

Diseño, construcción y evaluación de un prototipo de secador solar híbrido con sistema de recirculamiento de aire para el deshidratado de carne de conejo.

Modalidad: Proyecto Tecnológico

Versión: Primera

Trimestre Lectivo: 24P

### Datos de los alumnos

Ángel Ricardo Bonilla Peláez

2182000024

al2182000024@azc.uam.mx



\_\_\_\_\_  
Firma

Josué Jacob Palma García

2182000604

al2182000604@azc.uam.mx



\_\_\_\_\_  
Firma

### Asesora y Co-Asesor

M. en C. Sandra Chávez Sánchez

Asociada

Departamento de Energía

Tel: 55 53 18 90 58

scs@azc.uam.mx

M. en C. René Rodríguez Rivera

Asistente

Departamento de Energía

Tel: 77 37 36 93 35

rerori@azc.uam.mx

\_\_\_\_\_  
Firma

\_\_\_\_\_  
Firma

Fecha: 06/09/2024

## **Declaratoria**

En caso de que el Comité de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Mecánica apruebe la realización de la presente propuesta, otorgamos nuestra autorización para su publicación en la página de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería.

---

Ángel Ricardo Bonilla Peláez

---

Josué Jacob Palma García

---

M. en C. Sandra Chávez Sánchez

---

M. en C. René Rodríguez Rivera

## 1. Introducción.

La energía solar es una fuente renovable abundante en México, lo que la convierte en una opción viable para el desarrollo de tecnologías sostenibles. México posee un gran recurso solar, con un promedio de 5 kWh/m<sup>2</sup> de radiación solar diaria en gran parte del territorio [1]. La abundancia en este recurso solar, combinada con la necesidad de métodos eficientes y sostenibles para la conservación de alimentos en áreas rurales, incentiva al desarrollo e implementación de tecnologías como el secador solar híbrido.

Este proyecto busca diseñar, construir y evaluar un prototipo de secador solar híbrido con recirculación de aire para la deshidratación de carne de conejo, enfocándose en el estudio de caso de la Cooperativa Conejo Mixteco, ubicada en la zona sur de Tlalpan. Esta cooperativa desea iniciar la producción de carne de conejo deshidratada como una forma de incrementar sus ingresos y asegurar la conservación del producto. La carne de conejo contiene un alto valor nutricional y su producción es económicamente viable, cuya conservación mediante deshidratación puede proporcionar beneficios significativos a pequeños productores. La Cooperativa Conejo Mixteco busca mejorar su capacidad de producción y almacenamiento de carne de conejo mediante la implementación de un secador solar puesto que carecen del acceso a la red eléctrica nacional. Al enfocarnos en esta Cooperativa, el proyecto no solo atenderá una necesidad específica, sino que también generará datos valiosos y experiencias que podrán ser replicadas por Mi MyPE. La implementación exitosa de esta tecnología podría servir como modelo para otras cooperativas y pequeños productores en regiones similares dentro del área Metropolitana y Estado de México.

del

## 2. Antecedentes.

En 2013, David Gudiño Ayala y Ángel Calderón Topete [2] estudiaron y compararon el deshidratado de piña en dos secadores solares. El primero de tipo híbrido, integró un flujo de agua a 80°C, mientras que el segundo operó de manera tradicional. Al término de las pruebas se registró un tiempo de secado 2 horas menor en el secador híbrido con una eficiencia máxima del 24% contra el tradicional (14%). Los resultados de esta investigación refieren la pertinencia en la implementación de una fuente adicional de calor para realizar el deshidratado en tiempos menores.

En 2016, José et al. [3] desarrollaron la caracterización de dos sistemas de secado solar, uno con combustión de biomasa y otro híbrido. Bajo cada uno de los modos de operación se presentaron similitudes, la primera de ellas en el tiempo de secado 16h 50min y 16h 52min, seguido de la velocidad de secado de 0.170 kg/h y 0.169 kg/h respectivamente. La eficiencia del sistema híbrido solar fue del 28.57% y para el sistema con biomasa fue del 28.18%. De este trabajo se empleará la metodología desarrollada para los modos de operación del sistema y contrastar los resultados obtenidos de las evaluaciones con los registrados en la literatura.

En 2002, Miguel Condori [4] estudió la deshidratación de carne de res y camello. Las muestras empleadas pasaron de 103 g a 43.4 g, eliminando más del 50% de humedad contenida en la carne, conservando así sus propiedades organolépticas. De este trabajo se empleará el uso de los modelados matemáticos y metodología para el proceso de deshidratado, además, del listado de materiales para la construcción del diseño.

En 2012, Carlos Sánchez [5] implementó un análisis numérico para el calentamiento del aire al interior de un deshidratador solar por convección natural. Registró y comparó el comportamiento térmico del secador con los tiempos de secado. Este estudio dio como resultado la relación entre el cambio de densidad en el aire y los gradientes de temperatura generados por los vórtices durante el proceso de secado uniforme. De este trabajo se retomará el análisis numérico para el diseño térmico del prototipo.

En 2017, Sergio Pérez [6] analizó el comportamiento del aire en el interior de un secador solar con un sistema de precalentamiento de aire. Con los datos experimentales realizó una simulación del dispositivo, obteniendo la distribución de temperaturas y velocidades del aire al interior de la cámara de secado. Se determinaron las posibles mejoras en el desempeño energético y secado uniforme. Este trabajo se empleará como guía para el modelado del diseño propuesto.

En 1986, Victor Passamai y Daniel Correa [7] fabricaron un prototipo de secador solar híbrido portátil para su traslado dentro de las comunidades rurales. En este trabajo se determinó la diferencia de humedad que contienen frutas y hortalizas. De este trabajo se empleará la metodología estandarizada para la construcción y evaluación del prototipo.

Estos estudios destacan la eficiencia y viabilidad de los secadores solares híbridos, así como su relevancia en aplicaciones prácticas como la conservación de alimentos. La metodología y cálculos obtenidos serán de utilidad para el diseño del secador solar híbrido destinado a la deshidratación de carne de conejo en la Cooperativa Conejo Mixteco.

### 3. Justificación.

La Cooperativa Conejo Mixteco ubicada en la zona de Tlalpan de la Ciudad de México se dedica a comercializar productos derivados de la carne de conejo. Esta cooperativa desea iniciar la producción de carne de conejo deshidratada como una forma de incrementar sus ingresos y asegurar la conservación de su producto. Una de las limitaciones que ha enfrentado la cooperativa es el desconocimiento de esta tecnología así como el **carente acceso a la red eléctrica nacional.** Para dar solución a esta necesidad, en este proyecto se propone el diseño, construcción y evaluación de un secador solar híbrido que integre un sistema de recirculación de aire. El prototipo se diseñará para deshidratar de 1 a 2 kg de carne de conejo en un periodo de 4 a 6 horas, integrará un panel fotovoltaico que contribuirá al calentamiento del aire para deshidratar la carne y se implementará la recirculación de aire mediante ventiladores para obtener una deshidratación uniforme en el proceso, este equipo a diferencia de los que ya existen en el mercado, utilizará únicamente energía solar.

### 4. Objetivos.

#### Objetivo general.

Diseñar, construir y **evaluar** un prototipo de secador solar híbrido con **recirculamiento** de aire para la deshidratación de carne de conejo.

#### Objetivos particulares.

Definir las dimensiones del prototipo a partir del requerimiento energético para deshidratar de a 1 a 2 kg de carne en 4 a 6 horas horas de operación.

Diseñar el sistema de calentamiento de aire asistido por el colector solar y el panel fotovoltaico.

Dimensionar el sistema de circulación de aire.

Construir y **evaluar** el prototipo.

¿Todo es construir? o, ¿también se van a seleccionar algunos componentes del equipo?  
Las celdas solares, por ejemplo.

Creo que puede quedar en análisis de resultados

y poner en operación

recirculación

## 5. Descripción Técnica.

El prototipo del secador solar híbrido se diseñará a partir del estudio solar de la región donde se encuentra la Cooperativa Conejo Mixteco. Dentro de este estudio se considerarán los meses durante los cuales operará. El prototipo tendrá dimensiones de aproximadamente de 1.0 m de largo y 0.50 m de ancho, como se muestra en la Figura 1. Sus medidas se ajustarán de acuerdo con el requerimiento energético para el deshidratado de 1 a 2 kg de carne.

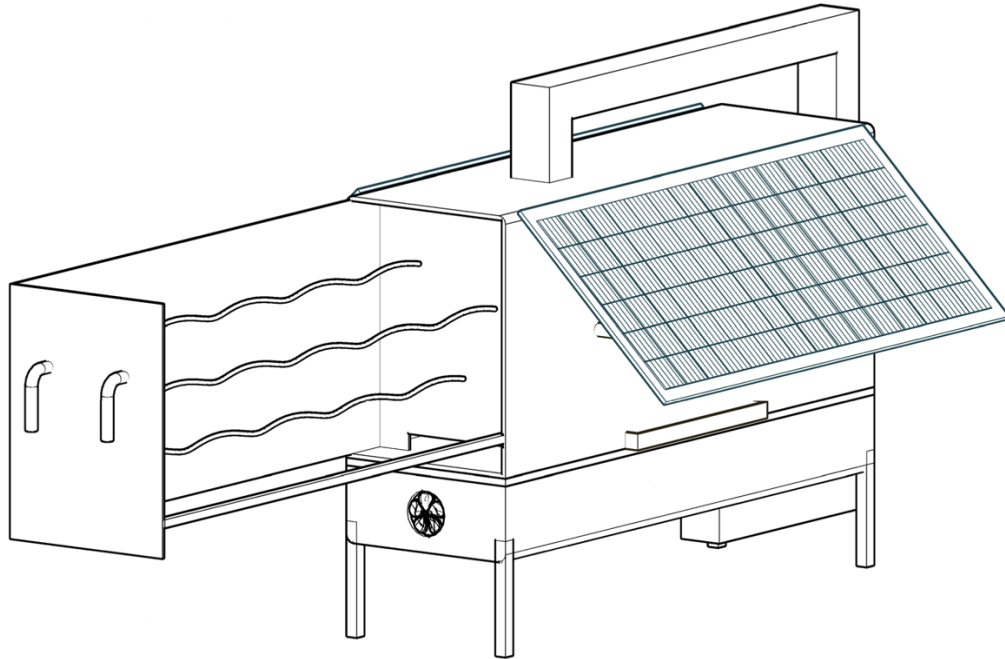


Figura 1. Imagen ilustrativa del prototipo (imagen propia).

Se integrarán módulos solares fotovoltaicos que proveerán energía para calentar el aire y mantenerlo en un rango de 45 a 50°C, y para la circulación del aire caliente con ventiladores en el interior de la cámara de secado. A la salida de la cámara de secado se contará con un sistema de recirculación del aire para reutilizar el flujo de aire que aún sale caliente pero cuyo contenido de humedad permita reutilizarlo y redireccionarlo a la entrada de la cámara. Si el contenido de humedad no es el adecuado se desechará a la atmósfera.



## 9. Referencias Bibliográficas.

- [1] José Cabrera, Raúl Cabrera, Dario Guamán, 2019, "Metodología de Diseño de un Deshidratador Solar Indirecto por convección forzada", European Scientific Journal, vol. 15, No. 18.
- [2] David Gudiño Ayala, Ángel Calderón-Topete, 2014, "Secado de piña con un nuevo secador híbrido solar", ScienceDirect, vol. 57, 1642-1650.
- [3] Pedro José Miranda, Keimer Alonso Martínez, Ramiro Torres Gallo, Jorge Mario Mendoza, Rafael David Gómez, 2016, "Evaluación experimental del secado de yuca variedad venezolana por medio de un sistema híbrido de calentamiento de aire" INGENIARE - Revista Chilena de Ingeniería, Vol. 26 Issue 2, p329-338. 10p.
- [4] Condorí, M. Á., 2002, "Diseño y construcción de secadores solares destinados a la producción de carne deshidratada".
- [5] Sánchez Rayas Carlos Israel, 2012, "Estudio y evaluación mediante ANSYS del calentamiento del aire en el interior de un secador solar", Proyecto de Integración, Universidad Autónoma Metropolitana.
- [6] Sergio Pérez, 2017, "Evaluación numérica de un secador solar con sistema de precalentamiento", Proyecto de Integración, Universidad Autónoma Metropolitana.
- [7] Passamai, V., y Correa, D., 2023, "Secadero solar híbrido de pequeña escala", Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente - AVERMA, 0(1), pp. 53-62. Terminología.

## 10. Terminología.

No es necesaria.

## 11. Infraestructura.

La construcción del prototipo se desarrollará en el Laboratorio de Termofluidos (Edificio P) de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco.

## 12. Asesoría complementaria.

No es necesaria.

## 13. Publicación o difusión de resultados

No se tiene intención de publicar.