

Evaluación de tecnologías solares para la deshidratación de la nuez de la India (Semilla de marañón: *Anacardium occidentale*) que se produce en el Estado de Campeche, México

Evaluation of solar technologies for the dehydration of the Indian nut (Marañón seed: *Anacardium occidentale*) that is produced in the State of Campeche, Mexico

CASTILLO-TÉLLEZ, Margarita†*, OVANDO-SIERRA, Juan Carlos, LEZAMA-ZÁRRAGA, Francisco y ANDRADE-DURÁN, Juan E

Universidad Autónoma de Campeche, Facultad de Ingeniería. Campus V, predio s/n por Av Humberto Lanz Cárdenas y Unidad Habitacional Ecológica ambiental, Col. Ex Hacienda Kalá, C.P. 24085, San Francisco de Campeche, Campeche, México.

ID 1^{er} Autor: Margarita, Castillo-Téllez / ORC ID: 0000-0001-1736, Researcher ID Thomson: S-2283-2018, CVU CONACYT ID: 210428

ID 1^{er} Coautor: Juan Carlos, Ovando-Sierra / ORC ID: 0003-4358-6657, Researcher ID Thomson: S-2357-2018, CVU CONACYT ID: 358434

ID 2^{do} Coautor: Francisco, Lezama-Zárraga / ORC ID: 0000-0003-3397-7881, Researcher ID Thomson: U-1229-2018, CVU CONACYT ID: 205493

ID 3^{er} Coautor: Juan E., Andrade-Durán / ORC ID: 0000-0002-7370-1290, Researcher ID Thomson: T-8830-2018, CVU CONACYT ID: 238526

Recibido: Abril 05, 2018; Aceptado: Junio 07, 2018

Resumen

La nuez de la India ha sido consumida durante cientos de años en Suramérica gracias a las múltiples propiedades benéficas que posee. Se presentan las características de la deshidratación de las semillas de marañón utilizando un horno no convectivo a condiciones controladas: 55°C y 65°C, obteniéndose tiempos de secado de 1280 y 1080 minutos, respectivamente. Se deshidrató a cielo abierto y en un secador solar directo tipo gabinete, obteniendo tiempos de secado promedios de 1400 y 1020 minutos, respectivamente. La temperatura en la cámara de secado más alta fue de 58.8°C. Las pruebas se realizaron en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de Campeche, en Campeche, México, ubicada a 19°51'00" latitud norte, y 90°31'59" longitud oeste, con clima cálido-húmedo, valores promedio máximos de irradiancia solar de 970 W/m². La humedad final de la nuez seca osciló entre 6 % y 4 %. El tiempo de secado en gabinete fue más corto debido a que en convección natural se pueden alcanzar temperaturas más altas o muy cercanas a los 55 °C. Los resultados muestran la viabilidad y factibilidad técnica del secado solar de la semilla de marañón en gabinete, obteniendo un valor agregado y una economía energética importante.

Secador solar directo, Secado con temperaturas controladas, Convección natural, Cinética de secado

Abstract

The nut of India has been consumed for hundreds of years in South America thanks to the many beneficial properties it has. The characteristics of the dehydration of the marañón seeds are presented using a nonconvective oven at controlled conditions: 55°C and 65°C, obtaining drying times of 1280 and 1080 minutes, respectively. It was dehydrated in the open sun and in a direct solar cabinet dryer, obtaining average drying times of 1400 and 1020 minutes, respectively. The temperature in the highest drying chamber was 58.8°C. The tests were carried out in the Faculty of Engineering of the Universidad Autónoma de Campeche, in Campeche, Mexico, located at 19°51'00" north latitude, and 90°31'59" west longitude, with hot-humid climate, average maximum values of irradiance solar of 970 W/m². The final humidity of the dried walnut ranged between 6% and 4%. The drying time in the cabinet was shorter due to the fact that natural convection can reach higher temperatures or very close to 55°C. The results show the viability and technical feasibility of the solar drying of the Indian nut in the cabinet, obtaining an added value and an important energy economy.

Direct solar dryer, Drying with controlled temperatures, Natural convection Drying kinetics

Citación: CASTILLO-TÉLLEZ, Margarita, OVANDO-SIERRA, Juan Carlos, LEZAMA-ZÁRRAGA, Francisco y ANDRADE-DURÁN, Juan E. Evaluación de tecnologías solares para la deshidratación de la nuez de la india (Semilla de marañón: *Anacardium occidentale*) que se produce en el estado de Campeche, México. Revista de Prototipos Tecnológicos. 2018. 4-12: 11-18.

*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: mcastill@uacam.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

El ahorro de energía y el impacto ambiental, son dos elementos sustantivos en cualquier proceso de sustentabilidad y deben de estar considerados en cualquier propuesta de desarrollo económico, social y cultural. El agotamiento de los recursos petrolíferos, así como su impacto ambiental, han direccionado el interés hacia nuevas alternativas energéticas basadas en las energías renovables. México cuenta con una amplia gama de ofertas de energías renovables, principalmente de origen solar, geotérmico, biológico, eólico e hidráulico, distribuidas en diferentes regiones del país, siendo la solar, la de mayor distribución, lo que permite una mayor utilización, tanto en su conversión térmica como eléctrica (SENER, 2013).

El árbol de marañón produce un fruto del cual se extrae la semilla denominada nuez de la India. Este árbol prospera en Yucatán, Campeche, Chiapas, Oaxaca y Veracruz, estos Estados son grandes exportadores de esta nuez, la cual podría representar una importante contribución a la economía estatal con su adecuada deshidratación, debido a las múltiples propiedades beneficiosas y medicinales que posee (Conacyt-Gobierno del Estado de Campeche, 2014).

El pseudo fruto conocido como fruto del marañón se forma del pedúnculo o receptáculo, este es engrosado y jugoso, de color amarillo o rojo, en el extremo se ubica el fruto verdadero, una nuez en forma de riñón, gris y dura, conocida como nuez de marañón. El pedúnculo, que es la parte utilizable como fruta fresca, es un cuerpo en forma de pera o esférico, de 4 a 8 cm de largo, amarillo o rojo. El parénquima de color amarillo, contiene un líquido azucarado y astringente además de que es rico en vitamina C.

La nuez, de 2 a 3 cm de largo, tiene un pericarpio liso y brillante y el mesocarpio tiene espacios que contienen masas de aceites o gomas, esta semilla o nuez se encuentra en un receptáculo bajo la parte carnosa. De la semilla se obtiene un aceite que se llama cardol, es sustancia cáustica y venenosa que se evapora calentando las nueces. La planta crece en suelos pobres y rinde frutos al tercer año de vida (Galdámez, 2004).

Entre sus propiedades se le adjudican algunas como la de eliminar la celulitis y grasas localizadas, disminuir los niveles de colesterol malo y triglicéridos, eliminar exceso de ácido úrico y depurar el organismo por su alto contenido de fibras, tonifica la piel y los músculos, ayuda a mejorar la tensión arterial, ayuda a tratar la artritis. Además, las semillas de nuez de la India dan sensación de saciedad y ayudan a controlar la ansiedad, permitiendo además ser un suave laxante y diurético natural. También se le adjudican propiedades como el apoyo en la pérdida de peso, tratar la hemorroides, mejorar el estado de la piel, reduce el acné y estimula el crecimiento del cabello (Martínez, *et. al*, 2013).

1 Deshidratado convencional de la semilla de marañón

Durante todo el proceso las nueces sufren varios calentamientos y deben ser lo más uniformes posibles, colocando las nueces en capas delgadas o con la ayuda de tostadoras en movimiento. Las temperaturas que se alcancen depende de la naturaleza del producto. La mayoría de los microorganismos patógenos que se pretenden eliminar de las nueces mueren por encima de los 65 °C (OIRSA, 2016). Una vez recibida la nuez en la planta de procesamiento las semillas se colocan en recipientes con agua potable por 12 horas, posteriormente se fríen con fuego moderado en su propio aceite y se quiebran para obtener la almendra, después se hornean por 4 horas, se elimina la cutícula y se extienden al medio ambiente para que se enfríen. Luego se colocan nuevamente en el horno por aproximadamente 1.5 horas para que se deshidraten y nuevamente se extienden al aire libre para que se tuesten; finalmente las nueces se empacan en bolsas plásticas o latas de cartón (Murillo, 2014)

2 Secado solar de la semilla del marañón (nuez de la india)

El secado solar es una mejor alternativa que permite sustituir al secado natural y al mecánico artificial. Además de las ventajas de conservación a largo plazo, reducción del volumen, relativa facilidad para su rehidratación, así como la conservación de una buena parte de los elementos nutrimentales y organolépticos y asegurar su disponibilidad (K. Sharma, *et. al*, 1986).

El secado más común de la nuez de la india es mediante secadores de gas y eléctricos, algunos hornos eléctricos trabajan con paneles fotovoltaicos; se han caracterizado empresas de tres niveles de acuerdo a su capacidad de producción: procesadores artesanales, semindustriales e industriales.

Los procesos de deshidratado en estos hornos son largos, por ejemplo, en el caso de la piña duran 12 horas y en el caso del guineo, 24 horas. El proceso de deshidratación del marañón se lleva a cabo a una temperatura de 45 °C, motivo por el cual es más prolongado (2-3 días) y arroja un rendimiento del 25% sin considerar exposición al sol.

El tiempo de vida útil establecido para estos productos es de 4 meses. Se utilizan también secadores de aire forzado a 70° C, los cuales tienen el inconveniente de utilizar además gas para proporcionar el calor del proceso, lo cual trae como consecuencia un consumo muy elevado de combustible y energía (Romero Indira, *et. al.*, 2016).

Para la aplicación de las tecnologías de secado solar es fundamental el conocimiento de las propiedades de los alimentos deshidratados, con el objeto de optimizar este proceso desde el punto de vista energético y poder garantizar la conservación de sus cualidades organolépticas y nutritivas (M. Augustus, *et. al.*, 2002). Para lo anterior se presenta un estudio experimental que permite analizar el comportamiento de las cinéticas de deshidratación, aplicando condiciones controladas y la energía solar, comparando los resultados con el secado tradicional a cielo abierto.

Se detalla en el apartado del estudio experimental los materiales utilizados y el método de trabajo llevado a cabo para la deshidratación de la nuez de la india, se explica también la instrumentación de los secadores solares utilizados en la experimentación y aparatos de medición utilizados.

Se presenta en el apartado de Resultados experimentales y discusión el comportamiento de los principales parámetros climatológicos que influyen en la deshidratación como son la temperatura ambiente, humedad relativa y la radiación solar de un día soleado durante los días de prueba a manera de ejemplo.

Se muestra además, el estudio de las cinéticas de secado solar, contenido de humedad y velocidad de secado obtenidas en un secador directo tipo gabinete sin convección, comparado con el deshidratado en un secador convencional con calentamiento eléctrico no convectivo a temperatura controlada en un rango entre 55 °C y 65 °C. Finalmente, se concluye presentando los principales datos que experimentalmente nos llevan a determinar las condiciones y método de secado óptimo de la nuez de la India en función de las tecnologías evaluadas.

Estudio Experimental

Se analiza experimentalmente el proceso de secado de la nuez de la india (*Anacardium occidentale*) en un secador solar tipo gabinete y en un secador convencional con calentamiento eléctrico no convectivo a temperatura controlada en un rango entre 55 °C y 65 °C y el secado tradicional a cielo abierto.

1 Materiales y Métodos

Materia prima. Se abrieron las nueces cultivadas en Campeche, Campeche, retirando las semillas del marañón de la carcasa que las cubre y se seleccionaron de acuerdo a las que tenían mejor integridad en su estructura física, ya que algunas resultaron fraccionadas durante este proceso. Se lavaron y se seleccionaron para obtener un grupo homogéneo, basado en la madurez, tamaño y color. Se pesaron y se midió el ancho, largo y espesor de cada semilla.

Métodos. Como se mencionó anteriormente, en este trabajo, se analiza experimentalmente el proceso de deshidratación de la nuez de la india en un secador convencional no convectivo con calentamiento eléctrico, en un secador solar tipo gabinete y a cielo abierto. Se pesaron 12 g de nueces para cada prueba realizada.

Secador eléctrico no convectivo. Para la obtención de la cinética de secado, se utilizó un horno eléctrico marca Riossa sin convección de aire. Se registró la pérdida de peso mediante un software y se variaron las temperaturas de secado en cada prueba que se llevó a cabo.

Secador solar directo tipo gabinete. Se empleó un secador solar de tipo directo construido en material plástico transparente con una superficie de tratamiento de 0.5 m².

La cámara contiene una charola absorbadora de la radiación solar en donde se coloca el producto. Cuenta con perforaciones en las partes laterales, fondo y trasera, para permitir la circulación y extracción del aire húmedo caliente.

La superficie frontal tiene una pendiente de 20° para aprovechar la radiación solar incidente y permitir en su caso la condensación y escurrimiento del agua.

Puede operar en convección natural o forzada, mediante un ventilador colocado en la parte trasera, de una potencia de 20 W, permitiendo una velocidad del aire máxima de 2 m/s.

En este estudio experimental se utilizó un secador solar operando a convección natural.

La Figura 1 muestra el secador solar directo tipo gabinete utilizado (SSD).



Figura 1 Secador solar directo tipo gabinete

Fuente: *Elaboración propia*

Secado solar a cielo abierto. Con la finalidad de comparar el proceso de secado en gabinete y en horno se trabajó el secado a cielo abierto colocando las nueces sobre una base rígida de plástico oscuro y se cubrió con una malla transparente muy ligera para evitar que las nueces fueran arrastradas en caso de vientos fuertes, se cuidó de no superponerlas y se dejaron hasta la puesta del sol.

En cada secador se registró la temperatura y la humedad relativa dentro de las cámaras de secado y la pérdida de peso de las muestras.

2 Instrumentación

Humedad. Para la determinación de la humedad se utilizó un analizador de humedad, marca Boeco modelo BMA 150, con una precisión de $\pm 0.01\%$ mg. Se cortaron las semillas en porciones diminutas y se colocó una muestra de aproximadamente 1.0 g, procediéndose a su deshidratación. Este procedimiento se realizó antes y después de realizar las diferentes cinéticas de secado.

Actividad de agua (a_w). La actividad de agua es un parámetro que determina la estabilidad de los alimentos con respecto a la humedad ambiental. Se determinó la actividad de agua para la semilla fresca y posteriormente para la seca. Se utilizó un equipo marca Rotronic Hygropalm de tipo portátil, con una precisión de $\pm 0.01\%$ mg.

Medición de pérdida de peso. Se utilizó una balanza digital de alta precisión marca Boeco modelo BPS 40 plus. Se midió la pérdida de peso cada hora del día.

Termómetros. Se utilizaron termómetros de esfera, marca MeI (exactitud ± 1.0 °C) y digitales, marca OEM (exactitud 1.0 °C), con los cuales se midió las temperaturas dentro de las cámaras de secado.

Condiciones climatológicas. Durante el período de pruebas se registraron los parámetros climatológicos en la estación meteorológica de la Facultad de Ingeniería de la UAC. Las características (datos del fabricante) son los mostrados en la Tabla 1:

Variable	Descripción	Modelo	Error máximo
Radiación global	Piranómetro marca LICOR	LI-200R	Azimet: < $\pm 1\%$ sobre 360° a 45° de elevación
Humedad relativa	NRG Systems	RH-5X	$\pm 3\%$
Temperatura ambiente	NRG Systems	110S	± 1.1 °C
Dirección del viento	NRG Systems	Series #200P	± 3 °
Anemómetro	Windsensor	P2546C-OPR	± 0.3 m/s

Tabla 1 Características y descripción de los instrumentos de medición de la estación meteorológica

Fuente: *Elaboración propia.*

3 Resultados experimentales y discusión

El estudio experimental se llevó a cabo en el Laboratorio de Secado Solar de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Campeche.

El período de pruebas fue del 5 de abril al 4 de mayo del 2018. Para efecto de ejemplificar los resultados obtenidos se consideró un día de prueba soleado, en este caso, el día 26 de abril del 2018.

En la Tabla 2, se presentan las humedades iniciales y finales y actividad del agua de la semilla fresca y seca. Las humedades iniciales y finales obtenidas variaron muy poco, entre 50 % y 40 % y entre 6 % y 4 %, respectivamente.

Los valores finales de la a_w indican que no hay posibilidad de crecimiento microbiano en el producto deshidratado obtenido.

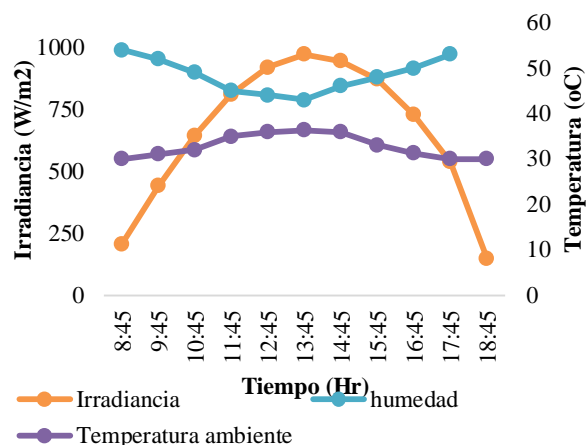
Temperatura	Humedad (%)		A_w	
	Inicial	Final	Inicial	Final
55 °C	50.68	6.57	0.690	0.201
65 °C	42.74	5.70	0.662	0.289
Secado con convección natural	45.26	4.85	0.69	0.209
Cielo abierto	44.05	5.5	0.66	0.32

Tabla 2 Humedades (%) y actividad del agua (a_w) para las dos temperaturas seleccionadas y secado solar
Fuente: Elaboración propia

En la Gráfica 1, se presentan las evoluciones de los parámetros climatológicos durante las pruebas del 26 de abril. Como puede observarse durante los días de prueba, la irradiancia global máxima alcanzada fue de 980 W/m^2 , siendo el intervalo de los valores máximos promedio entre 850 W/m^2 y 950 W/m^2 .

Los valores de la temperatura ambiente oscilaron entre 30 °C y 36.3 °C, siendo la temperatura máxima lograda 38.2 °C.

Por otro lado, el valor mínimo que alcanzó la humedad relativa en el día fue 43 %, el promedio mínimo en los días de prueba osciló entre 39 % y 45 %.



Gráfica 1 Irradiancia solar global, temperatura ambiente y humedad relativa el día 26 de abril del 2018

Fuente: Elaboración propia

1 Secado no convectivo a temperatura controlada

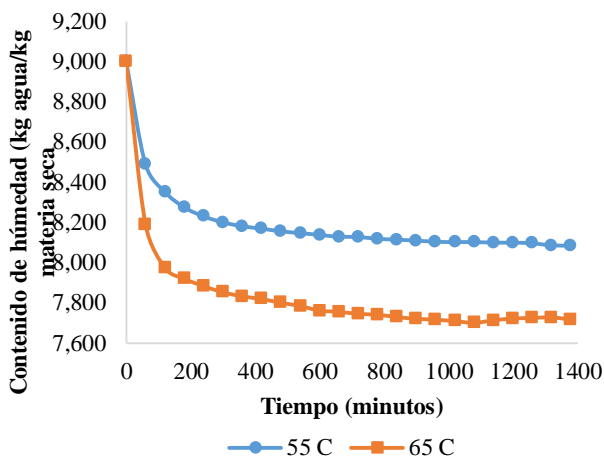
Se llevaron a cabo las pruebas de deshidratación de las semillas de marañón (nuez de la India) obteniéndose las cinéticas de secado a temperaturas controladas de 55 °C y 65 °C, realizándose tres experimentos por cada una de ellas.

Las semillas deshidratadas tuvieron un peso final promedio de 9.3 g en promedio. En el horno no convectivo se introdujeron 12 g de semillas.

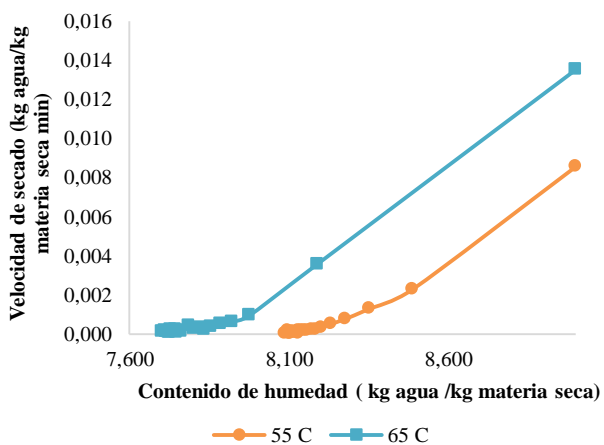
La Gráfica 2 muestra el comportamiento del contenido de humedad en base seca para las dos temperaturas establecidas, con tiempos de secado de 1080 minutos para la temperatura de 65 °C y 1280 minutos para 55 °C.

La Gráfica 3, representa las evoluciones de la velocidad de secado en función del contenido de humedad para cada una de las temperaturas de secado.

Tanto en 55 °C como en 65 °C se presentaron las velocidades muy constantes y decrecientes, no se presentaron periodos de velocidades intermitentes, esto se puede notar también en la Gráfica 2.



Gráfica 2 Variación del contenido de humedad respecto al tiempo de secado en condiciones controladas a 55 °C y 65 °C en el secador eléctrico
Fuente: Elaboración propia



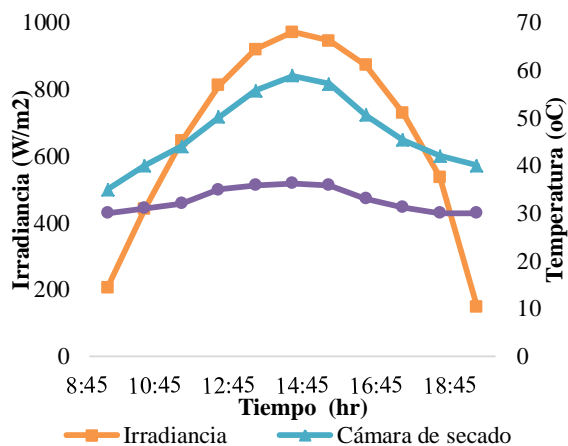
Gráfica 3 Variación de la velocidad de secado en función del contenido de humedad a 55 °C y 65 °C en el secador eléctrico
Fuente: Elaboración propia

2 Secado solar directo y a cielo abierto

La gráfica 4 muestra las temperaturas alcanzadas en el interior de las cámaras de secado de los secadores funcionando con convección natural y la irradiancia durante el día analizado como ejemplo.

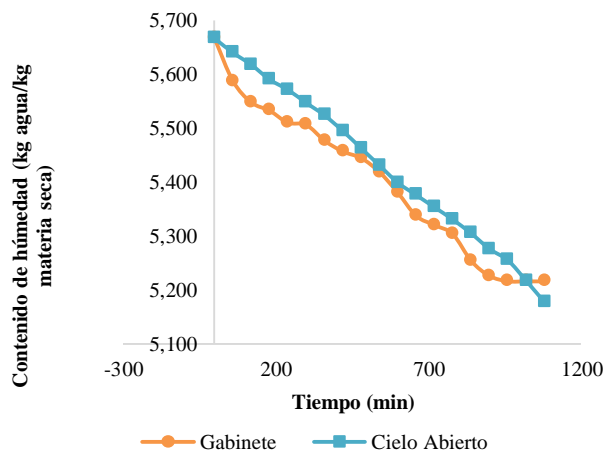
Como puede observarse en la figura 4, las temperaturas en la cámara de secado del secador con convección natural es relativamente elevada, se obtuvieron hasta 58 °C a las 12 del día, en este momento la irradiancia solar medida fue de 972 W/m²; un punto importante que se debe analizar es que esta irradiancia es moderada ya que se alcanzan lecturas por arriba de los 1000 W/m², lo cual indica que el secador solar puede ser más eficiente; en cuanto a la temperatura ambiente se obtuvieron temperaturas máximas de 38 °C .

La coincidencia de las temperaturas más altas en la cámara de secado con la irradiancia solar obtenida en el día de prueba es clara.



Gráfica 4 Comportamiento de la irradiancia solar, la temperatura al interior de la cámara de secado del secador solar directo con convección natural y la temperatura ambiente
Fuente: Elaboración propia

La Gráfica 5, presenta la evolución del contenido de humedad de las semillas en el secador funcionando con convección natural.

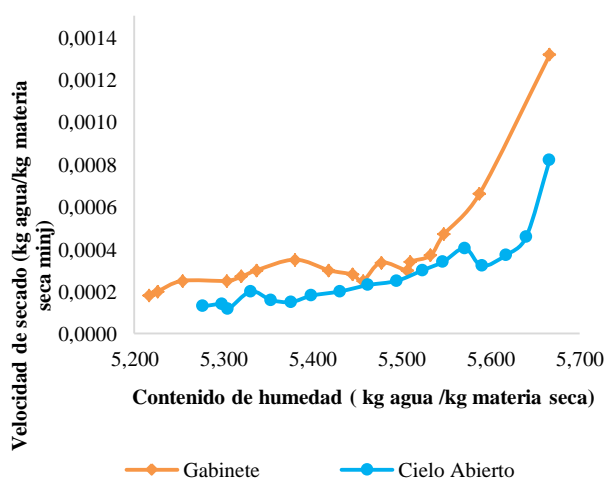


Gráfica 5 Variación del contenido de humedad en los secadores solares con convección natural y a cielo abierto
Fuente: Elaboración propia

Al analizar la Gráfica 5 se puede observar que la cinética a convección natural en este tipo de secadores es mucho más rápida que la correspondiente a cielo abierto, debido básicamente a que se obtiene una mayor temperatura, a causa de un menor intercambio térmico con el aire que se encuentra a una velocidad baja. En el caso de cielo abierto se alcanza una temperatura menor a debido a una mayor circulación del aire ambiente en el área de secado, resultando una temperatura menor que en el caso de la convección natural.

Este efecto se puede observar en los tiempos correspondientes de secado, en donde se tiene para convección natural 1020 minutos y 1500 minutos para cielo abierto.

La Gráfica 6 presenta la variación de las velocidades de secado en el secador directo y cielo abierto en función del contenido de humedad.



Gráfica 6 Variación de la velocidad de secado con respecto a la variación del contenido de humedad obtenido con los secadores solares con y sin convección forzada

Fuente: *Elaboración propia*

En el caso del secador con convección natural no se observó ningún periodo de velocidad constante, la velocidad más alta fue la de convección natural con un tiempo de secado de 1020 minutos. Resulta importante comparar este tiempo con el obtenido en el horno eléctrico a 65 °C, en el que se encontró la velocidad más alta en un tiempo de secado de 1080 minutos (muy cerca de los tiempos de secado obtenidos en el secador directo con convección natural).

Conclusiones

Las cinéticas de secado bajo condiciones controladas mostraron tiempos de deshidratación entre 18 horas sol y 21.3 horas sol a 55 °C y 65 °C, respectivamente, siendo lo óptimo 65 °C.

Los tiempos de secado obtenidos en el gabinete solar con convección natural fueron más cortos que en el caso de secado a cielo abierto, 17 horas para convección natural y 25 horas en cielo abierto.

Por lo tanto, se encontró que el secado solar directo en secador de gabinete con convección natural es muy similar a las condiciones controladas de 55 °C y 65 °C, arrojando prácticamente los mismos tiempos y velocidades de secado que en 55 °C en un día con temperaturas y sol moderado, por lo tanto, se encontró que es muy justificado promover este tipo de tecnología debido a que en convección natural se pueden alcanzar temperaturas más altas o cercanas a los 55 °C.

Es importante mencionar que el secado a cielo abierto resultó ser la tecnología más lenta además de los inconvenientes que resultan debido a la exposición del producto a deshidratar a las condiciones climáticas y a los insectos, roedores, etc., lo cual contribuye a disminuir la calidad del producto final.

Los resultados obtenidos en este trabajo muestran que es factible el secado solar de la semilla de marañón (nuez de la India) mediante el secado solar en gabinete, obteniendo una ventaja considerable sobre el secado en horno eléctrico debido a que se logra alcanzar un ahorro energético importante con poca inversión y mínimo mantenimiento, obteniendo un producto deshidratado de alta calidad, contribuyendo además al cuidado del medio ambiente.

Referencias

Agenda Estatal de Innovación de Campeche. Documentos de trabajo. Conacyt-Gobierno del Estado. Noviembre del 2014.

Galdámez Cáceres Antonio. Guía técnica del cultivo del marañón. Programa Nacional de frutas de El Salvador. Ministerio de Agricultura y Ganadería. 1ª. Edición, 2004

K. Sharma, S. Sharma, R.A. Ray, H.P. Garg. Design and performance studies of a solar dryer suitable for rural applications. *Energy Convers Manage*, 26 (1) (1986), pp. 111–119.

M. Augustus Leon, S. Kumar, S.C. Bhattacharya. A comprehensive procedure for performance evaluation of solar food dryers. *Renew Sustain Energy Rev*, 6 (4) (2002), pp. 367–393.

Olga Marta Murillo. Ficha técnica: Industrialización de marañón. Tecnología de alimentos. Dirección de mercadeo y agroindustria área desarrollo de producto, 2014.

Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, Manual de buenas prácticas para la producción y procesamiento de la nuez de marañón (*Anacardium occidentale*). San Salvador, El Salvador, 2016.

Plan nacional de Desarrollo 2013-2018. Programa especial para el aprovechamiento de las energías renovables. SENER-Gobierno de la República Mexicana

Romero Indira, et. al. “Fortalecimiento de la cadena de valor de los snacks nutritivos con base en fruta deshidratada”. Documentos de Proyecto. Naciones Unidas-CEPAL-Gobierno de El Salvador, 2016

Yordan Martínez Aguilar, Orlando Marínez Yero, Gang Liu, Welkai Ren, Roman Rodríguez Bertot. Efect of dietary supplementation with *Anacardium occidentale* on growth performance and immune and visceral organ weights in replacement laying pullets. *Jornal of food, agriculture & environment*. (11) (3 & 4) 352-1357. 2013.