



RENIECYT - LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - E-Revistas - Google Scholar  
DOI - REDIB - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID

**Title:** Deshidratador solar híbrido para el secado de plátano  
Energías renovables.

**Authors:** CAMACHO-MARTÍNEZ, Humberto Armando, ANTONIO-GORDILLO, Diana Montserrat, ROBLES-OCAMPO, José Billerman y SEVILLA-CAMACHO, Perla Jasmín.

Editorial label ECORFAN: 607-8695

BCIERMMI Control Number: 2019-273

BCIERMMI Classification (2019): 241019-273

Pages: 15

RNA: 03-2010-032610115700-14

**ECORFAN-México, S.C.**

143 – 50 Itzopan Street  
La Florida, Ecatepec Municipality  
Mexico State, 55120 Zipcode  
Phone: +52 1 55 6159 2296  
Skype: ecorfan-mexico.s.c.  
E-mail: contacto@ecorfan.org  
Facebook: ECORFAN-México S. C.

Twitter: @EcorfanC

[www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)

**Holdings**

Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

Objetivos

Metodología

Resultados

Conclusiones

Referencias

# Objetivos

Reducir el tiempo necesario para el proceso de deshidratado.

Captación y aprovechamiento de calor por medio de un sistema de almacenamiento pasivo.

Implementación de la energía solar FV en el proceso de deshidratado.

# Metodología

## Cálculos teóricos

Sistema de almacenamiento pasivo

$$Cp_{PIEDRA} = \frac{(Cp_{AGUA})(m_{AGUA})(T_{2AGUA} - T_{1AGUA})}{(m_{PIEDRA})(T_{2PIEDRA} - T_{1PIEDRA})} \quad (1)$$

$$\text{Promedio de } Cp_{PIEDRA} = 170.463 \frac{kJ}{kg} \text{ } ^\circ\text{C}$$

La masa total de del sistema de almacenamiento es de 15.6 kg, por lo que la capacidad calórica se estima en

$$Cp_{\text{total}} = 2.56 \text{ MJ } ^\circ\text{C}$$

# *Aporte de calor por resistencia eléctrica*

Potencia eléctrica del panel FV

90 W

Factor de potencia de la resistencia

58.3 %

Por lo que se puede calcular la energía aportada:

$$Er = 90 \text{ W} * 0.583 * 3600 \text{ s} \quad (2)$$

$$Er = 186 \text{ kJ}$$

La energía (calor) aportado por la suma de la energía aportada por la resistencia y el sistema de almacenamiento es de

$$2.746 \text{ MJ/hr}$$

# *Factor de pérdida*

El coeficiente de pérdida de calor a través de las paredes del sistema está representado por

$$U_L = U_t + U_b + U_e \quad (3)$$

Donde se realiza la suma de los coeficientes de pérdida de calor en las fronteras del sistema, de lo que obtenemos

$$U_L = 21.8908 \% \quad (4)$$

### *Energía de deshidratación*

$$Q_d = 1.3 \frac{\text{kJ}}{\text{KgH}_2\text{O}} \quad (5)$$

### *Consumo específico de calor por kilogramo de agua*

$$q = 2,473.68 \frac{\text{kJ}}{\text{KgH}_2\text{O}} \quad (6)$$

Teniendo en cuenta el factor de pérdida la energía necesaria por kilogramo de agua es

$$q = 3,015.19 \frac{\text{kJ}}{\text{KgH}_2\text{O}} \quad (7)$$

# Diseño estructural

## Cámara de secado

En la Fig. 1 se observa la cámara de sacado la cual fue diseñada para una carga máxima de 10 Kg húmedos.

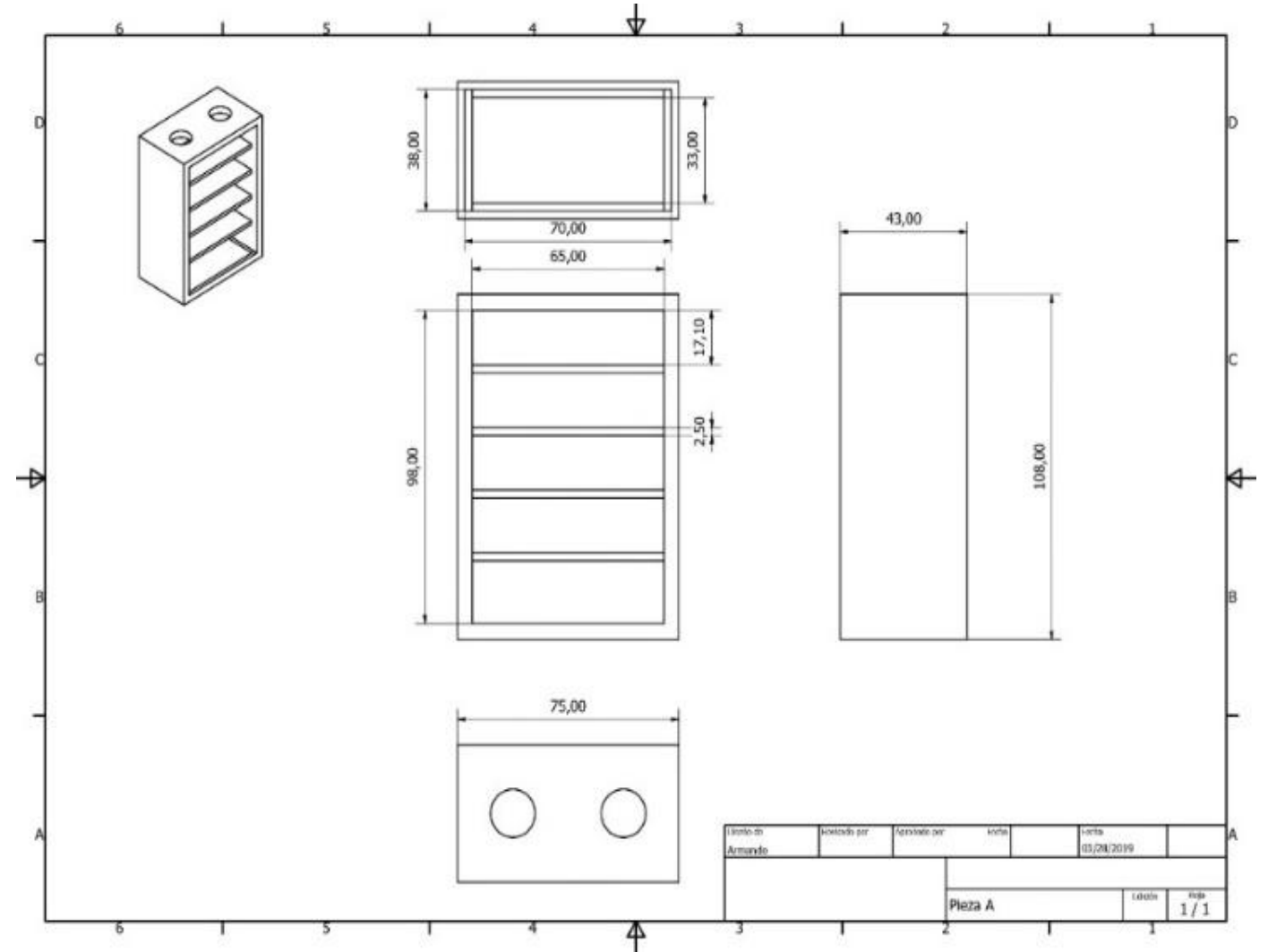


Figura 1 – Plano de la cámara de secado



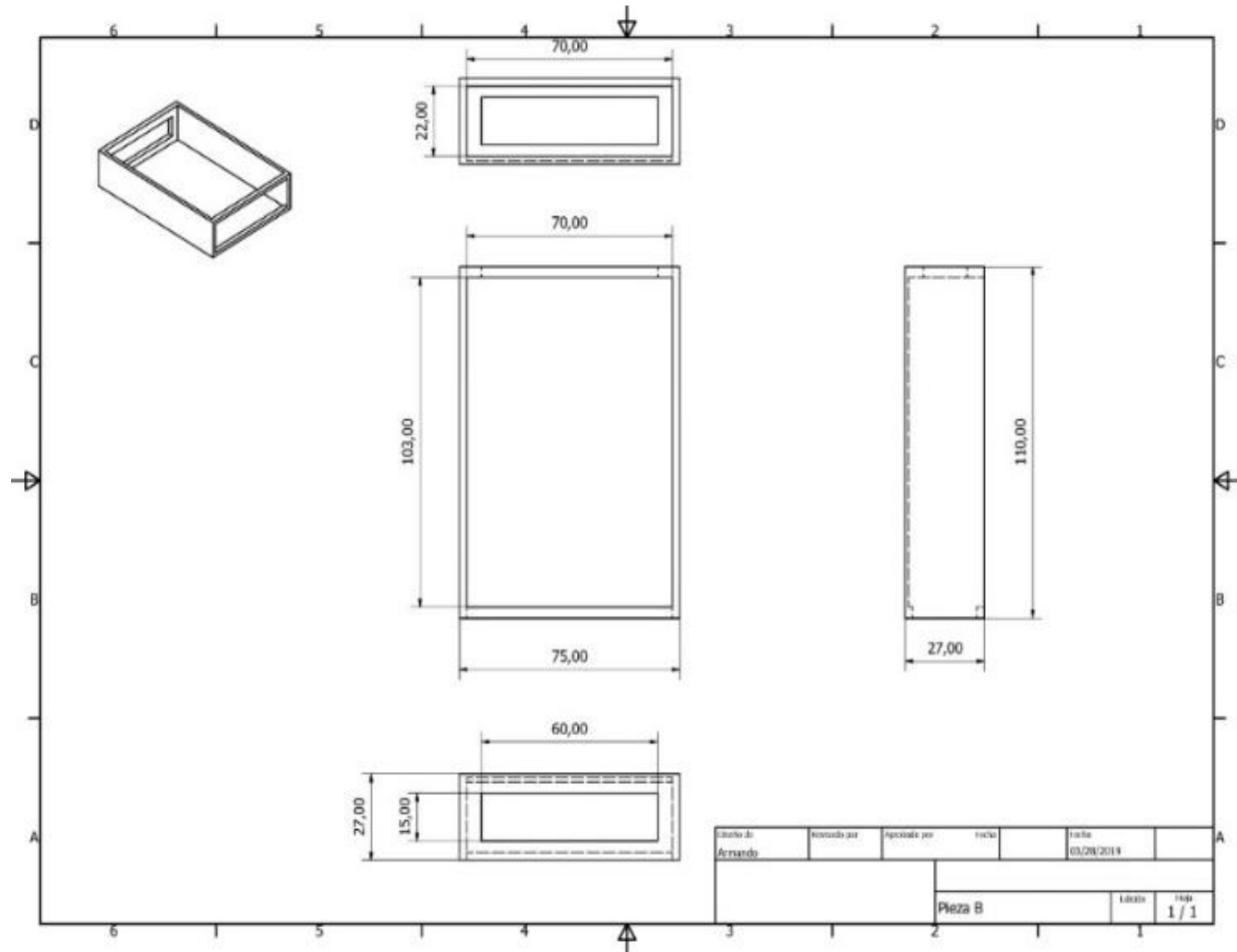


Figura 2 – Plano del colector

## Colector

En la Fig. 2 se muestra colector fue diseñado con un área de  $0.89 \text{ m}^2$ , en mismo incluye los soportes estructurales para poder soportar la masa que representa el sistema de almacenamiento pasivo.

# *Sistema de control y medición electrónico*

Se implemento un circuito de Arduino UNO el cual tenía diferentes funciones:

Mostrar temperatura en tiempo real.

Crear una base de datos de temperaturas promedio de la cámara de secado y del colector.

Controlar en base a la temperatura la convección, intercambiando entre convección natural.

Componentes utilizados:

Fig 3. Sensor de temp. DHT22

Fig 4. Módulo de micro SD

Fig 5. Pantalla LCD 16x2

Fig 6. Módulo Relay

Fig 7. Arduino UNO

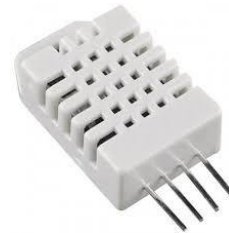


Fig. 3

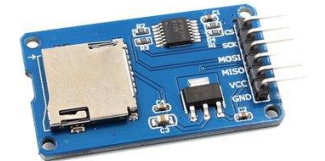


Fig. 4



Fig. 5



Fig. 6

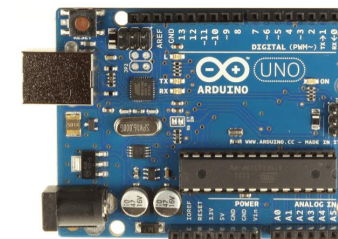


Fig. 7

# Resultados

Se llevó a cabo una simulación del comportamiento térmico del sistema usando el software Energy 2D, la cual se muestra en la Fig. 8

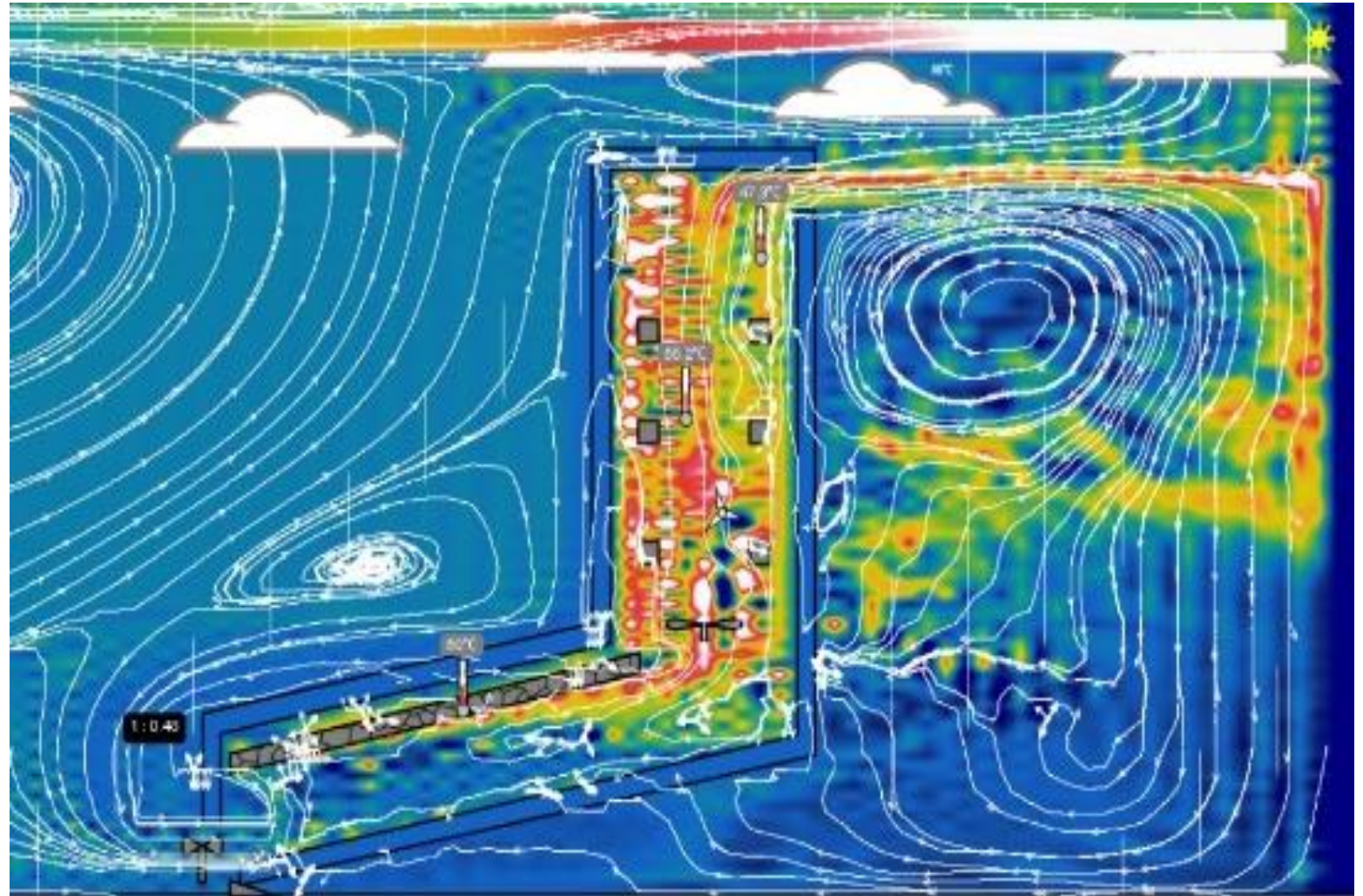


Figura 8 – Simulación realizada en Energy2D con una radiación de  $1000 \text{ W/m}^2$



El prototipo final implementa el sistema de almacenamiento pasivo, resistencia eléctrica, convección forzada y el sistema de medición y control para optimizar el proceso de deshidratado de los alimentos.

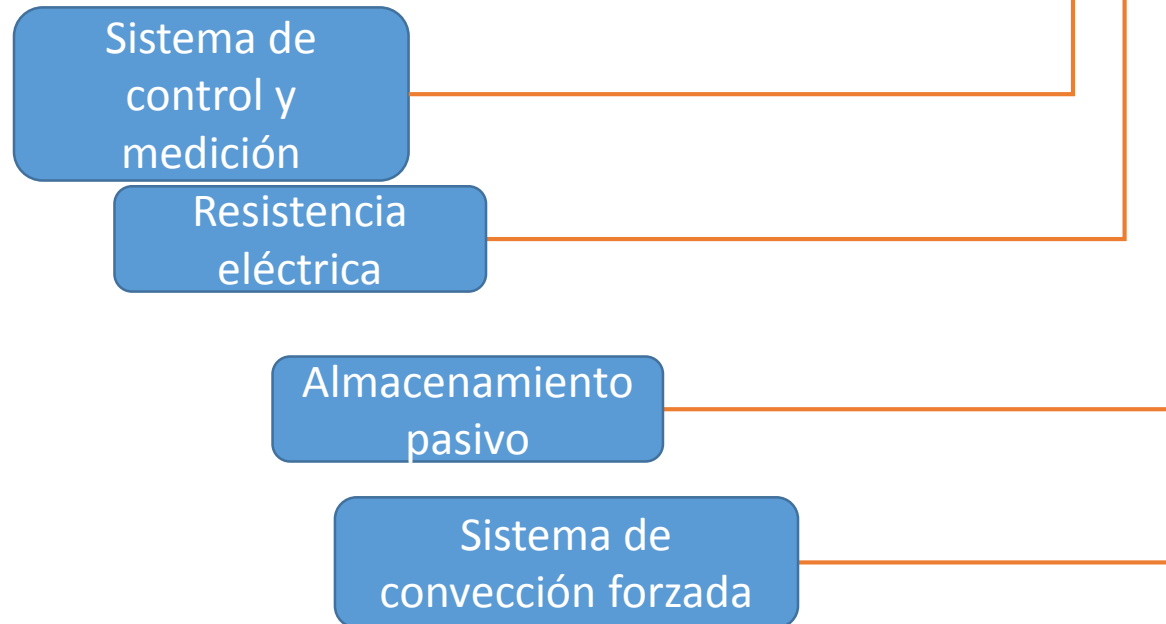


Figura 9 – Prototipo finalizado y en operación

En la Fig. 4 se muestran las temperaturas obtenidas dentro de la cámara de secado, teniendo una circulación natural

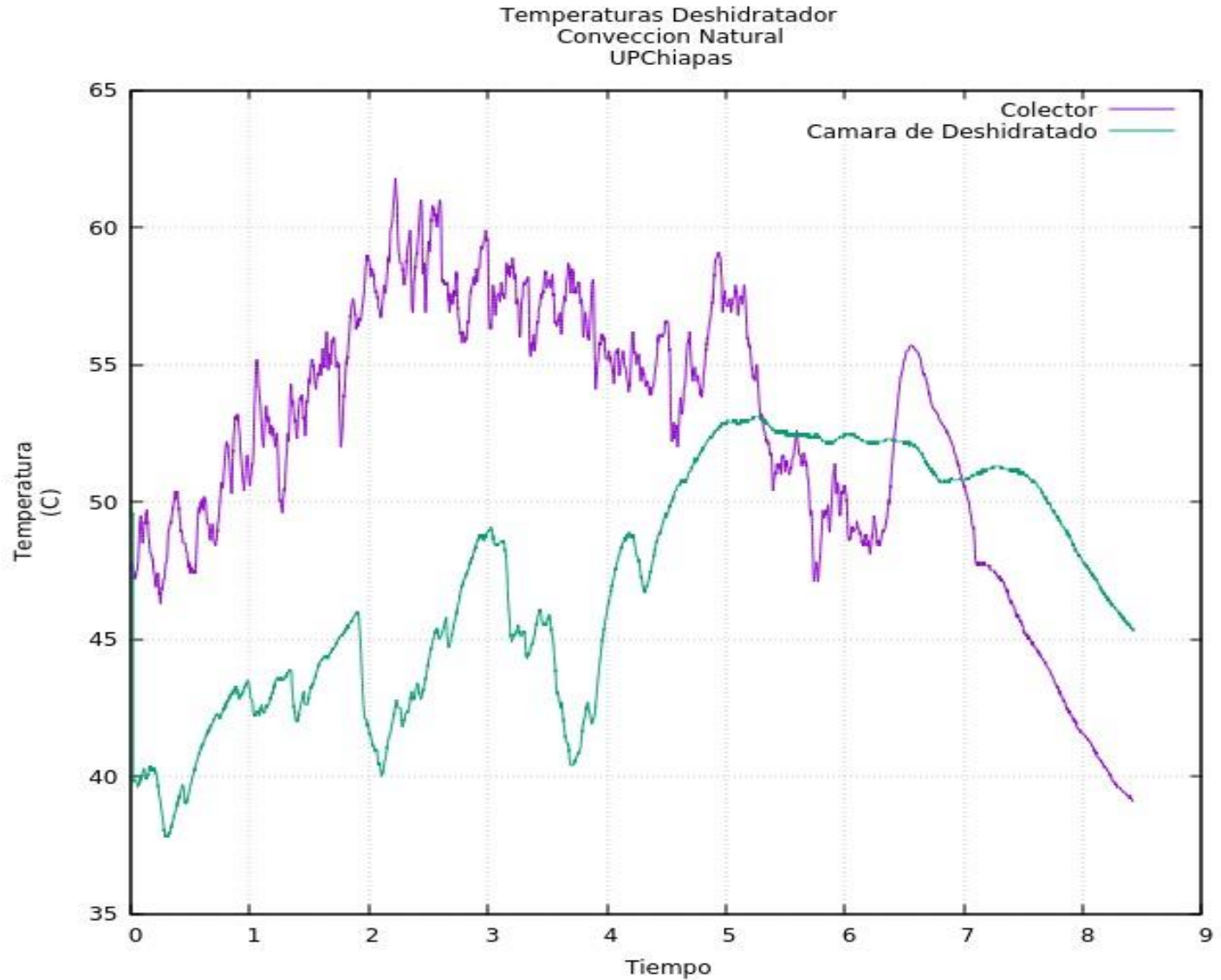


Figura 10 – Temperatura contra tiempo (hr) en el deshidratador

# Conclusión

Las pruebas llevadas a cabo de forma experimental presentaron picos de hasta 65 °C lo que supera las temperaturas pico de la simulación.

El conjunto de los sistemas de ganancia de calor (almacenamiento pasivo y resistencia eléctrica) y el sistema de medición y control otorgan al sistema la capacidad de poder alcanzar las temperaturas necesarias para poder llevar a cabo el proceso de deshidratado de la mayoría de los frutos.

# Referencias

- [1] Iodoaldo Sivipaucar, H. C. (s.f.). Cálculo y construcción de un secador solar por conveccion natural
- [2] Luis Eduardo García, M. F. (2012). Diseño y construcción de un deshidratador solar de frutos.
- [3] Venalanzo, R. A. (Octubre de 2017). Diseño y construcción de un secador solar para frutas. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/323759795\\_diseno\\_y\\_construccion\\_de\\_un\\_secador\\_solar\\_para\\_frutas](https://www.researchgate.net/publication/323759795_diseno_y_construccion_de_un_secador_solar_para_frutas)
- [4] Brenan, J.G., (1980). Las operaciones de la ingeniería de los alimentos, vol. 2, 200.
- [5] Molano C., Linda G., (2011). Evaluación Nutricional de la Uvilla ( *Physalis peruviana* L.) Deshidratada, a tres Temperaturas Mediante un Deshidratador de Bandejas, vol. 31.

# Referencias

- [6] Oliver Ramírez, A. (2009). Integración de materiales de cambio de fase en placas de yeso reforzadas con fibras de polipropileno aplicación a sistemas de refrigeración y calefacción pasivos para almacenamiento de calor latente en edificios (Doctoral dissertation, Arquitectura).
- [7] Riofrío, A., Vaca, D., Orozco, D. C. M., & Martínez, J. (2014). Análisis del consumo energético en procesos de cocción eficiente para el sector residencial. In Memorias del Congreso latinoamericano de ingeniería mecánica Colim (Vol. 8, pp. 268-273).





**ECORFAN®**

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- ([www.ecorfan.org/](http://www.ecorfan.org/) booklets)