

**Memorias del XXXIX Congreso Interamericano  
de Ingeniería Sanitaria y Ambiental realizado en  
Lima, Perú, del 24 al 27 de noviembre de 2024.**

## Contenido

1	Datos del Congreso: .....	2
2	Comité evaluador de trabajos técnicos .....	2
3	Cantidad de trabajos técnicos presentados en el Congreso .....	2
4	Listado de trabajos técnicos .....	3

**Memorias del XXXIX Congreso Interamericano  
de Ingeniería Sanitaria y Ambiental realizado en  
Lima, Perú, del 24 al 27 de noviembre de 2024.**

## Contenido

1	Datos del Congreso: .....	2
2	Comité evaluador de trabajos técnicos .....	2
3	Cantidad de trabajos técnicos presentados en el Congreso .....	2
4	Listado de trabajos técnicos .....	3

## 1 Datos del Congreso

**Fecha:** del 24 al 27 de noviembre de 2024.

**SEDE:** Sociedad Nacional de las Industrias, Lima, Perú

**ISBN:** 978-85-93571-16-9



## 2 Comité evaluador de trabajos técnicos

Mtra. Rosario Castro

Dra. Pilar Tello Espinoza

M. en I. Samuel Díaz Jaimes

Ing. Cristina Vallejo

MCs. Lenin Villalva

## 3 Cantidad de trabajos técnicos presentados en el Congreso

El congreso recibió 201 trabajos técnicos, de los cual se 165 fueron aprobados. Los trabajos técnicos aprobados son de 15 países:

- a) Argentina
- b) Bolivia
- c) Brasil
- d) Chile
- e) España
- f) Colombia
- g) Costa Rica
- h) Cuba
- i) El Salvador
- j) Francia
- k) México
- l) Paraguay
- m) Perú
- n) Puerto Rico
- o) Uruguay

#### 4 Listado de trabajos técnicos

A continuación se presenta la relación de trabajos técnicos que cumplieron con todos los requisitos y fueron aprobados para su presentación oral en el Congreso.

Aprobados

ID	TITULO DEL TRABAJO	PAIS	AUTORES
ID 100	INDICADORES DE ECONOMÍA CIRCULAR PARA LA EVALUACIÓN DE RESIDUOS Y DERIVADOS DEL SECTOR DEL ACEITE DE PALMA	Colombia	PEDRO-ANTONIO CÁRDENAS BEJARANO JUAN PABLO RODRIGUEZ MIRANDA
ID 101	SISTEMA DE GIRS PARA UNA IES, BAJO VALORACIÓN ENERGÉTICA. CASO DE ESTUDIO TDEA I.U. MEDELLÍN COLOMBIA	Colombia	Andrés Felipe Montoya Rendón Valencia Hurtado Sergio Humberto. Yam Cervantes Marcial Alfredo.. Portocarrero Sierra Lorenzo.
ID 102	CIRCULARIDAD EN EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA INDUSTRIA TEXTIL: EMPORIO COMERCIAL DE GAMARRA	Perú	Alberto Huiman Cruz
ID 103	DEGRADACIÓN DE PLÁSTICOS COMPOSTABLES BAJO CONDICIONES DE COMPOSTAJE A ESCALA INDUSTRIAL	México	ROSA CRISTINA MEZA RAMIREZ CONSTANTINO GUTIÉRREZ PALACIOS
ID 104	PROCESO DE DELAMINACIÓN TÉRMICA DE PANELES SOLARES EXPUESTOS A INTEMPERISMO	México	José Negrete Hernández Reyes Morales Karla Eriseth López Santiago Norma Ruth González Sandoval María del Refugio Romero Mares Patricia Isabel González Sánchez Jesús Fidel Fernández Villagómez Georgina
ID 105	USO DE DIGESTATOS DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS COMO BIOFERTILIZANTE EN SUELOS AGRÍCOLAS	México	Ivan Moreno-Andrade Zapata Morales Ana Laura
ID 106	CHARACTERIZATION OF VALUABLE METALS FROM A MIXED-CATHODE MATERIAL AFTER CRYOGENIC GRINDING	Chile	Francisco Andrés Mulet Mery Julio Andres Valenzuela Elgueta Cristian Andres Serrano Araya
ID 108	PANORAMA DAS ORGANIZAÇÕES DE CATADORES NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL - BRASIL	Brasil	Matheus Araujo do Amaral

ID	TITULO DEL TRABAJO	PAIS	AUTORES
			Alessandro Nascimento do Nascimento Aline Raquel Müller Tones Alcione Aparecida de Almeida Alves
ID 109	IMPACTOS DE POLÍTICAS DE INCENTIVOS FISCAIS NA GESTÃO DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS NA CHINA, EUROPA E BRASIL.	Brasil	Keity Symonne dos Santos Silva Abreu Ricardo Gabbay de Souza.
ID 110	ANÁLISE SITUACIONAL DAS ASSOCIAÇÕES DE CATADORES E CATADORAS DE RECICLÁVEIS DA REGIÃO NORTE DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL	Brasil	Paola Alfonsa Vieira Lo Monaco Hugo Felipe Quintela Livia Turbay Rangel Vasconcelos
ID 111	TIPIFICAÇÃO DOS REJEITOS DA COLETA SELETIVA DO MUNICÍPIO DE CAMPO MOURÃO, PARANÁ, BRASIL	Brasil	Thiago Morais de Castro Alessandra Arissa Numai
ID 112	DIAGNÓSTICO DO RECOLHIMENTO DE EMBALAGENS VAZIAS DE AGROTÓXICOS NO ESTADO DE GOIÁS, BRASIL.	Brasil	Antonio Pasqualetto Matheus Gabriel Chaves Rodrigues Maria Eduarda Rezende Manzoli
ID 113	A SITUAÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO NA REGIÃO METROPOLITANA DO ENTORNO DO DISTRITO FEDERAL, BRASIL	Brasil	Luana Almeida das Chagas Antonio Pasqualetto
ID 114	“ESTRATEGIA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA COMUNIDAD DE PAQUERA, PUNTARENAS, COSTA RICA”	Costa Rica	LilianaAbarca Guerrero Daylin Vega Mojica
ID 115	ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE APROVECHAMIENTO DE AGREGADO FINO RECICLADO PROVENIENTE DE ESCOMBROS DE OBRAS CIVILES	Costa Rica	Nidia Cruz Zuñiga Juan Manuel Vargas Sánchez
ID 116	AVALIAÇÃO SITUACIONAL DOS CATADORES E CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS DA REGIÃO METROPOLITANA DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL.	Brasil	Hugo Felipe Quintela Paola Alfonsa Vieira Lo Monaco Livia Gabrig Turbay Rangel Vasconcelos
ID 117	VALORIZACIÓN DE RESIDUOS CÍTRICOS A TRAVÉS DE LA PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO	México	Nohemí Sánchez Valeriano Iván Moreno Andrade
ID 118	GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UNIVERSIDADE BRASILEIRA: DESAFIOS PARA A PRÁTICA DA SUSTENTABILIDADE	Brasil	Ana Maria Maniero Moreira Wanda Maria Risso Günther
ID 119	ANÁLISIS DE LA PRESENCIA DE RESIDUOS PLÁSTICOS EN NIDOS DE AVES	México	Arely Areanely Cruz Salas Moctezuma-Parra, Karen Yazmín Álvarez-Zeferino Juan Carlos

ID	TITULO DEL TRABAJO	PAIS	AUTORES
			Martínez-Toledo, Natalia Paulina Vázquez-Morillas, Alethia
ID 120	COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ORGÂNICOS SEPARADOS NA ORIGEM COMO SOLUÇÃO BASEADA NA NATUREZA	Brasil	Wanda Maria Russo Günther Antonio Oswaldo Storel Júnior
ID 121	ANÁLISIS DE LA PRESENCIA DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PLANTA DE COMPOSTA DE UNA UNIVERSIDAD MEXICANA	México	Villano-López Itzel Velázquez-Hernández Diana Álvarez-Zeferino Juan Carlos Cruz-Salas Arely Areanely Espinosa-Valdemar Rosa María Sandoval-Islas Víctor Manuel Luna-Rivera Paola
ID 122	SOLUÇÕES DE AERAÇÃO E VENTILAÇÃO EM COMPOSTEIRAS DOMÉSTICAS: ESTUDOS DE MERCADO E DE LITERATURA	Brasil	Jacqueline Rogéria Bringhenti Miller, Kátia B Santos, A.S Souza, Emilly Victória
ID 123	INDICADORES DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS MUNICIPAIS: UMA REVISÃO BIBLIOMÉTRICA	Brasil	Ana Cecília Novaes de Sá Claudia Coutinho Nóbrega Rayanne Maria Galdino Silva Gracielle Ferreira de Souza Natanael Batista Pereira Alves
ID 124	ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE APROVECHAMIENTO DE AGREGADO FINO RECICLADO PROVENIENTE DE ESCOMBROS DE OBRAS CIVILES.	Costa Rica	Nidia Cruz Zuñiga Juan Manuel Vargas Sánchez Erick Centeno Mora
ID 125	LA INEFICIENCIA EN MANEJO DE AGUAS RESIDUALES URBANAS Y SU INFERENCIA EN EL ENTORNO AMBIENTAL	Colombia	Oscar Efrén Ospina Zúñiga
ID 127	DETECTION OF THE PRESENCE OF SARS-COV-2 IN WASTEWATER AND ITS APPLICATION IN RISK ASSESSMENT AND GEOSPATIAL ANALYSIS.	Puerto Rico	Keyla T. Soto Hidalgo Maria de Lourdes Fernandez
ID 129	REATOR ELETROQUÍMICO CILÍNDRICO DE FLUXO ASCENDENTE CONTÍNUO PARA TRATAMIENTO DE EFLUENTE COSMÉTICO	Brasil	Kássio Fernandes Weber Leticia Andreola Velasques João Vítor Lodi Kalyem Rafaela Antunes dos Santos Alcione Aparecida De Almeida

ID	TITULO DEL TRABAJO	PAIS	AUTORES
			Alves Aline Raquel Müller Tones
ID 130	ESTIMATIVA DE EFICIÊNCIAS MÍNIMAS DE REMOÇÃO DE POLUENTES NO ÂMBITO DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA – ESTUDO DE CASO DA BACIA DO RIO NOVO	Brasil	IZABELA TAVARES SPAGNOL José Antônio Tosta dos Reis Murilo Brazzali Rodrigues Antônio Sergio Ferreira Mendonça
ID 131	RESÍDUOS DA VITIVINICULTURA COMO COAGULANTE NATURAL NO TRATAMENTO DE EFLUENTE DOMÉSTICO	Brasil	Gustavo Haddad Souza Vieira Eduardo Gaede Schneider Paola Alfonsa Vieira Lo Monaco Debora Guimarães Alves Ismail Ramalho Haddade
ID 132	EFICIÊNCIA DE FILTROS ANAERÓBIOS PREENCHIDOS COM RESÍDUOS DE INDÚSTRIAS DE CERÂMICA NO TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DO CAFÉ	Brasil	Gustavo Haddad Souza Vieira Paola Alfonsa Vieira Lo Monaco Debora Guimarães Alves Ismail Ramalho Haddade Gustavo Haddad Souza Vieira Alberto Chambela Neto
ID 133	COMPARACIÓN DE TECNOLOGÍAS PARA LA REMOCIÓN BIOLÓGICA CONJUNTA DE MATERIA ORGÁNICA, NITRÓGENO Y AZUFRE.	Chile	ANDREA BARAHONA Lorna Guerrero Cesar Huiliñir Curio
ID 134	TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES MEDIANTE HUMEDAL VERTICAL SUBSUPERFICIAL EN UNA ZONA RURAL DE CHILE	Chile	Yenifer González Ortiz Carlos Cabrera Gladys Vidal
ID 135	EFECTO DE LOS RESIDUOS MINEROS Y LOS RESIDUOS DE ACERO SOBRE LA EFICIENCIA DE LA DIGESTIÓN ANAEROBIA DE PURINES DE CERDOS	Chile	Yeney Lauzurique Guerra Ignacio Poblete Castro Cesar Huiliñir Curio
ID 136	DESARROLLO DE UN SISTEMA SIMULTÁNEO DE NITRIFICACIÓN Y DESNITRIFICACIÓN MIXOTRÓFICA PARA AGUAS CON ALTA CONCENTRACIÓN DE TAN	Chile	Nicolás Alejandro Palominos Acosta Armando Oliva Stefano Papirio Giovanni Esposito Cesar Huiliñir Curio
ID 137	USO DE BACTERIOFAGOS EN PTAS: DESARROLLO DE OBSERVADOR EFK Y CONTROL ÓPTIMO MEDIANTE MODELOS MATEMÁTICOS	Chile	MARIA ALEJANDRA VESGA Maria Ignacia Toledo Rolando Chamy Alain Vander Wouwer
ID 138	ECONOMIA CIRCULAR EM ETE: ETEBio E HIDRÓLISE TÉRMICA CONTÍNUA PARA A VALORIZAÇÃO DE LODOS	Brasil	Mauro Donizeti Berni Paulo C. Manduca Luiz G. A. de Souza

ID	TITULO DEL TRABAJO	PAIS	AUTORES
			Brenno V. M. Lima
ID 140	REMOCIÓN DE IBUPROFENO Y DICLOFENACO EN UN SISTEMA NITRIFICANTE: ESTUDIO DE UN REACTOR BATCH SECUENCIAL DE LECHO MÓVIL.	Chile	Cesar Huiliñir Curío J. Quezada-Cáceres L. Hernandez J. Leiva-Gonzalez
ID 141	ALTERNATIVA DE CUMPLIMIENTO DE ODS-6 EN COMUNIDADES CON ALTO RIESGO SANITARIO	Colombia	Oscar Efrén Ospina Zúñiga
ID 142	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO DE CHAPALA	México	Abril Lizet Aviña Hermosillo Eire Reynaga Delgado Jessica Badillo Camacho Dioselina Álvarez Bernal Sergio Gómez Salazar
ID 143	CALCULO MULTIVARIANTE DE LA DESIGUALDAD EN EL ACCESO A LOS SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO	Perú	Yony Edwin Rodriguez Minaya Alejandro Quispe-Coica Agustí Pérez-Foguet
ID 144	CONSUMO DE AGUA INSTITUCIONAL EN LOS CANTONES PELILEO Y TISALEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA, ECUADOR	Ecuador	Ricardo Vinicio Abril Saltos Caiza Villares Selena Damaris Cruz Caizaluisa Johanna Katherine Mejía Ramírez Lucia Abigail Montaguano Ganán Daisy Thalia
ID 145	DISEÑO DE UN DIQUE EN MANGAFARALTO EN EL SECTOR PRÓXIMO A LA EXTENSIÓN UNIV UPSE PARA LA DESCARGA DE ACUÍFEROS	Ecuador	Marcelo Andrés Ibarra Vera Valencia María Johmara
ID 146	AFECCIÓN DE LA CALIDAD DE FUENTES SUPERFICIALES DURANTE LA BAJANTE EXTRAORDINARIA DEL RÍO PARANÁ	Argentina	VERONICA PIDUSTWA
ID 147	PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN DEL CONTROL DE PLAGUICIDAS EN AGUAS PARA CONSUMO HUMANO.	Argentina	VERÓNICA PIDUSTWA Fernando Estevez y Fabricio García
ID 149	SANEAMENTO BÁSICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAPIBARIBE EM PERNAMBUCO – BRASIL	Brasil	Abmael de Sousa Lima Junior Simone Rosa da Silva Roberta de Melo Guedes Alcoforado Micaella Raíssa Falcão de Moura
ID 150	ESTUDO DAS POPULAÇÕES DE SATURAÇÃO NA REGIÃO DO BLOCO 2 DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO PARA APOIO AO PLANEJAMENTO DA GESTÃO DOS SERVIÇOS DE ÁGUA E ESGOTO	Brasil	André Rego Barros Furtado de Mendonça Emanuel Joaquim Daniel Júnior Marcelo Casiuch

ID	TITULO DEL TRABAJO	PAIS	AUTORES
			Roberta de Melo Guedes Alcoforado
ID 152	ALTERAÇÃO DE LAYOUT DE ENCAPSULAMENTO E OTIMIZAÇÃO DE PRÉ-OPERAÇÃO DE UM REATOR DE LEITO FIXO CONTÍNUO	Brasil	Alcione Alves
ID 153	DIAGNÓSTICO DO SANEAMENTO BÁSICO NOS MUNICÍPIOS DO SISAR MOXOTÓ EM PERNAMBUCO – BRASIL	Brasil	Gabriela Torres Gonçalves Monteiro Simone Rosa da Silva Micaella Raíssa Falcão de Moura
ID 154	SUPERANDO A GEOSMINA: GESTÃO DA CRISE DE FLORAÇÃO DE CIANOBACTÉRIAS NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO PÓS-VERÃO 2019-2020	Brasil	Robson Campos dos Santos Junior Daniel Barbosa Okumura
ID 156	TRATAMENTO DE ÁGUA DE LAVAGEM DE FILTRO POR COAGULAÇÃO/FLOCULAÇÃO/SEDIMENTAÇÃO	Brasil	GOLINSKI, Elaine SOUZA, Jeanette Beber MARTINS, Kelly Geronazzo VIDAL, Carlos Magno de Sousa
ID 157	APLICAÇÃO DO MÉTODO ECONOMÉTRICO NA AVALIAÇÃO DE SISTEMA ADUTOR PARA FINS DE LOCAÇÃO DOS ATIVOS	Brasil	DANIEL DANTAS VIANA MEDEIROS
ID 158	AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE CONSUMO PROVENIENTE DE SAI E SAC EM COMUNIDADE RURAL DO BRASIL	Brasil	Fernanda Naiara Voinarski SOUZA, Jeanette Beber MARTINS, Kelly Geronazzo VIDAL, Carlos Magno de Sousa
ID 159	MONITORAMENTO DE PERDAS NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA NA REGIÃO METROPOLITANA DE ARACAJU/SE EM DMC's	Brasil	Wendell Valença Bittencourt de Jesus Leandro Barros de Santana José Franco de Azevedo Zacarias Caetano Vieira
ID 161	MONITORAMENTO DE H2S E CH4 EM SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ESGOTO LOCALIZADOS NUMA CIDADE DO INTERIOR DO CEARÁ	Brasil	Cristiano Dantas Araújo Ronaldo Stefanutti Rafael Santiago da Costa Celiano Rocha da Silva Claudiane Quaresma Pinto Bezerra
ID 162	NUEVA METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN DEL APORTE DE LA QUEMA RESIDENCIAL DEL BIOMASA AL MP2.5	Chile	Estuardo Norambuena Carolina Jorquera González Hector
ID 163	SIMULACIÓN CFD PARA OPTIMIZAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE BIODIGESTORES EN REGIONES FRÍAS DE CHILE	Chile	Vega Yáñez, Sylvana Jara Valenzuela, Luis González Acevedo, Carlos Nicolás Palominos Acosta

ID	TITULO DEL TRABAJO	PAIS	AUTORES
ID 164	DESHIDRATADO DE PESCADO DE BAJO VALOR COMERCIAL MEDIANTE HIBRIDACIÓN DE TECNOLOGÍAS SOLARES	México	Margarita Castillo Téllez Beatriz Castillo Téllez Gerardo Mejía Pérez Alfredo Domínguez Niño Diana C. Mex Álvarez Luz Ma. Hernández Cruz
ID 165	PRODUCCIÓN DE BIO-HIDRÓGENO A TRAVÉS DE UN SISTEMA FERMENTATIVO DISCONTINUO QUE TRATA AGUA RESIDUAL VITIVINÍCOLA.	Chile	Zambrano Vargas Carla Vargas Morales Gustavo Pagés Díaz Jhosané Lauzurique Guerra Yeny
ID 166	COBERTURA DA TERRA E PERSPECTIVAS DE IMPLEMENTAÇÃO DE SBNS – ANÁLISE DESENVOLVIDA COM IMAGEAMENTO DE VANT	Brasil	Alexandre Marco da Silva Lucas H. Tsuchiya Tatiane Galvão Cristina A. Yamamoto
ID 167	ANÁLISE DAS INUNDAÇÕES DE MAIO DE 2024 NO MUNICÍPIO DE TAPES, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL	Brasil	Suelen Cristine Costa da Silva Tais Pegoraro Scaglione Margarete Sponchiado Marcia Neugebauer Motta
ID 168	PERCEPÇÃO DA POPULAÇÃO SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS NA CIDADE DE JOÃO PESSOA/PB -BRASIL	Brasil	da Silva, Thuanny Kelly Ferreira Nóbrega, Claudia Coutinho Cirino, Luciana Rodrigues Meira, André de Araújo Lopes, Régia Lúcia
ID 169	INUNDAÇÃO NA GRANDE PORTO ALEGRE E A SEGURANÇA HÍDRICA	Brasil	RICARDO ANGELO DAL FARRA
ID 171	PROPOSTA DE UM INDICADOR DO GRAU DE CONSERVAÇÃO DE SARJETAS E BOCAS COLETORAS	Brasil	Leandro Barros de Santana Marcos Luciano Alves Barroso Zacarias Caetano Vieira
ID 172	ESTUDIO DE LA CAPACIDAD DE CARGA Y DISPERSIÓN DE FÓSFORO PARA LA CUENCA DEL RÍO ATIBAIA, CON FOCO EN UNA PTEI PETROQUÍMICA	Brasil	Marcelo Bernárdes Secrón
ID 173	ANÁLISE DA EXISTÊNCIA DE PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO EM MUNICÍPIO DE SÃO LUIZ GONZADA DA REGIÃO DAS MISSÕES – RS: 4 EIXOS DO SANEAMENTO BÁSICO	Brasil	Aline Raquel Muller Tones Taise Zorzi Alcione Aparecida de Almeida Alves Leticia Lenz
ID 176	GESTIÓN DE EFLUENTES: SU IMPORTANCIA EN EL DISEÑO Y OPERACIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE UNA INDUSTRIA CONSERVERA DE FRUTAS.	Chile	LORNA GUERRERO

## 1 Datos del Congreso

**Fecha:** del 24 al 27 de noviembre de 2024.

**SEDE:** Sociedad Nacional de las Industrias, Lima, Perú

**ISBN:** 978-85-93571-16-9



## 2 Comité evaluador de trabajos técnicos

Mtra. Rosario Castro

Dra. Pilar Tello Espinoza

M. en I. Samuel Díaz Jaimes

Ing. Cristina Vallejo

MCs. Lenin Villalva

## 3 Cantidad de trabajos técnicos presentados en el Congreso

El congreso recibió 201 trabajos técnicos, de los cual se 165 fueron aprobados. Los trabajos técnicos aprobados son de 15 países:

- a) Argentina
- b) Bolivia
- c) Brasil
- d) Chile
- e) España
- f) Colombia
- g) Costa Rica
- h) Cuba
- i) El Salvador
- j) Francia
- k) México
- l) Paraguay
- m) Perú
- n) Puerto Rico
- o) Uruguay

Lima, 24 de julio 2024

Estimada Autora de Trabajo Técnico:  
Margarita Castillo Téllez

Es grato informarle que su trabajo técnico "DESHIDRATADO DE PESCADO DE BAJO VALOR COMERCIAL MEDIANTE HIBRIDACIÓN DE TECNOLOGÍAS SOLARES ", al que hemos identificado con ID 164, fue evaluado por los revisores asignados y ha sido aceptado para presentación ORAL, en el 39 Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental AIDIS 2024, que se celebrará del 24 al 28 de noviembre de 2024 en la ciudad de Lima - Perú.

Hemos asignado 20 minutos para su presentación en una de las Salas del local Sede del Congreso. Este período considera 15 minutos para su exposición oral y 5 minutos para responder preguntas que pudieran surgir. Oportunamente le informaremos el horario, fecha y sala del local del congreso en que está programada su presentación.

Su inscripción al congreso deberá ser pagada a más tardar el 20 de agosto del 2024. En caso que el trabajo tenga varios autores, al menos uno de los autores deberá pagar su inscripción antes del 20 de agosto. Si no hubiera realizado el pago correspondiente hasta la fecha indicada, el trabajo será retirado del programa y de las Memorias del Congreso

En caso requiera información adicional, favor comunicarse al correo [rosariocast@gmail.com](mailto:rosariocast@gmail.com)

Sin otro particular, expresamos a Uds. nuestras felicitaciones.

Atentamente



**Ing. Rosario Castro**  
**Comité Técnico del Congreso**



Asociación Interamericana  
de Ingeniería Sanitaria  
y Ambiental

## DESHIDRATADO DE PESCADO DE BAJO VALOR COMERCIAL MEDIANTE HIBRIDACIÓN DE TECNOLOGÍAS SOLARES

<sup>1</sup>Margarita Castillo Téllez, <sup>2</sup>Beatriz Castillo Téllez, <sup>2</sup>Gerardo Mejía Pérez, <sup>3</sup>Alfredo Domínguez Niño, <sup>1</sup>Diana C. Mex Álvarez, <sup>1</sup>Luz Ma. Hernández Cruz

[mcastill@uacam.mx](mailto:mcastill@uacam.mx), [beatriz.castillo@academicos.udg.mx](mailto:beatriz.castillo@academicos.udg.mx), [gerardo.mejia@udg.mx](mailto:gerardo.mejia@udg.mx), [aldoni@ier.unam.mx](mailto:aldoni@ier.unam.mx),  
[diancmex@uacam.mx](mailto:diancmex@uacam.mx), [lmhernan@uacam.mx](mailto:lmhernan@uacam.mx)

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Campeche, Campeche, Camp., México; C.p. 24087.

<sup>2</sup>Centro Universitario de Tonalá, Tonalá, Jalisco, México; C.p. 45425

<sup>3</sup>Instituto de energías Renovables, UNAM, Temixco, Morelos, México; C.p. 62588

### 1. ABSTRACT

México presenta un gran potencial para el desarrollo de la pesca. Ocupa a nivel mundial el 17° lugar en producción pesquera y el 24° en acuicultura, el 3° en pulpo, el 7° en camarón y sardina. Con el propósito de contribuir al fortalecimiento de la competitividad de la pesca y la acuicultura mexicana, consideradas como sector estratégico para la producción de alimentos y coadyuvar al bienestar social comunitarios ofreciendo servicios basados en la utilización de la energía solar, se propone el estudio experimental del secado de pescado de bajo valor comercial, realizado en un secador solar de productos pesqueros construido para su integración en las zonas rurales. Se presentan en este trabajo las cinéticas de secado, contenido de humedad, velocidad de secado y colorimetría, así como la correlación del control del proceso con la caracterización térmica del secador solar. El proceso de secado tuvo una duración de procesamiento con energía solar de 620 minutos continuos. El contenido de humedad inicial fue de 90, en contraste la humedad final, fue de 22.3 %. En cuanto a la colorimetría, de acuerdo con los resultados obtenidos se aprecia una importante diferencia de color del pescado deshidratado con respecto al alimento fresco. El experimento se realizó en la ciudad de Campeche, Campeche, México, en un clima tropical subhúmedo y monzónico, con coordenadas 19°50'41"N 90°32'23"O / 19.844814166667, -90.539649166667.

Palabras Clave: Secado solar, Hibridación de tecnologías, Cinética de secado, Colorimetría

### 2. INTRODUCCIÓN

México presenta un gran potencial para el desarrollo de la pesca y la acuicultura, su extenso litoral de 11,00 km, de los cuales 8,400 pertenecen al Pacífico y 3,100 al Golfo de México y el Caribe y con una extensión de 12,500 km<sup>2</sup> de lagunas costeras y esteros y 6500 km<sup>2</sup> de aguas interiores (lagos, lagunas, ríos, presas). El país contribuye a nivel mundial con el 12% de la diversidad y más de 12,000 especies endémicas. La ictiofauna en México cuenta con 2,763 especies, siendo el 9.8 % de las especies conocidas, 505 de peces dulceacuícolas, 224 marinas y 563 estuarios y

vicarias (Espinosa-Pérez, 2014), México ocupa a nivel mundial el 17° lugar en producción pesquera y el 24° en acuicultura, el 3° en pulpo, el 7° en camarón y sardina.

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; Wakida-Kusunoki et al., 2016). En México, se pierde el 54% de pescados y mariscos capturados por diversas razones como procesos de distribución obsoletos, falta de infraestructura en la cadena de suministros, carencia de vehículos apropiados, malas prácticas de comercialización, falta de capacitación del personal para la conservación y manejo de productos (Comisión Nacional De Acuicultura Y Pesca, 2018). El sector pesquero es fundamental para la generación de alimentos y su contribución a la economía nacional es muy relevante ya que sus actividades fortalecen la soberanía alimentaria y territorial. Los productos pesqueros son alimentos de muy alta calidad y accesibles para satisfacer la demanda nacional y promueven una mayor oferta a los mercados nacionales e internacionales.

El secado solar a cielo abierto es uno de los métodos más antiguos empleado en la conservación de alimentos. Esta técnica es económica y sencilla, no requiere de mano de obra calificada (Deng et al., 2021); sin embargo, presenta como inconvenientes largos periodos de tiempos de secado y los alimentos están expuestos a una diversidad de factores que pueden mermar su calidad e higiene, como roedores o moscas, polvo, lluvia, insectos, radiación solar o viento. Por otro lado, los secadores industriales eliminan estos inconvenientes y les permiten ser eficientes a través de diseños adecuados, mejorando así las propiedades nutricionales y organolépticas de los alimentos en comparación con el secado tradicional (Mewa et al., 2019; Mohammed et al., 2020).

Para obtener un deshidratado de calidad, es necesario controlar el proceso de principio a fin, monitoreando parámetros como pérdida de peso, porcentaje de humedad, actividad de agua, velocidad de secado, colorimetría y eficiencia térmica del secador solar.

### 3. OBJETIVOS

En este trabajo se presenta la construcción de un prototipo de secador solar tipo túnel con hibridación de tecnologías solares y un estudio experimental de secado de pescado de bajo valor comercial, demostrando ser un método eficiente al obtener un producto final de calidad competitiva tanto en mercados nacionales como internacionales.

### 4. METODOLOGÍA

**Deshidratador solar para productos pesqueros:** está conformado por tres secciones principales, la primera sección es la cámara para el secado, la cual está compuesta por dos compartimentos en forma de ductos rectangulares, que tienen la capacidad de alojar 10 charolas en forma de rejillas, con capacidad de 4 kg de producto por cada rejilla, para un total de 40 kg de producto fresco. Esta sección se encuentra aislada térmicamente y cuenta con dos puertas abatibles con sellado hermético y bisagras de seguridad. La segunda sección de distribución del aire caliente está compuesta por un ducto rectangular que en su interior cuenta con una zona de 6 persianas de aluminio y vidrio que tienen la función de distribuir el flujo de aire caliente que pasará posteriormente al interior de la sección de secado. La tercera sección de direccionado del caudal de aire caliente está compuesta por un ducto rectangular, que en su interior cuenta con dos válvulas de compuerta que tienen la función de ingresar el aire caliente a la sección de secado mediante dos formas posible; la primera ingresando el aire caliente producido por el banco de colectores solares de calentamiento de aire, y la segunda ingresando el aire caliente producido por el banco de colectores solares de calentamiento de agua y el intercambiador de calor agua-aire. En la Figura 1 se presenta el acoplamiento y ensamblado de las secciones del secador solar.

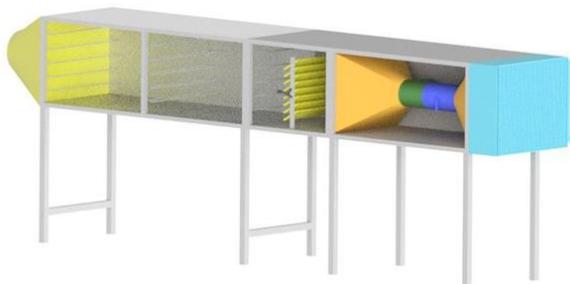


Figura 1: Sistema de monitoreo del secador solar

Para la generación de la energía eléctrica requerida para el accionamiento del ventilador-extractor del secador solar se instaló un sistema fotovoltaico de tres paneles solares con un área de captación con 1362 W de potencia (Figura 2).



Figura 2: Prototipo de secador solar con hibridación de tecnologías solares

**Instrumentación:** Se utilizó un sistema de adquisición de datos para medir parámetros en la cámara de secado. El sistema es portable con baterías, y tiene los siguientes sensores: 4 de irradiancia ( $0-1000 \text{ W/m}^2$ ), 4 de humedad relativa ( $0-100 \%$ ), 14 de temperatura de ( $0-100 \text{ }^\circ\text{C}$ ), y uno de masa ( $0-5 \text{ kg}$ ). Ver Figura 3.



Figura 3: Sistema de monitoreo del secador solar

Durante el período de pruebas se registraron los parámetros climatológicos (temperatura ambiente, HR, velocidad y dirección del viento e irradiación solar) en la estación meteorológica instalada en la Facultad de Ingeniería de la UACAM (Figura 4).



Figura 4. Estación meteorológica instalada en la Facultad de Ingeniería de la UACAM.

**Materia prima:** Se adquirieron las muestras de pescado a secar en el Mercado Municipal de la población de Lerma, Campeche; se fileteó el pescado y se seleccionaron las muestras procurando considerar las que tenían color, tamaño y espesor más uniformes. Se trabajó con tres tipos de pescado: Chac-chi, Boox y Armado, se definió considerar estas especies debido a su bajo valor comercial en los mercados municipales de la región. Se midió porcentaje de humedad y actividad del agua (Aw) en fresco y en seco y la colorimetría se estuvo monitoreando en fresco y cada hora durante todo el proceso de secado.

Para la determinación del porcentaje de humedad se utilizó una termobalanza marca Velab, con una precisión de  $\pm 0.01\%$  mg; la pérdida de eso se midió una balanza digital de alta precisión marca Boeco modelo BPS 40 plus; se utilizó un medidor de Aw marca Rotronic Hygropalm de tipo portátil, con una precisión de  $\pm 0.01\%$  mg. La colorimetría se monitoreó con un colorímetro digital marca Huanyu, modelo SC-10, repetibilidad  $\leq 0.03 \Delta E^* ab$  (escala CIELAB).

En la Figura 5 se puede observar la disposición de las muestras de pescado y su disposición en el secador solar.



Figura 5: Disposición de muestras en el interior del secador solar

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se pueden apreciar los valores de inicio y fin del % de humedad y Aw. Se puede observar que las muestras secas tienen un porcentaje de humedad final y Aw que garantiza que no habrá proliferación de microorganismos ni tendrán afectación negativa en dichas muestras las condiciones medio ambientales.

Muestra	% de Humedad		Actividad del agua (Aw)	
	Fresco	Seco	Fresco	Seco
Chac-chi	78.06	12.41	0.93	0.46
Boox	73.71	10.19	0.89	0.41
Armado	75.48	10.86	0.91	0.43

Tabla 1: Porcentaje de humedad y Aw en muestras frescas y secas

**Cinética de secado.** La experimentación se realizó con tres tipos de pescado: Boox, Armado y Chac-chi, se presenta la pérdida de peso en las muestras más representativas, se seleccionó el Boox.

La prueba experimental comenzó a las 9:30 h y terminó a las 16:30 del primer día y el segundo día comenzó a las 10:20 y el experimento concluyó a las 12:00 h, lo que representa 11 horas de secado continuo. El contenido de humedad inicial fue de 90% o bien 9.0 g agua/g materia seca, en contraste la humedad final fue de 22.3 % o bien 1.3 g agua/ m seca (Figura 6).

**Velocidad de secado.** La velocidad de secado de filete de pescado Boox, al inicio del proceso de secado tuvo una velocidad (0.20 g agua/g m seca min<sup>-1</sup>) y después un incremento hasta 0.42 g agua/g m seca min<sup>-1</sup>, manteniéndose esta velocidad por 90 minutos aproximadamente, por lo que puede deducir que este fue el periodo de velocidad constante. A continuación, se puede observar un primer periodo de velocidad decreciente con valores oscilantes entre 0.015 y 0.009 g agua/g m seca min<sup>-1</sup> y finalmente se observan las velocidades mínimas a partir del minuto 400 min con valores cercanos a 0.003 g agua/g m seca min<sup>-1</sup>. El proceso de secado tuvo una duración de dos días de procesamiento con energía solar o bien de 650 minutos continuos.

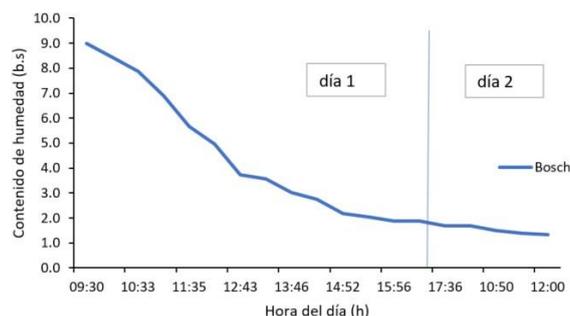


Figura 6. Cinética de secado de filete de pescado Boox

En la Figura 7 se puede ver la gráfica que representa la velocidad de secado monitoreada durante un día soleado.

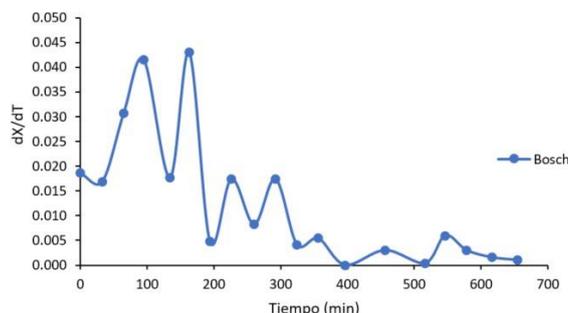


Figura 7. Velocidad de secado de filete de pescado Boox

**Colorimetría:** La diferencia de color es un parámetro que ha sido utilizado ampliamente para evaluar la variación de color entre el alimento fresco y deshidratado y es afectada generalmente por la temperatura de secado. La Tabla 2 muestra los parámetros de luminosidad (L) y

Cromaticidad (a, b) de las 3 variedades de pescado seco.

El análisis colorimétrico se realizó en dos zonas del pescado fresco, una zona clara y la otra oscura. Los parámetros de color se vieron afectados por el proceso de secado solar, la Tabla 2 muestra los valores de Luminosidad (L), cromaticidad (a y b).

Se observa claramente que la luminosidad tiende a disminuir en el proceso de secado por lo que el alimento se torna oscuro, siendo más evidente en la zona oscura del pescado deshidratado. Por otra parte, los valores negativos o positivos del parámetro a indican que el alimento tiende hacia el verde o hacia el rojo; mientras que los valores negativos o positivos del parámetro b indican que el alimento tiende hacia azul o amarillo, respectivamente.

Especie	Luminosidad (L)		Cromaticidad (a)		Cromaticidad (b)	
	Lado claro	Lado oscuro	Lado claro	Lado oscuro	Lado claro	Lado oscuro
Chac-chi	25.55	14.48	25.55	-13.89	3.62	1.79
Armado	33.95	9.44	0.85	15.37	13.09	13.9
Boox	24.71	13.27	-0.15	19.51	10.59	19.92

**Tabla 2: Parámetros colorimétricos de pescado seco**

El análisis de la diferencia de color se presenta en la Tabla 3. De acuerdo con los resultados obtenidos se aprecia una diferencia de color del pescado deshidratado con respecto al alimento fresco no despreciable.

De acuerdo con los niveles descriptivos de color, cuando los productos presentan niveles de 0 a 1.5 la diferencia con respecto al estándar es ligeramente diferente; cuando los niveles van de 1.5 a 3 la diferencia de color es notoria y los valores por arriba de 12 unidades presentan una diferencia de color muy obvia.

En este caso, los valores obtenidos durante la experimentación se encontraron por arriba de las 5 unidades por lo cual la diferencia de color es alta.

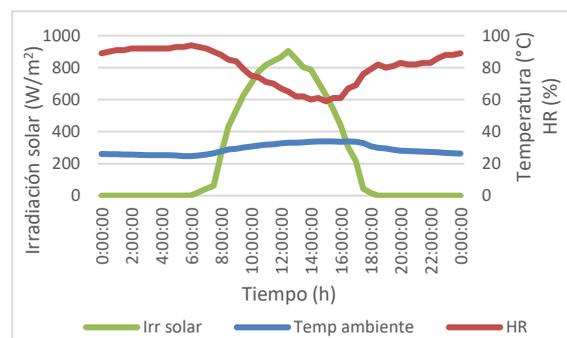
Especie	Diferencia de color total	
	Lado claro	Lado oscuro
<b>Chac-chi</b>	34.20	29.69
<b>Armado</b>	20.66	46.04
<b>Boox</b>	23.82	37.26

**Tabla 3. Diferencia de color total del pescado deshidratado**

**Parámetros climáticos.** Al realizar el secado del pescado mediante tecnologías renovables, resulta importante monitorear el clima, ya que depende totalmente del comportamiento climático el tiempo de secado, lo cual se traduce directamente en disminución de costos de producción y calidad del producto deshidratado. En la figura 8 se presenta la gráfica del

clima durante un día soleado durante el periodo de pruebas.

La radiación solar fue muy uniforme, alcanzando una lectura máxima de 900 W/m<sup>2</sup> a las 12 pm del día, la humedad relativa en el Estado de Campeche es muy alta a lo largo del año, lo cual es poco benéfico para el secado solar, lo que obliga a los investigadores a búsquedas permanentes de tecnologías y métodos para eficientar estos procesos, como puede apreciarse en la gráfica, la lectura mínima fue de 61%, finalmente, la temperatura ambiente máxima que se presentó durante la experimentación fue de 33.9 °C, mostrándose una línea muy uniforme a lo largo del día.



**Figura 8. Parámetros climáticos durante la experimentación, tomado de un día soleado como ejemplo.**

## 6. CONCLUSIONES

El secado de pescado mediante tecnologías renovables, utilizando tecnologías solares híbridas es un método eficiente y viable para la producción de productos deshidratados de alta calidad. Es importante monitorear y controlar diversos parámetros del proceso de secado, como la pérdida de peso, el porcentaje de humedad, la actividad de agua, la velocidad de secado y la colorimetría, para asegurar la calidad del producto final. La experimentación se realizó con tres tipos de pescado: Boox, Armado y Chac-chi, los cuales son pescados de bajo valor comercial nativos del Estado de Campeche, México; las muestras frescas contenían un 75% de humedad, al deshidratarlas se logró un 10% de humedad en promedio en un tiempo de 11 horas. Al realizar el estudio de colorimetría encontramos un cambio de color por arriba de las 5 unidades, lo cual indica un cambio de color significativo entre las muestras frescas y secas, esto sigue siendo un reto importante para las tecnologías solares. El secado solar presenta otro desafío debido a las condiciones climáticas, el uso de tecnologías avanzadas puede mejorar significativamente la eficiencia y la calidad del secado, contribuyendo a la sostenibilidad y competitividad del sector pesquero en México.

## 7. REFERENCIAS

- i. Comisión Nacional De Acuacultura Y Pesca, D. L.A. (2018). *ANUARIO ESTADÍSTICO DE ACUACULTURA Y PESCA 2018*.
- ii. Deng, Z., Li, M., Xing, T., Zhang, J., Wang, Y., & Zhang, Y. (2021). A literature research



## Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental

- 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>
- iii. Espinosa-Pérez, H. (2014). Biodiversity of fishes in Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(SUPPL.).  
<https://doi.org/10.7550/rmb.32264>
- iv. Mewa, E. A., Okoth, M. W., Kunyanga, C. N., & Rugiri, M. N. (2019). Experimental evaluation of beef drying kinetics in a solar tunnel dryer. *Renewable Energy*, 235–241.  
<https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.02.067>
- v. Mohammed, S., Fatumah, N., & Shadia, N. (2020). Drying performance and economic analysis of novel hybrid passive-mode and active-mode solar dryers for drying fruits in East Africa. *Journal of Stored Products Research*, 88, 101634.  
<https://doi.org/10.1016/j.jspr.2020.101634>
- vi. Ramírez-Rodríguez, M. (2015). La pesquería de camarón en Campeche : Desarrollo histórico y perspectiva. *Ciencia Pesquera*, 23(1), 73–87.
- vii. 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.