

6 al 10 de noviembre de 2023

ConSyCSA

Memorias 2023

**4to . Congreso
Iberoamericano de Secado,
Cocción y Refrigeración Solar
de Alimentos**

6 al 10 de noviembre 2023

6 al 10 de noviembre de 2023

Comité Organizador

Beatriz Castillo Téllez
Presidenta

Universidad de Guadalajara

Margarita Castillo Téllez
Erick César López Vidaña
Octavio García Valladares
Isaac Pilatowsky Figueroa
Wilfrido Rivera Gómez-Franco

Universidad Autónoma de Campeche
Centro de Investigación en Materiales Avanzados S.C.
Universidad Nacional Autónoma de México
Universidad Autónoma de Morelos
Universidad Nacional Autónoma de México

Comité organizador local

Dr. César Ernesto González Coronado
Dr. Alberto Coronado Mendoza
Centro Universitario de Tonalá

Mtro. Gerardo Alberto Mejía Pérez
Coordinador de Extensión y Acción Social

Dr. Javier E. García de Alba Verduzco
Dra. Blanca Catalina Ramírez Hernández
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias

Dr. Carlos Jesahel Vega Gómez
Dra. Karla Fabiola Vega Ruíz
Dr. Jaime Briseño Ramírez
Centro Universitario de Tlajomulco

Dra. Martha Fabiola Martín del Campo
Dr. Juan Carlos Gutiérrez Villegas
Centro Universitario del Norte

Dra. Alma Yolanda Alanís García
Dr. César Octavio Monzón
Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería

Dr. Yeshohua Aguilar Molina
Sección Guadalajara IEEE

6 al 10 de noviembre de 2023

Comité Técnico Revisor

Antonio Lecuona Newmann

Claudia Aracely Ruiz Mercado

Francisco C. Martínez Tejeda

Isaac Pilatowsky Figueroa

Margarita Castillo Téllez

Beatriz Castillo Téllez

Marcela Soto García

Erick Cesar López Vidaña

Salvador Sosa Reyes

Octavio García Valladares

Javier Alejandro Hernández

José Gervasio Partida Sedas

Raúl Quiroz Martínez

Juan Carlos Gutiérrez Villegas

Rosenberg Javier Romero

Miguel Angel Córdori Catorceno

Diana C. Mex Álvarez

José Camilo Jiménez García

Néstor Manuel Ortiz Rodríguez

Jesús Águila León

Rachid Marzoug

Alfredo Domínguez Niño

Carlos Jesahel Vega Gómez

Mario Nájera Trejo

Néstor Manuel Ortiz Rodríguez

Salvador Sosa Reyes

Celestino Rodríguez Ruivo

Pedro Serrano

José Ángel Tlatelpa Becerro

José Antonio Rubio González

Carolina Livier Recio Colmenares

Roxana Recio Colmenares

Cesar Augusto Rodríguez Arias

Wilfrido Rivera Gómez Franco

Ana Rosa García Angelmo

6 al 10 de noviembre de 2023

16	Construcción y caracterización de un deshidratador Solar de alimentos en Tonalá, Jalisco, México.....	119
17	Secado de granos de cacao en un secador solar inflable.....	125
18	Análisis de poligeneración de energía para el calentamiento de agua en el tratamiento térmico de mango de exportación en el sur de Sinaloa.....	132
19	Ensayos de caracterización de cocina solar fotovoltaica sin electrónica ni batería.....	138
20	Comparación financiera entre una cocina solar de reflector parabólico focal y una estufa eléctrica de inducción para la cocción de proteína para consumo humano.....	144
21	Deshidratador solar térmico.....	150
22	Análisis paramétrico de un secador solar de bagazo de agave tequilero.....	159
23	Development of a mobile device using solar thermal and PV for vegetable dehydration.....	166
24	Análisis termodinámico de la concentración solar para cocimiento de alimentos.....	173
25	Análisis técnico, económico y ambiental de un secador solar térmico-fotovoltaico con almacenamiento térmico.....	178
26	Estudio de corrosión del acero inoxidable 304 en LiCl.....	185
27	Comparativo del desempeño térmico de dos secadores tipo túnel con hibridación de tecnologías solares.....	193
28	Implementación de una Planta de secado solar como alternativa sustentable para las comunidades pesqueras del Estado de Campeche.....	201
29	Aprovechamiento de Residuos de Pescado para la Obtención de Subproductos Usando Tecnología Solar - Caso Actual de México ...	207

6 al 10 de noviembre de 2023

29 Aprovechamiento de Residuos de Pescado para la Obtención de Subproductos Usando Tecnología Solar - Caso Actual de México

Juan C. Percino-Picazo^{a*}, Alfonso Lorenzo-Flores^a y Margarita Castillo-Téllez^a

^aFacultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Campeche, Campeche, México

*Autor de correspondencia: Juan C. Percino-Picazo (jcpercino@gmail.com).

Resumen

Los residuos orgánicos, en especial los de pescado, representan un problema ambiental y de salud pública. En México, se estima que se producen alrededor de 2 millones de toneladas de residuos de pescado al año, de los cuales solo se aprovecha un pequeño porcentaje. La investigación en el manejo sustentable de residuos de pescado es importante para reducir su impacto ambiental y generar beneficios económicos y sociales. A nivel internacional, se han desarrollado tecnologías para el aprovechamiento de estos residuos para la producción de biofertilizantes, alimento para ganado, biocombustibles, entre otros. En México, la investigación en este tema es incipiente. En este trabajo se desarrolla un estudio extensivo de la caracterización de residuos de pescado, las principales tecnologías de procesamiento y el estado actual del uso de las técnicas de secado solar para residuos pesqueros en México.

Palabras clave: Residuos de pescado; Manejo de residuos; Secado de residuos.

Introducción

La industria pesquera y acuícola forman parte medular de la seguridad alimentaria a nivel mundial, en 2020 alcanzó una producción de 178 millones de toneladas, y se estima que siga creciendo a una tasa de 3.3% anual [1]. Se estima que México contribuye con 1.7% respecto a la captura mundial de pescado, muy por debajo de países como Perú (7.1%), Estados Unidos (5.3%) y Chile (2.2). La Organización de alimentos y agricultura de las naciones unidas (FAO, por sus siglas en inglés) estima que, el consumo de pescado mantenga su crecimiento en los

6 al 10 de noviembre de 2023

próximos años, por lo que ha recomendado tomar acciones para transformarlo al sector en un sector sustentable, responsable con la preservación de ecosistemas marinos, reducir la contaminación de los procesos pesqueros y acuícolas y promover la equidad social. [1], [2].

Sin embargo, un desafío emergente es la cantidad de desperdicio y descarte de pescado. Se sabe que alrededor del 20% de la captura se descarta o no llega al consumidor final, mientras que del resto de pescado procesado hasta 70% se convierte en desecho (agallas, vísceras, espina, entre otros) [3].

Es importante mencionar que, los procesos de pesca no sustentables han contribuido a la sobreexplotación, destrucción del hábitat, contaminación por tratamiento no adecuado de los residuos de pesca y residuos de proceso, como el agua de lavado [4]. Estos residuos, si se manejan adecuadamente, podrían ser una fuente de subproductos valiosos, como aceite de pescado, aplicaciones farmacéuticas, silaje de pescado, alimento para especies menores y alimento para la misma acuicultura.

Por otro lado, el desarrollo de la tecnología termo solar para aplicaciones de secado de productos orgánicos ha tomado cada vez más relevancia. El uso de tecnologías de almacenamiento de energía térmica, la incorporación de ventilación forzada y el desarrollo de secadores solares híbridos. Han permitido mejorar la eficiencia y la productividad del secado solar, lo que lo hace más competitivo con otros métodos de secado [5], [6].

En la literatura existen trabajos acerca del aprovechamiento de residuos de pescado para la elaboración de subproductos de valor agregado, sin embargo, el aprovechamiento de las tecnologías termo solares para secado de pescado y residuos de pescado han sido poco estudiadas por lo que resulta de gran interés explorar este nicho de oportunidad. En el secado de pescado y residuos de pescado, el uso de estas tecnologías puede mejorar la calidad del producto final, reduciendo el riesgo de contaminación y deterioro. Además, el secado solar es una técnica sostenible que no requiere el uso de combustibles fósiles, lo que lo convierte en una opción atractiva para la conservación de pescado en zonas remotas o con recursos limitados [7], [8].

En este trabajo se presenta una revisión de la literatura del manejo de residuos de pescado y su utilización para la creación de subproductos. Se analiza el caso mexicano, mostrando sus principales áreas de oportunidad, en específico para la aplicación de tecnología termosolar para la obtención de subproductos.

Clasificación de Residuos de Pescado

Según la FAO, el porcentaje de desecho, desperdicio y descarte de pescado en las técnicas de pesca actuales se estima en un 70%. De este porcentaje, el 40% corresponde a desechos, el 15% a desperdicios y el 15% a descartes.

6 al 10 de noviembre de 2023

Los desechos son los componentes del pescado que no son comestibles, como las escamas, las espinas, las aletas, la cola, la cabeza, la piel, las vísceras, agallas entre otros. Estos componentes representan el 70% del total del pescado capturado. Los desperdicios son los componentes del pescado que son comestibles, pero que se pierden o se desperdician durante el procesamiento o el almacenamiento. Estos componentes representan el 10% del total del pescado capturado. Los descartes son los peces que se capturan accidentalmente y que no tienen valor comercial. Estos peces representan el 20% del total del pescado capturado.

Tabla 10. Principales subproductos del pescado, adaptado de [9], [10].

Subproducto	Participación (%)
Filete	36.9
Espina	15.3
Cabeza	21.5
Aleta	6.1
Huevo de pescado	4.2
Hígado	5.1
Resto de vísceras	7.7
Piel	3.2
Total	100

Los porcentajes presentados en la Tabla 10 varían de acuerdo con la especie capturada y la técnica de pesca, industriales o artesanales.

Además de los porcentajes mencionados anteriormente, es importante tener en cuenta que el desecho, el desperdicio y el descarte de pescado pueden variar en función de la especie, el tamaño, la calidad y el método de pesca. Por ejemplo, los peces pequeños y de baja calidad suelen tener un porcentaje de desecho más alto que los peces grandes y de alta calidad. Asimismo, los métodos de pesca que utilizan redes de arrastre suelen tener un porcentaje de descarte más alto que los métodos de pesca que utilizan anzuelos y líneas.

El desecho, el desperdicio y el descarte de pescado son un problema importante que tiene un impacto negativo en la sostenibilidad de la pesca y en la seguridad alimentaria. Para reducir este problema, es necesario desarrollar tecnologías y prácticas que permitan aprovechar al máximo el pescado capturado.

Subproductos y Aplicaciones

Los residuos de pescado son una fuente valiosa de nutrientes y compuestos bioactivos que pueden ser aprovechados para la producción de una amplia gama de productos, incluidos alimentos para humanos y animales, biofertilizantes y biocombustibles.

6 al 10 de noviembre de 2023

Los residuos de pescado, que incluyen escamas, espinas, cabeza, piel y vísceras, son una fuente importante de proteínas, ácidos grasos omega-3, vitaminas, minerales y antioxidantes. Estos nutrientes y compuestos bioactivos tienen un valor económico y pueden utilizarse para producir una variedad de productos con aplicaciones en la industria alimentaria, la agricultura y la medicina.

Los procesos más importantes para la obtención de estos subproductos incluyen el secado, la molienda y la extracción. El secado es un proceso que reduce el contenido de humedad de los residuos de pescado, lo que facilita su almacenamiento y transporte. La molienda reduce los residuos de pescado a un tamaño más pequeño, lo que facilita la extracción de los nutrientes y compuestos bioactivos. La extracción es un proceso que permite separar los nutrientes y compuestos bioactivos de los residuos de pescado.

El secado solar es una tecnología sostenible que puede utilizarse para secar los residuos de pescado sin necesidad de utilizar combustibles fósiles. El secado solar tiene una serie de ventajas sobre los métodos tradicionales de secado, como el uso de energía renovable, la reducción de los costes de producción y la mejora de la calidad de los productos.

El aprovechamiento de los residuos de pescado es una oportunidad para reducir el desperdicio de alimentos, mejorar la sostenibilidad de la industria pesquera y generar nuevas fuentes de ingresos para las comunidades costeras.

Técnicas de Secado Solar para Productos Pesqueros

Las técnicas de secado solar han evolucionado para ofrecer soluciones eficientes y sostenibles en la conservación de alimentos y otros materiales. El secado solar directo, que aprovecha la radiación solar para deshidratar productos, es ideal en regiones con alta incidencia de sol. Su aplicación es extensa, abarcando desde frutas y verduras hasta productos marinos. Aunque su eficiencia depende de factores ambientales, supera a los métodos tradicionales que requieren combustibles fósiles, ofreciendo una alternativa libre de emisiones y económicamente viable [11].

El secado solar indirecto, donde el aire se calienta en un colector solar antes de pasar por el producto, permite un control más preciso de la temperatura y la humedad, resultando en una calidad superior del producto final. Este método es eficiente incluso en días nublados, siendo aplicable a la deshidratación de hierbas, especias y pétalos de flores, donde es crucial preservar los compuestos volátiles. Los secadores solares mixtos, que combinan los métodos directos e indirectos, son particularmente beneficiosos para productos como los subproductos de residuos de pescado, donde se requiere mantener un bajo contenido de humedad para preservar la calidad.

Para garantizar la continuidad del proceso de secado frente a la variabilidad de las fuentes de energía como la solar, se han desarrollado los secadores híbridos. Estos sistemas utilizan fuentes de respaldo como combustibles fósiles, electricidad,

6 al 10 de noviembre de 2023

biomasa, energía geotérmica, bombas de calor o incluso energía eólica o hidroeléctrica para mantener las condiciones óptimas de secado. La integración de estas fuentes de respaldo en el diseño de secadores solares híbridos asegura la eficiencia y confiabilidad del proceso, lo que es crucial en aplicaciones donde la ventana de tiempo para el secado es limitada y la calidad del producto no puede comprometerse. Estos sistemas híbridos son una solución robusta para el secado de subproductos de residuos de pescado, permitiendo una producción continua y de alta calidad, independientemente de las fluctuaciones climáticas [8].

Manejo de residuos pesqueros en México

En el caso mexicano, la implementación de procesos para el rescate y valorización de los residuos de pescado aún es incipiente. Existe investigación acerca de la normatividad en el manejo de los residuos pesqueros, sin embargo, la investigación se centra en limitar la depredación de las distintas especies de captura [12]. García-Sifuentes et al, realizan una investigación de los compuestos aprovechables de los residuos de pescado, como colágeno, lípidos y proteínas [13]. Jiménez et al. realizan un estudio del tratamiento de residuos de pescado en Alvarado, Ver. y proponen harina de pescado y aceite de pescado como subproductos [14] Existe bibliografía de secado solar de productos del mar, sin embargo, en México no se encontraron referencias acerca de la utilización de tecnología termosolar para la obtención de subproductos de residuos de pescado.

Áreas de oportunidad

Se ha visto que los trabajos de investigación tienen enfoques muy diversos, tratándose del manejo de residuos pesqueros. Algunas áreas de oportunidad como futuro trabajo son:

1. Examinar el marco regulatorio actual en México respecto al manejo de residuos y cómo podría evolucionar para fomentar el uso de tecnologías sustentables para la obtención de subproductos.
2. Evaluar el impacto ambiental y social del manejo inadecuado de residuos de pescado y cómo la tecnología termosolar puede contribuir a mitigar estos problemas.
3. Realizar un análisis económico que compare el secado solar frente a los métodos convencionales, incluyendo la amortización de la inversión inicial y los ahorros a largo plazo.

Conclusiones

En conclusión, el aprovechamiento de los residuos de pescado mediante la tecnología de secado solar representa una oportunidad significativa para México, tanto en términos de gestión ambiental como de desarrollo económico. La adopción

6 al 10 de noviembre de 2023

de estas tecnologías no solo puede mitigar el impacto ambiental de los residuos orgánicos, sino que también puede generar subproductos de valor agregado, contribuyendo a la seguridad alimentaria y al sustento de las comunidades costeras. Las recomendaciones propuestas, que incluyen la inversión en investigación y desarrollo tecnológico, el apoyo gubernamental a través de políticas incentivadoras y la formación de trabajadores, son pasos esenciales hacia la transformación de la industria pesquera en una más sostenible y responsable. Al implementar estas medidas, México puede establecer un modelo de economía circular en la industria pesquera, alineándose con la visión sustentable de países desarrollados y fortaleciendo su posición en el mercado global.

Referencias

- [1] FAO, "The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation.," FAO, Jun. 2022. doi: 10.4060/cc0461en.
- [2] CONAPESCA, "Programa Nacional de Pesca y Acuicultura 2020-2024," 2020. Accessed: Oct. 23, 2023. [Online]. Available: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/616554/PROGRAMA_Nacional_de_Pesca_y_Acuicultura_2020-2024baja.pdf
- [3] D. Coppola, C. Lauritano, F. Palma Esposito, G. Riccio, C. Rizzo, and D. de Pascale, "Fish Waste: From Problem to Valuable Resource," *Mar Drugs*, vol. 19, no. 2, 2021, doi: 10.3390/md19020116.
- [4] S. Zhou, A. D. M. Smith, and E. E. Knudsen, "Ending overfishing while catching more fish," *Fish and Fisheries*, vol. 16, no. 4, pp. 716–722, 2015, doi: <https://doi.org/10.1111/faf.12077>.
- [5] H. S. EL-Mesery, A. I. EL-Seesy, Z. Hu, and Y. Li, "Recent developments in solar drying technology of food and agricultural products: A review," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 157, p. 112070, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.112070>.
- [6] A. Kamarulzaman, M. Hasanuzzaman, and N. A. Rahim, "Global advancement of solar drying technologies and its future prospects: A review," *Solar Energy*, vol. 221, pp. 559–582, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.solener.2021.04.056>.
- [7] P. R. Chanda, B. Podder, A. Biswas, and A. R. Sengupta, "Advancements in solar assisted drying technologies: A comprehensive review post 2017," *J Stored Prod Res*, vol. 104, p. 102190, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2023.102190>.
- [8] N. M. Ortiz-Rodríguez, M. Condorí, G. Durán, and O. García-Valladares, "Solar drying Technologies: A review and future research directions with a focus on agroindustrial

6 al 10 de noviembre de 2023

applications in medium and large scale," *Appl Therm Eng*, vol. 215, p. 118993, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2022.118993>.

- [9] R. Thirukumar, V. K. Anu Priya, S. Krishnamoorthy, P. Ramakrishnan, J. A. Moses, and C. Anandharamakrishnan, "Resource recovery from fish waste: Prospects and the usage of intensified extraction technologies," *Chemosphere*, vol. 299, p. 134361, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.134361>.
- [10] G. Caruso, R. Floris, C. Serangeli, and L. Di Paola, "Fishery Wastes as a Yet Undiscovered Treasure from the Sea: Biomolecules Sources, Extraction Methods and Valorization," *Mar Drugs*, vol. 18, no. 12, 2020, doi: 10.3390/md18120622.
- [11] S. K. Natarajan, E. Elangovan, R. M. Elavarasan, A. Balaraman, and S. Sundaram, "Review on solar dryers for drying fish, fruits, and vegetables," *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 29, no. 27, pp. 40478–40506, 2022, doi: 10.1007/s11356-022-19714-w.
- [12] A. Hernandez and W. Kempton, "Changes in fisheries management in Mexico: Effects of increasing scientific input and public participation," *Ocean Coast Manag*, vol. 46, no. 6, pp. 507–526, 2003, doi: [https://doi.org/10.1016/S0964-5691\(03\)00032-2](https://doi.org/10.1016/S0964-5691(03)00032-2).
- [13] C. O. García-Sifuentes, S. M. Scheuren-Acevedo, and J. C. Zamorano-Apodaca, "Exploring different by-products considered as residues by the fishery industry in México," *Biotechnia*, vol. 22, no. 2, pp. 61–69, 2020.
- [14] G. del C. Jiménez Gómez, L. Martínez Lara, and M. Martínez Valenzuela, "Categorización de residuos de pescado para la elaboración de subproductos de valor agregado," *Ingeniantes*, vol. 9, no. 1, p. No. 1-Vol 1, 2022. Accessed: Oct. 24, 2023. [Online]. Available: <https://citt.itsm.edu.mx/ingeniantes/articulos/ingeniantes9no1vol1/1%20Categorizaci%20de%20residuos%20de%20pescado.pdf>



Guadalajara, Jal., a 6 de octubre de 2023

Por este medio, la Asociación de especialistas en energías renovables (ASEERCA) organizadora del Congreso Iberoamericano de Secado, Cocción y Refrigeración Solar de Alimentos 2023 (4to. CONCYSCSA) hace constar que su trabajo titulado:

“Aprovechamiento de pescado y residuos de pescado para la obtención de subproductos y derivados usando tecnología solar - Caso actual de México”

Cuyos autores son:

Juan Carlos Percino Picazo, Alfonso Lorenzo Flores, Margarita Castillo Téllez

Ha sido ACEPTADO en MODALIDAD CARTEL para su presentación de manera Virtual en el CONSYCSA 2023.

Este Congreso Iberoamericano se llevará a cabo del 6 al 10 de noviembre de 2023, de manera presencial en la Universidad de Guadalajara y de manera virtual a través de plataformas digitales.

El Programa Preliminar del evento se dará a conocer una vez concluida la evaluación de los trabajos enviados.

Los miembros del comité organizador del evento agradecemos su interés en formar parte de este importante evento.

Atentamente,

Dra. Beatriz Castillo Téllez
Presidenta del Comité Organizador
CONCYCSA 2023