50% del área del captador

Se puede notar que el sistema alcanza el estado estable a los 43°C, con 50% del área para captar radiación. El controlador debe manipular el área mencionada apriori, por lo que es de vital importancia para la implementación del mismo.

Material de experimentación

Para este proyecto se utilizaron los siguientes Ingredientes, Equipos, Materiales:

- Ingredientes: Fruta de temporada: Piña; Mango; Agua adquiridos en Villa la Venta, Tabasco.
- Equipos:
- Deshidratador solar
- Grifo
- Balanza analítica
- Materiales: Bandejas grandes, Cubetas grandes, Palanganas; Tabla para picar, Cuchillos; Pelador.

Descripción del proceso de preparación para el deshidratado de las frutas

Deshidratado de Frutos. En este caso se emplearon Mango y carambola.

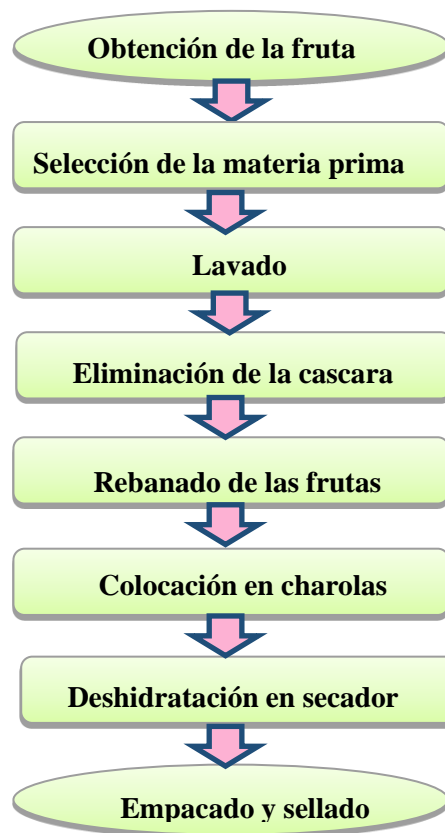


Figura 3 Pasos del proceso de preparación para el deshidratado de las frutas

1. Este trabajo de investigación contribuye Recepción de la materia prima: en este primer paso la materia prima es sometida a un sistema de control, para luego pasar al siguiente paso.
2. Selección y Desinfectado:
3. Se selecciona la fruta en buen estado y desinfecto con una solución clorada a (1.0%).
4. Pelado y Cortado: se procedió a pelar y cortar en cuadritos de 4 mm.
5. Peso de la Fruta: se pesó del producto cortado.
6. Inmersión: se sumergió el producto en solución de 5 a 10 minutos
7. Proceso de deshidratación: utilizando la estufa solar (deshidratador artesanal), 72 horas.
8. Obtención de fruta seca: aquí se obtiene ya el producto seco y se procede al envasado.
9. Envasado al alto vacío: la fruta entra a la máquina de alto vacío para su envasado, sellado y etiquetado para luego pasar al almacén.
10. Almacenamiento: el producto ya envasado pasa al área de almacén para su almacenamiento en cajas.

Para mejorar las bases para nuevas técnicas de deshidratación solar aprovechando dicha radiación de esta región, mejorando los procesos de obtención así como tener un mejor control en sus variables, obteniendo productos ecológicos y saludables contribuyendo en el desarrollo tecnológico, dando apertura a investigaciones en productos deshidratados en forma general.

Resultados del secado de frutas

Para el proyecto de investigación "Aprovechamiento de frutas y hortalizas de temporada de la región de Tabasco, mediante la deshidratación del producto, utilizando una estufa solar" se obtuvieron los siguientes resultados a los diferentes frutos de temporada

Se realizó la deshidratación del fruto de mango con la cantidad de 1 kg de materia prima expuesta a deshidratación en la estufa solar bajo una temperatura de 60-65 °C en horas pico durante 3 días resguardado las muestras de dichos frutos, en donde se pudo obtener una reducción de humedad de 478 gr lo que corresponde aproximadamente un 60 % de deshidratación

Con respecto a la deshidratación del fruto de carambola de una cantidad de 600 gr de materia prima expuesta a una temperatura de 60-65 °C dentro la estufa solar en horas pico durante 3 días resguardado el producto, por lo que se pudo obtener una reducción de humedad de 250 gr lo que corresponde aproximadamente un 60 % de deshidratación. Frutos deshidratados y en fresco (Figura 3.)



Figura 4 Frutos de carambola y mango deshidratado

De acuerdo a los análisis nutricionales de estas frutas de temporada (%) de la región se obtuvo los siguientes resultados (Tabla 2).

Agua	Proteína	Grasa	Grasa saturada	Azúcares	Fibra	Sodio	Kcal/100 gr	Kcal/g
11.13	2.06	5.96	0.00	55.01	12.82	0.00	281.92	28.1

Tabla 2 Análisis nutricionales de las frutas deshidratadas (mango y carambola)

Cabe mencionar que también se realizó un análisis microbiológico de acuerdo a la NOM-111-SSA1-1994, donde se analizaron a los productos deshidratados Hongos y Levaduras obteniendo como resultado 0 ufc/gr de cada uno, lo que reporta de este análisis no hay presencia de hongos y levaduras que pudieran afectar a este tipo de frutas deshidratadas con la estufa solar bajo estas condiciones.

En relación a las temperaturas ambientales de 60- 65 °C se logró una deshidratación de más del 50 % en este tipo de frutas de temporada en el En relación a los resultados obtenidos podemos considerar que la humedad está en un estándar aceptable para ser una fruta deshidratada, por lo que es relativamente bajo para el crecimiento microbiano; el contenido de proteína y grasa fue el esperado para una mezcla de frutas, de acuerdo al contenido de azúcares; el contenido de fibra es bueno para este tipo de fruto, no se observó presencia de sodio por lo es bueno y el contenido calórico va en función a lo que se consuma.

Conclusiones

En los resultados se detectó que la humedad está en un estándar aceptable para ser una fruta deshidratada, por lo que es relativamente bajo para el crecimiento microbiano; el contenido de proteína y grasa fue el esperado para una mezcla de frutas, de acuerdo al contenido de azúcares; el contenido de fibra es bueno para este tipo de fruto, no se observó presencia de sodio por lo es bueno y el contenido calórico va en función a lo que se consuma.

De las frutas de mango y de carambola se obtuvo una reducción de humedad del 60 %, deshidratándose de manera homogénea por lo que se puede considerar a este tipo de estufa solar (deshidratador solar), con parámetros controlables con respecto a la temperatura del lugar así como el tiempo estimado en su deshidratación se comprobó que es una alternativa para el aprovechamiento de la energía radiante y obtener frutas deshidratadas dándole un valor agregado a este tipo de productos.

Se continuarán realizando pruebas a otras frutas y verduras de la región con la finalidad de hacer eficiente el proceso de deshidratación y en el futuro obtener mejor proceso de secado en productos alimenticios.

Sugerencias

Tomando en cuenta los resultados obtenidos sobre la conservación y el eficiente proceso de deshidratación de frutas y hortalizas a través de la estufa solar, se puede seguir innovando los procesos de secado y deshidratación de frutas y verduras para constatar que es benéfico el uso de nuestro aparato de deshidratación solar, con el cual se logra aumentar la conservación de la misma en sabor, textura, etc., de las frutas de la región de Tabasco.

Referencias

Castañeda, M. A. (2011). Desarrollo de un horno solar para el secado de plantas y vegetales usando control difuso.

Colquitt, D., Eum, I., Millis, C., & Ya, S. (2016). Solar Powered Fruit Dryer for Market Gardeners in Shelek, Kazakhstan. Michigan: University of Michigan.

Colquitt, D., Eum, I., Millis, C., & Yaqub, S. (2016). Solar Powered Fruit Dryer for Market. Zimbabwe : ME 450, SECTION 004, TEAM 12.

Ekechucwu, O. V., Norton, B. (1999) Review of solar energy drying system II: an overview of a solar drying technology. Energy conversion and management, vol. 40: pp 615-55.

García, E. (2010). Compilador C CCS y simulador PROTEUS para microcontroladores PIC. México D.F.: Alfaomega.

Geankoplis, C. J. (1999). Procesos de transporte y operaciones unitarias. . Ed. CECSA.

Keb Chulin, C., Coyoc, C., Lagunas Jiménez, R., & Moo Yam, V. (2017). sintonización de un controlador PI aplicado a un horno experimental a partir de la identificación de múltiples puntos de la respuesta en frecuencia utilizando un algoritmo genético. Pistas Educativas , 864-877.

Lemus, J., & Rodríguez, J. (2015). Diseño y construcción de un sistema cíclico de colección, transporte y descarga de energía solar térmica para un deshidratador solar en el municipio de san Juan del Río, Qro., San Juan del Río, Qro.

Martínez, A. (2015). Plan integral para el desarrollo de las energías renovables en México 2013-2018. Propuesta de escenarios y acciones necesarias para su desarrollo. México D.F.: WWF, CLIMATEWORKS, IMERE, PWC.

NORMA Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos un deshidratador solar en el municipio de san Juan del Río, Qro., 19-21

NORMA Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos

Tashtosh, G. M., Jaradat, M., & Zura, S. (2014). A Mathematical Model of Indirect Solar Drying of Dairy Products. Energy and Environmental Engineering, 1-13.