



Simposio
Multidisciplinario
del Agua 2025
3^{er} Congreso Internacional
en Ingeniería en Desarrollo
Sustentable

MEMORIAS

Toluca, Estado de México
Del 29 al 31 de octubre de 2025

Índice

Directorio de la Universidad Autónoma del Estado de México	5
Comité Organizador y Comité Editorial	6
Comité Científico	7
Revisores	8
Agradecimiento a los participantes	10
Inclusión y tecnologías para la educación y la salud (ODS 3, 4, 9)	11
ID16 Integración de tecnologías Web y realidad virtual mixta con Oculus Quest 3s para la Asociación de Objetos a la Lengua Mexicana de Señal	12
ID25 Alternativa de calefacción doméstica para la reducción de la contaminación ambiental derivada del nexo agua-energía	13
ID27 Localización automática del centro del iris mediante redes neuronales convolucionales para fusión de imágenes en segmentación de la esclera	14
ID32 Dispositivo portable para la adquisición de imágenes de la esclera para propósito de estimación de niveles de bilirrubina en adultos	15
Sociedad. Equidad y género (ODS 5, 10, 16)	16
ID36 Economía circular en acción: Del problema de los residuos a soluciones sostenibles	17
ID38 El aliento invisible: Cómo la ciencia digital cuida que los peces no se ahoguen	18
ID47 Estrategia verde: Producción sostenible de tilapia roja en Colombia	19
ID48 Los hongos del estiércol de ganado en la sequía del maíz	20
ID55 Uso del extracto líquido de residuos orgánicos como solución nutritiva en un sistema hidropónico	21

Índice

Agua y ecosistemas (ODS 6, 14, 15)	22
ID3 Diseño y desarrollo de un sistema IoT para el monitoreo de calidad del agua en entornos domésticos	23
ID4 2,4-D, un herbicida de uso agrícola, efectos ambientales y tratamientos de oxidación avanzados	24
ID10 Proceso electro-Fenton para el tratamiento de fármacos: Desafíos para su aplicación en ivermectina	25
ID18 Indicadores biológicos para determinar el Índice de Calidad del Agua (ICA)	26
ID20 El enemigo silencioso en las tuberías: Ciencia detrás de la incrustación de CaCO_3	27
ID39 Bacterias viables pero no cultivables: Amenazas escondidas en el agua potable	28
ID44 Influencia del brocal de pozos de visita en inundaciones urbanas: Funcionamiento y perspectivas	29
ID46 Modelo Bayesiano para la estimación de la remoción de materia orgánica en filtros percoladores	30
ID52 La moda contamina: El impacto de la industria textil en nuestros cuerpos de agua	31
ID57 Evaluación de la pérdida de operación de un reactor UASB en función de parámetros físicos y químicos	32
ID61 Efecto de la calidad del agua de un bordo del Estado de México sobre los rangos de tolerancia de <i>Ambystoma granulosum</i>	33
ID62 Aplicación del índice BMWP/Méx para evaluar la calidad del agua en las subcuencas San Diego y Almoloya	34
ID69 Análisis de contaminantes del agua del río Lerma basado en Machine learning	35
ID73 Río Tejalpa: Lo que revela la simulación del agua y los sedimentos	36

Índice

Cambio climático y gestión de riesgos (ODS 7, 11, 12 y 13)	37
ID5 Modelación hidrológica empleando estimaciones de productos de precipitación satelital en tiempo real y corrección de sesgo	38
ID21 Determinación del potencial bioquímico de metano (PBM) de residuos agroindustriales de semillas de chile guajillo (<i>Capsium annuum</i> var. mirasol)	39
ID23 Análisis del potencial bioquímico de metano (PBM) de subproductos de berenjena (<i>Solanum melongena</i>) y efecto de nanopartículas como aditivo	40
ID26 Pequeñas turbinas, grandes soluciones: energía hidroeléctrica a escala local	41
ID50 Ciudades esponja: una solución sostenible frente al cambio climático	42
ID60 Las lluvias torrenciales y su relación con la ocurrencia de ciclones tropicales en México	43

DIRECTORIO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

Martha Patricia Zarza Delgado

Rectora

Arianna Becerril García
Secretaria de Ciencia

Francisco Herrera Tapia
Secretario Académico

Cynthia Ortega Salgado
Secretaria de Identidad y Cultura

Jorge Alejandro Vázquez Caicedo
Secretario de Gobernanza

Mariana Ortiz Reynoso
Secretaria de Vinculación,
Extensión y Promoción de la Empleabilidad

Miriam Liliana Padilla Mora
Secretaria Gestión y Administración Universitaria

Miriam Sierra López
Secretaria de Finanzas

José Guadalupe Miranda Hernández
Secretario de Centros Universitarios y Unidades
Académicas Profesionales

Evangelina Sales Sánchez
Consejera Jurídica Universitaria

María Fernanda Valdés Figueroa
Directora General de Comunicación Social
Universitaria

Bernando Jorge Almaraz Calderón
Jefe de Oficina de Rectoría

Donají Pulido Gómez
Secretaria Particular





Simposio Multidisciplinario del Agua 2025

3^{er} Congreso Internacional en Ingeniería en Desarrollo Sustentable

Comité Organizador

Coordinadoras

Dra. Rosa María Valdovinos Rosas

M. Ana Elisa Alcántara Valladolid

Colaboradores

Dra. Rocío Becerril Piña

Dr. Iván Gallego Alarcón

Lic. Maricela Garatachia Contreras

Dra. Mercedes Lucero Chávez

Dr. Boris Miguel López Rebollar

Dra. Vianney Muñoz Jiménez

Dr. Rigoberto Martínez Méndez

Dra. María Guadalupe Moran Solano

M. Carolina Herrera Mendoza

M. Miguel Ángel López Pérez

Ing. Marco Antonio Sánchez Carmona

Dr. Juan Manuel Becerril Lara

M. en C. Angélica Lizbeth Álvarez Mejía

Comité Editorial

Coordinadora

Dra. Mercedes Lucero Chávez

Colaboradores

Dra. Reyna María Guadalupe Fonseca Montes de Oca

Dr. Iván Cervantes Zepeda

Dr. David García Mondragón

Dra. Cristina Morales Figueroa

Dra. Rocío Girón Navarro

Dr. Iván Gallego Alarcón

Lic. Maricela Garatachia Contreras



Simposio Multidisciplinario del Agua 2025

3^{er} Congreso Internacional en Ingeniería en Desarrollo Sustentable

Comité Científico

Coordinadora

Dr. Rigoberto Martínez Méndez

Dra. Gehovana González Blanco

Colaboradores

Dr. Guillermo Pedro Morales Reyes

Dra. Ivonne Linares Hernández

Dr. Jaime Garfias Soliz

Dra. Elia Alejandra Teutli Sequeira

Dr. Sergio Alcaraz Ibarra

Dra. Monserrat Castañeda Juárez

Dr. Carlos Díaz Delgado

Dra. Verónica Martínez Miranda

Colaboradores

Dra. Lourdes Loza Hernández

Dr. Germán García Benítez

Dr. Jorge Rodríguez Arce

Dr. Iván Galileo Martínez Cienfuegos

Dr. Francisco Héctor Bañuelos

Dra. Angélica Guzmán Ponce

Dra. Vianney Muñoz Jiménez



Simposio Multidisciplinario del Agua 2025

3er Congreso Internacional en Ingeniería en Desarrollo Sustentable

Revisores

Dr. Ricardo Arévalo Mejía

Dr. Boris Miguel López Rebollar

Dra. Monserrat Castañeda Juárez

Dra. Fortunata Santoyo Tepole

Dra. Aleida Yadira Vilchis Francés

Dr. Juan Manuel Becerril Lara

Dra. Miroslava de los A. Mier Quiroga

Mtro. Donovan Ricardo Ramirez Carranza

Dra. Rosa María Rivas Fuentes

M. en C.A. Abad Posadas Bejarano

Dr. Luis Antonio Castillo Suárez

Dra. Rocío Girón Navarro

Dra. Perla Tatiana Almazán Sánchez

Dr. Guillermo Pedro Morales Reyes

Dra. Mercedes Lucero Chávez

Dr. Ricardo Bersistain Cardoso

Dr. Mario Esparza Soto

Dr. Sergio Alcaraz Ibarra

Dr. Ernesto Ramírez

Dr. Juan Manuel Becerril Lara

Dr. Miguel Ángel López Albores

Dr. David García Mondragón

Dr. William Gómez Demetrio

Dra. Lourdes Loza Hernández

Dra. Aleida Yadira Vilchis Francés

Dra. Verónica Martínez Miranda

Dra. Edna Rosalba Meza Escalante

Dra. Gehovana González Blanco

Dr. Francisco de Jesús Lara Domínguez

Dr. Francisco Héctor Bañuelos García

Dr. Juan Ernesto Ramírez Juárez

Dr. Marcos José Solache Ríos

Dra. Violeta Lugo Lugo

Dra. Cristina Morales Figueroa

Dr. Iván Gallego Alarcón

Dr. Iván Cervantes Zepeda

Dr. David García Mondragón

Dr. José Juan García Sánchez

Dra. Elia Alejandra Teutli Sequeira

Dra. Guadalupe Vázquez Mejía

Dra. R. M. Guadalupe Fonseca M de Oca

Dr. José Luis Piña Escutia

Dr. Carlos David Silva Luna

Dr. Juan Manuel Esquivel Martínez

Dr. Humberto Edgardo Burgos Huevo

Dra. Marcia Lizeth Barrera de Calderón

Dr. Jaime Garfias Soliz

Dra. Rosa María Fuentes Rivas

Dra. Edith Rosalba Salcedo Sánchez

Dr. Luis Eduardo Balcázar Ordoñez

Dra. Guadalupe Y. Valenzuela Morales

Dra. Laura White Olascoaga

Dr. Eduardo Cejudo



Simposio Multidisciplinario del Agua 2025

3^{er} Congreso Internacional en Ingeniería en Desarrollo Sustentable

Revisores

Dr. Ricardo Lopez Morales
Dr. Luis Enrique Ledezma Fuentes
Dr. Iván Francisco Valencia
Dra. Mireya Salgado Gallegos
Dr. Héctor Caballero Hernández
Dr. Noé Armando Colín Mercado
Dr. Gerardo Loreto Gómez
Dr. Héctor Alejandro Montes Venegas
Dr. Luis Xoca Orozco
Dr. Iván Galileo Martínez Cienfuegos
Dr. Iván Francisco Valencia
Dr. Héctor Caballero

Dr. Carlos Mauricio Castorena Lara
Dr. Rigoberto Martínez Méndez
Dra. María Guadalupe Morán Solano
Dr. Francisco Héctor Bañuelos García
M. C. Cristina Elizabeth Reyes Soto
Dr. Salvador González García
Dra. Lucero Ortiz Aguilar
Dr. Javier Salas García
Dr. Marco Antonio Ramos Corchado
Dr. Germán García Benítez
M. en C. Mariana Álvarez Carvajal

Dr. Fernando Rebollar Castelán
Dra. Marcela Palacios Ortega
Mtra. Ariana Cruz Olayo
Dr. David Valle Cruz
M. C. Octavio Villegas Camacho
Dr. Marco Antonio Escamilla García
Dr. Otniel Portillo Rodríguez
Dr. Leonardo González Ruiz
Dr. Juan Pablo Coba Juárez
Dra. Claudia Ivett Alanis Ramírez
Dra. Cristina Salas Vargas



Simposio Multidisciplinario del Agua 2025

3^{er} Congreso Internacional en Ingeniería en Desarrollo Sustentable

Con el *Simposio Multidisciplinario del Agua 2025* y el *3er Congreso Internacional en Ingeniería en Desarrollo Sustentable*, se consolidan espacios estratégicos para el diálogo, la investigación y la cooperación en torno a los grandes desafíos globales establecidos por la *Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. En particular, este encuentro centra su atención en los Objetivos de Desarrollo Sostenible vinculados con Inclusión y Tecnologías para la Educación y la Salud (ODS 3, 4, 9); Sociedad, Equidad y Género (ODS 5, 10, 16); Agua y Ecosistemas (ODS 6, 14, 15); y Cambio Climático y Gestión de Riesgos (ODS 7, 11, 12 y 13).

La realidad actual, marcada por la crisis hídrica, el cambio climático y la desigualdad socioambiental, exige una visión integradora, científica y humanista. Así, este simposio y congreso ofrecen un espacio donde las ideas fluyen, se entrelazan y renuevan el compromiso humano con la vida. Las investigaciones presentadas en estas memorias reflejan la diversidad de enfoques y disciplinas comprometidas con soluciones sostenibles: ingeniería ambiental, tecnologías limpias, innovación social, economía circular y políticas públicas orientadas a la equidad y la resiliencia.

Al reunir estos esfuerzos, cada trabajo aquí presentado representa un aporte concreto al cumplimiento de los ODS, promoviendo la generación de conocimiento, la transferencia tecnológica y la colaboración entre instituciones académicas. La Universidad Autónoma del Estado de México reafirma su compromiso con un modelo de desarrollo sustentable que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer el futuro, manteniendo el alma viva del conocimiento al servicio del bienestar común.

Reconocer la importancia del agua es reconocer también su fuerza simbólica: fuente de vida, de unión y de esperanza. El *Simposio Multidisciplinario del Agua 2025* y el *3er Congreso Internacional en Ingeniería en Desarrollo Sustentable* consolidan la cooperación científica internacional y fortalecen la conciencia ética y ambiental necesaria para transformar los desafíos globales en oportunidades de cambio.

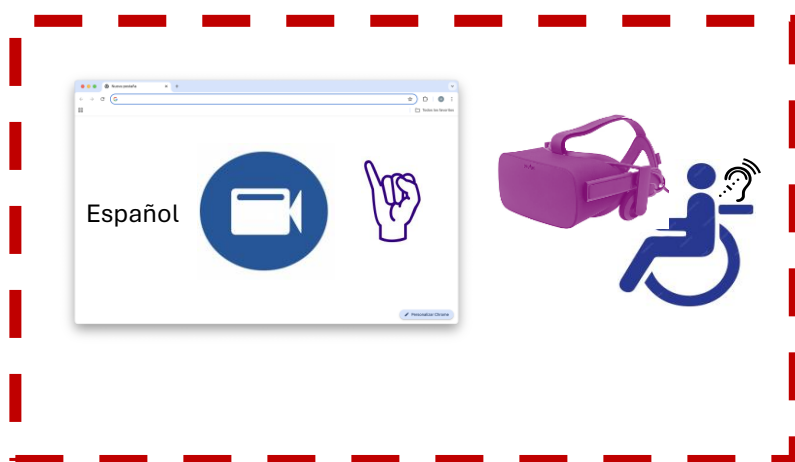
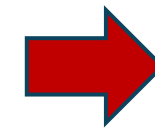
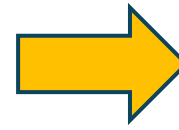
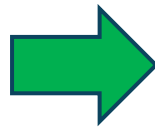
Agradecemos profundamente la participación de los ponentes, investigadores y asistentes que contribuyeron con su conocimiento y compromiso a este esfuerzo colectivo. Que las memorias que hoy se presentan sirvan como testimonio del poder del conocimiento colaborativo y como guía para seguir construyendo un futuro sostenible, equitativo y en armonía con los principios de la Agenda 2030. Que su lectura inspire, como agua viva que renace con la luz del conocimiento



Simposio Multidisciplinario del Agua 2025
3^{er} Congreso Internacional en Ingeniería en Desarrollo Sustentable

Inclusión y Tecnologías para la Educación y la Salud
(ODS 3, 4, 9)

Integración de Tecnologías Web y Realidad Virtual Mixta con Oculus Quest 3s para la Asociación de Objetos a la Lengua Mexicana de Señas





Alternativa de calefacción doméstica para la reducción de la contaminación ambiental derivada del nexo agua-energía

1. Se reconoce la relevancia del nexo agua-energía y su impacto al ambiente por lo que se busca reducirlo.
2. Se identifica el alto consumo de energía por sistemas de calefacción, se selecciona el de menor consumo para su optimización.



3. OBJETIVO:

Generar una opción óptima para la calefacción doméstica que sea eficiente y disminuya la contaminación derivada del nexo-agua energía.



Rosalía I. Cruz Cervantes **UAM-L**
 Jesús Monroy Valdés **UAM-L**
 Javier López Carmona **UNITEC**

5. RESULTADOS:

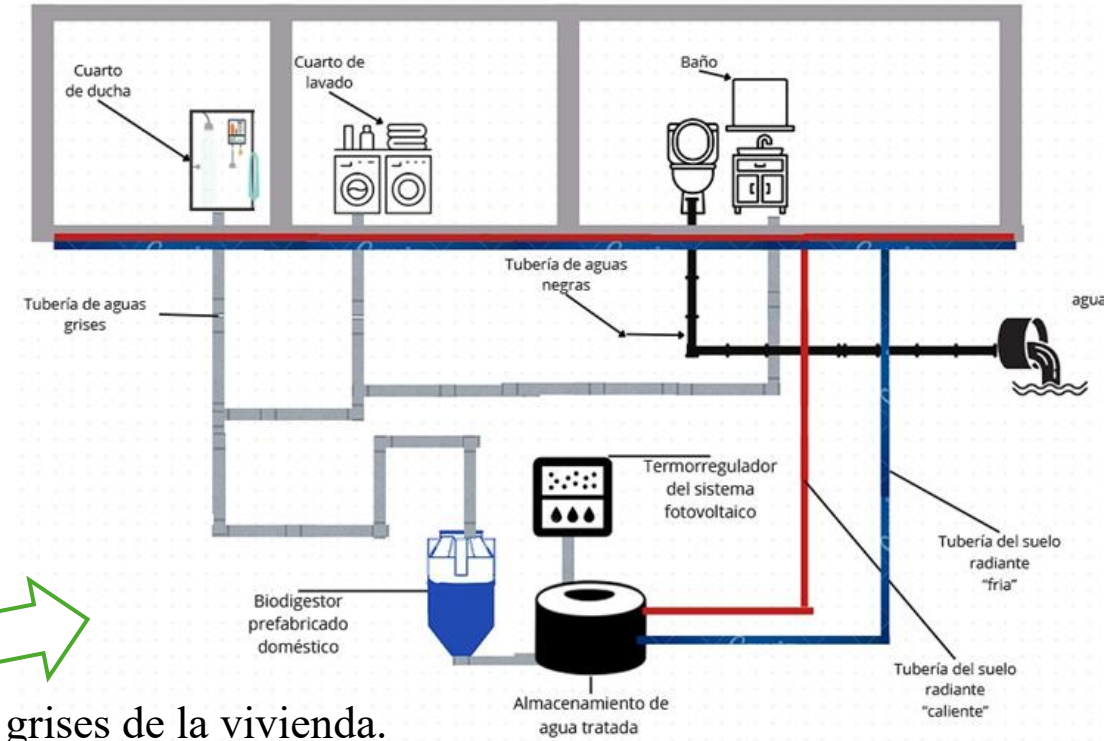
Se reconoce que el agua y energía están intrínsecamente relacionados y que si se requiere una reducción del impacto es necesario tener incidencia en ambos recursos y promover el uso de sistemas más eficientes.

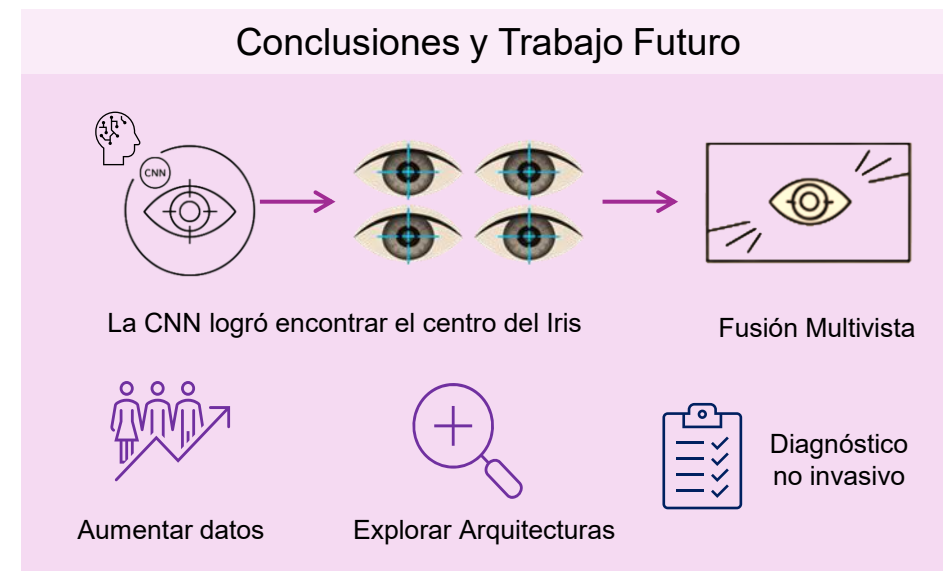
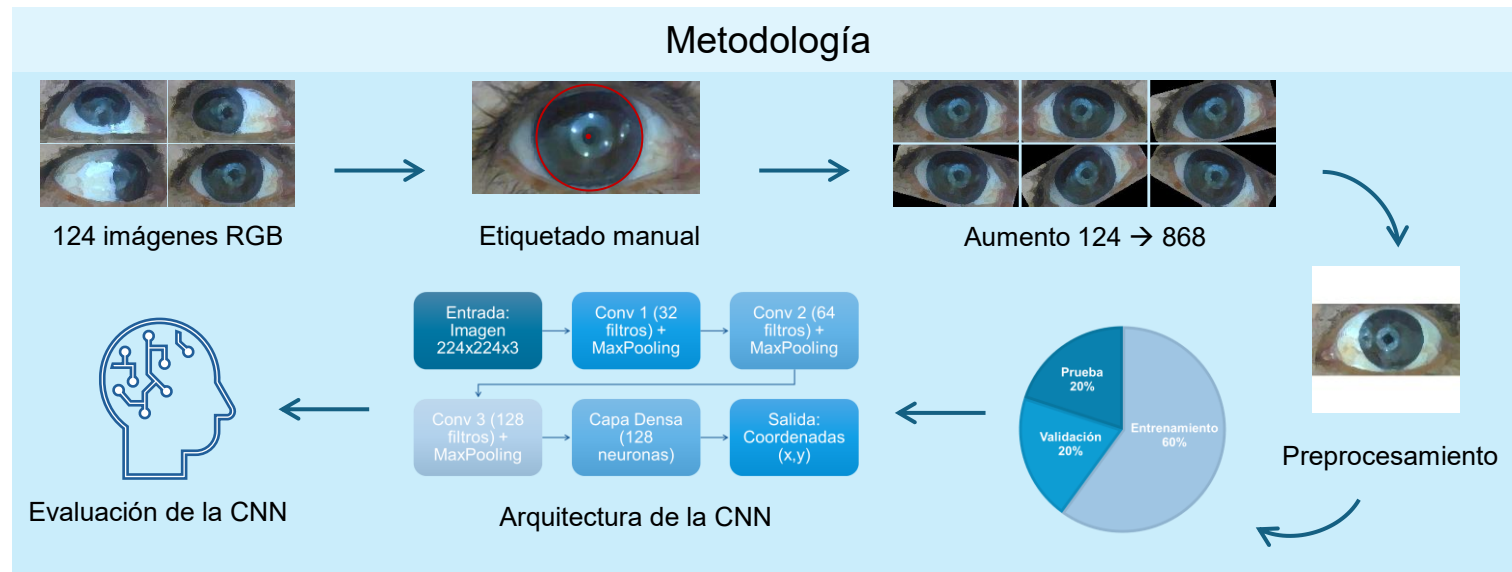
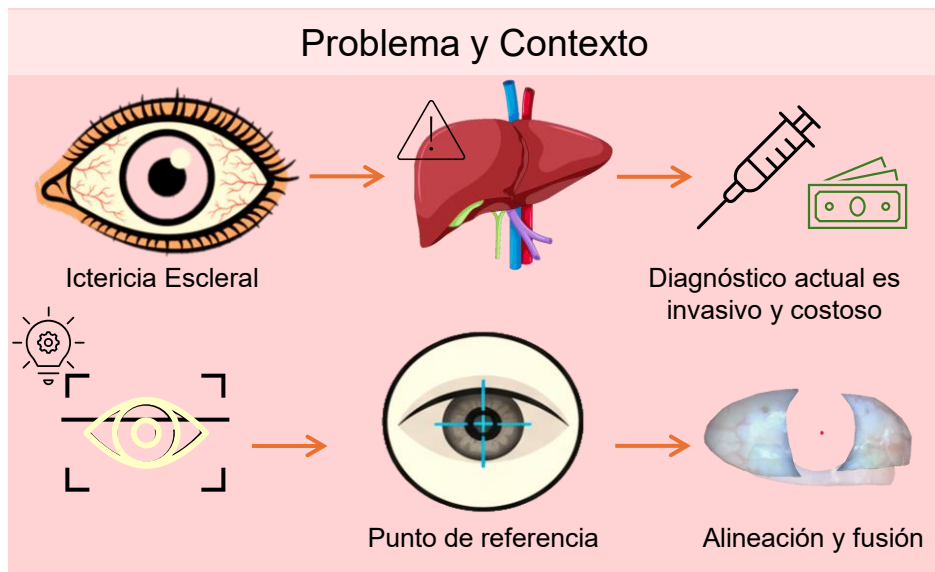


4. Se realizó la propuesta:

- 1.- Separación de aguas negras y grises de la vivienda.
- 2.- Se envía el agua gris a un biodigestor.
- 3.- Se almacena para enviarla al sistema de calefacción abastecido con energía solar.
- 4.- Envió a tuberías de poliuretano instaladas bajo el piso
- 5.- Se consigue una calefacción homogénea en la vivienda.

Representación del funcionamiento del sistema de piso radiante





Dispositivo portable para la adquisición de imágenes de la esclera para propósito de estimación de niveles de bilirrubina en adultos

Introducción

Hiperbilirrubinemia:

- Acumulación excesiva de bilirrubina en la sangre
- Causa 2 millones de muertes al año

Método actual para niveles de bilirrubina:

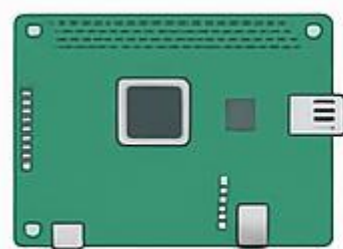
- Análisis sanguíneo
 - Invasivo
 - Resultados en 24 horas
- Bilirrubinómetros
 - Diseñados para neonatos



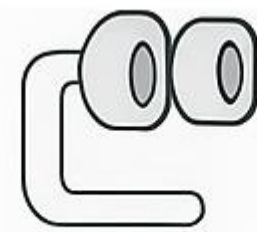
Objetivo

Desarrollar un dispositivo portátil y autónomo para la captura de fotografías esclerales y segmentación en tiempo real, como premisa a un dispositivo para determinar el nivel de bilirrubina

Metodología



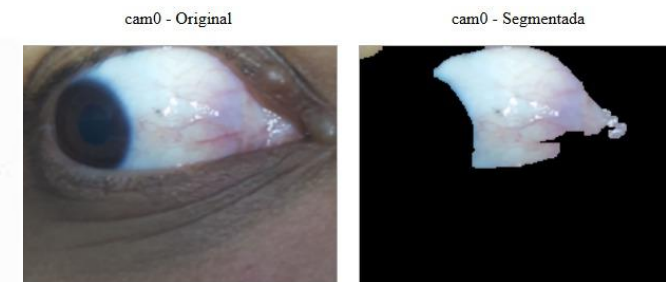
Raspberry Pi 5



Arducam IMX519



Interfaz web



Adquisición y segmentación en tiempo real

Resultados

En Google Colab

Métrica	Valor
Coefficiente de Dice Promedio	0.89 (89%)
Coefficiente de Dice mínimo	0.69 (69%)
Coefficiente de Dice máximo	0.96 (96%)

Implementación en Raspberry
Segmentación en tiempo
real: 0.004 seg

- Dispositivo portable y autónomo
- Segmentación embebida
- Base para monitoreo no invasivo de bilirrubina
- Validación clínica y algoritmos de predicción



Simposio Multidisciplinario del Agua 2025
3^{er} Congreso Internacional en Ingeniería en Desarrollo Sustentable

Sociedad, Equidad y Género
(ODS 5, 10, 16)

ECONOMÍA CIRCULAR EN ACCIÓN: DEL PROBLEMA DE LOS RESIDUOS A SOLUCIONES SOSTENIBLES

Selene Ortiz Velázquez, Iván Cervantes-Zepeda, Iván Gallego-Alarcón y Gehovana González-Blanco

Problemática actual

Economía lineal



Extracción



Producción



Consumo



Desechar

Sobreexplotación

Contaminación

Aumento de residuos



Requiere



Legislación



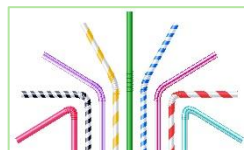
Educación



Estrategias adaptadas



Recuperar



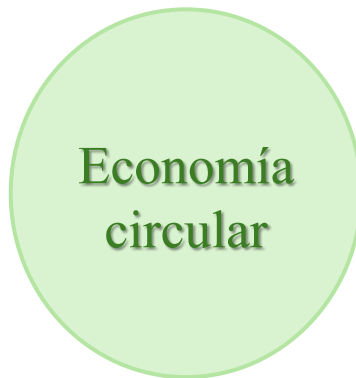
Rechazar



Repensar



Reciclar



Economía circular



Reducir



Remanufacturar



Reutilizar



Restaurar



Reparar

Modelos en práctica



Agricultura regenerativa



Moda sostenible



Gestión de residuos

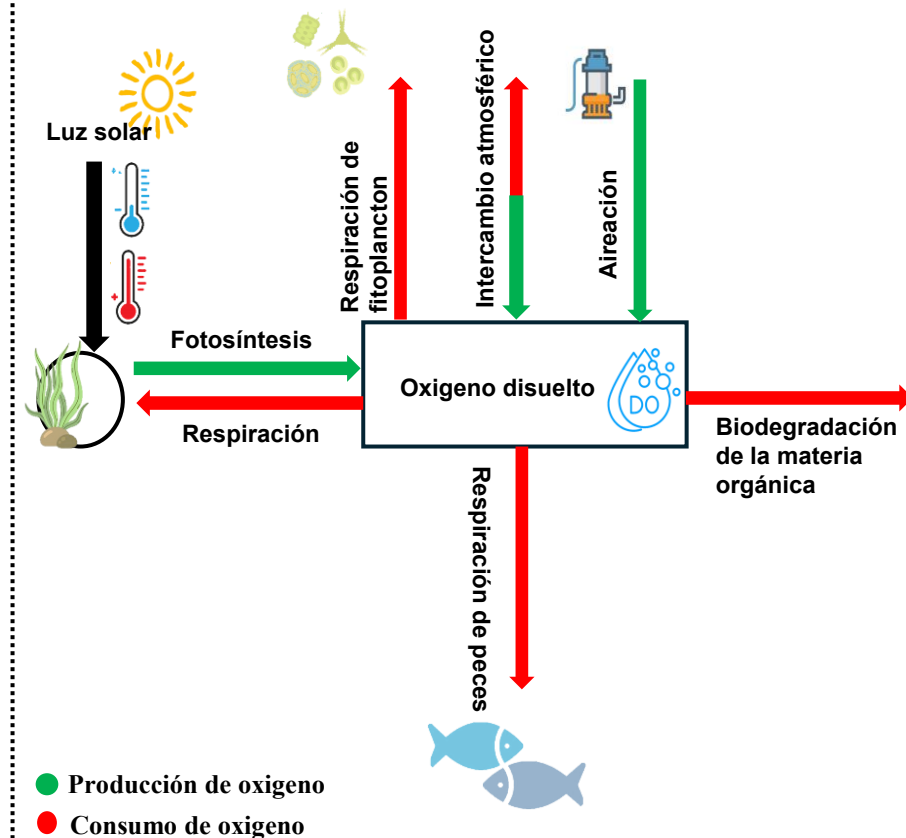


Diseño circular

EL ALIENTO INVISIBLE: COMO LA CIENCIA DIGITAL CUIDA QUE LOS PECES NO SE AHOGUEN

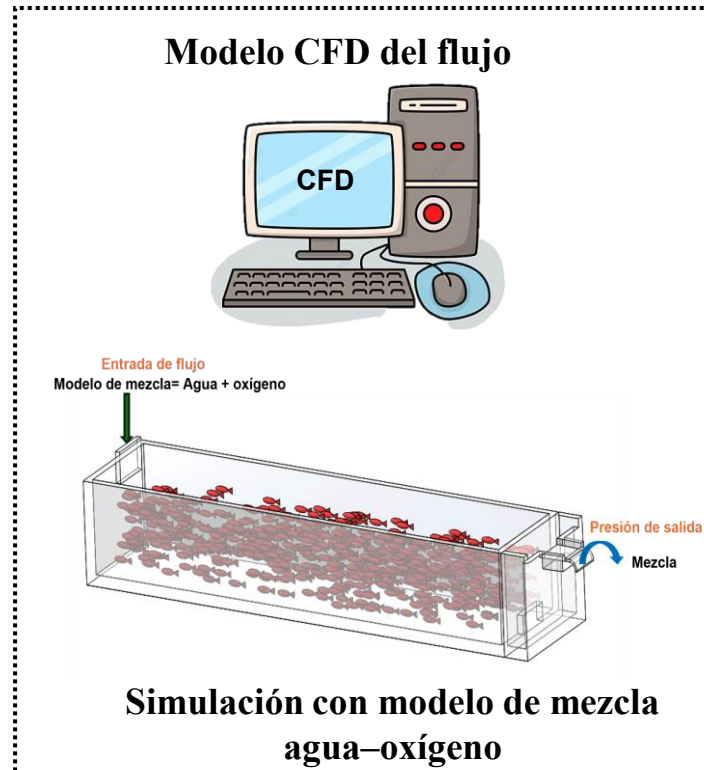
Aylin Trujillo Rogel, Iván Gallego Alarcón, Boris Miguel López Rebollar, David García Mondragón, Iván Cervantes Zepeda, Jesús Ramiro Félix Félix

Procesos que regulan el oxígeno disuelto en sistemas acuícolas



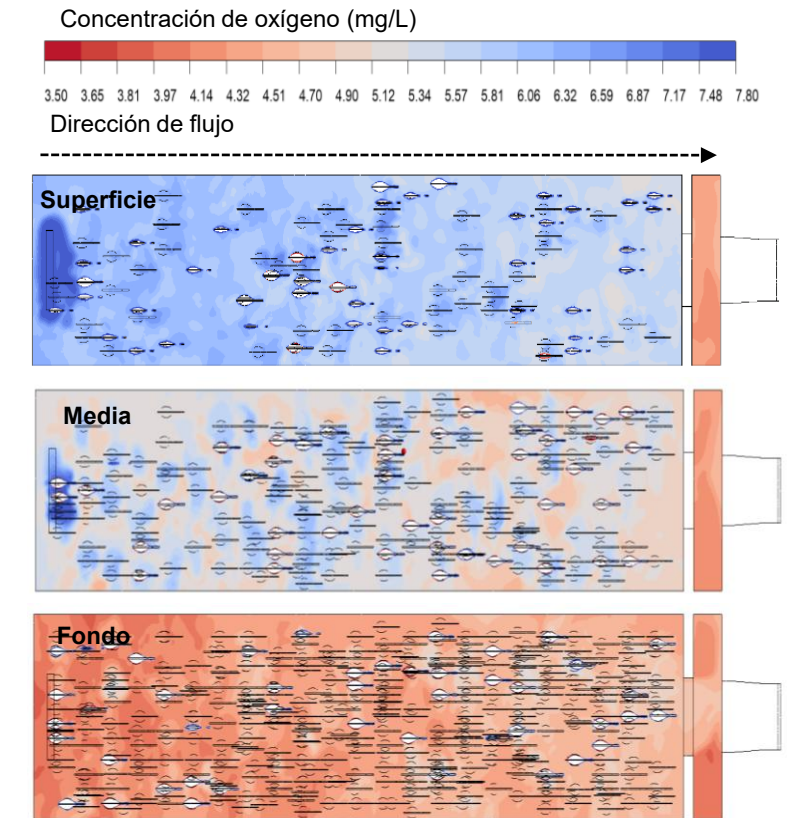
Factores

Modelo CFD del flujo



Modelado CFD

Distribución espacial de oxígeno disuelto (mg/L)



Bajas concentraciones= riesgo para peces
Altas concentraciones= condiciones óptimas

Distribución de OD 18

Simposio Multidisciplinario del Agua 2025

3er Congreso Internacional en Ingeniería en Desarrollo Sustentable

ESTRATEGIA VERDE: PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE TILAPIA ROJA EN COLOMBIA

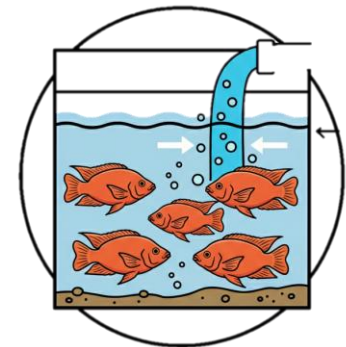
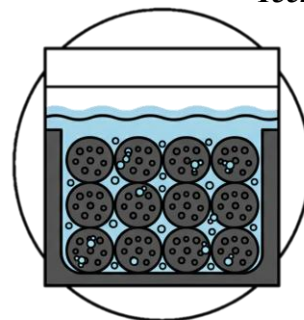
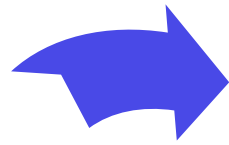
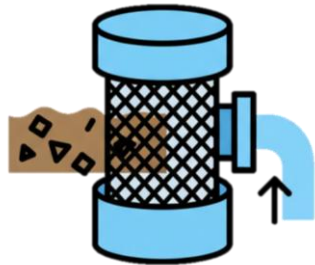
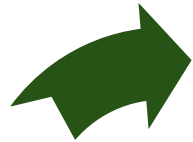
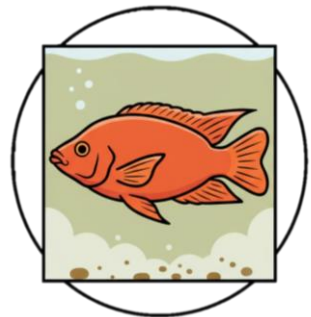
José G. Pérez Canencio, Mary L. Ojeda Solarte, Jorge E. Guevara Bejarano, Christian A. Cuero Gamboa, Ana E. Alcántara Valladolid, Moisés Tejocote Pérez

Filtro Mecánico

Remueve sólidos suspendidos gruesos
Reduce carga particulada antes de pasar al biofiltro.

Biofiltro (Filtro Biológico)

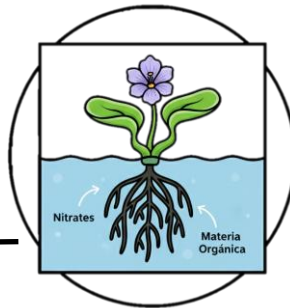
Promueve procesos de nitrificación bacteriana
(amonio → nitritos → nitratos).
Convierte compuestos tóxicos en formas menos nocivas



Estanques con Tilapia Roja
Bajo condiciones controladas.
Producción de efluentes ricos en materia orgánica y compuestos nitrogenados

Recolectar biomasa del buchón de agua cada 15-30 días evita su descomposición y la liberación de nutrientes al agua. Sirve para producir biosólidos agrícolas, bioplásticos y fibra

Economía circular



RECIRCULACIÓN

Módulo con Macrófitas – Absorbe nitratos, nitritos, amonio, fósforo y materia orgánica residual. Aporta oxigenación natural y mejora la calidad del agua. Funciona como un “pulmón verde” dentro del sistema RAS.

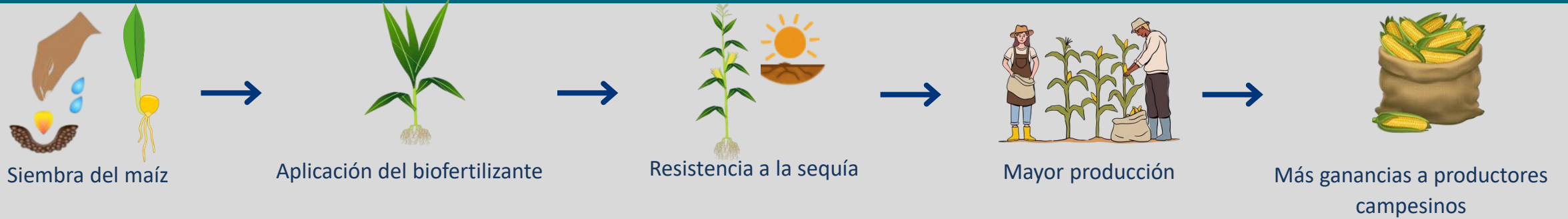
Retorno al Estanque

Agua depurada y rica en oxígeno retorna al sistema
Ciclo cerrado, ahorro hídrico, mejora de la sostenibilidad

SAR: Sistemas de Acuicultura en Recirculación

LOS HONGOS DEL ESTIERCOL DE GANADO EN LA SEQUÍA DEL MAÍZ

Areli Bautista De la Cruz, Ana Elisa Alcántara Valladolid, Moisés Tejocote Pérez



Elaboración del biofertilizante

Obtención de *Pilobolus*



Inóculo de *Pilobolus*

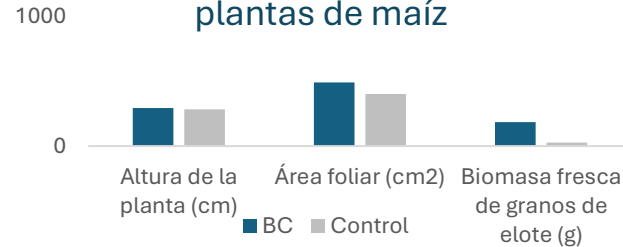


Preparación del biofertilizante

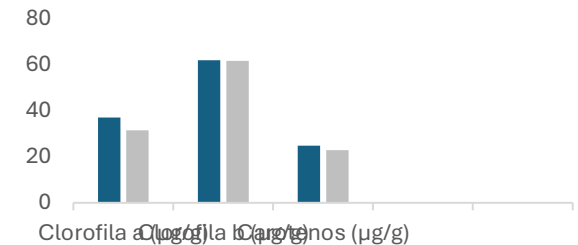


Resultados

Parámetros fisiológicos de las plantas de maíz



Efecto del nivel de respuesta en los pigmentos en hoja de maíz



Conclusión

El uso de biofertilizantes a base de *Pilobolus* sp. se presenta como una alternativa sustentable y eficiente frente a los fertilizantes químicos, al mejorar el crecimiento, la biomasa y la fotosíntesis del maíz. Además, refuerza la resistencia de los cultivos frente a la sequía, consolidándose como una herramienta clave para la agricultura de temporal en contextos de alta variabilidad climática.

USO DEL EXTRACTO LÍQUIDO DE RESIDUOS ORGÁNICOS COMO SOLUCIÓN NUTRITIVA EN UN SISTEMA HIDROPÓNICO

Generación de Residuos

120.128 ton
RSU en México
46.42%
Fracción Orgánica
31.56%
Se aprovechan



Obtención del extracto líquido



Fermentación

Extracto crudo, T1: fermentación + azúcar, T2: fermentación + LAB

Tabla 1. Composición de nutrientes del extracto líquido

	Extracto	T1	T2
N-NO ₃ ⁻ (mg/L)	62.4	36.03	29.13
NO ₂ ⁻ (mg/L)	5.26	1.54	1.26
N-NH ₃ ⁺ (mg/L)	2.33	1.61	1.28
PO ₄ ³⁻ (mg/L)	60.76	87.78	60.48
Dureza (mg/L como CaCO ₃)	15.1	12.9	12.3
Alcalinidad (mg/L como CaCO ₃)	9	19.6	20.4
DQOs (mg/L)	16416	9650	9650

Cultivo hidropónico



Raíz flotante



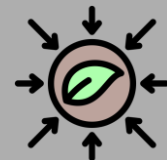
Conclusión



Sustentable



Ajuste de dosis



Materia orgánica



Simposio Multidisciplinario del Agua 2025
3^{er} Congreso Internacional en Ingeniería en Desarrollo Sustentable

Agua y Ecosistemas
(ODS 6, 14, 15)

Diseño y desarrollo de un sistema IoT para el monitoreo de calidad del agua en entornos domésticos

Se implementó un sistema IoT con aplicación móvil para monitorear en tiempo real la calidad del agua. En pruebas controladas, el sistema mostró un desempeño estable en la medición de pH, turbidez y TDS, generando alertas inmediatas cuando los valores excedieron los límites normativos.

Metodología



FUS
Sensores pH, turbidez y sólidos disueltos totales

1. Hardware



MySQL
MQTT

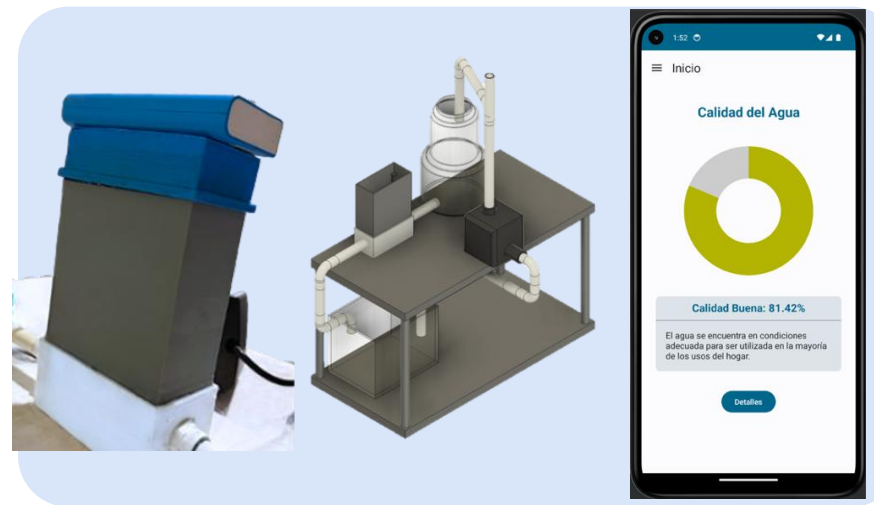
2. Comunicación y almacenamiento



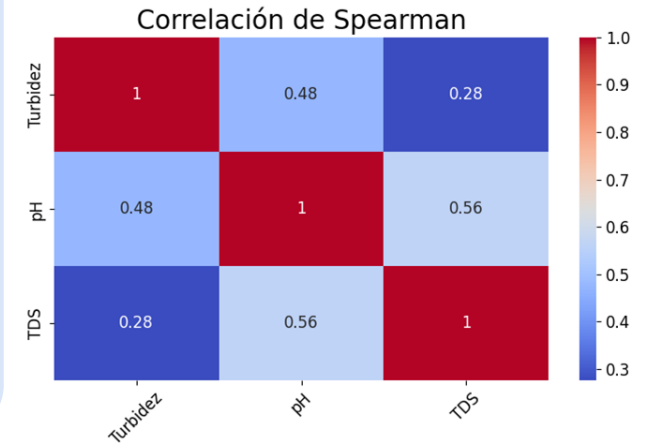
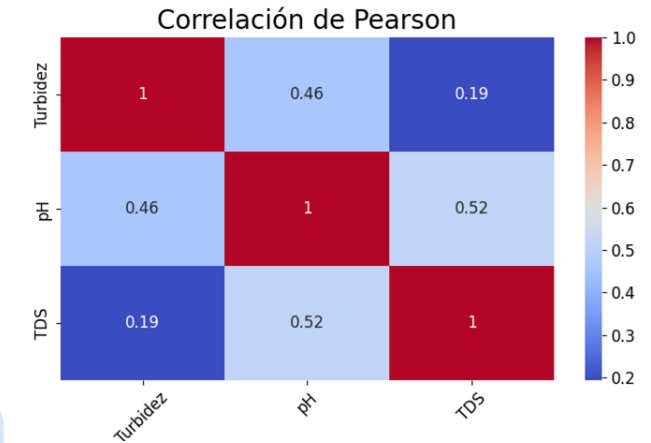
android

3. Software

Parámetro	Media	Rango	Desviación Estándar
pH	7.55	6.57-8.92	0.5
Turbidez	2.53 NTU	2.48-2.66 NTU	0.025 NTU
Sólidos Disueltos Totales	123.73 ppm	50.06–229.68 ppm	48.55 ppm



Resultados



Conclusiones:

El funcionamiento del sistema IoT se validó en pruebas controladas con resultados estables. Mediciones consistentes de pH, turbidez y sólidos disueltos totales.

2,4-D, un herbicida de uso agrícola, efectos ambientales y tratamientos de oxidación avanzados



Degradación por oxidación avanzada

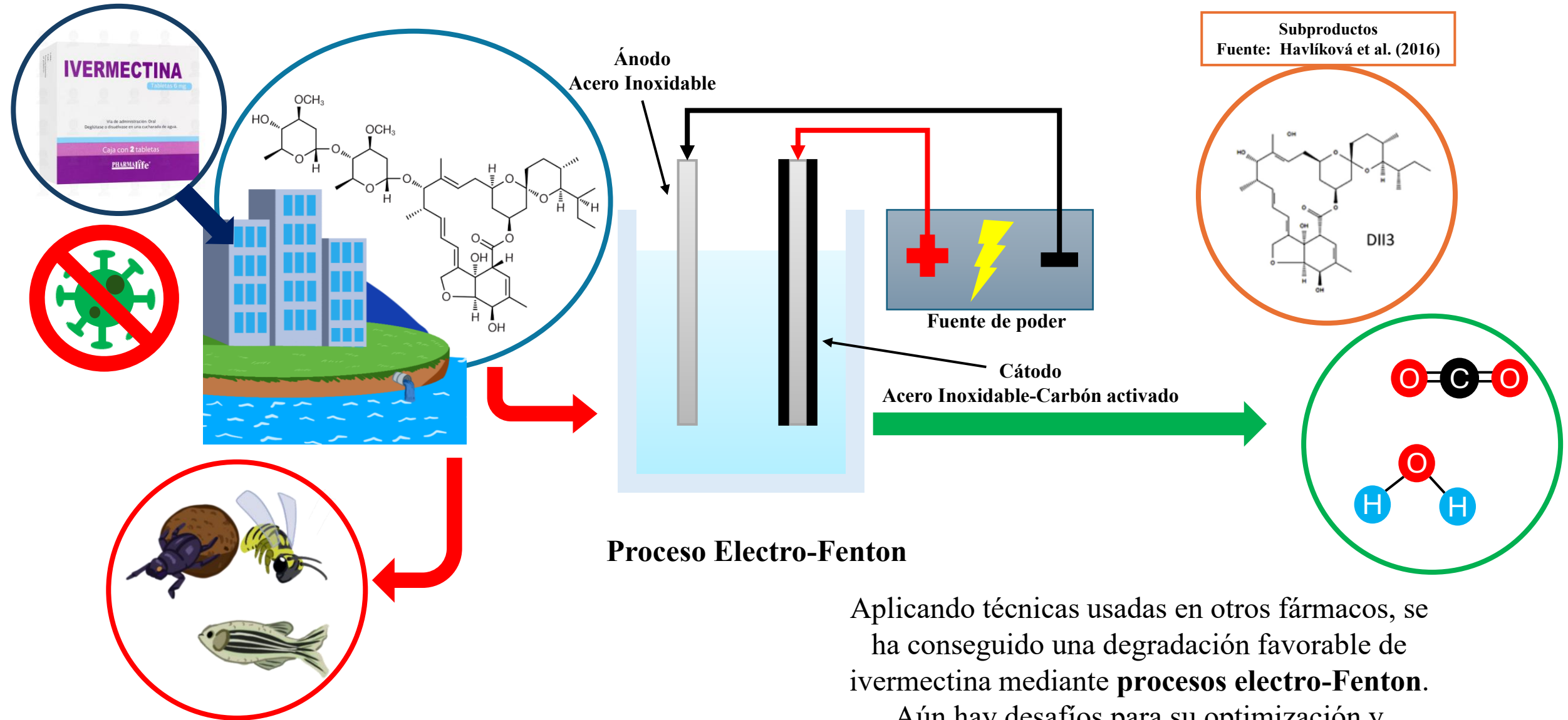
$$\begin{array}{c}
 \text{Cl} \quad \text{O} \\
 | \quad // \\
 \text{C}_6\text{H}_3 \text{---} \text{O} \text{---} \text{C} \text{---} \text{OH} \\
 | \\
 \text{Cl}
 \end{array}
 + \text{H}-\ddot{\text{O}}\cdot \leftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{H}-\text{O}-\text{H} \\ \text{(Agua)} \\ \text{O}=\text{C}=\text{O} \\ \text{(Dióxido de carbono)} \end{array} \right.$$

2,4-D Radical hidroxiló

Baja generación de lodos Mineralización parcial

Alta eficiencia


PROCESO ELECTRO-FENTON PARA EL TRATAMIENTO DE FÁRMACOS: DESAFÍOS PARA SU APLICACIÓN EN IVERMECTINA







Indicadores biológicos para determinar el Índice de Calidad del Agua (ICA)

Indicadores biológicos asociados al ICA



Bacterias

Ejemplo:  **E. COLI**


¿Qué parámetros indican?

    **E. COLI**
Físicos **Biológicos**
 OXÍGENO DISUELTTO SST TOXICIDAD COLIFORMES FECALES ENTEROCOCOS FECALES



¿Cómo se mide?

 **Presencia**  **Ausencia**



Hongos

Ejemplo:  **Basidiomycota**


¿Qué parámetros indican?

  **No aplica**
Físicos **Biológicos**
 OXÍGENO DISUELTTO





¿Cómo se mide?

 
 ¿Cuántos son? **Abundancia** ¿Qué especie son? **Diversidad**



Plantas

Ejemplo:  **Lirio acuatico (Eichhornia crassipes)**


¿Qué parámetros indican?

    **E. COLI**
Físicos **Biológicos**
 OXÍGENO DISUELTTO SST TOXICIDAD COLIFORMES FECALES ENTEROCOCOS FECALES




¿Cómo se mide?

 
 ¿Cuántos son? **Abundancia** ¿Qué especie son? **Diversidad**



Animales (vertebrados)

Ejemplo:  **Trucha (Salmoniformes)**

¿Qué parámetros indican?

   **No aplica**
Físicos **Biológicos**
 OXÍGENO DISUELTTO SST TOXICIDAD

¿Cómo se mide?

  
 ¿Cuántos son? **Abundancia** ¿Se pueden reproducir? **Éxito reproductivo** ¿Qué especie son? **Diversidad**

Animales (invertebrados)

Ejemplo:  **Escarabajos (Coleoptera)**

¿Qué parámetros indican?

     **COLIFORMES FECALES ENTEROCOCOS FECALES**
Físicos **Biológicos**
 OXÍGENO DISUELTTO SST TOXICIDAD COLIFORMES FECALES ENTEROCOCOS FECALES

¿Cómo se mide?

  
 ¿Cuántos son? **Abundancia** ¿Se pueden reproducir? **Éxito reproductivo** ¿Qué especie son? **Diversidad**


EL ENEMIGO SILENCIOSO EN LAS TUBERÍAS: CIENCIA DETRÁS DE LA INCRUSTACIÓN DE CaCO_3

1 **¿Qué son las incrustaciones?**

Acumulación de minerales en tuberías CaCO_3

El "sarro" reduce el diámetro de tuberías

Bloqueo de flujo de agua



2 **Agentes que favorecen su formación**

Incrustación de CaCO_3

- pH
- Alcalinidad
- Dureza total
- Dureza de calcio

3 **Proceso de formación de incrustaciones**

Iones disueltos → Nucleación → Crecimiento → Aglomeración → Incrustación

Iones libres → Cristal de calita → Incrustación

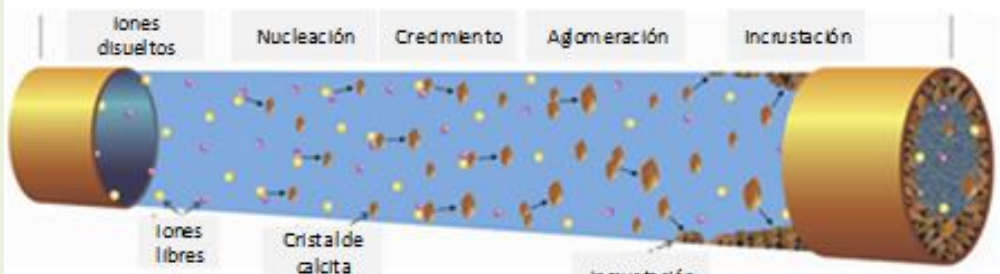


Figura 1. Principales fenómenos involucrados en la incrustación de CaCO_3 . Adaptado de Cosmo et al., (2019).

Efecto de la hidrodinámica en el proceso de incrustación

4

1. La cantidad de agua
2. Velocidad de conducción
3. Diámetro de la tubería

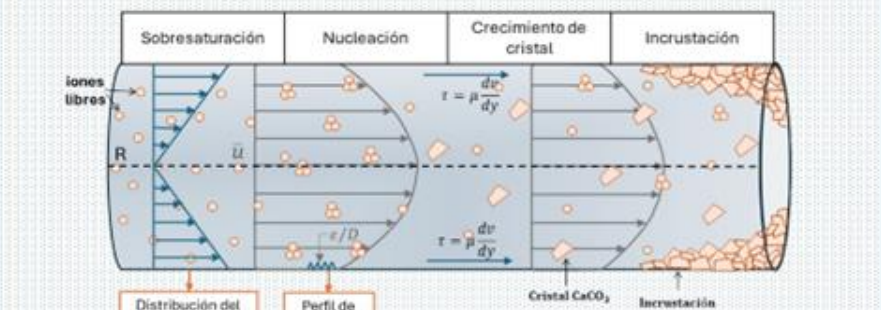


Figura 3. Principales componentes químicos e hidrodinámicos involucrados en la formación de incrustaciones de CaCO_3 . (Fuente: Elaboración propia).

5 **Simulación por computadora para la predicción de incrustaciones**

Modelo numérico Kern-Seaton

- Química del agua
- Hidrodinámica

Predicción de CaCO_3


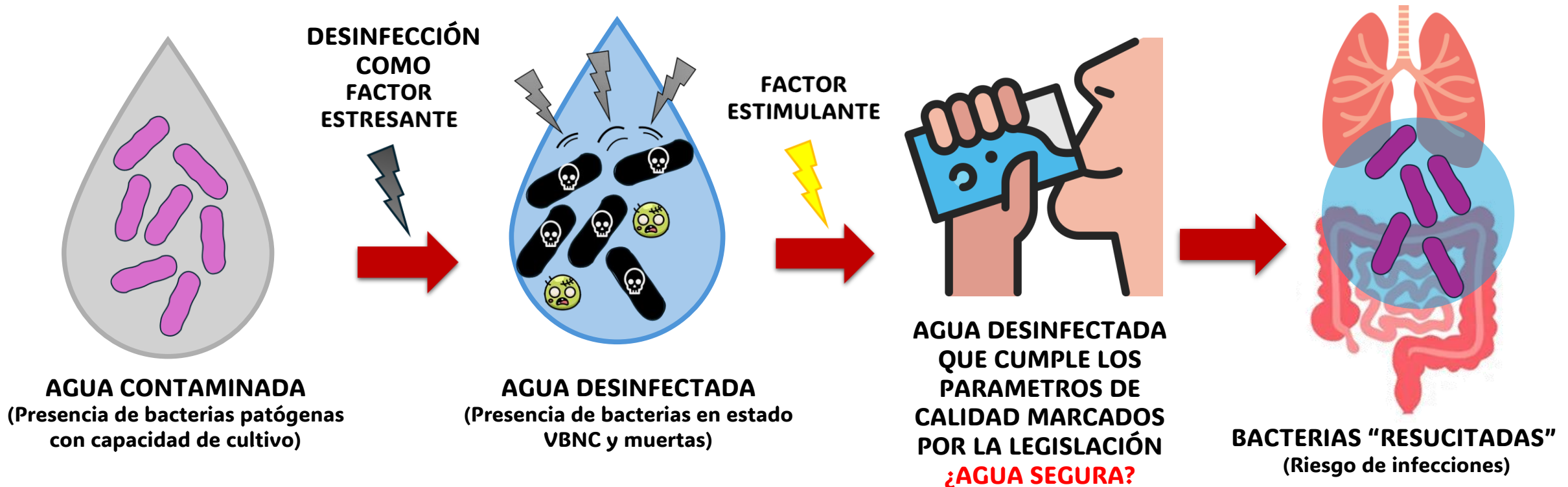


Figura 4. Ejemplificación de la simulación por computadora de la incrustación de CaCO_3 . (Fuente: Elaboración propia)

BACTERIAS VIABLES PERO NO CULTIVABLES: AMENAZAS ESCONDIDAS EN EL AGUA POTABLE

Objetivo: Concientizar sobre el riesgo para la salud pública que representan las bacterias en estado viable pero no cultivable (VBNC, por sus siglas en inglés: *Viable but Non-Culturable*).

METABOLISMO



Inundaciones urbanas



Funcionamiento en sistemas combinados



1

Sumidero libre



2

Sumidero ahogado



3

Surgencia libre



4

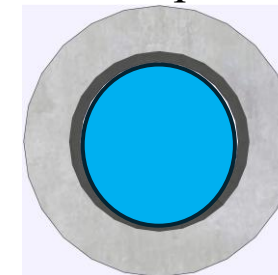
Surgencia ahogada

Perspectivas

- Evitar el uso de tapas ciegas (tapa de concreto) las cuales anulan la capacidad de captación al funcionar como sumidero.
- Además, dichas tapas incrementan la presión en el sistema cuando trabaja a surgencia.

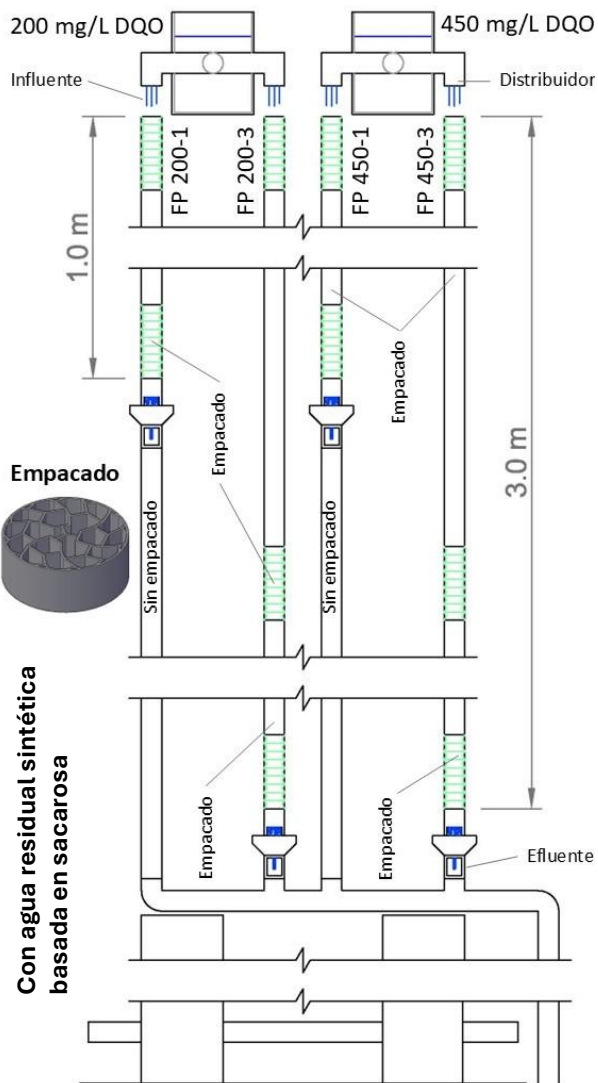


- Se vuelve esencial incorporar SUDS y en lugar de tapas, utilizar rejillas para acercarnos a la máxima área hidráulica disponible (brocal)

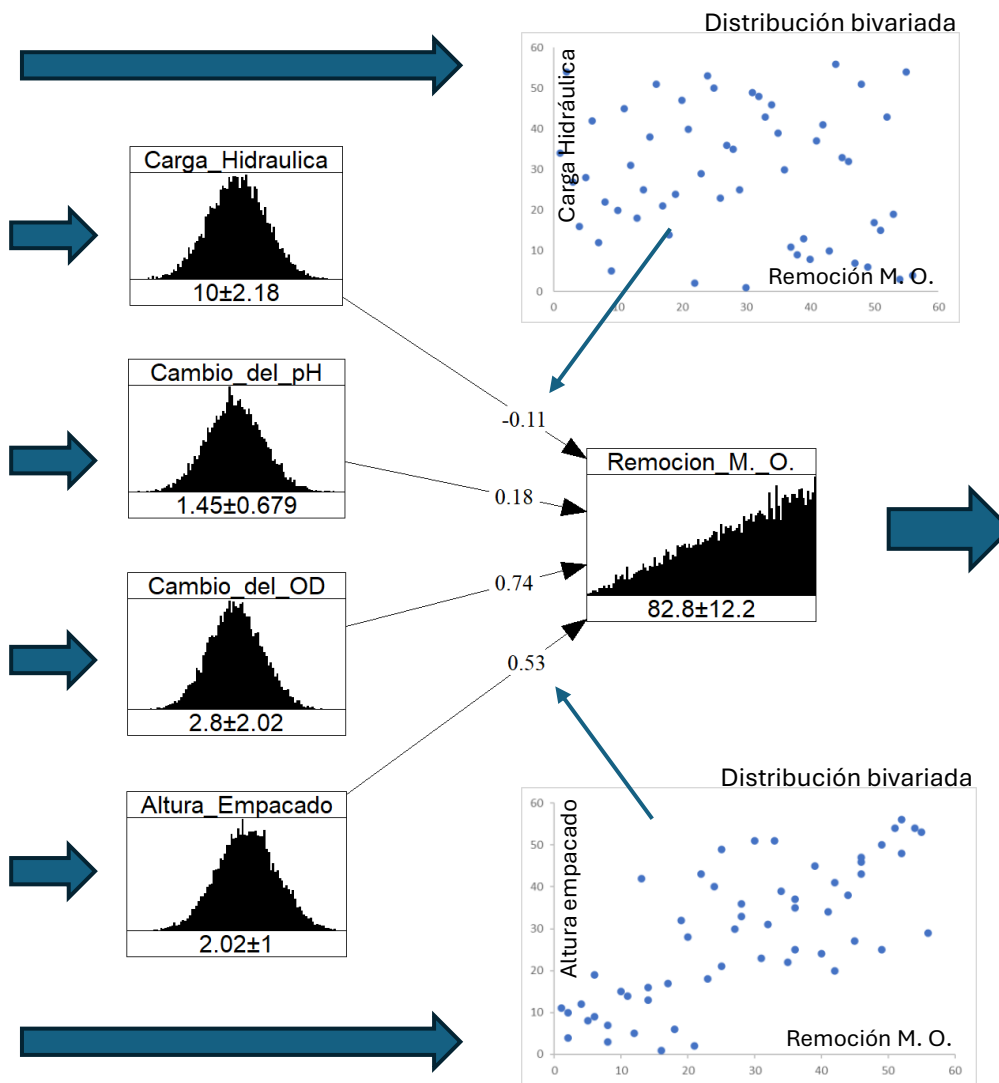


Modelo Bayesiano para la Estimación de la Remoción de Materia Orgánica en Filtros Percoladores

FILTROS A ESCALA DE LABORATORIO



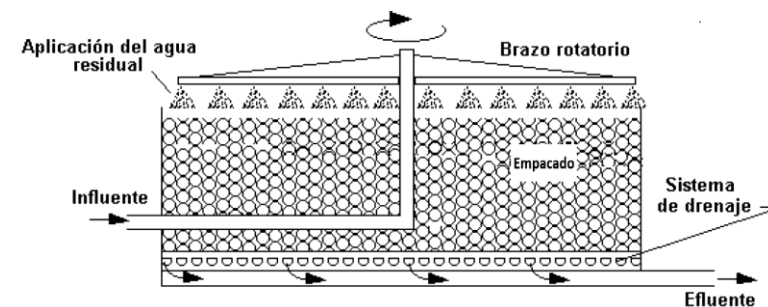
CONSTRUCCIÓN DE LA RED BAYESIANA



COMPARACIÓN CON OTROS MODELOS

Modelo	Error cuadrático medio	Media de los errores absolutos
Bayesiano (resultado 1)	70.84	6.39
Bayesiano (resultado 2)	104.74	7.81
De Eckenfelder	252.90	11.03
De la biopelícula	300.84	12.49
De la Armada de EE. UU.	367.71	13.67
Británico	232.06	13.43

ÚTIL PARA EL DISEÑO BÁSICO DE FILTROS PERCOLADORES Y SU OPERACIÓN

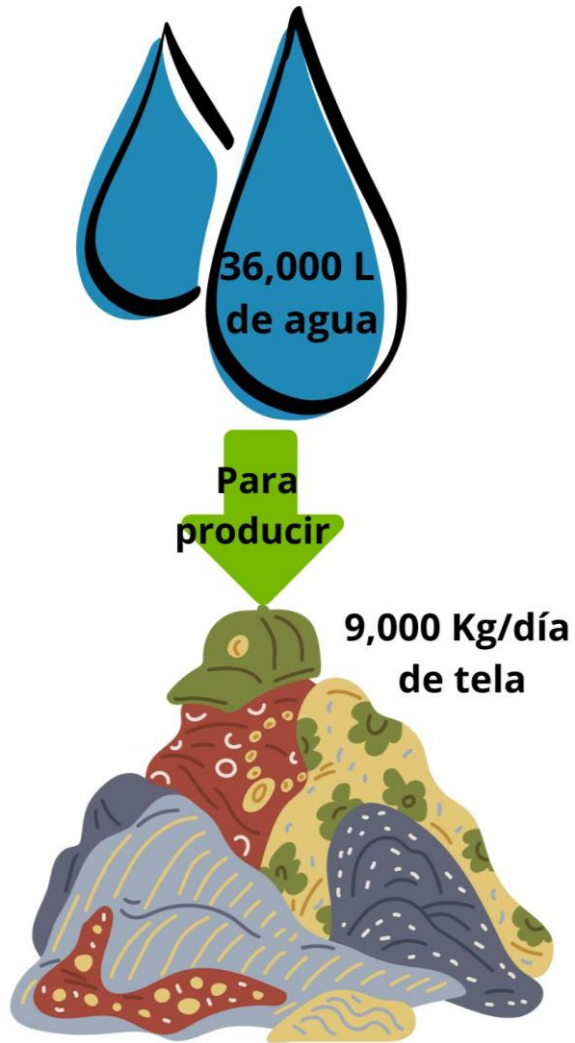


Nota. De "Ingeniería de los sistemas de tratamiento y disposición de aguas residuales", por E. César-Valdez y A. B. Vázquez-González, 2003, p. 221.

Conclusión principal

El modelo Bayesiano es una alternativa sólida para la estimación de la eficiencia de remoción materia orgánica en filtros percoladores con características específicas.

La Moda Contamina: El Impacto de la Industria Textil en Nuestros Cuerpos de Agua



Los efluentes textiles tienen una composición química tóxica y heterogénea

En el 2023



Se consumieron 183,800 millones de prendas

Impacto de la industria textil

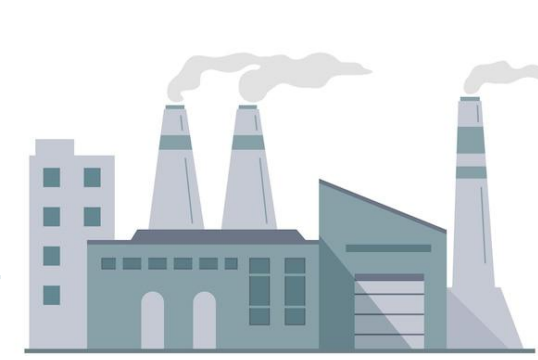
En la CDMX se desechan 3,700 millones de toneladas de residuos textiles al año



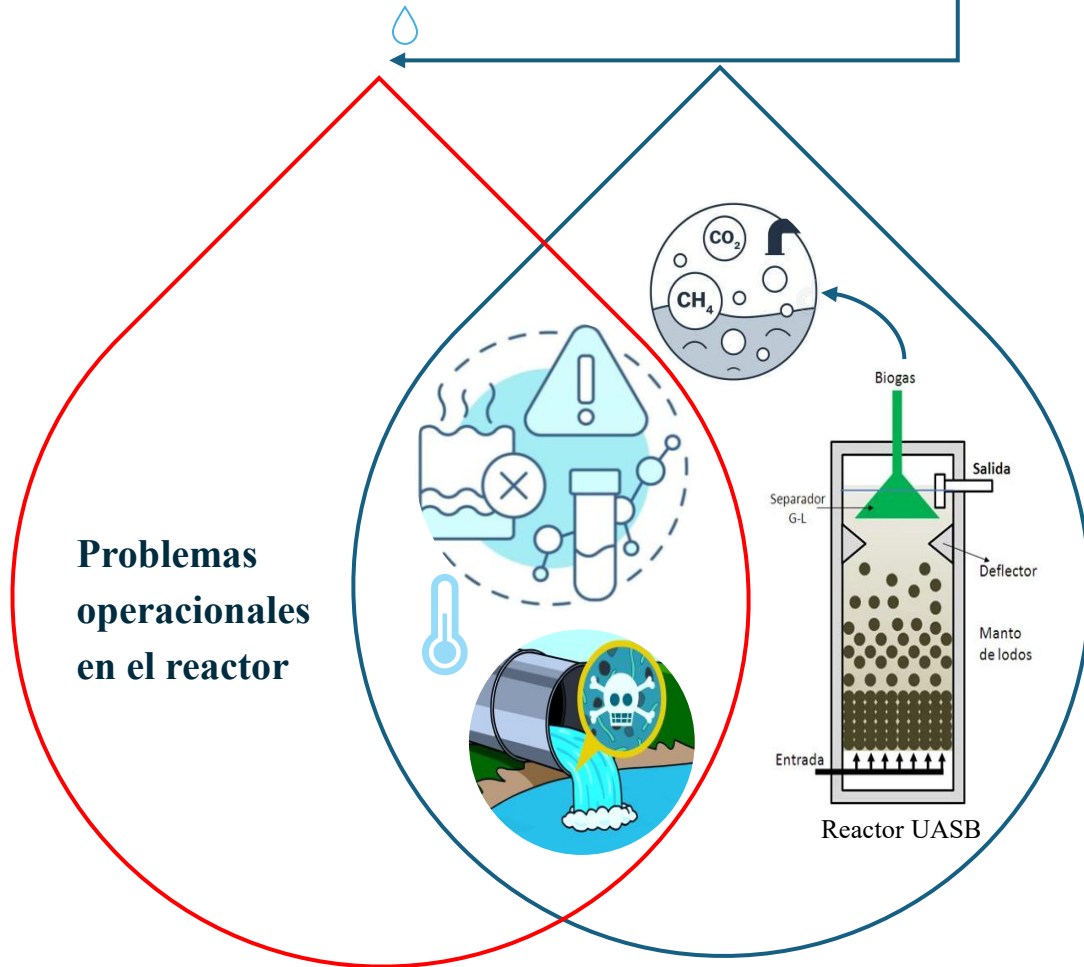
Responsable del 20% de las aguas residuales globales



Causa el 10% de las emisiones totales de carbono

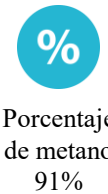
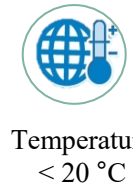
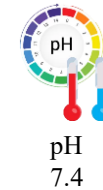


Evaluación de la pérdida de operación de un reactor UASB en función de parámetros físicos y químicos



Parámetros físicos y químicos para evaluar el desempeño del reactor

Estabilidad:



Eficiencia y desempeño:





Efecto de la calidad del agua de un bordo del Estado de México sobre los rangos de tolerancia de *Ambystoma granulosum*

Fisicoquímicos

Rangos de tolerancia para *A. granulosum* asociados a su crecimiento poblacional ($r > 0.90$)

pH 7.7-8.8
 4.4-13.0 mg/L O₂
 0-34 mg/L de DBO₅
 4.0 NTU
 2-220 NMP



Microbiológicos

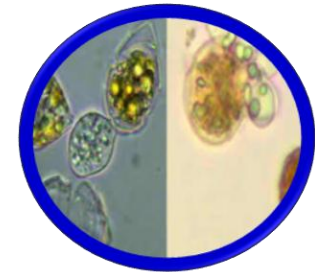
Consortio microbiano propio de *A. granulosum* y su tamaño poblacional



Biodiversidad

Poblaciones asociadas con *A. granulosum* a su crecimiento poblacional ($r > 0.90$)

Protozoarios, microalgas, hongos y bacterias identificadas como bioindicadores



Sitio	M1	Criterio	M2	Criterio	M3	Criterio	M4	Criterio
1	29.4	Mala	27.8	Mala	25.0	Muy mala	22.9	Muy mala
2	51.9	Media	28.2	Mala	49.4	Mala	18.8	Muy mala
3	69.7	Media	31.1	Mala	68.8	Media	24.7	Muy mala
4	69.3	Media	129.8	Mala	34.4	Mala	17.4	Muy mala
5	69.3	Media	61.6	Media	58.2	Media	18.0	Muy mala

Muestras: M1, M2, M3 y M4



Ecológicos

560-750 individuos /año

El tamaño poblacional de *A. granulosum* es estable y no pone en riesgo la capacidad de carga del sistema

Ana Elisa Alcántara Valladolid
 Moisés Tejocote Pérez
 Patricia Balderas Hernández
 Boris Miguel López-Rebollar

Aplicación del índice BMWP/Méx para evaluar la calidad del agua en las subcuencas San Diego y Almoloya



Se realizaron **dos campañas de muestreo** en 2024 y 2025

Utilizando: red tipo D, charolas y lupa

Método: Recolecta de organismos

Identificación taxonómica nivel de familia

Asignación de valor del índice de BMWP/Méx

Se evaluó la **calidad hídrica** en las subcuencas San Diego y Almoloya, ubicadas en Almoloya de Juárez, Estado de México, mediante el empleo del Índice Biological Monitoring Working Party modificado para México (BMWP/Méx).

Índice BMWP/Méx		
Nivel de calidad	BMWP	Color
Aguas de calidad excelente	> 120	Azul
Aguas de calidad buena, no contaminadas o no alteradas	101 - 120	Azul
Aguas de calidad regular, eutrofia	61 - 100	Verde
Aguas de calidad mala, contaminada	36 - 60	Amarillo
Aguas de calidad mala, muy contaminada	16 - 35	Naranja
Aguas de calidad muy mala, extremadamente	< 15	Rojo

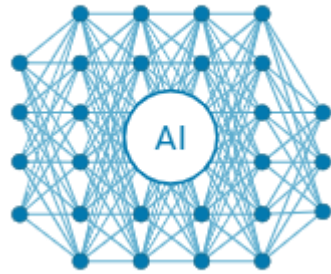
 +
  +
  = Aguas de **calidad regular**, 103 del índice BMWP/Méx
 +
  +
  = Aguas de **calidad mala**, 36 del índice BMWP/Méx

Análisis de contaminantes del Agua del Río Lerma basado en Machine learning

El monitoreo en la calidad del agua es crítico en la gestión sostenible

OBJETIVO:

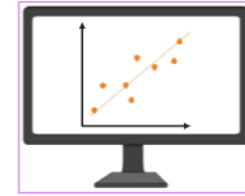
Generar un modelado predictivo analizando grandes volúmenes de datos recolectados de la Red Nacional de Medición de Calidad del Agua (RENAMECA) usando Machine learning



Jade Aleli Aguilar-Cuevas,
Jenifer Guadalupe Segundo-Escamilla,
Luis Antonio Castillo-Suárez,
Laura Cleofas-Sánchez

Metodología

1 Recolección y procesamiento de datos (RENAMECA)



-10 años, 14 sitios, 14 parámetros

2 Evaluación del agrupamiento con Davies-Bouldin

$$DB = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \max_{j \neq i} \left(\frac{\sigma_i + \sigma_j}{d(e_i, e_j)} \right)$$

3 Aplicación del algoritmo de K-means en Weka

-Sitio de muestreo vs familia de contaminantes

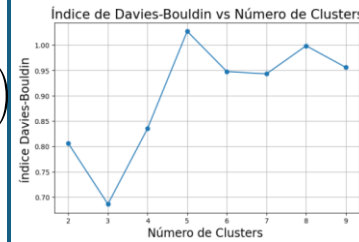
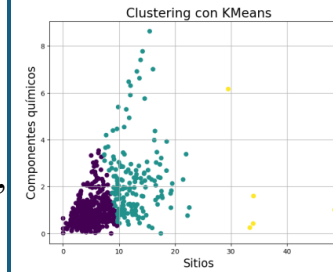
4 Se utilizó Google Colab para generar gráficas 2D en Python

Google colab



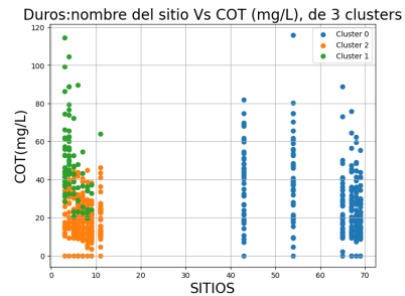
Resultados

Agrupamiento de datos= identificación de sitios críticos



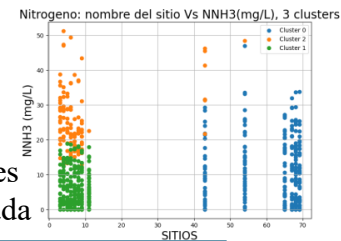
El índice DB indica un adecuado agrupamiento a partir de 3 y 2 Clusters (DB<0.65).

Zonas urbanas



Altas concentraciones de metales
Materia orgánica (DQO, COT)

Zonas rurales



Altas concentraciones de materia nitrogenada

Conclusiones

- Permite visualizar tendencias
- Identifica fácilmente zonas de mayor impacto ambiental
- Mejora la toma de decisiones para la protección de cuerpo de aguas
- Permite enfocar las acciones correctiva a zonas de mayor impacto.

UBICACIÓN



PROBLEMÁTICA

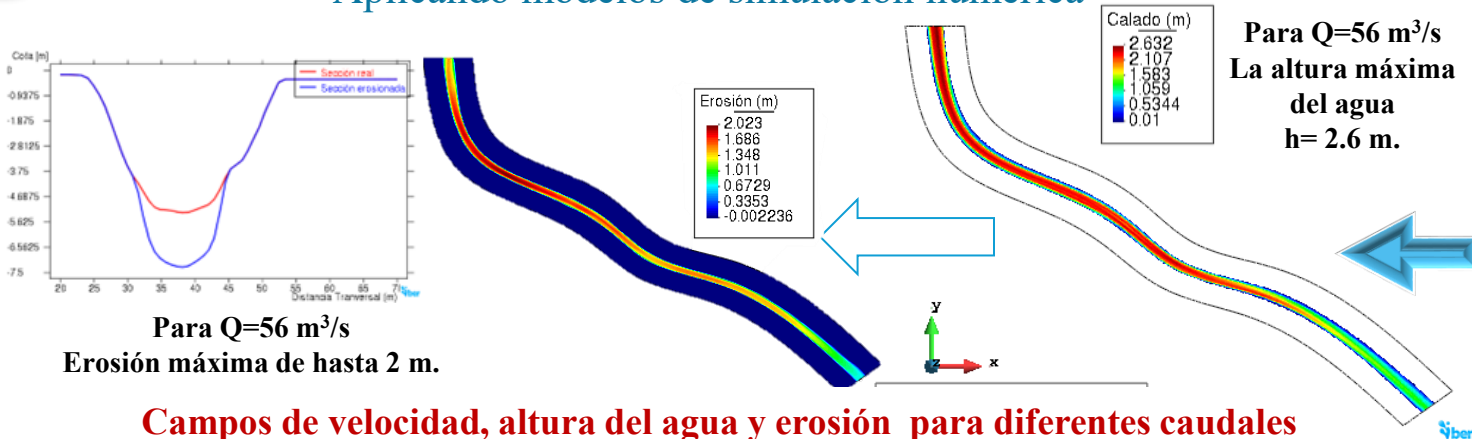


¿Como se estudia un río en la era digital?



¿Que se Descubrió?

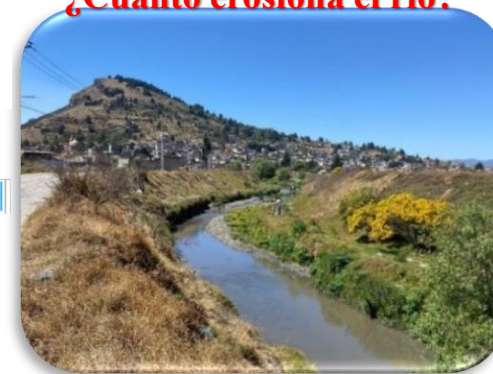
Aplicando modelos de simulación numérica



Campos de velocidad, altura del agua y erosión para diferentes caudales

¿Que se investiga?

¿Como se mueve le agua?
¿Cuanto erosiona el río?



¿Cuanta agua lleva el río?

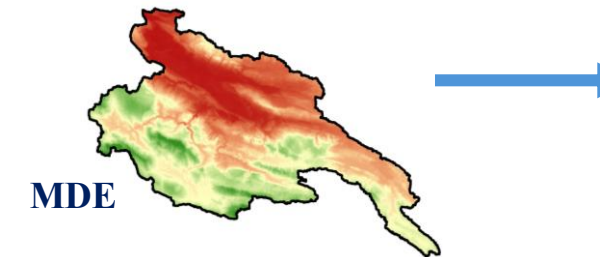
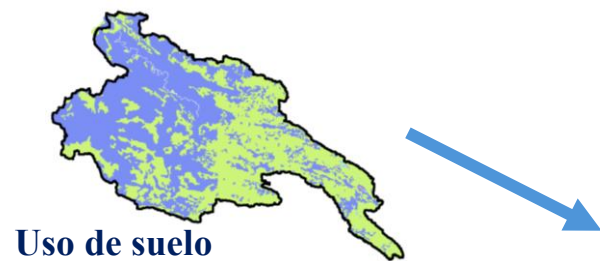




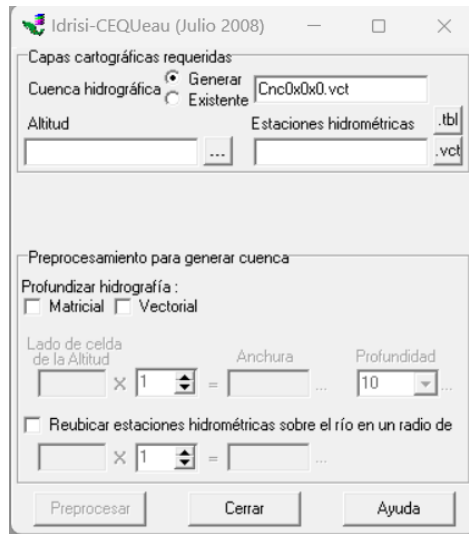
Simposio Multidisciplinario del Agua 2025
3^{er} Congreso Internacional en Ingeniería en Desarrollo Sustentable

Cambio Climático y Gestión de Riesgos
(ODS 7, 11, 12 y 13)

Modelación hidrológica empleando estimaciones de productos de precipitación satelital en tiempo real y corrección de sesgo



Módulo Hidrogeomático Terrset-CEQUEAU

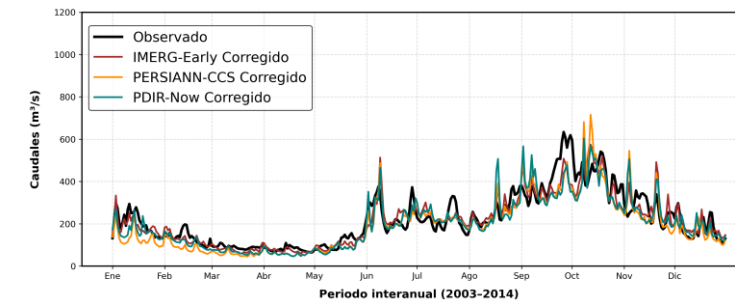
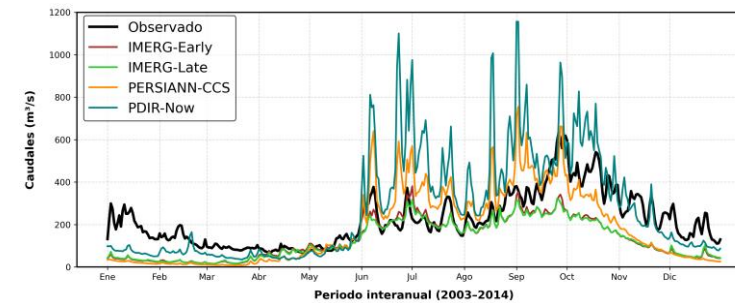
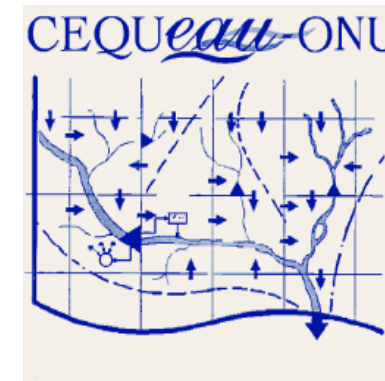


Precipitación:

- Pluviómetros
- PPS originales
- PPS corregidos

Archivos CEQUEAU
*.BV
*.DHM
*.PAH
*.PHY

Modelación hidrológica (calibración y validación)



Determinación del potencial bioquímico de metano (PBM) de residuos agroindustriales de semillas de chile guajillo (*Capsium annum* var. mirasol)

MATERIALES



Sustrato: semillas



Inoculo T: digestor UASB



Inoculo B: biodigestor

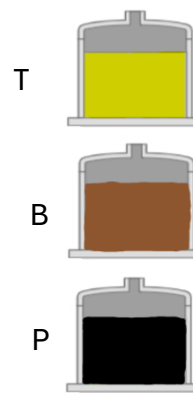


Inoculo P: reactores anaeróbicos

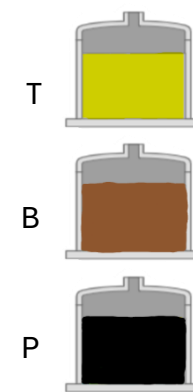
MÉTODOS



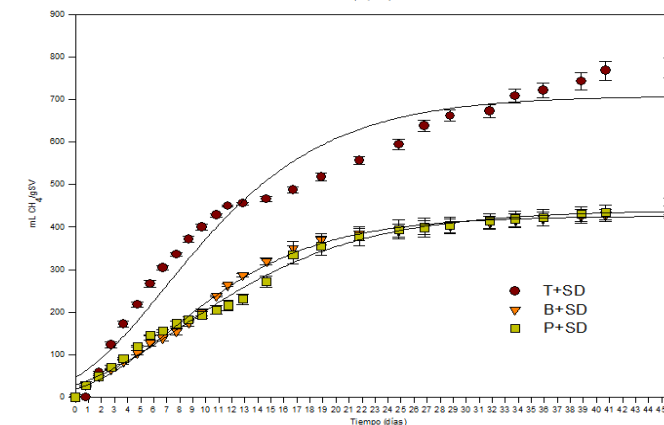
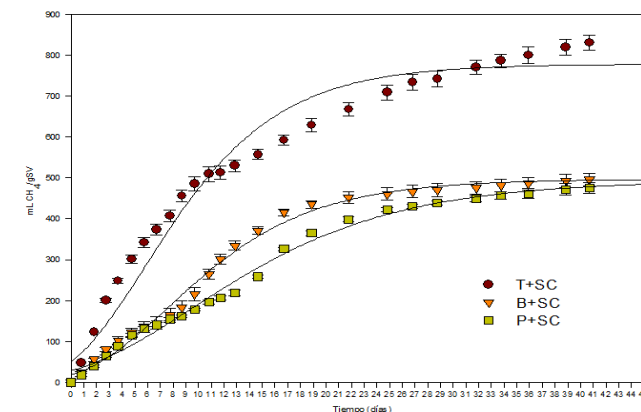
Semilla completa (SC)



Semilla desgrasada (SD)



RESULTADOS



Análisis del potencial bioquímico de metano (PBM) de subproductos de berenjena (*Solanum melongena*) y efecto de nanopartículas como aditivo

MATERIALES



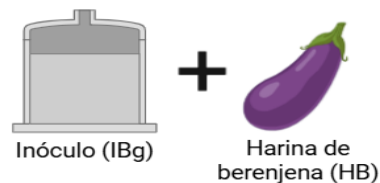
Harina de berenjena (HB)



Inoculo (Ibg): digestor UASB

MÉTODOS

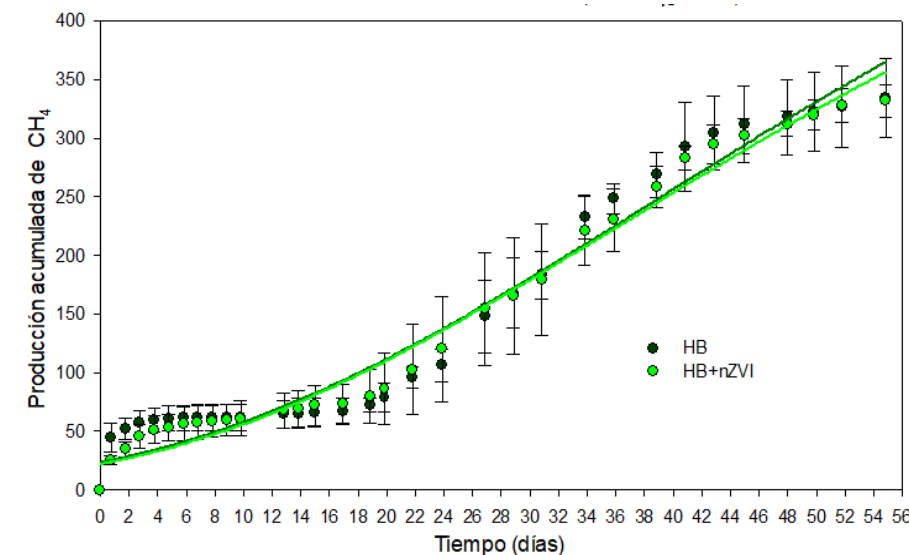
Tratamiento 1



Tratamiento 2



RESULTADOS



Karina González Ramírez, Jennifer Vianey Félix Medina, Karla Denisse Luna Avelar, Miguel Betancourt Lozano, Liliana Ivette Ávila Córdoba, David Ulises Santos Ballardo

I. HISTORIA

Revolución Industrial → electricidad = motor del desarrollo.

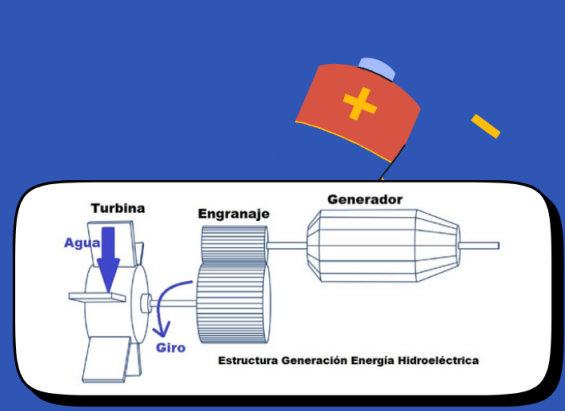
- Mayor demanda = necesidad de energía limpia
- Solución: pequeñas turbinas hidráulicas

2. CULTIVA CONOCIMIENTO

Agua en movimiento → turbina → energía mecánica.

Generador → electricidad lista para usar

- Eficiencia: >90 %.



PEQUEÑAS TURBINAS, GRANDES SOLUCIONES:

energía hidroeléctrica a escala local.

2.1 CUATRO DIFERENTES FORMAS DE APROVECHAR

Turbina	Se usan en:	Eficiencias	Imagen
Tornillo de Arquímedes	Alturas de 0.1 a 10 metros y grandes caudales.	75 % - 89 %	
Kaplan	Alturas no mayores a los 50 metros y un alto caudal.	90 % - 95 %	
Francis	Alturas de 10 a 200 metros y un caudal ajustable.	90 % - 95 %	
Pelton	Alturas mayores a 200 metros con un bajo caudal.	85 % - 92 %	

- Renovables: 6.75 % (SENER, 2023).
- Crecimiento constante gracias a instituciones como el IITCA.
- ♦ Proyectos universitarios:
Ibero Puebla → turbina Arquímedes.
UAEM Morelos → estudio experimental.
UT Tehuacán → micro turbina.



2.2 APROVECHAMIENTO EN MÉXICO



3. ¿QUE NOS TOCA?

Generar energía sustentable = necesidad global.

- Claves: rentabilidad, accesibilidad, viabilidad.
- Integrar con nuevas tecnologías.

Combinar soluciones → impacto innovador y sostenible.

Cumple con múltiples objetivos



1. Combatir la sequía y la escasez del agua

2. Mitigar el efecto islas de calor



3. Reducir el desperdicio de lluvia



4. Reducir la contaminación por escorrentía

5. Mitigar inundaciones



La ciudad esponja optimiza la gestión del agua



Ha emergido como una estrategia innovadora y eficaz para mitigar los impactos del cambio climático.

Las lluvias torrenciales y su relación con la ocurrencia de ciclones tropicales en México

OBJETIVO:

Revisión del producto satelital “CHIRPS” a través del uso del software TerrSet en la República Mexicana para el periodo de 30 años de 1995 a 2024, para identificar la distribución y ocurrencia de lluvias torrenciales y su relación con los ciclones tropicales, con el propósito de entender la evolución de estos eventos.

Metodología

Obtención de información



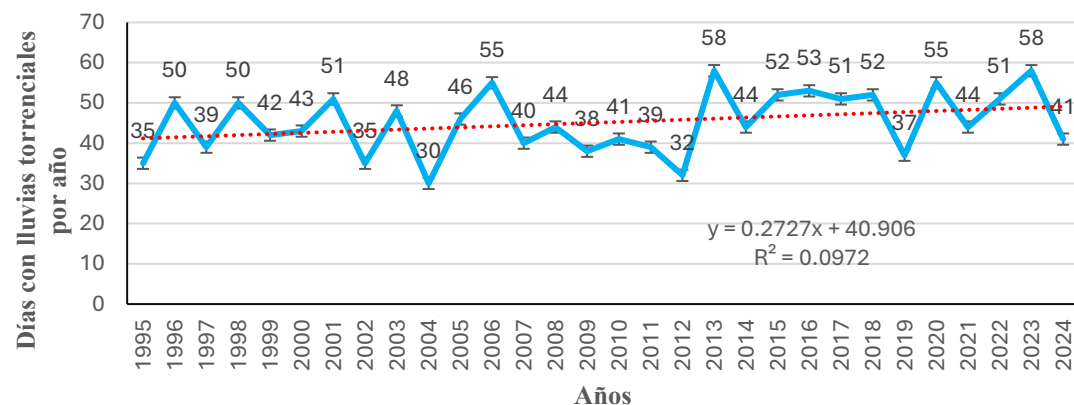
Estructuración de los datos



Procesamiento de imágenes

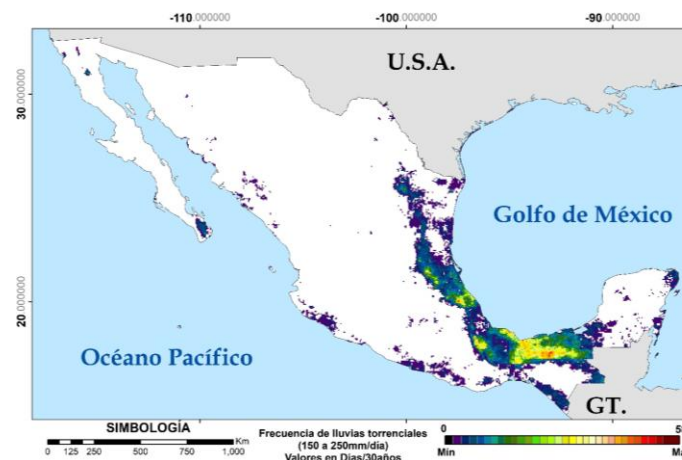


-Análisis de resultados



Estado	Eventos	Estado	Eventos	Estado	Eventos
Aguascalientes	0	Guerrero	22	Quintana Roo	40
Baja California	35	Hidalgo	121	San Luis Potosí	118
Baja California Sur	12	Jalisco	10	Sinaloa	8
Campeche	97	Estado de México	5	Sonora	7
Chiapas	454	Michoacán	10	Tabasco	407
Chihuahua	6	Morelos	1	Tamaulipas	92
Coahuila	12	Nayarit	8	Tlaxcala	3
Colima	16	Nuevo León	57	Veracruz	606
Ciudad de México	1	Oaxaca	334	Yucatán	7
Durango	2	Puebla	174	Zacatecas	2
Guanajuato	1	Querétaro	26		

- Los estados de Veracruz Chiapas y Tabasco son los estados en donde la ocurrencia de lluvias torrenciales es más frecuente.
- Aproximadamente entre el 1.9% y el 31.7% de las lluvias torrenciales están influenciadas por ciclones tropicales, mientras que el demás porcentaje puede deberse a la ocurrencia de lluvias orogénicas y de convergencia.



M.C.A. Marco Antonio López Montoya
Dr. en I. Guillermo Pedro Morales Reyes
Dr. en C. A. Miguel Angel Gomez Albores
Dra. en G. Ma. Vicenta Esteller Alberich



Universidad Autónoma
del Estado de México



Simposio
Multidisciplinario
del Agua 2025

3^{er} Congreso Internacional
en Ingeniería en Desarrollo
Sustentable