

Desarrollo de un prototipo de deshidratador solar instrumentado sustentable

RODRÍGUEZ-SÁNCHEZ, Marcos*†, LÓPEZ-RAMÍREZ, María Elena, CANO-RAMÍREZ, Jaime y AMBRIZ-COLÍN, Fernando.

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato Carretera Valle -Huanímara Km. 1.2, C.P. 38400 Valle de Santiago, Gto.

Recibido Abril 11, 2016; Aceptado Junio 2, 2016

Resumen

El presente proyecto muestra el desarrollo de un prototipo de deshidratador solar instrumentado sustentable, que aprovecha la energía fototérmica para el deshidratado de alimentos y la energía fotovoltaica para los actuadores y la instrumentación que le permiten hacer más eficiente el proceso de secado. Se pretende con el prototipo, realizar investigación en el aprovechamiento de la energía del sol, en el control automático de las variables del proceso, en la determinación de tiempos de deshidratado de diferentes alimentos, así como estudio de las propiedades organolépticas del alimento después del proceso de deshidratado.

Deshidratador solar, energía solar, alimentos deshidratados

Abstract

The present project shows the development of a prototype of sustainable instrumented solar dehydrator, which uses photothermal energy for food dehydration and photovoltaic energy for actuators and instrumentation that allow it to make the drying process more efficient. It is intended with the prototype, to carry out research in the use of the energy of the sun, in the automatic control of the process variables, in the determination of dehydration times of different foods, as well as a study of the organoleptic properties of the food after the process of dehydrated.

Prototype, solar dehydrator, solar energy, dehydrated food

Citación: RODRÍGUEZ-SÁNCHEZ, Marcos, LÓPEZ-RAMÍREZ, María Elena, CANO-RAMÍREZ, Jaime y AMBRIZ-COLÍN, Fernando. Desarrollo de un prototipo de deshidratador solar instrumentado sustentable. Revista de Prototipos Tecnológicos 2016, 2-4: 22-29

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: mrodriguez@utsoe.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

La deshidratación es la forma más antigua y sana de preservar los alimentos. Consiste en extraerles el agua, lo que evita la proliferación de microorganismos y la putrefacción. El secado de alimentos mediante el sol y el viento para evitar su deterioro se ha venido realizando desde tiempos antiguos. [1]

Las bacterias y microorganismos del interior de los alimentos y procedentes del aire necesitan agua para crecer, el deshidratado les priva del medio además de crear una capa exterior dura la cual evita que penetren en los alimentos.

A diferencia de los métodos de conservación tradicional donde se calienta mucho el alimento destruyendo sus propiedades, o de la congelación que también somete al alimento a temperaturas extremas y cambia sus propiedades energéticas, el deshidratado es suave y gentil con el alimento. Al desaparecer poco más del 80 % del agua, el sabor es más concentrado e intenso. [2]

Muchos alimentos se preparan por alguna forma de deshidratación. Algunos ejemplos son carnes como el jamón o la cecina, o la carne de reno seca y salada que es un alimento tradicional de los pueblos del norte de Europa. Durante siglos, gran parte de la dieta europea dependió del bacalao seco, conocido como bacalao en salazón.

Sin embargo, lo más habitual es deshidratar la fruta y la verdura. Ésta cambia completamente su carácter cuando se seca, como es el caso de las uvas y las ciruelas pasas; los higos y los dátiles también se transforman, así como bulbos como el ajo y la cebolla. También son frecuentes los pimientos chiles secos. En Italia son típicos los tomates secados al sol, que se suelen consumir como aperitivo frío antes del plato fuerte.

Actualmente se utilizan un sin número de conservadores, principalmente en los alimentos enlatados, los cuales resultan perjudiciales para la salud humana, pues debido al nuevo estilo de vida de las personas se ha hecho más frecuente el consumo de alimentos enlatados, lo que ocasiona que se incremente el consumo de dichos conservadores.

Las diferentes tecnologías de conservación, además implican un consumo de energía considerable, lo que eleva los costos de producción en las empresas procesadoras de alimentos. [3]

La generación de energía necesaria para dichos procesos se obtiene con la utilización de combustibles derivados de petróleo, cada vez más caros y escasos, con la incertidumbre de su suministro por las condiciones climáticas cambiantes y adversas; por lo que resulta el uso de energía convencional, un tanto riesgosa para las empresas cuyos procesos dependen de ella. Además tenemos la contaminación ambiental que se genera derivada de las plantas de generación de energía.

Por lo anterior se deben utilizar procesos alternos que reduzcan los costos y a su vez contribuyan a minimizar las emisiones a la atmósfera, razón por la cual se decide rediseñar y construir un equipo de deshidratación solar de manera que sea eficiente el proceso. Al contar con un deshidratador instrumentado con control de humedad y temperatura se garantiza que el aire de entrada esté completamente seco y que al pasar por el alimento se logre un deshidratado efectivo, reduciendo así los tiempos del proceso y permitiendo incrementar la producción de alimento libre de humedad.

Los requerimientos actuales de las empresas nos brindan una gran oportunidad para incursionar en el área de tecnologías de energías alternas, a la vez que se fortalece la presencia de la Universidad y su vinculación con el sector productivo. Esta es una tecnología que ha tenido un lento crecimiento, teniendo un potencial enorme de desarrollo para transferencia de tecnología; los materiales y las características del diseño implican bajos costos de fabricación, lo que incrementa su rentabilidad.

Desarrollo

La metodología para el desarrollo del proyecto consta de varias etapas, las cuales se muestran a continuación:

2.1.- Análisis de prototipos existentes

En esta etapa se realizó una investigación documental de prototipos diseñados y construidos en diferentes partes de la república así como en la región de Sudamérica, además se realizó una investigación en campo en las empresas Valle de Miel, Alimentos Deshidratados del Bajío y productores de Valtierrilla, lo anterior con la finalidad de determinar las áreas de oportunidad en cuanto al diseño de los equipos de deshidratación existentes, la teoría de operación y las necesidades de los usuarios de los equipos y procesos de deshidratado.

Derivado de la investigación documental y de campo se encontraron algunos prototipos como el deshidratador que la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) llevó a zonas marginadas de Jalisco, figura 1, en el cual se observa una disposición de charolas en batería, lo que hace que el producto que se encuentra más cerca de la entrada del aire caliente, se seque más rápido que lo que se encuentre en las charolas de más arriba.

El Instituto Nacional de Tecnología Industrial de la Quebrada de Humahuaca [4] en Sudamérica instaló un deshidratador cuyas particularidades son la incorporación de un extractor eólico y cuya desventaja es que está a nivel de suelo por donde pudieran colarse los roedores. Obsérvese la figura 2.



Figura 1 Deshidratador CONAFOR



Figura 2 Deshidratador en Sudamérica

La figura 3 muestra un deshidratador de nopal que gobierno dio en apoyo a la comunidad de Valtierrilla, Gto. Aquí se observa daño al producto por la exposición directa con el sol.

En la figura 4 tenemos un deshidratador solar de carne desarrollado en el Instituto de Investigación en energía no convencional de la Universidad Nacional de Salta, en Argentina, el cual incorpora un tiro forzado, que requiere de energía eléctrica y una disposición de la carne directa a la radiación solar.



Figura 3 Desehidratador de nopal



Figura 4 Desehidratador de carne

Determinación del modelo conceptual.

Una vez que se realizó la investigación documental y de campo, se hizo una reunión con los integrantes del cuerpo académico para analizar el modelo propuesto y determinar el diseño conceptual final del deshidratador, lo anterior en base al producto que se pretende deshidratar (carne, frutas y verduras) y las condiciones de operación del deshidratador. Ya analizados los prototipos, sus pros y contras, se determinó el siguiente concepto de prototipo que se muestra a continuación en la figura 5.

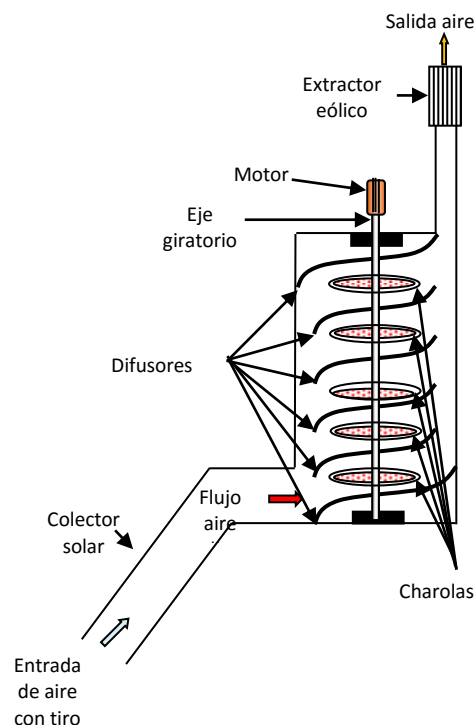


Figura 5 Modelo conceptual del deshidratador solar

Dicho modelo de deshidratador consta de un captador solar y una cámara de secado, para el flujo de aire se dispondrá de un tiro forzado con dos ventiladores alimentados con panel solar y uno inducido con extractor eólico, en la cámara de secado se tendrán unos difusores para canalizar el aire caliente hacia las charolas donde se colocará el alimento, dichas charolas tendrán la posibilidad de girar con el impulso de un motor, el cual se energizará también con el panel solar. Además de lo anterior se dispondrá de instrumentos para verificar tanto la temperatura como la humedad relativa para un óptimo control del proceso.

Desarrollo de la ingeniería de detalle

En esta etapa se desarrollaron los planos de fabricación, para determinar las dimensiones, se partió de la cantidad de producto a deshidratar, que en el caso de verdura y carne se definieron 5 kg y 3 kg respectivamente. Ya con las dimensiones del deshidratador se determinó la cantidad de material a emplear en la fabricación, así como necesidades de herramienta y equipo. A continuación se muestran los planos:

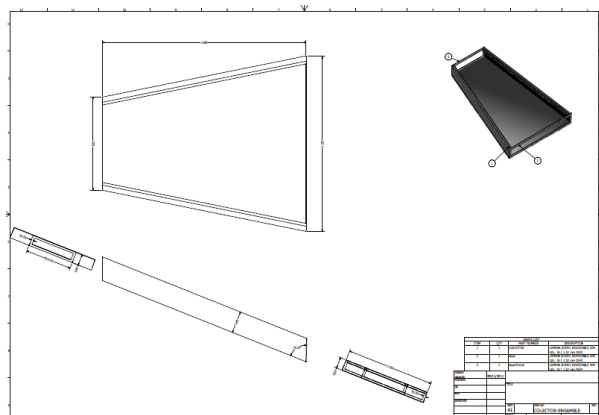


Figura 6 Colector solar

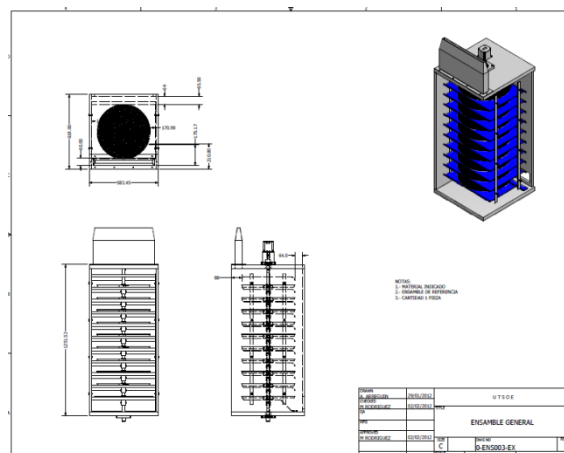


Figura 9 Ensamble charolas y difusores

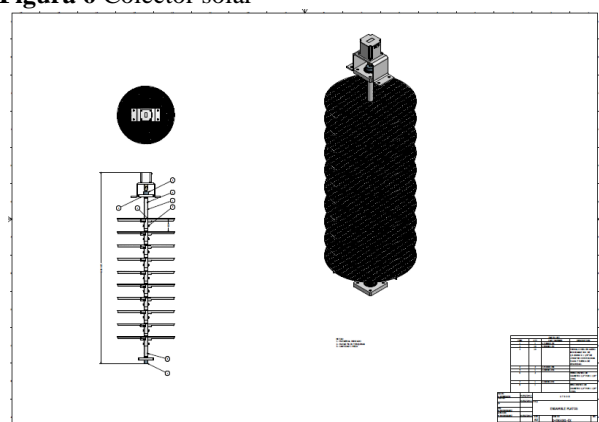


Figura 7 Ensamble charolas

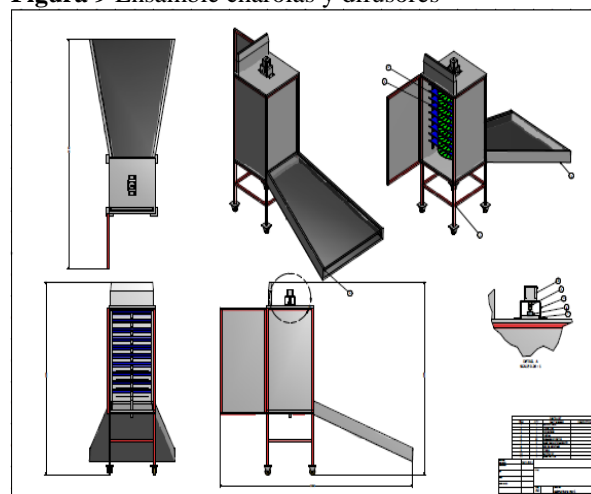


Figura 10 Ensamble total de deshidratador

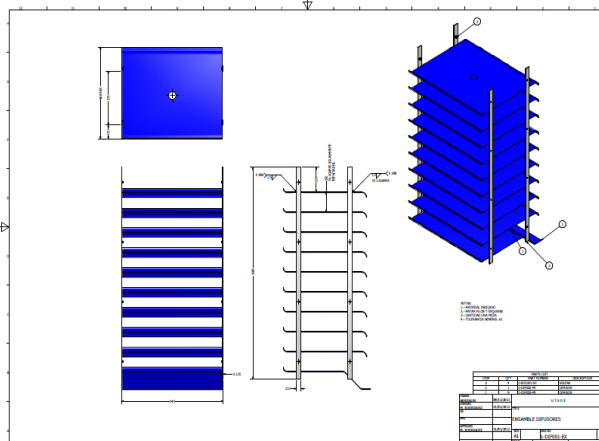


Figura 8 Ensamble difusores

Fabricación del prototipo.

Para la construcción de la cámara de secado, difusores y charolas se usó acero inoxidable, por su grado alimenticio, facilidad de limpieza y resistencia a la corrosión; la estructura y el colector solar se fabrican en acero al carbón. Las siguientes figuras 11 y 12 muestran etapas de su fabricación, así como su conclusión y presentación a autoridades de la UTSOE.



Figura 11 Inicios de la fabricación del prototipo



Figura 12 Prototipo concluido

Instrumentación

En esta etapa se instrumentó e instalaron los controles necesarios al prototipo para posteriormente hacer las pruebas de deshidratado, la instrumentación consistió en la instalación de un kit de alimentación eléctrica con panel solar, batería, y controlador; además de un motorreductor c.d. para giro de charolas, ventiladores c.d. para el flujo de aire forzado.

Determinación del panel

Si la carga a alimentar es de 30 w (15 w de los ventiladores y 15 w del motor). Si tenemos un total de 7 horas de trabajo de la carga que comprende de las 10:00 a.m. a las 5:00 a.m.

Y considerando un 20% de pérdidas en el sistema, tenemos un consumo de $(30)(7)(1.2) = 252$ watts-hora por día.

Si consideramos 6 horas de sol efectivas por día, Entonces la cantidad de potencia que debemos producir es: $(252)/(6) = 42$ watts. Por lo tanto la cantidad de paneles que requerimos para la carga dada es: $(42)/(60) = 0.7 \approx 1$ panel.

Determinación del controlador de carga

Si nuestro panel es de 3.3 A a 18 v y consideramos un factor de seguridad del 25%, tenemos que nuestro controlador debe ser de: $(3.3)(1.25) = 4.125$ A a 18 v, por lo que seleccionamos uno de 6 A a 18 v que es el valor inmediato superior comercial.

Determinación de la batería

Si la potencia de la carga es de 30 w a 12 v y $P = (V)(I)$, entonces la corriente que consume es de: $I = (P)/(v) = (30)/(12) = 2.5$ A. Por lo que se selecciona una batería de ciclo profundo de 17.5 ampere-hora, esto quiere decir que tiene la capacidad de alimentar una carga durante 7 horas y de hasta 2.5 ampere.

Control de Humedad

Este sistema de control de humedad nos ayudará a eficientar el proceso de secado en el deshidratador, debido a que éste registrará la humedad del interior de la cámara de secado y la humedad del ambiente exterior y dependiendo de los valores de cada una de estas variables se permitirá el flujo de aire al interior de la cámara de secado, mandando encender o apagar los ventiladores. La condición de dicho control es que, cuando la humedad del ambiente exterior sea menor a la del interior de la cámara de secado, se enciendan los ventiladores, y de esta manera se permita el flujo del aire; en caso contrario los ventiladores se apagarán y se interrumpirá el flujo de aire. Los materiales empleados son los siguientes:

- Dos Sensores de humedad DHT11
- Sensor para temperatura LM35
- Tarjeta Arduino Uno
- Pantalla LCD

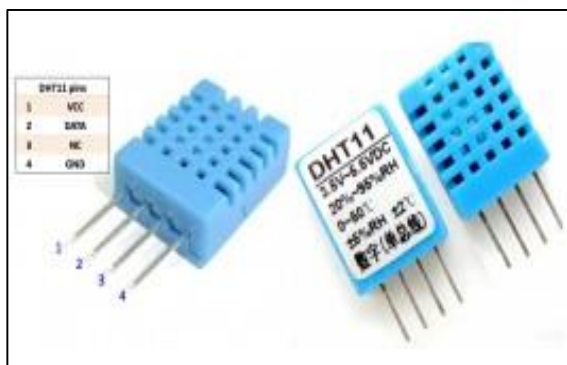


Figura 13 Sensor de Humedad y temperatura DHT11

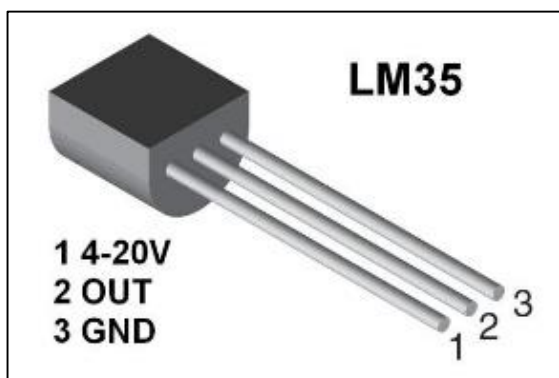


Figura 14 Sensor de temperatura LM35

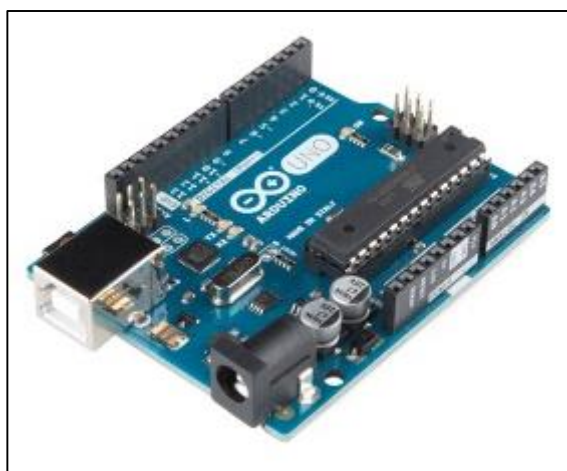


Figura 15 Tarjeta controladora Arduino UNO

Pruebas de Operación y Ajustes.

En esta etapa se tuvo un trabajo multidisciplinario y en equipo con la intervención de:

- La parte empresarial, quienes determinarán las características de calidad de los alimentos a deshidratar.
- El cuerpo académico de Manejo Poscosecha, quienes realizaron las pruebas fisicoquímicas de los alimentos para asegurar las características de calidad.
- El cuerpo académico de Mantenimiento y Procesos Industriales para ajustar los instrumentos y elementos de control.

Resultados

Se logró el objetivo de desarrollar un deshidratador solar con las siguientes características:

- Capacidad de carga para 5 kg de nopal en fresco
- Obtención de 500 gr de harina de nopal con características de humedad y organolépticas (color, olor, sabor, textura) de calidad.
- Tiempo de deshidratado para carga completa: 21 hrs de operación en condiciones de humedad relativa menor al 20%, lo que indica que el periodo puede variar de 1 a 3 días.

Se realizaron pruebas del sistema de monitoreo y control, para verificar que los sensores trabajaran correctamente, de igual manera se garantizó que los ventiladores enciendan y apaguen en las condiciones ambientales correctas.

Para las pruebas de operación, se utilizó nopal verdura para la obtención de harina, cabe mencionar que dichas pruebas se realizaron sin problemas para el equipo, cumpliendo con lo esperado. La siguiente figura 16 muestra nopal ya deshidratado y la harina producto de la molienda.



Figura 16 Nopal deshidratado.

En ahorro de energía se tiene lo siguiente: Como el deshidratador seca tres cargas de 5 kg/carga de nopal a la semana y para secar esas tres cargas un secador que emplea energía eléctrica, se consume alrededor de 20 KWH/semana, entonces se tendría una ganancia mensual de 80 KWH.

Actualmente se tiene registro en trámite ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) con número de expediente MX/f/2014/002453.

Conclusiones

Deshidratar los alimentos por medio del sol, aunque es una práctica muy común desde tiempos ancestrales, se conocen pocas tecnologías, sobre todo en la región pues la manera en que secaban los granos era en el suelo y exposición directa al sol, los programas de gobierno que han difundido el uso de tecnologías para el deshidratado, solo han beneficiado a pequeños sectores de la sociedad (zonas marginadas), ahora con el mercado más globalizado, se tiene la necesidad de incursionar en mejores formas de conservación de alimentos, sin que esto signifique un consumo de energía convencional costosa y perjudicial para el medio ambiente.

Actualmente existen en el mercado proveedores de equipos de deshidratación convencional en su mayoría (consumen energía eléctrica) y pocos los que desarrollan equipos que aprovechan la energía solar; dichos equipos en su mayor parte hechos artesanalmente y con la ventaja del bajo costo, pero con la desventaja de diseños de baja eficiencia.

Referencias

- [1] C. Brook Roger. *Drying Cereal Grains*, (1991) Department of Agricultural Engineering, Michigan State University, East Lansing Michigan.
- [2] Axtell, B. *Drying Food for Profit: A guide for small businesses*. Londres, Gran Bretaña.
- [3] Instituto Nacional de Tecnología Industrial INTI. (s.f.). Manual de construcción del deshidratador solar Aureliano Buendía. Quebrada de Humahuaca.
- [4] Soluciones prácticas-ITDG. *Deshidratado de frutas*. Lima, Perú.
- [5] Almanza Salgado Rafael, Muñoz Gutiérrez Felipe. (1994) Ingeniería de la energía solar. El Colegio Nacional, México 1994