

SECADO Y COCCIÓN SOLAR COMO ESTRATEGIA PARA EL BIENESTAR DE LAS COMUNIDADES RURALES DEL ESTADO DE NAYARIT

Blanca E. Gómez Espinoza, Sarah Messina, Teresa Ruiz Sánchez, Anthony J. Hernández Bautista, Hada E. Tadeo Cenicerros

Universidad Autónoma de Nayarit, Ciudad de la cultura Amado Nervo, Tepic Nayarit, 63170,
México, (311) 211 88 00
18015343@uan.edu.mx

José Campos Álvarez

Instituto de Energías Renovables (UNAM), Priv. Xochicalco S/N Temixco, Morelos 62580
México

RESUMEN

La deshidratación y secado de productos es uno de los métodos más simples, económicos y antiguos para la conservación de alimentos. Eliminar el agua de los alimentos para inhibir el crecimiento de microorganismos, evitando así el desperdicio de éstos es el principal beneficio del secado. De esta forma se reduce el peso y el volumen, lo que genera que los costos de transporte y almacenamiento disminuyan (FAO-AGS, s. f.). Por otra parte, las cocinas solares funcionan según este principio básico: la luz solar se convierte en energía térmica, que se retiene para cocinar. Dependiendo de la zona geográfica y cómo se cocine, la cocina solar puede ahorrar tiempo, esfuerzo y combustible (solarcooking, , 2020). El objetivo de este trabajo es evaluar el desempeño energético de dos diferentes tecnologías para el aprovechamiento térmico de la energía solar: i) un secador solar doméstico disponible comercialmente, en dos condiciones de operación, de forma pasiva y con convección forzada (con un extractor de aire) y ii) el desempeño de tres prototipos de estufas solares: cocina solar tipo horno, cocina solar parabólica y cocina solar de panel "Pucca". Dichos diseños son de acceso público encontrados en internet. Durante la evaluación de desempeño de los equipos se hará el registro de la temperatura, humedad, pérdida de masa y mediciones de irradiación global y variables climatológicas del sitio de medición. Los conocimientos obtenidos de este trabajo serán compartidos con las personas de las comunidades rurales del estado de Nayarit, con la finalidad de disminuir el desperdicio de frutas mediante la opción de secado, así como reducir el uso de combustibles como leña, el cual es el principal medio de cocción de alimentos en las comunidades remotas del estado de Nayarit.

ABSTRACT

Drying is one of the simplest, cheapest and oldest methods of food preservation. Removing water from food to inhibit the growth of microorganisms, thus avoiding their waste, is the main benefit of drying. In this way, weight and volume are reduced, which means that transport and storage costs decrease (FAO-AGS, s. f.). On the other hand, solar cookers work according to this basic principle: sunlight is converted into thermal energy, which is retained for cooking. Depending on the geographical area and how it is cooked, solar cooking can save time, effort and fuel (solarcooking.com). The objective of this work is to evaluate the energy performance of two different technologies for the thermal use of solar energy: i) a commercially available domestic solar dryer, in two operating conditions, passively and with forced convection (with an extractor of air) and ii) the performance of three prototypes of solar cookers: oven-type solar cooker, parabolic solar cooker and "Pucca" panel solar cooker. These designs are public access found on the internet. During the performance evaluation of the equipment, the temperature, humidity, mass loss and measurement of global irradiation and climatological variables of the measurement site will be recorded. The knowledge obtained from this work will be shared with the people of the rural communities of the state of Nayarit, with the purpose of reducing the waste of fruits through the drying option, as well as reducing the use of fuels such as firewood, which is the main means of food cooking in remote communities of the state of Nayarit.

Palabras claves: cocción solar, secado solar, desarrollo rural, soberanía alimentaria

1. INTRODUCCIÓN

El agotamiento acelerado de los recursos energéticos provenientes de hidrocarburos es un problema global crucial debido al aumento del consumo de energía. Las aplicaciones domésticas que usan energía constituyen una parte importante del consumo total de energía, especialmente para cocinar y calentar agua (Vengadesan & Senthil, 2021). Datos presentados por la SENER (Secretaría de Energía) y por la CONUEE (Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía), sobre la distribución porcentual en el uso de combustibles para cocinar o calentar alimentos en México establecen lo siguiente: con un 80% el gas LP, es el más utilizado en las cocinas mexicanas, seguido de leña y carbón con un 11.3%, 7.3% para el gas natural y 1.4% para la electricidad. Lo anterior indica que hay un rezago en la utilización de fuentes renovables como un medio para procesar y cocinar alimentos. Sumado a ello, la contaminación del aire en los hogares en comunidades rurales por quema ineficiente de combustibles como leña y carbón es actualmente uno de los principales riesgos ambientales y de salud en los sitios rurales a nivel mundial. Cada año aproximadamente cuatro millones de muertes prematuras de niños y adultos a causa de enfermedades respiratorias, cardiovasculares y cáncer, así como graves lesiones por escaldaduras, quemaduras e intoxicaciones son asociadas al uso de leña y sistemas de combustión ineficientes para la cocción de alimentos (Soomro, s. f.).

Por otra parte, las pérdidas y el desperdicio de alimentos de acuerdo con la FAO, estiman que, en todo el mundo, un 14% de los alimentos, valorado en 400,000 millones de USD, se pierde entre la cosecha y la distribución. La reducción de estas pérdidas es fundamental para mejorar la seguridad alimentaria y reducir la huella medioambiental de los sistemas alimentarios. (FAO, 2021).

Así, este trabajo se plantea con la finalidad de evaluar el desempeño energético secadores solares de escala doméstica disponibles

comercialmente, y determinar las condiciones óptimas de operación. Asimismo, se evalúa el desempeño de tres prototipos de estufas solares: cocina solar tipo horno, cocina solar parabólica y cocina solar de panel “Pucca”. Dichos diseños son de acceso público, disponibles en solarcooking.org. Mediante la medición del incremento de temperatura para el caso de los cocedores, así como la medición de parámetros de temperatura, humedad relativa, pérdida de masa para el caso de secadores, además de variables climatológicas en el sitio y la medición de la irradiancia solar incidente es posible la evaluación de desempeño de cada prototipo en este estudio.

Los resultados obtenidos se harán del conocimiento de las personas y serán compartidos y divulgados con las personas de las comunidades rurales del estado de Nayarit, mediante estrategias de comunicación y apropiación social del conocimiento, con la finalidad de disminuir el desperdicio de las frutas y otros productos agrícolas mediante la opción de secado, así como reducir el uso de combustibles como la leña, el cual es el principal medio de cocción en las comunidades rurales y remotas del estado de Nayarit.

Secado Solar: El secado ayuda eliminar el agua de los alimentos para inhibir el crecimiento de microorganismos, reduciendo así el peso y el volumen, lo que genera una disminución en los costos de transporte y almacenamiento y alarga la vida de anaquel de los productos del campo. Además, es uno de los métodos más sencillos, económicos y antiguos para la conservación de alimentos. La desventaja del secado al sol es que el procesador tiene muy poco control sobre las condiciones de secado y la calidad de la fruta no siempre es la deseada. Para hacer productos de mayor calidad, los procesadores usan secadores operando principalmente con gas o electricidad. (FAO-AGS, s. f.).

En el secador pasivo la convección es natural, al calentarse el aire en la cavidad, su densidad disminuye y éste asciende, con lo que crea corrientes de aire seco que extraen la humedad del objeto a secar. Por otra parte, en un secador por convección forzada, el aire se mueve con el auxilio de ventiladores y/o extractores. Este tipo de secador es más utilizado para uso industrial; así como para el tratamiento de productos agropecuarios en grandes cantidades. Pueden ser diseñados con recirculación de aire y, por lo tanto, la eficiencia de la instalación aumenta (Sivipaucar et al., s. f.). Frente a la gran demanda de alimentos para abastecer a la población mundial, es triste observar que entre el 30 y el 40 % de los alimentos producidos perecen en todo el mundo cada año debido a la falta de un procesamiento y conservación adecuados después de la cosecha. En México, el índice de desperdicio de alimentos es de 259 kg/ per cápita, y datos a nivel mundial indican que anualmente se desperdician 1300 millones de toneladas de alimentos para consumo humano (CEC, 2018). Por lo que el secado solar es una buena alternativa para evitar el desperdicio de frutos tropicales producidos en las comunidades rurales del estado de Nayarit.

El estado de Nayarit cuenta con el potencial de energía solar para la integración de tecnologías de energía renovable en las actividades agropecuarias puede tener un impacto medible en su desarrollo socioeconómico. Entre las frutas que se producen en el estado, con demanda en el mercado internacional, se encuentran: guanábana, jaca, mango, piña, plátano, sandía, coco y arándano. Mientras que para la demanda estatal destacan cultivos como melón, guayaba, fresa, mora, durazno y tejocote. Nayarit también tiene una producción notable de caña de azúcar, maíz, sorgo, frijol y aguacate. Todo esto hace de Nayarit un “estado agrícola”. (SIAP / Agricultura, s. f.).

Cocción Solar: En la actualidad en muchas de las comunidades rurales del estado de Nayarit, el uso de la leña como fuente de energía para cocinar es un hábito, lo que genera daños a la salud, principalmente de niños y mujeres que inhalan los humos de la combustión y a su vez la afectación al medio ambiente. Las cocinas solares, ofrecen una opción sustentable para cocinar, al pasar de los años, su implementación ha sido poco exitosa, sin embargo, en la última década han tomado la importancia que se merecen y en la actualidad podemos observar y conocer nuevos modelos de cocinas solares de acceso universal, así como diseños comercialmente disponibles que son prometedores y que ayudarían a poder controlar los estragos de cocinar con combustibles fósiles y la biomasa. Sin embargo, aún no se ha aprovechado todo el potencial de sustentabilidad que ofrecen las cocinas solares, ya que la mayoría de las personas por costumbre prefieren los combustibles fósiles y la biomasa como fuente de energía debido a que se tiene la idea generalizada de que la cocción es más rápida y su menor costo. El impacto medioambiental y el costo del ciclo de vida pueden reducirse en un 65 % y un 40 %, respectivamente, eligiendo cocinas solares sencillas. Las cocinas solares de bajo costo, como las cocinas de panel, las cocinas de caja tipo horno y las cocinas parabólicas, se pueden fabricar fácilmente utilizando materiales de fácil acceso (Vengadesan & Senthil, 2021).

Las tecnologías solares térmicas se pueden utilizar en el campo de la cocción solar. Este tipo de tecnologías obedecen a la CSP (energía solar concentrada por sus siglas en inglés), es decir, al principio de convertir la radiación solar en energía térmica, dependiendo del tipo de materiales reflectores que se utilicen. Una vez concentrada la radiación solar habrá de convertirse en energía térmica de manera eficiente. Posteriormente la energía térmica se concentra en una pequeña superficie que se le llama punto focal. Finalmente, con el calor que se genera en el punto focal se pueden cocinar fácilmente alimentos o hervir agua para aquellas comunidades que no son privilegiadas.

Cocina de caja tipo horno: La cocina solar de caja tipo horno, este fue uno de los primeros diseños de cocina solar, creado por el naturalista suizo De-Saussure en 1767 (Garg & Adhikari, 1998). Era una caja rectangular aislada y placas de vidrio. Las cocinas solares de caja tipo horno son un sistema de recolección de energía solar de fácil uso para cocinar, tienen una eficiencia moderada en comparación con las cocinas de panel y de concentración parabólica. Las cocinas de caja disponibles en el mercado son costosas, por lo que muchos innovadores han sugerido variaciones más simples para fabricarlas usando cajas de cartón. En la tabla 1 se observan distintos modelos comerciales de cocinas solares de caja tipo horno disponibles en el mercado, sus costos y la temperatura reportada por el fabricante.

Tabla 1. Modelos de cocinas solares de caja tipo horno disponibles en el mercado

Tipo de diseño	Costo (\$) comercial	Punto de venta	Temperatura
Horno solar sun cook tropical	\$5402.89	gastronomiasolar.com	180° - 200 °C (según latitud)
Horno solar suntaste compact	\$7394.54	gastronomiasolar.com	180° - 200 °C (según latitud)
Gosun gosun go horno solar	\$8769.00	mercadolibre.com.mx	Sin registro

Cocina solar de panel: En el año 1996, Roger Bernard (Bernard, 1996) el inventor de la cocina de panel, intentaba modificar la cocina de caja para hacerla más segura, especialmente para los niños, quitando la cubierta de vidrio. Descubrió que la caja no funcionaba cuando se quitaba el vidrio. Entonces, trató de aumentar la superficie del reflector, y esto tampoco funcionó. Luego colocó la comida a cocinar en una ensaladera invertida. Para deleite de su equipo, este arreglo funcionó, y así nació la gran y más popular cocina solar 'COOKIT'. Fue Barbara Kerr, quien bautizó este sencillo aparato como 'Cocina de panel' y actualmente existen diversos modelos en el mercado, como se ilustra en la Tabla 2. Aunque las cocinas de panel son económicas de construir y están disponibles a bajo costo, tienen un rendimiento de eficiencia de cocción más bajo (Vengadesan & Senthil, 2021).

Tabla 2. Modelos de cocinas solares de panel disponibles en el mercado.

Tipo de diseño	Costo (\$) comercial	Punto de venta	Temperatura
Easycook	\$1205.00	www.invasionverde.com	120°C
Cocina solar de 2300W	\$2590.95	es.aliexpress.com	120°C
Cocina solar plegable sungood	\$1878.79	www.solarbrother.com	100°C a 120°C

Cocina solar parabólica: Las cocinas parabólicas son versátiles; pueden cocinar, hervir, freír y hornear todo tipo de alimentos muy rápidamente, en comparación con las cocinas de caja, embudo o panel. Una cocina parabólica típica tiene un reflector parabólico de 1.4 m de diámetro unido a un soporte firme de tal manera que se puede girar fácilmente para seguir la altitud solar y los ángulos de acimut, cada 15 a 20 minutos. En la tabla 3, se muestran diversos modelos y sus costos de prototipos de estufas parabólicas disponibles en el mercado.

Tabla 3. Modelos de cocinas solares de reflector parabólico disponibles en el mercado.

Tipo de diseño	Costo (\$) comercial	Punto de venta	Temperatura
Cocina solar parabólica cookup inox	\$6250.40	Gastronomiasolar.com	+200 °C
Cocina solar parabólica cookup 200	\$8263.24	Gastronomiasolar.com	+200 °C
Gdae10 cocina solar portátil	\$9419.00	Mercadolibre.com	Sin registro

2. METODOLOGÍA

Para la evaluación del desempeño energético de los prototipos a estudiar, utilizó un sistema autónomo de monitoreo y medición de variables. El sistema permite llevar a cabo la medición, monitoreo, registro y almacenamiento de datos, de las variables temperatura, irradiancia, humedad, masa. El sistema de medición está basado en el uso de un microcontrolador Arduino Mega 2560 y el Software "Arduino IDE" y cuenta con 10 sensores "DS18B20" para la medición de temperatura, 4 sensores "DHT22" para la medición de humedad relativa y temperatura, 4 celdas solares de 2.3 x 4.3 cm calibradas para conocer la irradiancia solar y un módulo HX711 conjunto a una celda de carga de 5 Kg para la medición de masa, un módulo micro SD para guardar la información obtenida de los sensores y un display "SSD1306" para la visualización de información en tiempo real. Los sensores se colocaron interna y externamente en distintas posiciones tanto de los cocedores como los secadores solares, con la finalidad de conocer los parámetros climatológicos y de desempeño de los equipos. En la ilustración 1 se observa la configuración de la instrumentación y la distribución de los sensores en los prototipos.



Ilustración 1-Configuración del sistema de instrumentación de secadores y cocinas solar

3. RESULTADOS

Evaluación de la cocción solar: Durante la evaluación de desempeño de los tres modelos de cocedores solares a evaluar, se registró la temperatura ambiente, la temperatura en la cavidad del horno, la temperatura en la olla de cocción, así como la irradiancia global. El tiempo de cocción fue de aproximadamente 4 horas para los diversos alimentos. Se cocinaron alimentos de los diferentes grupos alimenticios, cereales (arroz), leguminosas (frijol), proteínas (carne) y verduras (zanahoria, chícharo, elote). Se eligió el mes de julio para realizar las pruebas de cocción dado que las condiciones climatológicas no son favorables y con esto se quería demostrar que a pesar de ello las cocinas solares funcionan. A continuación, se muestran las gráficas obtenidas para cada modelo de estufa, cocinando 3 distintos alimentos (frijol con carne de cerdo, arroz y pay). En la gráfica de temperatura e irradiancia de la ilustración 2, la línea negra representa la T ambiente, la roja la T de la cavidad del horno, la verde la T que se alcanzó en la olla y la azul la irradiancia global. En la ilustración 2 se muestra la relación del incremento de temperatura en función del tiempo y la irradiancia, a) medición para el frijol con cerdo, b) la medición para el arroz) mediciones para el pay de queso y d) la colocación de sensores en el prototipo tipo horno.

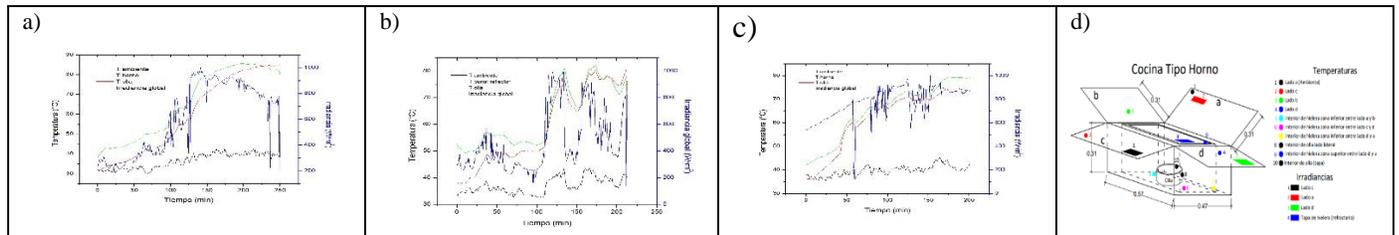


Ilustración 2-Gráficas de temperatura e irradiancia y configuración de instrumentación en cocina de caja tipo horno.

Los resultados demuestran que, para el prototipo tipo horno en la gráfica del a) en la parte superior de la cavidad se alcanza una mayor temperatura, por lo que esto ayudó a la corrección de la posición de la olla. La mayor temperatura registrada fue de 85.91°C dentro del horno, mientras que en la olla fue de 84.78°C. Se puede observar que la temperatura mantuvo valores superiores a 80°C durante 1h. Para la gráfica del b) se alcanzó una temperatura máxima de 81°C dentro de la cavidad del horno, la irradiancia estuvo variando durante el día y el producto final fue un alimento poco cocido. Los resultados de la gráfica c) nos indican que la temperatura máxima fue de 79.8°C dentro del horno y las irradiancias se mantuvieron constantes entre los $800 - 1000 \frac{W}{m^2}$. Durante los 3 días de cocción en la cocina de caja tipo horno, ninguno de los 3 alimentos se cocinó en el rango de tiempo que se había establecido.

Para la medición de temperatura en las cocinas de panel “Pucca” y parabólica “Dats” las líneas de la gráfica de temperatura e irradiancia de la ilustración 3 y 4, para el color negro representan la T ambiente, la roja la T del panel reflector, la verde la T de la olla y la azul la irradiancia global.

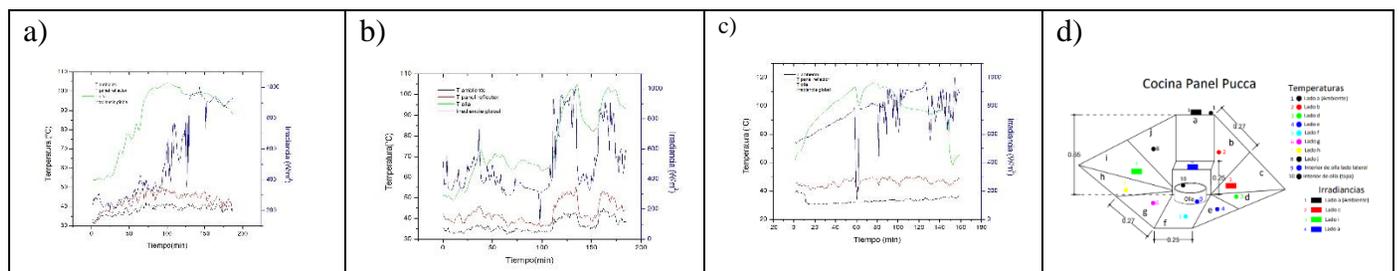


Ilustración 3-Gráficas de temperatura e irradiancia y configuración de instrumentación en cocina de panel Pucca.

La temperatura máxima alcanzada fue de 104°C y 115 °C respectivamente para cada cocina. La cocina solar parabólica alcanzó mayor temperatura, sin embargo, sólo logró mantenerla durante 31.4 minutos en un rango de 100-115 °C, mientras que la cocina de panel “Pucca” alcanzó 104 °C durante 40 minutos variando de 100 a 104°C. Esto para el día de cocción del frijol con cerdo. Las condiciones climatológicas para este día no fueron favorables, ya que por periodos de tiempo como se observa en la gráfica de la ilustración 3 y 4 del a) hubo nubosidad. Para el día de cocción del arroz las condiciones climatológicas estuvieron variando durante el día ya que como se observa en las gráficas b) de las ilustraciones 3 y 4 la irradiancia no se mantuvo constante durante el tiempo de cocción. El tercer día de cocción (pay) se presentaron mejores condiciones climatológicas, por lo que la irradiancia se mantuvo constante en determinados periodos de tiempo, por lo que se alcanzaron mayores temperaturas 116.64 °C y 99.14°C respectivamente. Según los comensales se obtiene una mejor consistencia y textura de los alimentos, con la cocina de panel “Pucca”, además para este día fue la cocina que en un menor tiempo del establecido cocinó.

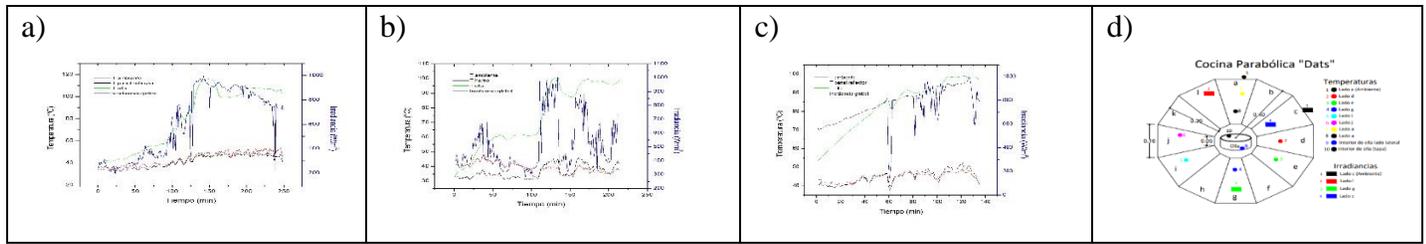


Ilustración 4-Gráficas de temperatura e irradiancia y configuración de instrumentación en la cocina parabólica.

La información obtenida en este trabajo sobre el desempeño de los prototipos fue compartida con personas que habitan en comunidades rurales del estado de Nayarit a través de talleres de capacitación sobre secado y cocción solar en el marco del proyecto 319456 del fondo CONACYT-PRONACES, dichos talleres consistían en la elaboración colectiva de los 3 prototipos de cocinas, desde su construcción hasta ponerlas a cocinar y finalizando con la degustación. Sistemáticamente las personas asistentes a la capacitación se mostraron interesadas, participativas y muy emocionadas con la idea de cocinar con el sol. En una escala de 1-3 se les pregunto cuál cocina les parecía mejor, siendo 1-Muy buena, 2-Buena y 3- regular, la respuesta de mayor frecuencia se muestra en la tabla 4. Para la mayoría de los participantes del taller la cocina que más llamaba la atención era la de caja tipo honor, esto debido a la facilidad de armarla y de conseguir los materiales.

Tabla 4-Percepción de utilidad de cocinas solares entre las personas usuarias

Tipo de cocina	Percepción de utilidad
Caja tipo horno	Regular
Panel "Pucca"	Muy buena
Parabólica "Dats"	Buena

Secador solar: La evaluación del desempeño energético de un secador solar casero comercial, en dos diferentes condiciones, con convección natural y utilizando convección forzada (con un extractor de aire). El secador comercial casero fue el modelo *Drybox mini*² con capacidad de 1500g y una temperatura entre los 60-70°C. Durante la etapa experimental se realizaron diferentes corridas de secado. Los alimentos a secar fueron: jitomate, cebolla, cilantro, perejil, plátano, plátano macho y chiles serranos. Se midió la temperatura, humedad, irradiancia y la pérdida de masa. A continuación, se muestran las gráficas de secado que se obtuvieron para la corrida de jitomate. Las líneas rojas en las gráficas de temperatura de la ilustración 5 y 6, representan: negro T ambiente, rojo T superior (charola 1) y verde T inferior (charola 2). Para las gráficas de humedad relativa, la línea negra representa la humedad ambiente y la roja la humedad dentro del secador, esto para ambos secadores. Las gráficas de irradiancia de las ilustraciones 5 y 6, representan: la línea negra el área superior, la roja el área inclinada y la verde el área frontal.

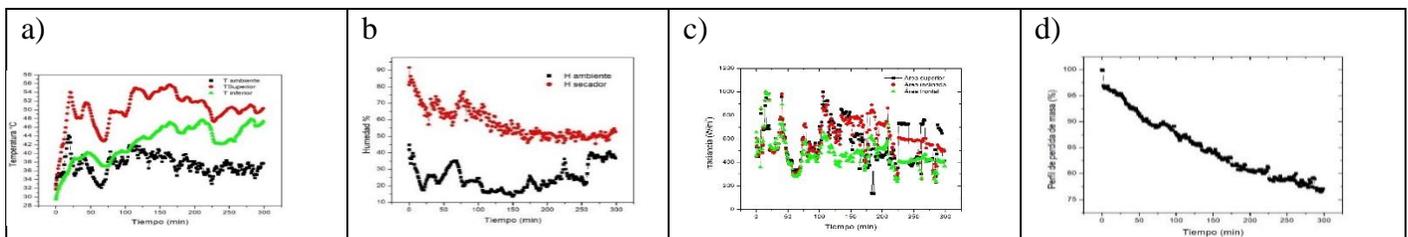


Ilustración 5. Gráficas de temperatura, humedad, irradiancia y pérdida de masa en el secador con convección natural

De acuerdo con los resultados presentados en las gráficas de la ilustración 5, el secador por convección natural alcanzó una temperatura máxima de 55.59°C con un porcentaje en humedad relativa del 45.85% y con irradiancia máxima de $1000w/m^2$, la pérdida de masa fue de 34% de la masa inicial para un periodo de 5h. En el secador con convección forzada de acuerdo a la ilustración 6, la temperatura alcanzó 58 °C, y humedad de 15.28% resultando en una pérdida de masa del 30% en el mismo periodo de tiempo, lo que sugiere que no hay un beneficio significativo en este diseño con la remoción de aire.

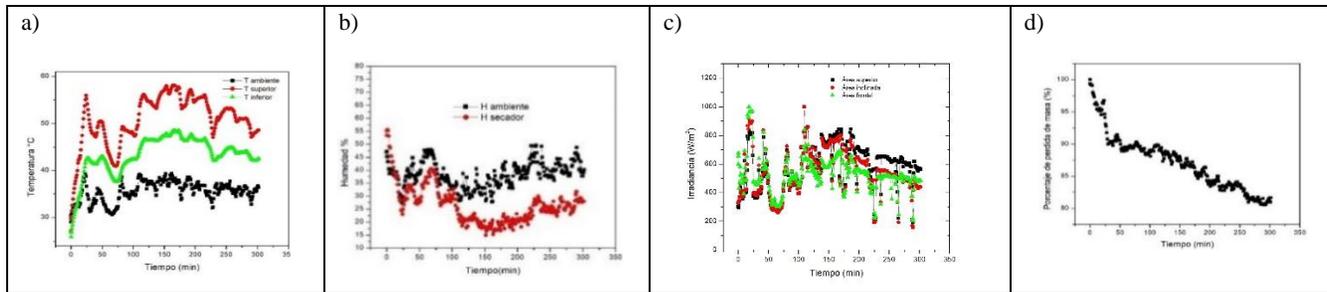


Ilustración 6. Gráficas de temperatura, humedad, irradiancia y pérdida de masa en el secador con convección forzada

4. CONCLUSIÓN

En este trabajo se demuestran experiencias prácticas de la evaluación de prototipos de cocción y secado solar. Las cocinas alcanzaron temperaturas de 85.9°C (cocina de caja tipo horno), 104.41°C (cocina de panel “Pucca”) y 115.12°C (cocina parabólica “Dats”) en las pruebas realizadas durante el mes de julio, durante el cual se registra la mayor cantidad de días nublados en la ciudad de Tepic, garantizando con ello que aún en las condiciones climáticas menos favorables, es posible cocinar con el sol. Dos de los tres prototipos cocinaron y alcanzaron temperaturas arriba de los 100°C. En el caso de los secadores solares se logró reducir en un 34% el peso del jitomate en el secador por convección natural y un 30% el de convección forzada, lo que significa que para secadores a escala doméstica la convección forzada no es necesaria, simplificando así el proceso y la facilidad de uso de secadores solares directos en aplicaciones domésticas. El compartir experiencias en cuanto a la construcción y uso de estos prototipos y promocionar su utilización en las comunidades rurales acercó el conocimiento a las personas, les dotó información de utilidad para hacer más sustentables sus formas de preparación y conservación de alimentos y les motivó a querer aprovechar el recurso solar. Este trabajo queda abierto a futuras investigaciones que ayuden a seguir evaluando y mejorando los sistemas de medición y monitoreo del recurso solar.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo de CONACYT-PRONACES 2022 a través del proyecto 319456 y al programa del fortalecimiento de la investigación DELFIN edición 2022.

REFERENCIAS

- Annual Energy Outlook 2022—U.S. Energy Information Administration (EIA)*. (s. f.). Recuperado 28 de septiembre de 2022, de <https://www.eia.gov/outlooks/aeo/narrative/introduction/sub-topic-01.php>
- Bernard, R. (1996). *SOLAR ENERGY - The Big Adventure of Solar Cookers*. http://iiscenvic.nic.in/Environ_sys/doc1995_1996/solardoc610.html
- bp Statistical Review of World Energy 2021: A dramatic impact on energy markets | News and insights | Home*. (s. f.). Bp Global. Recuperado 28 de septiembre de 2022, de <https://www.bp.com/en/global/corporate/news-and-insights/press-releases/bp-statistical-review-of-world-energy-2021-a-dramatic-impact-on-energy-markets.html>
- CEC. (2018). *Characterization and Management of Food Loss and Waste in North America*. <http://www.cec.org/es/publications/characterization-and-management-of-food-loss-and-waste-in-north-america-2/>
- FAO. (2021). *Pérdida y desperdicio de alimentos*. Portal de apoyo a las políticas y la gobernanza. <https://www.fao.org/policy-support/policy-themes/food-loss-food-waste/es/>
- FAO-AGS. (s. f.). *Driet Frut*. Información sobre operaciones de poscosecha. Recuperado 28 de julio de 2022, de <https://www.fao.org/in-action/inpho/publicaciones/detail/es/c/2403/>
- Garg, H. P., & Adhikari, R. S. (1998). Renewable energy programme and vision in India. *Renewable Energy*, 14(1), 473-478. [https://doi.org/10.1016/S0960-1481\(98\)00106-2](https://doi.org/10.1016/S0960-1481(98)00106-2)
- SIAP | AGRICULTURA. (s. f.). Recuperado 28 de julio de 2022, de <https://www.agricultura.gob.mx/datos-abiertos/siap>
- Sivipaucar, C., Curo, H., Huancahuari, E., Llantoy, V., & Valderrama, A. (s. f.). *CÁLCULO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SECADOR SOLAR POR CONVECCIÓN NATURAL PARA EL SECADO DE PLANTAS MEDICINALES NO TRADICIONALES*. 13.
- Soomro, A. (s. f.). *Kit de soluciones de la OMS para promover energías domésticas limpiaS*. 4.



Vengadesan, E., & Senthil, R. (2021). Experimental investigation of the thermal performance of a box type solar cooker using a finned cooking vessel. *Renewable Energy*, 171, 431-446.
<https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.02.130>

(*Annual Energy Outlook 2022 - U.S. Energy Information Administration (EIA)*, s. f.)
(*Bp Statistical Review of World Energy 2021*, s. f.)