



**XLVIII** SEMANA NACIONAL DE  
**ENERGÍA SOLAR**

DEL 7 AL 11 DE OCTUBRE 2024 LOS MOCHIS, SINALOA

**ENERGÍA SOLAR**  
**ENERGÍA SIN LÍMITES**

**PUBLICACIONES DE LA SEMANA  
NACIONAL DE ENERGÍA SOLAR**



**Universidad Autónoma de Sinaloa**  
Fuente de Poseidón y Prol. Ángel Flores S/N  
Fracc. Las Fuentes C.P. 81223



## XXII CONSEJO DIRECTIVO NACIONAL 2022 - 2024

Rafael García  
PRESIDENCIA

Ana Rincón  
TESORERÍA

Gilberto Sánchez  
SECRETARÍA PARA NORMATIVIDAD  
FOTOVOLTAICA

Paula Isiordia  
SECRETARÍA DE PUBLICACIONES  
(FOMENTO Y PROMOCIÓN)

Ricardo Pérez  
SECRETARÍA DE ASUNTOS INTERNOS

Antonio Ramos  
SECRETARÍA PARA VINCULACIÓN  
ACADÉMICA

Aracely Hernández  
SECRETARÍA PARA PRESENCIA VIRTUAL

Luis Martínez  
SECRETARÍA PARA INDUSTRIA  
FOTOVOLTAICA

Jorge Arturo Montes  
SECRETARÍA PARA VINCULACIÓN  
ESTUDIANTIL

Marisol Oropeza  
SECRETARÍA DE ASUNTOS  
INTERNACIONALES

Karen León  
SECRETARÍA PARA RELACIONES  
ESTRATÉGICAS

Margarita Castillo  
VICEPRESIDENCIA

Aizailadema Altamirano  
SECRETARÍA GENERAL

Rafael Carmona  
SECRETARÍA PARA INNOVACIÓN Y  
EMPREDIMIENTO

José Celis  
SECRETARÍA DE ORGANIZACIÓN

Carlos Pérez Rabago  
SECRETARÍA PARA VINCULACIÓN  
CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA

Daniel García  
SECRETARÍA PARA INDUSTRIA SOLAR  
TÉRMICA

Ricardo Rodríguez  
SECRETARÍA DE COMITÉ EDITORIAL

Pedro Betancourt  
SECRETARÍA PARA ATENCIÓN REGIONAL

Oscar Hernández  
SECRETARÍA PARA INDUSTRIA ELÉCTRICA

Iván Salgado  
SECRETARÍA PARA VINCULACIÓN SOCIAL

Dulce Guevara  
SECRETARÍA PARA INCLUSIÓN Y GÉNERO

Yuridiana Galindo  
SECRETARÍA PARA NORMATIVIDAD  
TÉRMICA



ENERGÍA SOLAR, ENERGÍA SIN LÍMITES

# XLVIII SEMANA NACIONAL DE ENERGÍA SOLAR

DEL 7 AL 11 DE OCTUBRE 2024 • LOS MOCHIS, SINALOA

## COMITÉ Organizador ANES Nacional

Dr. Rafael García  
Dra. Margarita Castillo  
Dra. Ana Rincón  
Dra. Aizailadema Altamirano  
Ing. Marianh Solis  
Lic. Dafne Krinis

## MODERADORES Conversatorios

Rody Abraham Soto Rojo  
Brenda Rodríguez  
Adriana Cruz Enríquez  
Francisco J. Baldenebro López  
Norma A. Rodríguez Muñoz  
Eduwiges Gómez Zavala

## COMITÉ Organizador Los Mochis

Dra. Laura Guadalupe Ceballos Mendivil  
Dr. Rody Abraham Soto Rojo  
Dr. Jesús Adrián Baldenebro López  
Dr. Francisco Javier Baldenebro López  
Dra. Adriana Cruz Enríquez  
Dr. José de Jesús Campos Gaxiola  
Dr. Samuel Guadalupe Soto Acosta  
Dr. Miguel Armando Ávila Rubio

M.C. Guadalupe Daniel Ávila Rubio  
Dr. Tomás de Jesús Delgado Montiel  
Dra. Norma Alejandra Rodríguez Muñoz  
Dr. Horacio Edgardo Garrafa Gálvez  
M.C. Caree Abigail García Maro  
Dr. Carlos Alberto Peñuelas Gámez  
Ing. Luis Ángel Sánchez Castillo



**Universidad Autónoma de Sinaloa**  
Fuente de Poseidón y Prol. Ángel Flores S/N  
Fracc. Las Fuentes C.P. 81223



ENERGÍA SOLAR, ENERGÍA SIN LÍMITES

# XLVIII SEMANA NACIONAL DE ENERGÍA SOLAR

DEL 7 AL 11 DE OCTUBRE 2024 • LOS MOCHIS, SINALOA

Publicaciones de la Semana Nacional de Energía Solar, año 10, No 10, Octubre 2024, es una publicación anual editada por la Asociación Nacional de Energía Solar A.C., Av. Insurgentes Sur, 1748 Desp. 303, Col. Florida, Delegación Álvaro Obregón, D.F. C.P.01030, Tel: (55)56613787, [www.anes.org.mx](http://www.anes.org.mx), [anes@anes.org.mx](mailto:anes@anes.org.mx) Editor responsable: Consejo de publicaciones ANES. Reserva de Derechos ante el Instituto de Nacional de Derechos de Autor. Certificado de Reserva al Uso Exclusivo No. 04-2015-082714164300-203, ISSN: 2448- 5543.

Presidencia: Dr. Rafael García Gutiérrez.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Asociación Nacional de Energía Solar A.C. OCTUBRE 2024.



**Universidad Autónoma de Sinaloa**  
Fuente de Poseidón y Prol. Ángel Flores S/N  
Fracc. Las Fuentes C.P. 81223



## Cocinas Solares, Secaderos, Destilación y Desinfección Solar/ Solar Térmica

ID	TÍTULO	PONENTE
16361	Conservación de antocianinas durante el secado solar: Caso de estudio de la Frambuesa en el Estado de Jalisco.	Beatriz Castillo Téllez
16150	Diseño y construcción de un secador solar con hibridación de tecnologías solares para secado de productos marinos.	Margarita Castillo Téllez
16094	Sistema remoto de monitoreo termohigrométrico para un secador solar	Jesús Álvarez Ruíz
16151	Secado solar: desarrollo de secadores solares para comunidades rurales	Octavio García Valladares



## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SECADOR SOLAR CON HIBRIDACIÓN DE TECNOLOGÍAS SOLARES PARA SECADO DE PRODUCTOS MARINOS

**Margarita Castillo Téllez, Juan Carlos Percino Picazo, Diana C. Méx Álvarez, Luz Ma. Hernández Cruz**  
Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Campeche, Campeche, Camp., México; C.p. 24087.

[mcastill@uacam.mx](mailto:mcastill@uacam.mx)

**Beatriz Castillo Téllez, Gerardo Mejía Pérez**  
Centro Universitario de Tonalá, Tonalá, Jalisco, México; C.p. 45425  
[beatriz.castillo@academicos.udg.mx](mailto:beatriz.castillo@academicos.udg.mx), [gerardo.mejia@udg.mx](mailto:gerardo.mejia@udg.mx)

**Alfredo Domínguez Niño**  
Instituto de energías Renovables, UNAM, Temixco, Morelos, México; C.p. 62588  
[aldoni@ier.unam.mx](mailto:aldoni@ier.unam.mx)

### RESUMEN

El secado de alimentos requiere un elevado consumo energético debido al calor latente de cambio de fase necesario para evaporar el agua contenida en los productos y a la baja eficiencia de los secadores industriales actuales. México cuenta con un importante recurso solar, lo que hace atractivo el desarrollo de secadores solares para deshidratar productos alimenticios, lo que beneficiaría al sector primario e industrial. Se presenta el diseño y construcción de un secador solar para productos marinos, el cual puede secar entre 400 kg y 480 kg de producto, funciona con tres tecnologías de energía solar: un banco de colectores solares para calentamiento de agua, un banco de colectores solares para calentamiento de aire y un banco de paneles solares fotovoltaicos para que pueda funcionar de forma continua durante las horas de insolación. Una vez construido y armado el secador solar tipo invernadero para productos pesqueros, con todos sus componentes y sistemas auxiliares, se realizó una evaluación experimental para evaluarlo. Las pruebas experimentales se llevaron a cabo en el Laboratorio de Secado Solar de Alimentos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Campeche, ubicado en las coordenadas geográficas 18°50'11"N 90°24'12"W. Al operar el secador solar con el sistema solar térmico de calentamiento de agua con almacenamiento, las temperaturas promedio dentro de la cámara de secado fueron entre 52 °C y 64 °C. Al operar el secador solar con el sistema de calentamiento solar de aire, las temperaturas promedio obtenidas dentro del invernadero fueron entre 54 °C y 61 °C, en ambos casos con una velocidad promedio del aire de 2.4 m/s a 10 m/s, la cual es aceptable ya que para el secado de productos pesqueros se requieren temperaturas promedio de 55 °C con velocidad promedio de 2.5 m/s dentro del secador.

### ABSTRACT

Food drying requires high energy consumption due to the latent phase change heat required to evaporate the water contained in the products and the low efficiency of today's industrial dryers. Mexico has a crucial solar resource, which makes the development of solar dryers to dehydrate food products attractive, which would benefit the primary and industrial sectors. The design and construction of a solar dryer for marine products is presented, which can dry between 400 kg and 450 kg of product works with three solar energy technologies: a bank of solar collectors for water heating, a bank of solar collectors for air heating and a bank of photovoltaic solar panels so that it can operate continuously during the hours of sunshine. Once the greenhouse-type solar dryer for fishery products was built and assembled, with all its components and auxiliary systems, an experimental evaluation was carried out to evaluate it. The experimental tests were carried out at the Solar Food Drying Laboratory of the Faculty of Engineering of the Autonomous University of Campeche, located at the geographical coordinates 18°50'11"N 90°24'12"W. When operating the solar dryer with the solar thermal water heating system with storage, the average temperatures inside the drying chamber were between 52°C and 64°C. When operating the solar dryer with the solar air heating system, the average temperatures obtained inside the greenhouse were between 54 °C and 61 °C in both cases, with an average air velocity of 2.4 m/s to 10 m/s, which is acceptable since for the drying of fish products average temperatures of 55 °C with an average speed of 2.5 m/s inside the dryer are required.

Palabras claves: Secador solar tipo invernadero, Hibridación de tecnologías, Irradiación solar, Almacenamiento térmico, Intercambiador de calor.

### INTRODUCCIÓN

México cuenta con un recurso solar importante en la mayor parte del año (un promedio de 6.36 kWh/m<sup>2</sup> por día) (ASOLMEX, 2016), lo cual hace atractivo el desarrollo de secadores solares para el deshidratado de productos alimenticios, beneficiando al sector primario.

El secado de alimentos es un método para conservar alimentos, en el que se inhibe el crecimiento de bacterias, hongos, gérmenes, etc. a través de la remoción de agua mediante el proceso de evaporación. Al reducir la cantidad de agua se impide el crecimiento de los microorganismos que producen la descomposición y también se reduce la actividad de las enzimas que provocan cambios indeseables en la composición química de los alimentos (García Valladares Octavio, 2017). El proceso de secado ayuda a obtener una mejor calidad del producto seco, un mayor período de tiempo de almacenamiento y una reducción de pérdidas por descomposición (Deng et al., 2021).



El secado de alimentos demanda un alto consumo energía, debido al calor latente de cambio de fase requerido para evaporar el agua contenida en los productos y a la baja eficiencia de los secadores industriales actuales. La energía requerida para realizar el proceso de secado puede ser del orden del 10 al 25 % del consumo total de energía del proceso (Fudholi et al., 2014), por tal razón el uso de energía solar en aplicaciones de secado resulta atractivo y podría tener un gran potencial, disminuyendo el consumo de energía convencional hasta en un 80% de la energía total utilizada en dichos procesos.

El Estado de Campeche tiene una extensión litoral de 425 km, lo que representa el 3.8 % del total, cuenta con 12,135 embarcaciones de pesa en alta mar y 3,401 embarcaciones ribereñas, con 26 plantas pesqueras, ocupando el 7° lugar nacional en producción pesquera con 72,266 ton de pesca de captura, con 38,855 ton en esteros, lagunas y bahías y 33,512 en mar abierto y 158,014 de cultivo (Ramírez-Rodríguez, 2015). El sector de la pesca es crucial para la producción de alimentos y su aporte a la economía del país es sumamente importante, ya que sus operaciones refuerzan la soberanía alimentaria y territorial. Los productos pesqueros son de excelente calidad y están al alcance para cubrir la demanda interna, además de impulsar una mayor oferta en los mercados nacionales e internacionales (Wakida-Kusunoki et al., 2016).

El secado solar de pescado y sus desechos es crucial porque permite conservar y aprovechar los recursos marinos de manera sostenible y económica, especialmente en comunidades con recursos limitados. Este método extiende la vida útil del pescado sin necesidad de refrigeración, lo que mejora la seguridad alimentaria y genera ingresos adicionales al facilitar su comercialización. Además, el secado de desechos contribuye a reducir el desperdicio y maximiza el uso de estos recursos, apoyando tanto la economía local como la sostenibilidad ambiental (Machuelo et al., 2017). Por lo anteriormente planteado, el secado solar se visualiza como una alternativa atractiva para implementarse en la industria pesquera, porque no utiliza combustibles fósiles, además al hacer uso de un secador solar adecuado los alimentos se protegen de las condiciones ambientales, de la fauna y de la radiación solar directa; por lo que la eficiencia del secado puede ser mayor y por lo tanto los alimentos obtienen un valor agregado.

En el presente artículo se detalla la construcción y puesta en marcha de una planta de secado solar tipo invernadero para el deshidratado de pescado, así como los resultados experimentales de la cinética de secado solar de filetes de pescado.

## **PLANTA DE SECADO SOLAR**

### **Diseño conceptual**

Para el desarrollo de la planta de secado solar para productos pesqueros se diseñaron y construyeron dos secadores solares tipo invernadero que en conjunto tienen una capacidad de alojar 480 kg de producto fresco para su deshidratado, el primero es el secador primario para el deshidratado de pescado con capacidad para deshidratar aproximadamente 360 kg de pescado (75% del total del producto) y el segundo es el secador secundario de menor tamaño para deshidratar aproximadamente 120 kg de subproductos pesqueros como vísceras, piel, etc. (25% del producto).

### **Descripción del secador primario**

El deshidratador solar principal es del tipo invernadero y se diseñó y construyó para deshidratar productos pesqueros y está conformado por una nave curva con dimensiones de 9 m de largo x 6 m de ancho y 2.5 m en la parte más alta del domo, contando con un área en su base de 54 m<sup>2</sup> y un volumen aproximado de 135 m<sup>3</sup>. La envoltante del deshidratador está conformada por hojas de policarbonato celular con protección contra la radiación ultravioleta y dimensiones de 1.8 m de ancho por 12 m de largo y 6 mm de espesor. Se construyeron 4 mesas de tubular para la colocación de dos niveles de charolas, las cuatro mesas se colocaron dentro del secador de manera equidistante. En el interior del secador se instalaron 4 ramales de ducto de acero galvanizado de 4" para la correcta distribución del aire caliente en el interior.

### **Descripción del secador secundario**

El deshidratador solar secundario se diseñó y construyó para deshidratar productos pesqueros y está conformado por una nave curva con dimensiones de 6 m de largo x 4 m de ancho y 2.5 m en la parte más alta del domo, contando con un área en su base de aproximadamente 24 m<sup>2</sup> y un volumen aproximado de 60 m<sup>3</sup>. Se construyeron 4 mesas de tubular de dos niveles de charolas, las 4 mesas se colocaron dentro del secador de manera equidistante. En el interior del secador se instalaron 4 ramales de ducto de acero galvanizado de 4" para la correcta distribución del aire caliente en el interior. En la figura 1, se presenta el diseño y dimensiones del secador solar primario y secundario para deshidratado de subproductos del pescado.

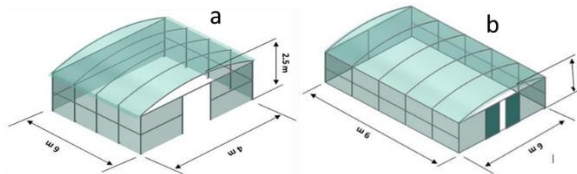


Figura 1. Diseño y dimensiones del secador solar (a: primario y b: secundario para el deshidratado de subproductos pesqueros (vísceras, piel, etc.)

### **Sistemas auxiliares**

Los secadores solares para la planta de deshidratado de productos pesqueros cuentan con dos sistemas auxiliares para su operación los cuales se describen a continuación:

#### **Sistema solar térmico para el calentamiento de aire de manera directa**



Está conformado por 15 colectores solares para calentamiento de aire, donde cada colector cuenta con un área de captación de 1.7 m<sup>2</sup> obteniendo un área total de captación aproximada de 25.5 m<sup>2</sup>, el arreglo de los colectores está distribuido en tres hileras en paralelo, con cinco colectores acoplados en serie para cada una de las hileras. Al operar los secadores solares con el sistema solar de calentamiento se obtuvieron temperaturas preliminares promedio en el interior de los secadores de 61 °C, operando el extractor-ventilador a máxima carga, lo cual es aceptable para el secado de productos pesqueros, ya que se requiere para este proceso temperaturas medias de aproximadamente 55 °C. En la figura 2, se muestra el sistema de solar térmico para el calentamiento del aire que ingresara a los secadores solares.

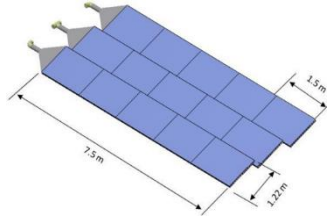


Figura 2. Sistema de solar térmico para el calentamiento del aire

#### Sistema solar fotovoltaico para generación de electricidad requerida

Para los secadores solares para productos pesqueros se dimensionó e instaló un sistema solar fotovoltaico (SFV) para la generación de la energía eléctrica requerida, que está constituido por 16 paneles solares fotovoltaicos, para un área total de captación aproximada de 41 m<sup>2</sup> con 8800 W de potencia total máxima. El sistema cuenta con 8 baterías de carga profunda, para proporcionar una autonomía de operación del secador solar de 3 hora en periodos del día donde no se cuente con irradiancia solar o bien en horario nocturno. Por las características de la operación de los secadores solares el arreglo fotovoltaico se dividió en dos secciones la primera con 8 paneles solares y 4 baterías de respaldo para accionar el ventilador-extractor que ingresara el aire caliente de manera directa proveniente de colectores solares térmicos a los secadores, una bomba de recirculación y extractores de escape de aire y la segunda sección con 8 paneles solares y 4 baterías para operar la resistencia eléctrica del sistema auxiliar de almacenamiento térmico de agua para operar los secadores con aire calentado de manera indirecta con el intercambiador de calor agua-aire. Cada una de las dos secciones cuenta con su gabinete propio que contiene los controladores de carga, inversores de carga, variadores de frecuencia e interruptores termomagnéticos correspondientes, para el accionamiento de los equipos que demandan energía eléctrica. En la figura 3 a), se muestra el arreglo del sistema solar fotovoltaico y el panel solar utilizado, y en la 3 b) los gabinetes de control.

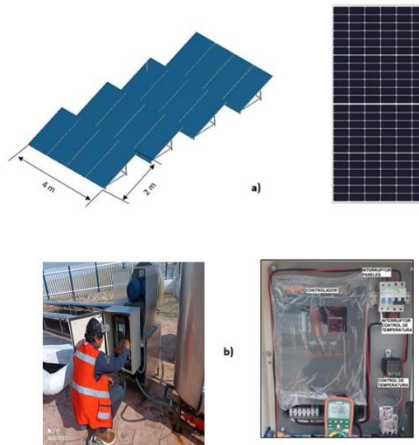


Figura 3. a) Diagrama del arreglo y panel fotovoltaico utilizado y b) gabinetes para control

En la figura 4 a), se presenta el arreglo e instalación del sistema asolar fototérmico, para el calentamiento de aire de manera directa que ingresara a los secadores solares. Mientras que en la figura 4 b), se muestra el sistema de almacenamiento térmico, el cual almacena agua a 70° calentada mediante una resistencia accionada mediante el sistema solar fotovoltaico. En la figura 5 se muestra el estado actual general de la plata termo-solar para deshidratado de productos pesqueros, en conjunto con todos los sistemas que la integran.





Figura 4 a). Instalación y arreglo de los paneles del sistema solar fotovoltaico; 4 b) Instalación del sistema de almacenamiento térmico (termotanque-resistencia-bomba).



Figura 5. Vista del estado actual de los secadores solares y de los sistemas solares fototérmico y fotovoltaico de la planta de deshidratado de productos pesqueros.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Cinética de secado de pescado

En este apartado se presentan los resultados del secado de filete de pescado nativo del estado de Campeche de bajo valor comercial (Chac-chí) como ejemplo de un día tomado durante la experimentación, con el objetivo de explorar la elaboración de subproductos derivados de pescado seco. De igual forma, se presentan las temperaturas alcanzadas en los secadores solares tipo invernadero durante el secado de pescado.

En la figura 6 a) se pueden observar los datos de irradiancia y temperatura ambiente registradas durante el segundo día de secado solar, se puede apreciar que se obtuvo una irradiancia solar máxima de  $881 \text{ W/m}^2$  con una temperatura máxima registrada de  $35 \text{ }^\circ\text{C}$  a las 2:00 pm, tomados de la estación meteorológica instalada en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Campeche. La Figura 6 b) muestra la cinética de secado solar de filete de pescado Chac-Chí. Se puede observar que el secado se llevó a cabo durante dos días de procesamiento. La prueba experimental comenzó a las 9:30 h y terminó a las 17:36 del primer día; el segundo día del proceso de secado, el experimento continuó a partir de las 10:20 h a 18:00 h, lo que representa 14 horas de secado continuo. El contenido de humedad inicial fue de 78.06 % o bien 3.55 g agua/g materia seca, en contraste la humedad final fue de 25 % base húmeda o bien 0.38 g agua/g materia seca.

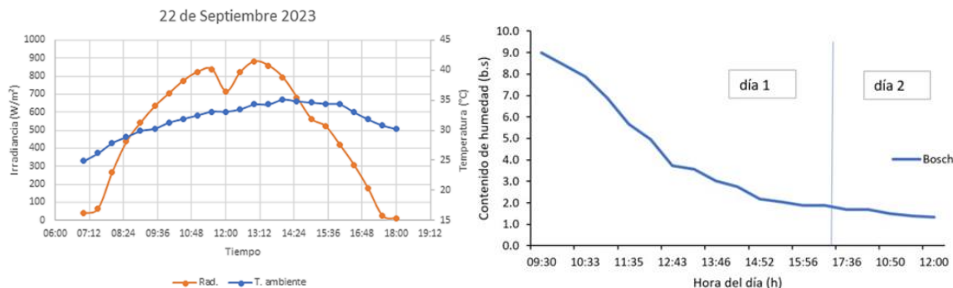


Figura 6 a): Irradiancia solar y temperatura ambiente tomado como ejemplo de un día de experimentación; 6 b) Cinética de secado solar de filete de pescado Chac-chi.

En la figura 7 se puede ver la disposición del filete de pescado en los invernaderos. Los filetes se colocaron sobre rejillas plásticas y estas a su vez sobre las charolas ubicadas en las mesas de secado.



Figura 7 Ubicación de filete de pescado fresco y deshidratado dentro de los secadores solares tipo invernadero.

### Desempeño térmico de los invernaderos

Para la evaluación de los invernaderos primero se determinó la energía que reciben en cada una de sus caras: las 4 laterales y la superior. La energía recibida se determinó orientando el piranómetro en cada una de las 5 direcciones antes mencionada, comenzando 10 minutos antes del mediodía solar con una dirección y cambiando la orientación cada 4 minutos. Como el invernadero es un sistema de varias zonas con intercambio de masa, el procedimiento para determinar el calor ganado fue mediante un balance de masa y energía. El balance de masa considera el ingreso del aire desde la línea del ventilador, la salida de aire debidas al extractor y un intercambio positivo o negativo debido a elementos no sellados como la puerta, la unión con el suelo u otras uniones en general. La Tabla 1 presenta los resultados de la evaluación térmica de los invernaderos. Se consideró una corriente de aire a temperatura ambiente que ingresa al invernadero; se puede observar en estas tablas el calor de cada corriente de aire en el invernadero, obteniendo con estos datos una eficiencia global de 80% en promedio durante los días de prueba.

Tabla 1. Evaluación térmica de los invernaderos secundario y principal ( $\dot{m}_{inter}$ : Masa de aire interna, T: Temperatura, h: Coeficiente de transferencia de calor).

Invernadero secundario									
Corriente	Ventilador			Extractor			Intercambio		
Hora	$\dot{m}_{inter}$ [kg/s]	T [°C]	h [kJ/kg]	$\dot{m}_{inter}$ [kg/s]	T [°C]	h [kJ/kg]	$\dot{m}_{inter}$ [kg/s]	T [°C]	h [kJ/kg]
12:33	0.18	58.5	331.7	1.06	46.5	319.7	0.88	39.5	312.7
12:43	0.17	62.8	336.0	1.23	47.0	320.2	1.06	39.8	313.0
12:53	0.22	62.9	336.0	1.24	45.1	318.3	1.02	40.5	313.7
Invernadero principal									
Corriente	Ventilador			Extractor			Intercambio		
Hora	$\dot{m}_{inter}$ [kg/s]	T [°C]	h [kJ/kg]	$\dot{m}_{inter}$ [kg/s]	T [°C]	h [kJ/kg]	$\dot{m}_{inter}$ [kg/s]	T [°C]	h [kJ/kg]
12:33	0.13	61.9	335.1	0.63	40.1	313.3	0.51	39.5	312.7
12:43	0.16	63.4	336.6	0.58	46.4	319.6	0.43	39.8	313.0
12:53	0.16	63.4	336.6	0.70	46.5	319.6	0.54	40.5	313.7

### CONCLUSIONES.

Se diseñaron e instalaron dos secadores solares, uno primario para productos pesqueros y otro secundario de menor tamaño para secado de residuos de pescado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Campeche. Se acopló un banco de paneles fotovoltaicos y un banco de colectores solares de aire a los invernaderos para inyectar a los invernaderos aire caliente y bajar la humedad del aire ambiente. Al operar los secadores solares con el sistema solar de calentamiento se obtuvieron temperaturas preliminares promedio en el interior de los secadores de 61 °C, operando el extractor-ventilador a máxima carga, lo cual es aceptable para el secado de productos pesqueros, ya que se requiere para este proceso temperaturas medias de aproximadamente 55 °C, mientras que con el sistema solar fototérmico con almacenamiento de agua caliente, se obtuvieron temperaturas promedio en el interior de los secadores de 58 °C. Pueden deshidratar hasta 480 kg de productos pesqueros frescos operando de manera continua a carga máxima. Se deshidrató pescado de bajo valor comercial nativo del estado de Campeche y se presenta la cinética de secado de la especie Chac-chí, se llevó a cabo durante dos días de procesamiento, en 14 horas de secado continuo, con una irradiancia solar máxima de 881 W/m<sup>2</sup> y una temperatura máxima registrada de 35 °C.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASOLMEX. (2016). El potencial de la energía solar en México. Deng, Z., Li, M., Xing, T., Zhang, J., Wang, Y., & Zhang, Y. (2021). A literature research on the drying quality of agricultural products with using solar drying technologies. *Solar Energy*, 229, 69–83. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2021.07.041>
- Fudholi, A., Sopian, K., Yazdi, M. H., Ruslan, M. H., Gabbasa, M., & Kazem, H. A. (2014). Performance analysis of solar drying system for red chili. *Solar Energy*, 99, 47–54. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2013.10.019>
- García Valladares Octavio, P. F. I. (2017). Aplicaciones térmicas de la energía solar en los sectores residencial, servicios e industrial.
- Machuelo, E., Tilapias, R., & Total, O. (2017). Producción de captura de pescado. 2016–2017.
- Ramírez-Rodríguez, M. (2015). La pesquería de camarón en Campeche: Desarrollo histórico y perspectiva. *Ciencia Pesquera*, 23(1), 73–87
- Wakida-Kusunoki, A. T., Rojas-González, R. I., Toro-Ramírez, A., Medina-Quijano, H. A., Cruz-Sánchez, J. L., Santana-Moreno, L. D., & Carrillo-Nolasco, I. (2016). Caracterización de la pesca de camarón en la zona costera de Campeche y Yucatán. *Ciencia Pesquera*, 24(May), 3–13.