



**ITSON**  
Educar para  
Trascender



**V**

**CONGRESO NACIONAL  
DE TECNOLOGÍAS Y  
CIENCIAS AMBIENTALES**

**MODALIDAD VIRTUAL-PRESENCIAL**

MEMORIAS ARBITRADAS DEL V CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍAS Y CIENCIAS AMBIENTALES.  
COMPILADORES:

NIDIA JOSEFINA RÍOS VÁZQUEZ,  
GERMÁN EDUARDO DÉVORA ISIRDIA,  
RUTH GABRIELA ULLOA MERCADO  
ENRICO ARTURO YÉPEZ GONZÁLEZ

MEMORIAS ARBITRADAS DEL V CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍAS Y CIENCIAS AMBIENTALES.

COMPILADORES:

NIDIA JOSEFINA RÍOS VÁZQUEZ,  
GERMÁN EDUARDO DÉVORA ISIORDIA,  
RUTH GABRIELA ULLOA MERCADO  
ENRICO ARTURO YÉPEZ GONZÁLEZ

## **Compiladores:**

Nidia Josefina Ríos Vázquez  
Germán Eduardo Dévora Isiordia  
Ruth Gabriela Ulloa Mercado  
Enrico Arturo Yépez González

## **Edición literaria**

Dra. Nidia Josefina Ríos Vázquez

## **Tecnología y diseño**

Luis Enrique Vega García

## **Gestión editorial**

Oficina de Publicaciones

MEMORIAS DEL V. CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍAS Y CIENCIAS AMBIENTALES.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA**  
Educar para Trascender

2020, Instituto Tecnológico de  
Sonora. 5 de Febrero, 818 sur,  
Colonia Centro,  
Ciudad Obregón, Sonora, México; 85000  
Web: [www.itson.mx](http://www.itson.mx)  
Email: [rectoria@itson.mx](mailto:rectoria@itson.mx)  
Teléfono: (644) 410-90-00

Primera edición 2020  
Hecho en México

Se prohíbe la reproducción total o parcial de la presente obra, así como su comunicación pública, divulgación o transmisión mediante cualquier sistema o método, electrónica o mecánica (incluyendo el fotocopiado, la grabación o cualquier sistema de recuperación y almacenamiento de información), sin consentimiento por escrito del Instituto Tecnológico de Sonora.

**Cómo citar un resumen de estas memorias (se muestra ejemplo de resumen 2):**

Potes-Cervantes, D; Valle-Molinares, R. (2020). Uso de la aplicación GLOBE observer Mosquito Habitat mapper para la identificación de criaderos potenciales de *Aedes aegypti* en dos municipios del departamento del Atlántico, Colombia. En N. Ríos, G. Dévora, R. Ulloa, y E. Yepiz (Comp.). Memorias del V. Congreso Nacional de Tecnologías y Ciencias Ambientales. (pp. 11). México: ITSON

## **DIRECTORIO ITSON**

**Dr. Jesús Héctor Hernández López**  
Rector del Instituto Tecnológico de Sonora

**Dr. Rodolfo Valenzuela Reynaga**  
Secretaría de la Rectoría

**Dr. Jaime Garatuza Payán**  
Vicerrectoría Académica

**Dr. Pablo Gortáres Moroyoqui**  
Dirección Académica de Recursos Naturales

**Mtro. David Heberto Encinas Yepis**  
Jefatura de Ciencias del Agua y Medio Ambiente

**Dra. Yedidia Villegas Peralta**  
Responsable del programa de Ingeniero Químico

**Mtra. Joseline Benitez López**  
Responsable del programa de Ingeniero en Ciencias Ambientales

**Jennifer Ailinne Meza Martínez**  
Presidente de Asociación Ingeniero Químico

**David Meza Valenzuela**  
Presidente de Asociación Ingeniero en Ciencias Ambientales

## Comité Técnico Científico de Arbitraje

Mtra. Ana Luisa Aguilar Ruiz	Dra. Denisse Serrano Palacios
Dr. Abel Alberto Verdugo Fuentes	Dra. Edna Rosalba Meza Escalante
Dr. Agustín Robles Morúa	Dra. Itzel Romero Soto
Dr. Enrico A. Yépez González	Dra. Liliana Rocio Delgadillo Mirquez
Dr. Andrés Duarte Ruíz	Dra. María del Rosario Martínez Macias
Dr. Carlos Abraham Díaz Quiroz	Dra. Alma Guadalupe Villa
Dra. Yedidia Villegas Peralta	Dra. María Magdalena Armendáriz Ontiveros
Dr. Celestino García Gómez	Dra. Nidia J. Ríos Vázquez
Dr. Germán Eduardo Dévora Isiordia	Dra. Nidia Rojas Robles
Dr. Ian Sosa Tinoco	Dra. Reyna Suzuky Pinto González
Dr. Iram Mondaca Fernández	Dra. Zulia Sánchez Mejía
Dr. Jesús Álvarez Sánchez	Dra. Ruth Gabriela Ulloa Mercado
Dr. Ramón Casillas Hernández	Mtra. Evelia Galindo Valenzuela
Dr. Ramón Miguel Molina Barrios	Mtra. Joseline Benítez López
Dr. Rigoberto Plascencia Jatomea	Mtra. Karol Granados Martinez
Dr. Roberto Rodríguez Ramírez	Mtra. Martha Lucia Vargas Terminel
Dr. Sergio de los Santos Villalobos	Mtro. David Encinas Yepis
Dr. Ulises Durán Hinojosa	Mtro. Efraín Vizueté Jaramillo
Dra. Alma Guadalupe Villa	Mtro. Rafael Borquez Olguin
Dra. Arlett L. Ibarra Villareal	Mtro. Rafael Angulo Inzunza
Mtro. Rodrigo González Enríquez	Dr. Sergio de los Santos Villalobos

## PRÓLOGO

El V Congreso Nacional de Tecnología y Ciencias Ambientales realizado en el Instituto Tecnológico de Sonora por el Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, a través de sus Programas Educativos de Ingeniero en Ciencias Ambientales e Ingeniero Químico, en conjunto con los Cuerpos Académicos de Ciencias del Agua, de Tratamiento de Aguas y Tecnologías Alternas, de Bioprocesos y Bioproductos y el de Cadenas Productivas; se llevó a cabo, por primera vez y en su totalidad en modalidad virtual, apoyándonos en la tecnología de comunicación de internet por diversas plataformas de transmisión en línea, siendo un gran reto, y todo un éxito, gracias a la participación de la comunidad científica nacional, académicos y estudiantes de diversas universidades e institutos de investigación.

Durante este V Congreso Nacional de Tecnología y Ciencias Ambientales se presentaron cuatro conferencias magistrales y 76 ponencias, en seis sesiones simultáneas sobre diferentes áreas temáticas pero todas ellas relacionadas con las demandas de recursos naturales y el desarrollo sostenible. Se llevaron a cabo también 4 talleres de diferentes disciplinas impartidos por los investigadores de la institución. Así mismo, se tuvo la participación de 60 investigadores en el V Foro del Área Natural Protegida de la Sierra de Álamos y Río Cuchujaqui.

Se tuvo la valiosa participación de estudiantes, académicos, investigadores y profesionistas de diferentes Estados de la República Mexicana como Zacatecas, Yucatán, Veracruz, Tamaulipas, Tabasco, Sonora, Sinaloa, San Luis Potosí, Querétaro, Puebla, Oaxaca, Morelos, Michoacán, Jalisco, Estado de México, CDMX, Baja California. La calidad de los participantes ha dado realce a este Congreso Nacional, que se realiza cada dos años, y en esta V edición empieza a trascender fronteras al tener la participación de importantes investigadores de Colombia, Costa Rica, y Estados Unidos. Reiteramos el agradecimiento a todos los participantes.

**Mtro. David Heberto Encinas Yepis**  
Coordinador General del Comité Organizador

## Contenido

<b>AMBIENTE Y VALORES</b> .....	<b>10</b>
Uso de la aplicación GLOBE observer mosquito habitat mapper para la identificación de criaderos potenciales de <i>Aedes aegypti</i> en dos municipios del Departamento del Atlántico, Colombia. ....	11
Análisis de la sustitución de motores diésel por generación solar o almacenamiento de energía con recarga de la red eléctrica en sistemas de riego agrícola por goteo o aspersión.....	12
Efecto de las prácticas de campo sobre el logro de aprendizajes de técnicas y herramientas en ecología para Ingenieros en Ciencias Ambientales del Instituto Tecnológico de Sonora .....	13
<b>CONTAMINACIÓN AMBIENTAL</b> .....	<b>14</b>
Estudio de hidrocarburos aromáticos policíclicos (Hap's), metales y metaloides (As, Cd, Cu, Mn y Pb) en material particulado (PM10) en la Ciudad de Hermosillo, Sonora, México.....	15
Remoción de nitrógeno amoniacal en agua de pozo mediante un reactor de biopelícula de lecho móvil .....	16
Asociación de la contaminación antropogénica y el deterioro de la calidad del agua del Río Mixteco .....	17
Análisis de calidad del aire en Ciudad Obregón, Sonora, México: PM <sub>2.5</sub> .....	18
Ensayos para determinar el pH y cantidad de biomasa necesaria en la adsorción de plomo y cadmio utilizando biomasa de microalga “ <i>Nannochloropsis oculata</i> ”. .....	19
El bovino como fuente de contaminación ambiental de <i>Escherichia coli</i> potencialmente patógena	20
Oxidación electroquímica foto-asistida de efluentes de la industria petrolera utilizando un ánodo de diamante dopado con boro .....	21
Evaluación del proceso de peroxicoagulación para el tratamiento de efluentes de la industria del petróleo.....	22
Caracterización microbiana de un suelo contaminado con grasas animales dentro del casco urbano de Cd. Obregón, Sonora. México.....	23
Evaluación del impacto antropogénico y parámetros fisicoquímicos en el río Puyacatengo en Tabasco .....	24
Distribución ambiental del género <i>Cryptococcus</i> en reservorios naturales en el municipio de Puebla .....	25
Eliminación de Nitrógeno y materia orgánica en un reactor anaerobio de flujo ascendente, de aguas residuales provenientes de rastros y casas de matanza.....	26
<b>GESTIÓN AMBIENTAL</b> .....	<b>27</b>
Vulnerabilidad al cambio climático de la agricultura en Zacatecas .....	28
Propuesta de Reglamento para la Ley de Protección, Conservación y Fomento del Árbol en las Zonas Urbanas del Estado de Sonora, para el Municipio de Cajeme .....	29
Restauración de sistema acuático lagunar universitario mediante un tratamiento mecánico.....	30
Análisis del ciclo de vida de una planta de tratamiento de aguas residuales en el estado de San Luis Potosí, México.....	31
<b>QUÍMICA AMBIENTAL</b> .....	<b>32</b>

Adsorción de colorantes textiles en agua mediante carbón activado (CA) obtenido de serrín y cáscara de limón.....	33
Minimum inhibitory iron nanoparticles concentration on a bacterium isolated from a brackish water well.....	34
Análisis de la degradación electroquímica de antibióticos sobre electrodos DSA en presencia de iones cloruro .....	35
Detección de melatonina en muestras sintéticas usando voltamperometría de onda cuadrada sobre carbón vítreo.....	36
Adsorción de triclosán sobre materiales carbonosos para su eliminación de aguas contaminadas... 37	
Estimación del potencial de generación de drenaje ácido en un depósito de Jales localizado en el noroeste de México .....	38
<b>RECURSOS NATURALES .....</b>	<b>39</b>
Dinámica temporal de cambio de uso de suelo en la cuenca Juluapan en el estado de Colima .....	40
Evaluación Del Compósito TiO <sub>2</sub> /AgNO <sub>3</sub> , Frente A <i>Clostridium preflingens</i> ATCC (5440) Y Coliformes Fecales.....	41
Nuevas clorofíceas para la costa atlántica de Costa Rica.....	42
Comunidades fitobentónicas asociadas al pedraplén de Caibarién a Cayo Santa María Costa, Norte de Cuba.....	43
Crecimiento comparativo y demografía de <i>Thalassia testudinum</i> en praderas marinas al norte de Cuba .....	44
Cosmic ray technology to determine soil moisture at a wheat field in Yaqui Valley .....	45
Optimización de plan de vuelo para incrementar la estimación de biomasa aérea en vegetación semiárida utilizando Estructura de Movimiento (SfM).....	46
Evaluación de la máxima producción de metano a partir de diferentes residuos agroindustriales mediante el uso de la digestión anaerobia.....	47
Estructura y composición de la vegetación en zonas forestales con fuerte presión antrópica en Sonora, México.....	48
Distribución y caracterización morfológica de poblaciones silvestres de frijol común del estado de Durango, México.....	49
<b>TECNOLOGÍA Y BIOTECNOLOGÍA-AMBIENTAL.....</b>	<b>50</b>
Uso de enzimas y Tritón X-100 en la biorremediación de un suelo contaminado con hidrocarburos .....	51
Optimización de síntesis de materiales adsorbentes a partir de restos óseos de pez Diablo para la remoción de Cadmio (II).....	52
Impacto de la inoculación de un consorcio nativo de <i>Bacillus</i> sobre rasgos de rendimiento y calidad del cultivo de trigo ( <i>Triticum turgidum</i> L. subsp. <i>Durum</i> ).....	53
Mecanismos moleculares asociados al control biológico de <i>Bacillus paralicheniformis</i> TRQ65 ....	54
Degradación de ibuprofeno en celdas de combustible microbianas.....	55
Biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos .....	56

Evaluación de la problemática ambiental del pez Diablo y su aplicación para remoción de contaminantes del agua .....	57
Conversión electroquímica de glicerol crudo para la generación de productos de valor agregado ..	58
Uso de hidroxiapatita derivada de pez Pleco como catalizador heterogéneo en la síntesis de biodiésel .....	59
Reducción y precipitación de Cromo (VI) contenido en aguas residuales a partir una biopelícula anaerobia [reduction and precipitation of Chromium (VI) content in wastewater from biofilm anaerobic].....	60
Diseño e implementación de una sonda multiparamétrica de bajo costo para evaluar las variaciones temporales en calidad del agua dentro de un sistema de lagunar estuarino .....	61
Efecto de diferentes condiciones de cultivo en composición química y parámetros de crecimiento de <i>Nannochloropsis oculata</i> para su posible uso como biosorbente de contaminantes.....	62
Mejora de la calidad del efluente de un sistema anaerobio mediante un sistema combinado de biopelícula y carbón activado granular .....	63
Eliminación de aminas aromáticas ( <i>p</i> -cresidina y anilina) en un proceso anaerobio en presencia de glucosa y oxígeno.....	64
Biosíntesis de nanoestructuras de plata con residuos de nixtamal .....	65
Potencial biosurfactante y bioemulsificante de <i>Bacillus spp. halotolerantes</i> aisladas de cenotes de la Península de Yucatán. ....	66
Efecto de la inoculación de un consorcio nativo de <i>Bacillus</i> y distintas dosis de nitrógeno aplicado sobre el rendimiento del trigo ( <i>Triticum turgidum L. subsp. durum</i> ) en el Valle del Yaqui, México. ....	67
Perfil de regulación transcriptómica en <i>Bacillus cabrialesii</i> TE3 <sup>T</sup> asociado al control biológico del agente causal de la mancha borrosa en trigo ( <i>Triticum turgidum subsp. durum</i> ), <i>Bipolaris sorokiniana</i> .....	68
Calidad microbiológica y fisicoquímica del agua residual de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de una industria pastelera en la ciudad de Puebla. ....	69
<b>TOXICOLOGÍA Y SALUD AMBIENTAL .....</b>	<b>70</b>
Análisis de riesgo probabilístico de daño a la salud por ingesta de metales pesados en polvos en una población de la rívera del lago de Cuitzeo, Michoacán. ....	71
Evidencia por contaminación vertical (EZE) en el agua de cuatro lagos cráter de Puebla, México. 72	
Propuesta de remediación de As en agua de consumo en la comunidad indígena Yaqui de Pótam para la reducción de riesgos a la salud.....	73

# AMBIENTE Y VALORES

## Uso de la aplicación GLOBE observer mosquito habitat mapper para la identificación de criaderos potenciales de *Aedes aegypti* en dos municipios del Departamento del Atlántico, Colombia.

Dhay Potes-Cervantes<sup>1\*</sup>, Roger Valle-Molinares<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de MSc en Ciencias ambientales, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Atlántico. Barranquilla, Colombia. Km. 7 Antigua vía a Puerto Colombia, Barranquilla, Colombia

<sup>2</sup>Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Atlántico. Barranquilla, Colombia. Km. 7 Antigua vía a Puerto Colombia, Barranquilla, Colombia

\*Autor para correspondencia: [dhay1492@hotmail.com](mailto:dhay1492@hotmail.com)

*Aedes aegypti* es una especie de mosquito implicada en la transmisión mundial de enfermedades de importancia médica como dengue, chikungunya y Zika (Rückert & Ebel, 2018) (Morais et al., 2019). Este mosquito se puede encontrar en agua estancada de las viviendas y en diversos recipientes como botellas, neumáticos, tanques y macetas, por lo que su relación a zonas urbanas lo hace un gran problema (Dias, La Corte, Martínez, Ubbink, & Prata, 2019). GLOBE Observer-Mosquito habitat mapper es una herramienta tecnológica de ciencia ciudadana que permite identificar especies de mosquito en estado larval y sus sitios de reproducción. Esta herramienta es potencialmente útil como estrategia de enseñanza-aprendizaje y acción social en instituciones educativas, la cual está enfocada al trabajo con niños y jóvenes, y posteriormente informar a las comunidades sobre la prevención y control de mosquitos. El objetivo de este trabajo fue identificar criaderos potenciales de *Aedes aegypti* usando la aplicación anteriormente mencionada en dos municipios del departamento del Atlántico, Colombia.

El trabajo se desarrolló en los municipios de Piojó y Manatí en el departamento del Atlántico, Colombia, con igual número de instituciones educativas y una muestra de 50 jóvenes por municipio que se encontraban entre los grados de 6° y 11°, los cuales pertenecen a grupos de investigación escolares del Ministerio de Ciencia en Colombia. Se utilizó la aplicación GLOBE Observer – Mosquito Habitat mapper desarrollada por la NASA y la NOAA, con previa capacitación teórico-prácticas para su uso, manejo e identificación de larvas de mosquitos. Se realizaron salidas de campo identificando criaderos potenciales del mosquito *Aedes aegypti*. Se utilizaron estereoscopios portátiles adaptables a teléfonos celulares para identificar larvas de mosquito y por medio de la aplicación se mapearon los criaderos avistados.

En los domicilios visitados, se pudo identificar 60 recipientes considerados positivos para el almacenamiento de agua, como albercas y tanques, siendo los tanques los depósitos más frecuentes (Manatí un 98% y Piojó un 88%). Se logró la identificación y registro de 115 individuos de la especie estudiada en las dos comunidades. Además, se identificó como principal factor de riesgo la presencia de reservorios de agua como tanques y albercas. Esto, debido a que son comunidades que no presentan un suministro constante del vital líquido y están obligadas a almacenarlo en recipientes que pueden convertirse en un criadero de larvas. Además, se encontraron factores como arroyos cercanos y basureros a cielo abierto en el caso de Manatí, que pueden convertirse -con las lluvias- en criaderos potenciales.

La aplicación GLOBE observer permitió la identificación de criaderos potenciales y positivos de *Aedes aegypti* en las diferentes viviendas visitadas en los municipios de Piojó y Manatí por lo que, la utilización de esta herramienta representa una estrategia útil para la obtención de datos de importancia en la salud pública de las comunidades, principalmente para los municipios alejados donde el control y seguimiento es costoso. De esta forma, se pueden obtener datos de forma real y disminuir los esfuerzos de las entidades de salud pública, aumentando la eficiencia costo-beneficio en actividades de control y prevención, favoreciendo los esfuerzos de las entidades para evitar la proliferación de mosquitos, mapeando los hábitats e identificando larvas.

### Referencias

- Dias, J., La Corte, R., Martínez, J., Ubbink, J., & Prata, A. S. (2019). Improved activity of thyme essential oil (*Thymus vulgaris*) against *Aedes aegypti* larvae using a biodegradable controlled release system. *Industrial Crops and Products*, 136(October 2018), 110–120.
- Morais, K., Ventura, H., Franciane, M., Gonzaga, W., Vicari, T., Serrao, J., & Ferreira, G. (2019). Chemosphere *Aedes aegypti* larvae treated with spinosad produce adults with damaged midgut and reduced fecundity. *Chemosphere*, 221, 464–470.
- Rückert, C., & Ebel, G. D. (2018). How Do Virus–Mosquito Interactions Lead to Viral Emergence? *Trends in Parasitology*, 34(4), 310–321.

## **Análisis de la sustitución de motores diésel por generación solar o almacenamiento de energía con recarga de la red eléctrica en sistemas de riego agrícola por goteo o aspersión**

José María Rodríguez Rojas<sup>1\*</sup>, Joseph Johannes Henricus Pijpers<sup>1</sup>, Javier De la Cruz Soto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias Reforma 113, Palmira, 62490, Cuernavaca, Morelos, México

\*Autor para correspondencia: [ingeniero.jose45@gmail.com](mailto:ingeniero.jose45@gmail.com)

El sector productivo agrícola en México es muy importante debido las múltiples funciones de la agricultura en el desarrollo económico, social y ambiental. Para incrementar la eficiencia en el consumo y la productividad, se ha utilizado motores diésel en sistemas de riego por goteo, donde no se tiene acceso a la red eléctrica. Debido al constante incremento en el precio del combustible, es conveniente analizar las ventajas de la sustitución de motores diésel por generación solar o tecnologías de almacenamiento de energía con recarga desde la red eléctrica. Este trabajo se realiza con respecto a un cultivo en el Valle en Sinaloa, a partir del cual se obtiene perfiles específicos de riego (horarios) a lo largo de 4 meses. También se utiliza como referencia las especificaciones de un sistema de riego por goteo, que actualmente es impulsado por un motor diésel. Se analiza 6 escenarios, incluyendo el caso base donde se opera actualmente con diésel. El escenario 1 A consiste en un PV de 114kW, el escenario 1 B A consiste en un PV de 95kW. El escenario 2 al 5, se refiere a sistemas con diferentes capacidades de almacenamiento, con recarga a la red eléctrica. Para el costo de inversión, se tomó en consideración variables para el gasto capital: CAPEX (Capital Expenditure), para escenario 1 A y B se consideró el CAPEX por kW instalado (Solar PV), motor eléctrico e inversor y para los escenarios 2 al 5 se tomó variables CAPEX por sistemas de almacenamiento (FB), motor eléctrico e inversor, Costo de la tarifa GDMTO (kWh), Costo de combustible para transporte de las baterías, se calculó la generación de CO<sub>2</sub> de cada escenario. Como resultado se obtuvo el LCOE: costo nivelado de la energía, para conocer cuál era la mejor opción, para sustituir el sistema actual con combustible fósil. Finalmente, con los resultados obtenidos, el LCOE para el escenario, diésel, 1 A, 1 B, 2 al 5 es de: \$0.52, \$ 1.27, \$1.06, \$0.75, \$0.98, \$1.07. La reducción de emisiones en (Toneladas) de CO<sub>2</sub> para los todos escenarios relativos al caso base diésel. La proyección a futuro del LCOE para el año 2025, del escenario 1 A y 1 B, 2 al 5 da los resultados: \$1.09, \$0.91, \$0.40, \$0.54, \$0.69, \$0.73. El LCOE es más bajo y competitivo con el caso base de diésel con un LCOE de \$0.52. En conclusión, los resultados obtenidos respecto al LCOE muestran resultados similares entre la operación con motores diésel y un caso (escenario 2) donde se cuenta con un sistema de almacenamiento móvil que se recarga de la red. Si se considera la proyección de la reducción de costos de las tecnologías de almacenamiento, en 2025 se contará con un menor LCOE para el caso de la batería móvil, respecto al caso diésel. En todos los casos donde se usa una batería, existe una reducción de emisiones del orden del 23%, respecto al caso diésel.

### **Referencias**

Energía, C. N. (2020). RENDIMIENTO DE COMBUSTIBLE EN VEHÍCULOS LIGEROS DE VENTA EN MÉXICO. Obtenido de [https://www.contee.gov.mx/transparencia/boletines/transporte/Rendimiento\\_vehicular/Catalogo\\_de\\_Rendimientos\\_2020\\_v20.03\\_2.pdf](https://www.contee.gov.mx/transparencia/boletines/transporte/Rendimiento_vehicular/Catalogo_de_Rendimientos_2020_v20.03_2.pdf)

FURQUAN NADEEM, S. M. (19 de January de 2019). Comparative Review of Energy Storage. Obtenido de <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=8580457>

Goldie-Scott, L. (marzo de 2019). BloombergNEF. Obtenido de Una toma detrás de escena de los precios de las baterías de iones de litio: <https://about.bnef.com/blog/behind-scenes-take-lithium-ion-battery-prices>

## **Efecto de las prácticas de campo sobre el logro de aprendizajes de técnicas y herramientas en ecología para Ingenieros en Ciencias Ambientales del Instituto Tecnológico de Sonora**

Delvia María Limon Leyva<sup>1\*</sup>, David Heberto Encinas Yepis<sup>1</sup>, Evelia Galindo Valenzuela<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dpto. Ciencias del Agua y Medio Ambiente. ITSON

\*Autor para correspondencia: [delvia.limon16167@potros.itson.edu.mx](mailto:delvia.limon16167@potros.itson.edu.mx)

Los alumnos de Ingeniería en Ciencias Ambientales (ICIAM) deben adquirir técnicas para la caracterización de los ecosistemas en la materia de Prácticas de Ecología. El acompañamiento del docente es clave para que el alumno integre los conocimientos brindados, creando un ambiente adecuado para que se propicie el aprendizaje y permanezca junto con los amplios conocimientos de las ciencias ambientales. El objetivo de este trabajo es detectar el aprendizaje de alumnos de ICIAM de ITSON, por medio de acompañamiento en sus clases de Prácticas de Ecología, para lograr un mejor desempeño en su ámbito profesional y responder a la pregunta ¿cuál es el efecto de las prácticas de campo sobre el logro de aprendizajes de técnicas y herramientas ecológicas para ingenieros en ciencias ambientales de ITSON?, creando un impacto en la enseñanza y aprendizaje de las técnicas y herramientas base que deben de entender, aprender y aplicar los alumnos de ICIAM de ITSON, reforzando sus competencias académicas; mismas que ayudarán a la academia de caracterización ambiental del ITSON para llevar a cabo mejoras en los planes de clases. El método utilizado en esta investigación cualitativa es un modelo etnográfico para describir la cultura de la comunidad estudiantil de ICIAM y realizar una reflexión antropológica al Programa Educativo (PE) de ICIAM. Los datos se obtuvieron mediante encuesta aplicada a una muestra representativa, de un total de 180 estudiantes se aplicaron 80 instrumentos, en dos partes, obteniendo información de las características de los estudiantes, conocimientos previos, intereses y perspectiva; posterior a ello se realizó un análisis e interpretación de los datos, la cual fue orientado a la innovación educativa de los métodos de enseñanza en el PE de ICIAM del ITSON. Los resultados muestran que para los alumnos las expectativas del curso son precisas, objetivas y fueron cumplidas en su totalidad. La mayoría de los alumnos adquirió la capacidad de manipular herramientas y métodos de diagnóstico ambiental, concluyendo su curso de manera satisfactoria; además de estar de acuerdo con que estos conocimientos les ayudan en su preparación profesional. A los alumnos les gustaría realizar de nuevo las visitas para aumentar conocimientos. En conclusión, se logró el aprendizaje de técnicas y herramientas de Ecología en los alumnos de ICIAM de ITSON. Se recomienda monitorear en semestres posteriores la aplicación de técnicas y herramientas de Ecología en el PE de ICIAM de ITSON, en conjunto con técnicas nuevas que deben de tener los alumnos para lograr su perfil de egreso.

### **Referencias**

- Álvarez C. (2008). La etnografía como modelo de investigación educativa. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Oviedo. Oviedo.
- Benítez López J. (2011). Ingeniería en Ciencias Ambientales. Instituto Tecnológico de Sonora. Cd. Obregón, Sonora, México.
- Encinas D. H., Limon D. M., Galindo E., Yezpe E. A (2015). Manual de Prácticas de Ecología. Instituto Tecnológico de Sonora, Ciencias del Agua y Medio Ambiente. Cd. Obregón, Sonora, México.
- Encinas D. (2014), Programa de curso. Ecología para la Ingeniería en Ciencias Ambientales. Instituto Tecnológico de Sonora, Ciencias del Agua y Medio Ambiente. Cd. Obregón, Sonora, México
- ITSON. (2013). Actualización de la Filosofía Institucional. [http://www.itson.mx/Universidad/Documents/filosofia\\_institucional\\_mision\\_vision\\_valores.pdf](http://www.itson.mx/Universidad/Documents/filosofia_institucional_mision_vision_valores.pdf). Consultado el 10 de mayo de 2017.
- Marqués Graells P. (2008) metodologías de investigación. Modelo para diseño de una investigación educativa. Departamento de Pedagogía Aplicada, Facultad de Educación. Barcelona, UAB.
- Moreira, M. A. (2000). Aprendizaje significativo crítico. Actas del III Encuentro Internacional de Aprendizaje Significativa. Peniche. Portugal, págs. 33/45. (Traducción de Ileana Greca).
- UNESCO. (2009). Manual de Educación para la Sostenibilidad. España. 79 pp.

# CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

## **Estudio de hidrocarburos aromáticos policíclicos (Hap's), metales y metaloides (As, Cd, Cu, Mn y Pb) en material particulado (PM10) en la Ciudad de Hermosillo, Sonora, México**

Hammed Estuardo-Moreno<sup>1\*</sup>, Agustín Gómez-Álvarez<sup>1</sup>, Roberto Ramírez-Leal<sup>2</sup>, Jesús Armando Lucero-Acuña, Francisco Javier Almendariz-Tapia<sup>1</sup>, Hilda Esperanza Esparza-Ponce<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Depto. de Ingeniería Química y Metalurgia, Universidad de Sonora, Blvd. Luis Encinas y Rosales S/N, Col. Centro, Hermosillo, Sonora, México.

<sup>2</sup>Depto. de Ingeniería Ambiental, Universidad Estatal de Sonora, Ley Federal del Trabajo S/N, Col. Apolo, Hermosillo, Sonora, México.

<sup>3</sup>Depto. de Física de materiales, Centro de Investigación en Materiales Avanzados S.C. Miguel de Cervantes 120, Complejo Industrial Chihuahua Chihuahua, México.

\*Autor para correspondencia: [hammed\\_69@hotmail.com](mailto:hammed_69@hotmail.com)

La contaminación del aire representa uno de los principales problemas para el medio ambiente y la salud pública a nivel global, debido al impacto que pueden generar las partículas inhalables (PM<sub>10</sub>, HAP's) y los metales asociados a ellas. Siendo este un fenómeno que se encuentra mayormente asociado por las actividades antropogénicas como la industrialización y el incremento en el tráfico vehicular (Díaz et al., 2010). La información disponible sobre la contaminación por metales y HAP's en diferentes fuentes de polvo y los efectos en la salud sigue siendo limitada en México. Por esta razón el estudio se enfoca en la ciudad de Hermosillo, Sonora, que es un área urbanizada ubicada en una región árida y semiárida de Sonora en la cual los procesos de resuspensión del suelo y emisión de polvo son comunes. El objetivo de estudio es estimar los niveles de contaminación generados por fuentes móviles de dichas partículas, en zonas de alta densidad vehicular en la ciudad de Hermosillo, así como su comportamiento espacial y temporal durante un ciclo anual (2019). Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP's) se analizaron por cromatografía de gases; los metales y metaloides (As, Cd, Mn y Pb) por la técnica de absorción atómica en material particulado (EPA, 1996; NOM-025-SSA1-2014; OME, 2012). Se están recolectando las muestras en las tres estaciones de monitoreo atmosférico que tiene el municipio de Hermosillo, los cuales fueron seleccionados de acuerdo con los diferentes usos del suelo que se presentan en la zona, como son el número de habitantes y el tráfico vehicular. Los resultados obtenidos hasta el momento indican la presencia de HAP's tales como: 2-benzoylguaiazulene, dibutyl benzene-1,2-dicarboxylate, diisobutyl phthalate, 2,4-di-tert-butylphenol, 1,3,5-tri-tert-butylbenzene, octadecan. Actualmente se continúa con la recolección de PM<sub>10</sub> y el análisis de metales y metaloides.

### **Referencias**

- Díaz J., Linares C. (2010). Las causas de la contaminación y los contaminantes atmosféricos más importantes. <http://ecodes.org/salud-calidad-aire/201302176118/Las-causas-de-la-contaminacion-atmosferica-y-los-contaminantes-atmosfericos-mas-importantes>.
- Norma Oficial Mexicana (NOM-026-SSA1-1993). (1993). Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al plomo (pb). Valor normado para la concentración de plomo (Pb) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población. 2019, de Secretaría de Salud. <http://www.salud.gob.mx/unicidades/cdi/nom/026ssa13.html>
- OME (2012). Ontario's ambient air quality criteria standards. PIBS # 6570e01. Regulation 419/05. Ontario Ministry of the Environment. Ontario, Canadá, 15pp.
- United States Environmental Protection Agency (EPA). (1996). SW-846 Test Method 3540C: Soxhlet Extraction. [www.epa.gov/hw-sw846/sw-846-test-method-3540c-soxhlet-extraction](http://www.epa.gov/hw-sw846/sw-846-test-method-3540c-soxhlet-extraction).

## Remoción de nitrógeno amoniacal en agua de pozo mediante un reactor de biopelícula de lecho móvil

Carlos D. Silva Luna<sup>1\*</sup>, Ernesto Bahena Castro<sup>1</sup>, Arturo González Herrera<sup>1</sup>, Ma. de Lourdes Rivera Huerta<sup>1</sup>, Iván E. Villegas Mendoza<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Paseo Cuauhnáhuac No. 8532, Col. Progreso, Jiutepec Morelos, C.P. 62550, México.

\*Autor para correspondencia: [carlos\\_silva@tlaloc.imta.mx](mailto:carlos_silva@tlaloc.imta.mx)

Los reactores de biopelícula de lecho móvil (RBLM) son sistemas con biomasa suspendida que cuentan la particularidad de operar a través del movimiento libre de soportes de plástico a los cuales se les forma una biopelícula (Kermani, 2009), aunque los RBLM han sido utilizados para remover de manera simultánea la materia orgánica (MO) y el nitrógeno amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) (Cimbritz, 2019), aún faltan estudios en procesos de potabilización de agua. El nitrógeno amoniacal compromete la eficiencia de la desinfección, forma nitritos en los sistemas de distribución, interfiere en la remoción de manganeso y causa problemas de sabor y olor en el agua (WHO, 2011), razones por las cuales, la normatividad mexicana para agua potable ha fijado un límite de concentración máximo de 0.5 mg/L. El objetivo de este trabajo es evaluar el desempeño de un RBLM para remover N-NH<sub>3</sub> de un agua de pozo con características complejas que puede ser utilizada para uso en abastecimiento público.

Se utilizó un RBLM con un volumen nominal de 21 L y un sedimentador secundario (para recuperar biomasa), todo de acrílico. El soporte utilizado fue anillos tipo kaldnes K1 en un 60% del volumen nominal del reactor y fue inoculado con biomasa (2.g SST/L). El RBLM fue alimentado con agua de pozo, la cual presentó problemas de contaminación por N-NH<sub>3</sub>, y materia orgánica en promedio de  $8.3 \pm 1.3$  y  $127.5 \pm 1.1$  mg/L, respectivamente, además, el agua presentaba alto contenido de sólidos disueltos totales (2000 mg/L). El RBLM operó en una primera etapa por 7 días en lote, para causar la aclimatación de la biomasa al agua cruda y la formación de biopelícula sobre los anillos K1. En la segunda etapa, el reactor se operó de manera continua por 18 días, los primeros 12 días a  $Q = 100$  mL/min (TRH = 3.6 h) y a partir del día 13 con  $Q = 50$  mL/min (TRH = 7.2 h).

En las últimas 288 h de operación, se encontró que el N-NH<sub>3</sub> en el efluente del reactor fue en promedio 0.38 mg/L lo cual cumplió con lo establecido en la Modificación del año 2000 de la NOM-127-SSA1-1994. Respecto a los productos de la nitrificación en el efluente, el N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> fue menor de 1 mg/L y el N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> tuvo una oscilación entre 0.8 y 5.5 mg/L. Los resultados indicaron que el balance de N-NH<sub>3</sub> y N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> no empató completamente ya que se generó menos nitrato que el que estequiométricamente se hubiera producido por el amonio consumido. Lo anterior podría estar relacionado con un posible arrastre de amoníaco hacia la atmósfera ya que el pH promedio del agua cruda fue de 9.5. Por otro lado, el oxígeno disuelto promedio fue de 7 mg/L, lo cual ayudó a que no se acumulara nitrito, pero pudo propiciar la pérdida de N-NH<sub>3</sub> por arrastre. La concentración de SDT en el agua del pozo no ocasionó una inhibición en la nitrificación ya que no se observó una acumulación de nitrógeno amoniacal y/o nitrito. Por otro lado, la MO no fue consumida, alcanzando solo una eficiencia de 1.4%, considerando que el cociente DBO<sub>5</sub>/DQO fue 0.06, se estimó como no biodegradable la materia orgánica. Lo anterior explica el hecho de la baja remoción de MO en el RBLM.

El RBLM removió el N-NH<sub>3</sub> con una eficiencia de 95.4% lo que permitió cumplir con el límite permisible establecido en la Modificación del año 2000 de la NOM-127-SSA1-1994.

### Referencias

- Kermani, M., Bina, B., Movahedian, H., Amin, M. M., & Nikaein, M. (2009). Biological phosphorus and nitrogen removal from wastewater using moving bed biofilm process. *Iranian Journal of Biotechnology*, 7(1), 19-27.
- Cimbritz, M., Edefell, E., Thörnqvist, E., El-taliawy, H., Ekenberg, M., Burzio, C., ... & Falås, P. (2019). PAC dosing to an MBBR—Effects on adsorption of micropollutants, nitrification and microbial community. *Science of the Total Environment*, 677(10), 571-579
- WHO (2011), Guidelines for drinking-water quality - 4th ed., Geneva, Switzerland

## Asociación de la contaminación antropogénica y el deterioro de la calidad del agua del Río Mixteco

Corina Cisneros-Cisneros<sup>1\*</sup>, Brenda Iris Guadalupe Licona Morán<sup>1</sup>, Ulises Castañeda De Sales<sup>1</sup>, Gabriela Álvarez Olguín,<sup>1</sup> Yaquelín Martínez Barbosa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Profesores-Investigadores, Universidad Tecnológica de la Mixteca. Carretera a Acatlima km 2.5, CP 69000. Huajuapán de León, Oaxaca, México.

<sup>2</sup>Universidad Abierta y a Distancia de México. Av. Universidad 1200. Piso 1 Cuadrante 1-21. ol. Xoco, Alcaldía Benito Juárez, C.P. 03330. Ciudad de México.

\*Autor para correspondencia: [corina\\_cisneros@hotmail.com](mailto:corina_cisneros@hotmail.com)

Con la inclusión de diferentes satisfactores para mejorar la calidad de vida, los seres humanos influimos negativamente en la calidad del agua de ríos y lagos. J. Herrera (2013) y Brahona (2014), refieren que el incremento de la contaminación y las concentraciones de microorganismos patógenos en los ríos se encuentra asociado a las actividades antrópicas, por otra parte; Guzmán Colis (2011), refiere que se genera un fuerte impacto a los ríos por las descargas de aguas residuales municipales, efluentes de campos agrícolas y de granjas; ante este panorama y al identificar que se presenta una problemática similar en el Río Mixteco, principal aporte de la Cuenca Alta del Río Mixteco (CARM), ya que las comunidades cercanas a su cauce descargan aguas residuales domésticas y lixiviados agrícolas a este cuerpo de agua, además, este río desemboca en la presa “Lázaro Cárdenas”, que abastece de agua para consumo humano a más de 50,000 personas. Por todo lo anterior, en este proyecto se planteó realizar la evaluación de la asociación de la contaminación antropogénica y el deterioro de la calidad del agua del Río Mixteco a su paso por diferentes poblaciones que se encuentran ubicadas en la CARM.

La CARM se encuentra localizada en la región Mixteca del estado de Oaxaca, México. Para determinar la variación de la calidad del agua del río Mixteco a lo largo de la CARM, se establecieron 10 sitios de muestreo monitoreados durante 6 meses, se analizaron 14 parámetros fisicoquímicos y 3 indicadores bacteriológicos. Para realizarlos se emplearon técnicas colorimétricas, turbidimétricas y de membrana filtrante empleando reactivos con certificación ISO 9001, ISO 14001 e ISO 17025.

Los resultados obtenidos indican que existe una relación directa entre los puntos críticos de contaminación y los núcleos de población. Sin embargo, a lo largo del río se observa una ligera recuperación de este, esto se atribuye a la presencia de vegetación de ribera, especies acuáticas y la microbiota que aprovechan los nutrientes aunado a la oxigenación que ocurre durante su recorrido. La mayor concentración de contaminantes se incrementó al avanzar al núcleo de mayor población y durante el periodo de estaje.

La calidad del agua del río Mixteco disminuye a medida que se reduce su cauce y se acerca a los centros de población, a pesar de ello, este cuerpo de agua presenta ligera recuperación entre un punto de descarga y otro, esto indica que, si se da tratamiento adecuado a las aguas residuales y se controla el uso de agroquímicos, se permitirá que la vegetación de ribera y los organismos acuáticos contribuyan a la restauración natural de este cuerpo de agua.

### Referencias

- Barahona, Y. (2014). Evaluación de la composición de microorganismos patógenos y su relación con las actividades antrópicas en los ríos Manaure y Casacaá departamento del Cesar. Memorias del II Seminario de Ciencias Ambientales Sue-Caribe y VII Seminario Internacional de Gestión Ambiental.
- Guzmán-Colis, Guilda. (2011). Evaluación espacio-temporal de la calidad del agua del río San Pedro en el estado de Aguascalientes, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, (27), 89-102.
- J. Herrera, S. Rodríguez, J. Rojas, E. Herrera y M. Chaves. “Variación temporal y espacial de la calidad de las aguas superficiales en la subcuenca del río Virilla (Costa Rica) entre 2006 y 2010”, *Ambientales* No. 45, junio 2013. Costa Rica. Pags. 51-62.

## Análisis de calidad del aire en Ciudad Obregón, Sonora, México: PM<sub>2.5</sub>

N. Marié Quintana Mora<sup>1</sup>, Andrea Reynoso Varela<sup>1</sup>, Fabián P. Vázquez Contreras<sup>1</sup>, María Mercedes Meza<sup>1</sup> Montenegro, Iram Mondaca Fernández<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. 5 de febrero 818 sur, Ciudad Obregón, Sonora, México. CP. 85000.

\*Autor para correspondencia: [iram.mondaca@itson.edu.mx](mailto:iram.mondaca@itson.edu.mx)

La contaminación del aire causada principalmente por el material particulado (PM<sub>2.5</sub>), derivado de la emisión de partículas de humo, polvo y óxidos de nitrógeno y azufre (Baklanov, Molina, & Gauss, 2016; Zhang, Shi, Li, Pang, & Xiang, 2018), ha impactado en la salud pública, debido a que se estima la muerte anual de 7 millones de personas con enfermedades relacionadas a las partículas PM<sub>2.5</sub>, así mismo ha disminuido la calidad del aire de muchas áreas urbanas (Baklanov et al., 2016; WHO, 2018). El objetivo del presente estudio es evaluar la calidad del aire en distintas zonas de la Cd. de Obregón en relación a la concentración de partículas PM<sub>2.5</sub>. Se realizaron mediciones de PM<sub>2.5</sub> (µg/m<sup>3</sup>), humedad relativa (%) y temperatura (°C) por triplicado en los meses de julio y agosto 2019, a nivel espacial (8 sitios), agrupándolas por zonas de tráfico vehicular moderado-alto (ZTV), zonas agrícolas (ZA), comerciales (ZC), industriales (ZI) y residenciales (ZR), utilizando el sensor AirBeam. Así mismo se analizó el riesgo a la salud por la exposición a las PM<sub>2.5</sub>, a través del coeficiente de riesgo (HQ) (Maseki, Annegarn, & Spiers, 2017). Se encontró mayor exposición a PM<sub>2.5</sub> en las ZTV, con promedios de 23.97 ± 11.51, 48.35±20.44, para los meses de julio y agosto, respectivamente, y promedios máximos de 80.77±30.79 en el mes de agosto, en comparación a julio donde influyó la precipitación. El análisis de HQ mostró un riesgo mayor a 1 para las ZTV, indicando que son zonas de riesgo a la salud. Campas (2017), reportó mala calidad del aire en Cd. Obregón, debido a una alta correlación entre enfermedades respiratorias y la presencia de Cu en el aire, mientras que en presente estudio se confirman para partículas PM 2.5, zonas de calidad buena, regular y mala, teniendo su principal emisión en las ZTV debido a las emisiones de los vehículos y a caminos sin pavimentar o con aberturas, principalmente en la intersección de la calle 300 y Michoacán y en la esquina de Boulevard Rodolfo Elías Calles y Calle Yucatán. Por lo anterior es importante realizar monitoreos mensual espacio-temporal y emplear estrategias de mitigación de PM<sub>2.5</sub> para la prevención de enfermedades relacionadas y el mejoramiento de la calidad del aire.

## Referencias

- Baklanov, A., Molina, L. T., & Gauss, M. (2016). Megacities, air quality and climate. *Atmospheric Environment*, 126, 235-249.
- Campas, M. E. C., Álvarez, A. G., Leal, R. R., Villalba, A. G. V., Amaya, O. M., Salazar, J. V., . . . Tagles, H. F. D. (2017). Calidad del aire respecto de metales (Pb, Cd, Ni, Cu, Cr) y relación con salud respiratoria: Caso Sonora, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 33, 23-34.
- Maseki, J., Annegarn, H., & Spiers, G. (2017). Health risk posed by enriched heavy metals (As, Cd, and Cr) in airborne particles from Witwatersrand gold tailings. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 117(7), 663-669.
- W HO (2018). *Clean Air for Health: Geneva Action Agenda*. Paper presented at the First WHO global conference on air pollution and health-Summary Report.
- Zhang, X., Shi, M., Li, Y., Pang, R., & Xiang, N. (2018). Correlating PM<sub>2.5</sub> concentrations with air pollutant emissions: A longitudinal study of the Beijing-Tianjin-Hebei region. *Journal of Cleaner Production*, 179, 103-113.

## Ensayos para determinar el pH y cantidad de biomasa necesaria en la adsorción de plomo y cadmio utilizando biomasa de microalga “*Nannochloropsis oculata*”.

Omar Nateras-Ramírez<sup>1</sup>, Jaime López-Cervantes<sup>1</sup>, María del Rosario Martínez-Macias<sup>2\*</sup>, Dalia Isabel Sánchez-Machado<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora, Cd. Obregón Sonora, 85100, México.

<sup>2</sup>Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora, Cd. Obregón Sonora, 85100, México.

\*Autor para correspondencia: [maria.martinez@itson.edu.mx](mailto:maria.martinez@itson.edu.mx)

Los metales pesados son elementos capaces de provocar efectos nocivos en las cadenas tróficas aún en bajas concentraciones. Las tecnologías tradicionales de tratamiento de plomo y cadmio se basan en procesos físicos y químicos, sin embargo, suelen ser poco efectivas y eficientes a bajas concentraciones (<100ppm) [1]. En este sentido, las microalgas surgen como una opción por su capacidad de generar biomasa rápidamente y a la afinidad de su pared celular por capturar metales [2]. Sin embargo, factores como pH y concentración de biomasa de la microalga pueden afectar la biosorción de metales pesados. Por ello, el objetivo de este trabajo fue encontrar el pH y la cantidad de biomasa óptimos que favorezcan la biosorción de cadmio en biomasa seca de la microalga *N. oculata*. Se utilizaron reactores de 7L cilíndricos de agua salada para generar la biomasa a los que se les adicionó el medio f/2 de Guillard. Después de 21 días de cultivo se cosechó la biomasa que fue lavada con agua dulce para después ser deshidratada por liofilización. Los ensayos de adsorción se realizaron de acuerdo con la metodología 999.10 recomendada por AOAC (2005) para la detección de plomo y cadmio en agua. Los experimentos para encontrar el pH óptimo de biosorción se realizaron utilizando HCl y NaOH 0.1 M para variar este factor desde 1 hasta 7 a intervalos de 1, con 0.05±0.001g de biomasa en soluciones 100ppm de plomo y cadmio por separado. La biomasa óptima se obtuvo variando las cantidades de microalga desde 0.0025±0.0001g hasta 0.2±0.0001g en el caso del plomo y 0.0025±0.0001g hasta 0.4±0.0001g en el caso del cadmio. En la **Tabla 1** se presenta el resumen de los resultados:

**Tabla 1.** Valores óptimos de biosorción utilizando biomasa de *N. oculata*.

Factor	Pb	Cd
pH	5	4
Biomasa (g)	0.05±0.002	0.3±0.002

El pH modificó la carga de los sitios activos de biosorción (grupos funcionales) en la superficie de la célula, siendo más eficiente la remoción de plomo a pH más alto que el cadmio, al igual a lo reportado por Tüzün et al. 2005 [3]. La remoción de plomo y cadmio mejoró con el aumento de la biomasa en solución hasta llegar al valor óptimo para cada metal, después de este punto la eficiencia se vio

perjudicada tal como lo reportan Edris et al.[4].

### Referencias

1. Y.K. Leong, J.S. Chang, Bioremediation of heavy metals using microalgae: Recent advances and mechanisms, *Bioresour. Technol.* (2020) 122886. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.122886>.
2. S. Rangabhashiyam, P. Balasubramanian, Characteristics, performances, equilibrium and kinetic modeling aspects of heavy metal removal using algae, *Bioresour. Technol. Reports.* 5 (2019) 261–279. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biteb.2018.07.009>.
3. I. Tüzün, G. Bayramoğlu, E. Yalçın, G. Başaran, G. Çelik, M.Y. Arica, Equilibrium and kinetic studies on biosorption of Hg(II), Cd(II) and Pb(II) ions onto microalgae *Chlamydomonas reinhardtii*, *J. Environ. Manage.* 77 (2005) 85–92. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2005.01.028>.
4. G. Edris, Y. Alhamed, A. Alzahrani, Biosorption of Cadmium and Lead from Aqueous Solutions by *Chlorella vulgaris* Biomass: Equilibrium and Kinetic Study, *Arab. J. Sci. Eng.* 39 (2014) 87–93.

## El bovino como fuente de contaminación ambiental de *Escherichia coli* potencialmente patógena

Alfonso Maldonado Molina<sup>1</sup>, Pablo Luna Nevarez<sup>1</sup>, Andrés Francisco Chávez Almanza<sup>1</sup>, Jonathan Rojas Padilla<sup>1</sup>, Ernesto Uriel Cantú Soto<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Sonora. Calle 5 de febrero No. 818 sur Col. Centro, C.P. 85000, Cd. Obregón, Sonora, México

\*Autor para correspondencia: [ernesto.cantu@itson.edu.mx](mailto:ernesto.cantu@itson.edu.mx)

*Escherichia coli* es una bacteria perteneciente a la familia *Enterobacteriaceae*. Dentro de las *E. coli* patogénicas se encuentran 6 serogrupos, donde sin duda el grupo enterohemorrágico (EHEC) reviste especial importancia a nivel global, principalmente por la capacidad de producir dos potentes citotoxinas denominadas toxina de Shiga (*Stx*) 1 y 2 (Torres, 2017). *E. coli* EHEC llega al humano a través de la contaminación ambiental; el bovino como reservorio principal excreta al patógeno a través de las heces contaminando suelo, agua, aire y biota. El objetivo del estudio fue establecer al bovino criado para abasto de carne en el sur de Sonora como potencial contaminador de matrices ambientales con EHEC a través de estudios moleculares, incluyendo los serotipos O26:H11 y O111:H- de *E. coli*.

Se recolectaron colectaron heces de 70 bovinos procedentes del sur de Sonora, acorde al procedimiento de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) (2018). Para el aislamiento selectivo de *E. coli* EHEC se utilizó el método de Feng *et al.*, (2017). El género y especie de las clonas aisladas se estableció mediante el estudio del perfil bioquímico establecido por la US-FDA en el “Bacteriological Analytical Manual”. Mediante el método reportado por Rivas Ruiz y cols., (2020), se estudió la presencia de los genes *Stx1*, *Stx2*,  $\gamma$ -*eaeA*, +93 *uidA* y *ehxA* de EHEC en las clonas aisladas y se estandarizaron las técnicas de PCR y electroforesis para los serotipos O26:H11 y O111:H- utilizando oligonucleótidos específicos y determinando mediante dilución del ADN la sensibilidad del método.

A partir de las heces de bovinos, se obtuvo una colección de 230 aislados de *E. coli* bioquímicamente identificados, donde el 98.3% de las clonas fueron indol positivo y el 56.9% beta-glucoronidasa positiva. El 17.1% (12 cepas) tuvieron presencia de los genes productores de las toxinas de Shiga, demostrado molecularmente por la presencia simultánea o individual de los genes *Stx1*, *Stx2*; se establecieron 3 perfiles patogénicos distintos en los 12 aislados EHEC sospechosos (*Stx1* en 8 cepas, *Stx2* en 3 y *Stx1+* *Stx2* en 1). La PCR específica para O111:H- identificó dos cepas, siendo las primeras reportadas en esta región del país aisladas de heces de bovinos. El serotipo patógeno O26:H11 no fue aislado en este estudio.

El ganado bovino es un reservorio importante de cepas sospechosas de producir la toxina de Shiga, capaz de producir en humanos susceptibles el síndrome urémico hemolítico.

El uso de esta metodología de aislamiento y PCR demuestran ser adecuados para ser adaptado a cualquier matriz de tipo ambiental o biota donde se sospeche haya sido contaminado por heces de bovinos.

## Referencias

- Feng P, Weagnant S, Jinneman K (2017) Diarrheagenic *Escherichia coli* in: Bacteriological analytical manual (BAM). Food and Drug Administration Publishers. New Hampshire, USA. pp: 1-30.
- OIE (2018) *Escherichia coli* verocitotoxigenica. In: Manual de las pruebas de diagnóstico y de las vacunas para los animales terrestres. [www.oie.int/es/normas/manual-terrestre/acceso-en-linea/](http://www.oie.int/es/normas/manual-terrestre/acceso-en-linea/). Fecha de consulta: 17 de enero de 2019.
- Rivas-Ruiz CM, Cantú-Soto EU, Maldonado-Mendoza IE, Figueroa-López AM, Anduro-Jordan JA, Luna-Nevarez P, López-Castro PA (2020) Detección de *Escherichia coli* productora de toxina-Shiga en bovinos asintomáticos del sur de Sonora, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 7(2): e2240. DOI:10.19136/era.a7n2.2240.
- Torres, A. G. (2017) *Escherichia coli* diseases in Latin America—a “One Health” multidisciplinary approach. *Pathogens and Disease*, 75(2), 1–7.

## Oxidación electroquímica foto-asistida de efluentes de la industria petrolera utilizando un ánodo de diamante dopado con boro

Ana Laura Quijano Tamani<sup>1</sup>, José de Jesús Treviño-Reséndez<sup>1</sup>, Yunny Meas Vong<sup>1</sup> y Alejandro Medel Reyes<sup>1\*</sup>.

<sup>1</sup>Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, S.C., Parque Tecnológico, Querétaro S/N, San fandila, Pedro Escobedo, Querétaro, México, C.P. 76730.

\*Autor para correspondencia: [amedel@cideteq.mx](mailto:amedel@cideteq.mx)

En esta investigación se evaluó la producción de radicales hidroxilos ( $\bullet\text{OH}$ ) generados a partir del efecto sinérgico del ácido hipocloroso ( $\text{HClO}$ ) y la luz UVC ( $\lambda = 254 \text{ nm}$ ), para el tratamiento de las aguas residuales del proceso de desalinización del petróleo crudo. Estudios anteriores de procesos de Oxidación Electroquímica (OE) usando un ánodo de Diamante Dopado con Boro (DDB), en este tipo de aguas residuales, han demostrado el predominio de la oxidación mediada por  $\text{HClO}$  (García-Lugo, *et al.*, 2018), dicho oxidante es generado electroquímicamente a partir de los iones cloruros presentes en el agua residual tratada. La generación de  $\bullet\text{OH}$  en dichos procesos puede optimizarse mediante una reacción foto-química a pH ácido, esto se debe a que mediante la fotólisis del  $\text{HClO}$  se producen  $\bullet\text{OH}$  y radicales de cloro ( $\bullet\text{Cl}$ ), los cuales son más reactivos que el  $\text{HClO}$  (Kuan-Hsiang, *et al.*, 2018). Para la evaluación de la generación de  $\bullet\text{OH}$  y la degradación de compuestos orgánicos durante el proceso de OE-UVC se implementó un sistema semicontinuo en donde la OE se llevó a cabo en una celda sin división y el agua electrolizada recirculaba a través de una lámpara de luz UVC de flujo continuo, (volumen de reacción = 415 mL, flujo = 50 mL  $\text{min}^{-1}$ , tiempo de reacción = 180 min,  $T = 25^\circ\text{C}$  y agitación constante). Para dichos procesos se empleó un cátodo de acero inoxidable (SS-304) y un ánodo de Si/DDB [(B) = 500-1300 ppm]. En la evaluación de la generación de  $\bullet\text{OH}$  se estudiaron las siguientes densidades de corriente ( $j$ ): 33.33 mA  $\text{cm}^{-2}$ , 66.66 mA  $\text{cm}^{-2}$  y 100 mA  $\text{cm}^{-2}$ , de acuerdo con García-Lugo (2018), la medición se realizó utilizando un espectrofotómetro de fluorescencia Agilent<sup>®</sup>, modelo Cary Eclipse ( $\lambda_{\text{ex}} = 347 \text{ nm}$ ,  $\lambda_{\text{em}} = 456 \text{ nm}$  y slit = 5 nm). Por otro lado, los experimentos para la evaluación de la destrucción de compuestos orgánicos se realizaron a  $j = 100 \text{ mA cm}^{-2}$  (densidad de corriente a la que se obtuvo la mayor generación de  $\bullet\text{OH}$  generados a partir del efecto sinérgico del  $\text{HClO}$  y la luz UVC) y la evaluación de la degradación del contaminante se realizó en términos de COT en un analizador Shimadzu<sup>®</sup>, modelo TOC-L. En la OE-UVC se obtuvo una remoción de COT del 38% y en los experimentos realizados sin irradiación de luz UVC se obtuvo un 36%. Si bien, la ruta de acción predominante durante el proceso es la oxidación por  $\bullet\text{OH}$ , generados a partir del efecto sinérgico del  $\text{HClO}$  y la luz UVC, también se generan  $\bullet\text{OH}$  en la superficie del ánodo a través del proceso de oxidación del agua, además existe degradación por  $\text{HClO}$  y  $\bullet\text{Cl}$  electro-generados durante el proceso, así como por oxidación parcial en la superficie del electrodo (Medel, *et al.*, 2020) y por la irradiación UVC. Ha sido demostrado en trabajos anteriores que la implementación de irradiación UVC en un sistema de OE es capaz de aumentar la eficiencia del proceso en términos de COT (Kuan-Hsiang, *et al.*, 2018).

### Referencias

- García-Lugo, F., Medel, A., Jurado-Baizaval, J. L., Mijaylova-Nacheva, P., Durán-Moreno, A., Cruz-Gómez, M. J., Godínez Mora-Tovar, L., & Meas, Y. (2018). Mediated Electrochemical Oxidation of Pollutants in Crude Oil Desalter Effluent. *International Journal of Electrochemical Science*, 13, 209-224.
- Kuan-Hsiang, C., Yu-Jen, S., & Yao-Hui, H. (2013). Mineralization of citric acid wastewater by photo-electrochemical chlorine oxidation. *Journal of Environmental Management*, 121, 1-5.
- Medel, A., Treviño-Reséndez, J., Brillas, E., Sirés, I., & Meas, Y. (2020). Contribution of cathodic hydroxyl radical generation to the enhancement of electro-oxidation process for water decontamination. *Electrochimica Acta*, 331(135382) 1-10.

## Evaluación del proceso de peroxicoagulación para el tratamiento de efluentes de la industria del petróleo.

Norberto Grajales Guzmán<sup>1</sup>, José de Jesús Treviño-Reséndez<sup>1</sup>, Yunny Meas<sup>1</sup>, Alejandro Medel Reyes<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, S.C., Parque Tecnológico, Querétaro S/N, San Fandila, Pedro Escobedo, Querétaro, México. C.P. 76730.

\*Autor de correspondencia: [Amedel@cideteq.mx](mailto:Amedel@cideteq.mx)

En el proceso de peroxicoagulación la densidad de corriente y el pH influyen en la producción de radicales hidroxilo ( $\bullet\text{OH}$ ), esta investigación evaluó su efecto para el tratamiento de aguas de la industria del petróleo debido a su composición fisicoquímica (iones presentes), así como compuestos orgánicos altamente tóxicos. Nidheesh y Gandhimathi, 2012 reportan que el proceso electro-Fenton óptimo es a pH 3, a valores mayores de 5 se precipita el Fe.

Para producir  $\bullet\text{OH}$  se utilizó una celda ( $3.1416 \text{ cm}^2$ ) sin división (50 ml de volumen de reacción), aplicando densidades de corriente (J) de 3.2, 9.5, 15.9 y  $22.3 \text{ mA cm}^{-2}$  durante 30 minutos de electrólisis, utilizando como electrolito soporte sulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) 0.05 M ajustado a pH de 3–9, como ánodo se utilizó una placa de hierro (Fe) y un cátodo de difusión de gas constituido de tela de grafito (GDE) recubierta con politetrafluoroetileno (PTFE), la alimentación de oxígeno fue de 1.00 lpm. Los  $\bullet\text{OH}$  se determinaron de manera indirecta mediante la señal de la 7-Hidroxycumarina ( $\text{C}_9\text{H}_6\text{O}_3$ ) por intensidad de fluorescencia, utilizando un espectrofotómetro de fluorescencia AGLINT Cary Eclipse ( $\lambda_{\text{ex}} = 340 \text{ nm}$ ,  $\lambda_{\text{em}} = 456 \text{ nm}$  y slit 5). Medel y colaboradores, 2020 han validado la generación de dicha especie paramagnética. La investigación se realizó para su aplicación en aguas residuales de la industria petrolera.

La figura 1 muestra que la  $J = 3.18 \text{ mA cm}^{-2}$  generó una mayor producción de  $\bullet\text{OH}$  a pH 3, a mayor J menor producción de  $\bullet\text{OH}$  debido al exceso del ión ferroso ( $\text{Fe}^{2+}$ ) y otras especies. La figura 2 muestra que a  $\text{pH} > 5$  la producción de  $\bullet\text{OH}$  disminuyó por la formación de óxidos de hierro ( $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ). Nidheesh (2018), menciona que la precipitación de  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  ocurre en el sistema electrolítico a pH 5.

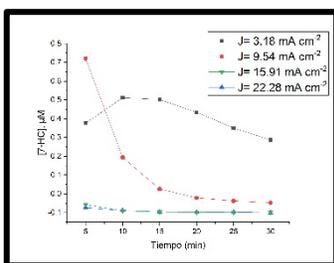


Figura 1. Evaluación de diferentes densidades de corriente a pH 3.

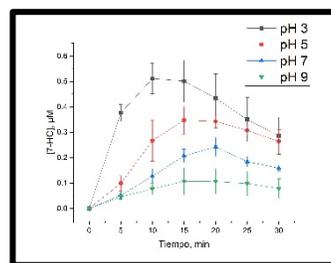


Figura 2. Evaluación de  $J = 3.18 \text{ mA cm}^{-2}$  a diferentes tipos de pH.

Se demostró la influencia del pH y J en la generación de  $\bullet\text{OH}$ , lo que hace posible que la peroxicoagulación sea aplicada para el tratamiento de aguas residuales de la industria del petróleo.

## Referencias

- Medel, A., et al (2020). Contribution of cathodic hydroxyl radical generation to the enhancement of electro-oxidation process for water decontamination. *Electrochimica Acta*. 331 135382.
- Nidheesh, P.V., Gandhimathi, R. (2012). Trends in electro-Fenton process for water and wastewater treatment: An overview. *Desalination*. 299; 1-15.
- Nidheesh, P.V. (2018). Removal of organic pollutants by peroxicoagulation. *Environ. Chem. Lett.* 16:1283-1292.

## Caracterización microbiana de un suelo contaminado con grasas animales dentro del casco urbano de Cd. Obregón, Sonora. México

Paola Alcira Bobadilla Robles<sup>1</sup>; Ernesto Uriel Cantu Soto<sup>2</sup>; David Heberto Encinas Yepis<sup>3\*</sup>; Rafael Angulo Inzunza<sup>3</sup>; Evelia Galindo Valenzuela<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de la Maestría en Biociencias. Universidad de Sonora. México.

<sup>2</sup>Maestro-Investigador. Dpto. de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. Instituto Tecnológico de Sonora. México

<sup>3</sup>Maestro-Investigador. Dpto. de Ciencias del Agua y Medio Ambiente. Instituto Tecnológico de Sonora. México

\*Autor para correspondencia: [david.encinas@itson.edu.mx](mailto:david.encinas@itson.edu.mx)

Dentro de Cd. Obregón, Sonora, se localiza una propiedad privada en una zona con alto potencial comercial; sin embargo, la explotación de esta área se ve limitada por el alto grado de contaminación que presenta el suelo del lugar. El sitio albergaba hace más de 20 años a una empresa productora de derivados de grasas porcinas, la cual clausuró sus instalaciones dejando abandonado el área y en ella pilas contenedoras en las que se encuentra concentrada una mezcla de los residuos grasos que ahí se generaban, y que por efecto de las lluvias se han derramado y esparcido hacia el suelo aledaño causando evidente deterioro del lugar. El objetivo del estudio fue establecer los valores basales de las cuentas totales de microorganismos y la identificación de actividad lipolítica mediante técnicas microbianas y PCR para la demostración del soporte de esta matriz a la microbiota con fines de remediación. De noviembre de 2017 a junio de 2018 se colectaron 24 muestras de suelo en el polígono del área afectada (3 repeticiones por sitio); el procedimiento de muestreo se realizó con base en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, y posterior al análisis microbiano una submuestra de 100g fue resguardada en refrigeración (4-8°C) para estudios de aislamiento e identificación de bacterias con actividad lipolítica. Se empleó para diluciones la NOM-110-SSA1-1994 y para los métodos de cuantificación para cada comunidad microbiológica, mesófilos aerobios (NOM-092-SSA1-1994; Larry and James, 2001), hongos y levaduras (NOM-111-SSA1-1994). Además, se empleó el método de la tributirina (Amador *et al.*, 1993) para el aislamiento selectivo de microorganismos con actividad lipolítica, y a las clonas aisladas se les identificó mediante PCR y secuenciación bidireccional del gen 16S ARN ribosomal (Shi *et al.*, 1997); adicionalmente se les realizó la prueba de  $\beta$ -hemólisis con agar sangre de carnero. El estudio demostró que la actividad microbiana del área afectada se mantiene activa, con valores máximos para mesófilos aerobios en el punto con mayor contaminación de 28, 736, 364 UFC/g; mientras que los valores para hongos y levaduras fueron de 11, 363, 636 UFC/g y 238, 182 UFC/g respectivamente. Se aislaron 3 morfologías macro y microscópicamente diferentes en agar tributirina que presentaban actividad lipolítica (clonas C1, C2, C3). Los resultados de la secuenciación bidireccional mostraron que C1 y C3 pertenecen a *Bacillus sp.*, (identidad >99% NCBI BLAST) y C2 se identificó como *Acinetobacter sp.*, (identidad de 100% NCBI BLAST); ninguno de los 3 aislados presentó actividad  $\beta$ -hemolítica. El estudio demostró que el suelo estudiado sostiene vida microbiológica eficientemente y contiene bacterias productoras de enzimas capaces de degradar el agente contaminante. Estas bacterias deberán ser estudiadas *in vitro* para diseño de pruebas de eliminación de estos contaminantes lipídicos de origen animal.

## Referencias

- Larry Maturin and James T. Peeler. (2001). Chapter 3. Aerobic Plate Count. En *Bacteriological Analytical Manual*. Sitio web: <https://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm063346.htm>
- Raúl Amador López, David Avilés Ruiz, Ma. Guadalupe Eusebio Hernández, Elizabeth Fernández Rendón, Lydia Mota de la Garza, Elsa Irma Quiñonez Ramírez, Raúl Rodríguez Montaña. (1993). Manual de laboratorio de microbiología sanitaria. México: Instituto Politécnico Nacional. Escuela nacional de ciencias biológicas. Departamento de microbiología.
- Secretaría de Medio ambiente y Recursos naturales. (2013). NORMA Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación. 19 Octubre 2017, de Secretaría de Economía, Dirección General de Normas. Sitio web: <http://www.economianoms.gob.mx/normas/noms/2010/138semarssa12013.pdf>
- Secretaría de salud. (1995). NORMA Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. 19 Octubre 2017, de Secretaría de Economía, Dirección General de Normas. Sitio web: <http://www.economia-noms.gob.mx/normas/noms/1995/092-ssa1.pdf>
- Secretaría de Salud. (1995). NORMA Oficial Mexicana NOM-110-SSA1-1994, Bienes y servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico. 19 Octubre 2017, de Secretaría de Economía, Dirección General de Normas Sitio web: <http://www.economia-noms.gob.mx/normas/noms/1995/110-ssa1.pdf>
- Secretaría de Salud. (1995). NORMA Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos. 19 Octubre 2017, de Secretaría de Economía, Dirección General de Normas. Sitio web: <http://www.economia-noms.gob.mx/normas/noms/1995/111-ssa1.pdf>
- T. Shi, R. H. Reeves, D. A. Gilichinsky, and E. I. Friedmann. 1997. Characterization of Viable Bacteria from Siberian Permafrost by 16S rDNA Sequencing. *Microbial Ecology*. 33:169-179.

## Evaluación del impacto antropogénico y parámetros fisicoquímicos en el río Puyacatengo en Tabasco

Fanny Jauregui-González<sup>1</sup>, Sergio Gómez-Cornelio<sup>1\*</sup>, Sandra Hernández-Nataren<sup>1</sup>, Elías De la Cruz-Luna<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Politécnica del Centro, Carr. Villahermosa-Teapa, Km. 22.5, Col. Tumbuluschal, CP 86290. Villahermosa, Tabasco, México.

\*Autor para correspondencia: [direccion.biocologia@updc.edu.mx](mailto:direccion.biocologia@updc.edu.mx)

Los efluentes de agua como los ríos juegan un papel importante en los ciclos biogeoquímicos y como hábitat natural de una alta biodiversidad en el ecosistema. Entre los servicios ecosistémicos que ofrece se encuentra el suministro de agua potable y recreativa, sin embargo, la calidad de estos se ve afectado por la actividad antropogénica y el impacto del cambio climático, repercutiendo en el ciclo hidrológico y en el equilibrio del ecosistema (Arellano-Aguilar et al. 2017). El río Puyacatengo en Tabasco ha sido afectado por las actividades antropogénicas como la ganadera, agricultura, uso de pesticidas, y descargas de aguas residuales domésticas de las comunidades asentadas sobre el borde del río, que podrían contribuir a la proliferación de organismos fotótrofos en los sistemas acuáticos (Wurtsbaugh et al., 2019). Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar los efectos antropogénicos de los asentamientos humanos sobre el caudal del río Puyacatengo.

Se realizaron muestreos aleatorios en la corriente del río Puyacatengo, antes y después de los puntos de descargas de aguas residuales en cinco asentamientos humanos (cuatro de ellas con plantas de tratamientos). Se determinaron los parámetros fisicoquímicos *in situ* con un equipo multiparamétrico realizando mediciones por triplicado. Muestras de agua fueron trasladadas al laboratorio para determinar la concentración de nitrógeno total y de por Micro Kjeldahl y Soxlet, respectivamente. Los resultados del efecto antropogénico se evaluaron a través de la matriz de impacto ambiental de Leopold.

La matriz de Leopold nos indica un impacto negativo irreversible en el caudal del río. Los parámetros fisicoquímicos obtenidos en los puntos muestreados arrojaron los siguientes valores promedio: DO de 29.1 hasta 0 mg/L, pH de 8.32 a 3.24, la temperatura fue de 33.8 a 25.7°C, mientras que la Conductividad varió de 8.77 a 0.28 mS, el ORP de -373.9 hasta 320 mv, las sales de 3.1 a 0.01, y finalmente el O<sub>2</sub> de 76.8 hasta 0. Los valores fuera de los rangos permisibles coinciden con las muestras de un efluente de agua azufrosa que contribuye con la corriente del río (pH de 3.2 y 33.8°C). En los análisis se obtuvieron valores de 36.4 hasta 78.4 mg/L para nitrógeno total, y desde 50 hasta 1,676 mg/L de grasa en las diferentes muestras analizadas; estos resultados nos demuestran que estos valores sobrepasan los límites permisibles por la NOM-001-ECOL-1996. La evidencia demuestra un alto impacto antropogénico sobre el efluente del río, ya que las cuatro plantas de tratamiento de aguas residuales no se encuentran en funcionamiento, se observó un exceso de basura vertido sobre las orillas del río por habitante de las comunidades aledañas, el turismo y la contribución de la actividad agropecuaria como cultivos agrícolas y ranchos ganaderos al borde del río.

Debido a la variabilidad de los parámetros fisicoquímicos, concluimos que el ecosistema se ve afectado, particularmente en las zonas donde las actividades antrópicas tienen influencia sobre el río, causando un impacto directo sobre la dinámica ecológica del caudal, contribuyendo con la disminución de la biodiversidad que podría verse afectada a corto plazo e incapaz de soportar una alta descarga de residuos domésticos y agrícolas.

### Referencias

- Arellano-Aguilar, O., Betancourt-Lozano, M., Aguilar-Zárate, G., & de Leon-Hill, C. P. (2017). Agrochemical loading in drains and rivers and its connection with pollution in coastal lagoons of the Mexican Wurtsbaugh, W. A., Paerl, H. W., & Dodds, W. K. (2019). Nutrients, eutrophication and harmful algal blooms along the freshwater to marine continuum. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 6(5), e1373.
- Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Diario Oficial de la Federación el 24 de diciembre de 1996.
- Wurtsbaugh, W. A., Paerl, H. W., & Dodds, W. K. (2019). Nutrients, eutrophication and harmful algal blooms along the freshwater to marine continuum. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 6(5), e1373.

## Distribución ambiental del género *Cryptococcus* en reservorios naturales en el municipio de Puebla

Alaniz-Saucedo D.<sup>1</sup>, Ávila-Sosa R.<sup>1</sup>, Castañeda Roldán Elsa<sup>1</sup>, Chávez Bravo Edith<sup>1</sup>, Castañeda Antonio Dolores y Munguía-Pérez R.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Posgrado Ciencias Ambientales, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Ciudad Universitaria, Col. San Manuel 72570 Puebla Pue., México. \*

\*Autor para correspondencia: [lewimx@gmail.com](mailto:lewimx@gmail.com), [ricardo.munguia@correo.buap.mx](mailto:ricardo.munguia@correo.buap.mx)

*Cryptococcus* spp. es un hongo levaduriforme cultivable en medios como semilla de Niger (SN), Sabouraud (S) y Mycosel (M); con células esféricas rodeadas por una cápsula polisacárida (Srikanta *et al.*, 2014), existen dos especies patógenas para el humano (Spina-Tensini *et al.*, 2017), principalmente para individuos inmunosuprimidos: *C. neoformans* aislado de excretas de aves (Vallejo *et al.*, 2016) y *C. gattii* de árboles/rizosfera de *Eucalyptus* spp (Teodoro *et al.*, 2013). El objetivo fue conocer la distribución ambiental de *Cryptococcus* spp. cultivable en dos sitios georreferenciados del municipio de Puebla: El centro histórico y la zona de Ciudad Universitaria.

Se tomaron hisopados de excretas de palomas (EP), rizosfera y hojas de árboles de eucalipto 48 muestras en todos los casos. Las hojas y la rizosfera fueron maceradas y sembradas por extensión en superficie en agar SN, S y M y los hisopados fueron sembrados por estría cruzada directamente en los mismos medios. Se incubaron a 37° C por tres días y a las colonias presuntivas se realizaron observaciones con tinta china para su identificación fenotípica y bioquímica mediante API 20 C AUX (Biomeriux), Tapia *et al.*, (2014)

Se aisló *Cryptococcus* spp. en un 25% de muestras de EP en SN (14 cepas) y S (8 cepas), Vallejo *et al.*, (2016) describió que las excretas de aves son perfectos reservorios para *Cryptococcus* spp. debido a que la temperatura de las aves impide el crecimiento de las especies por lo cual al ser expulsadas en las excretas y al bajar la temperatura son capaces de proliferar y ser diseminadas las esporas por el viento una vez que la excreta esta seca además de brindarle nutrientes para su supervivencia. En las hojas y la rizosfera de árboles de *Eucalyptus* spp. no hubo aislamientos de especies de *Cryptococcus* spp. Castañón-Olivares *et al.* (2007) obtuvieron aislamientos positivos en arboles de *Eucalyptus* spp. que se encontraban sanos dentro de Ciudad Universitaria, UNAM mientras que, dentro de Ciudad Universitaria, BUAP el 90% de los árboles se encuentran atacados por una plaga de la conchuela del eucalipto ocasionando la pérdida del follaje, disminución en el crecimiento, muerte en puntas y ramas y susceptibilidad a otras enfermedades (Cibrán, 2002). Por lo cual se procederá a técnicas moleculares las cuales permitirán evidenciar la presencia/ausencia sin la necesidad del cultivo.

Se confirma la presencia ambiental de *Cryptococcus* spp. en excretas de paloma en el Centro Histórico de Puebla, sin embargo, en el caso de los árboles de *Eucalyptus* spp. dentro de Ciudad Universitaria no se recuperó a *Cryptococcus* spp.

## Referencias

- Castañón-Olivares, L., Sánchez-Paredes, E., Arreguín-Espinosa, R., Ruiz-Palacios y Santos, G., Carmona, A., & López-Martínez, R. (2007). Aislamiento de *Cryptococcus albidus* en árboles de eucalipto. *Revista Mexicana de Micología*, 25, 21–25
- Cibrán T., D. 2002. *Glycaspis brimblecombei* Moore (Homoptera: Psylloidea; Spondyliaspidae): Caso de control biológico en el valle de México. Ponencia presentada en la reunión NAPO/SEMARNAT sobre intercambio técnico para el control del psílido del eucalipto. Cuernavaca, Morelos.
- Spina-Tensini, T., Muro, M. D., Queiroz-Telles, F., Strozzi, I., Moraes, S. T., Petterle, R. R., ... de Almeida, S. M. (2017). Geographic distribution of patients affected by *Cryptococcus neoformans*/*Cryptococcus gattii* species complexes meningitis, pigeon and tree populations in Southern Brazil. *Mycoses*, 60(1), 51–58. <https://doi.org/10.1111/myc.12550>
- Srikanta, D., Santiago-Tirado, F. H., & Doering, T. L. (2014). *Cryptococcus neoformans*: Historical curiosity to modern pathogen. *NIH Public Access*, 31(2), 47–60. <https://doi.org/10.1002/yea.2997>
- Tapia Cecilia y Correa Néstor (2014). Género *Cryptococcus*. *Rev. chil. infectol.* 31(1), 1 <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182014000600012>
- Teodoro, V. L. I., Gullo, F. P., Sardi, J. de C. O., Torres, E. M., Fusco-Almeida, A. M., & Mendes-Giannini, M. J. S. (2013). Environmental isolation, biochemical identification, and antifungal drug susceptibility of *Cryptococcus* species. *Revista Da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 46(6), 759–764. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0025-2013>
- Vallejo, D. A., Benavides, C. J., Chaves, C. A., Morillo, M. I., & Castillo, A. M. (2016). Aislamiento de *Cryptococcus neoformans* en heces de palomas (*Columba livia*) en el casco urbano del municipio de Pasto, Colombia. *Biosalud*, 15(1), 62–71. <https://doi.org/10.17151/biosa.2016.15>

## Eliminación de Nitrógeno y materia orgánica en un reactor anaerobio de flujo ascendente, de aguas residuales provenientes de rastros y casas de matanza.

Mayola Galván-Mondragón<sup>1</sup>, Adrián Rodríguez-García<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica. Parque Sanfandila s/n, Pedro Escobedo, 76703 Santiago de Querétaro, Qro., México.

\*Autor para correspondencia: [arodriguez@cideteq.com](mailto:arodriguez@cideteq.com)

**Introducción:** El agua residual de rastros contiene una gran cantidad de residuos orgánicos, como lo son: pelo, contenido ruminal e intestinal, vísceras, sangre, carne de desecho, agua de lavado (de animales, camionetas y corrales), orina y estiércol.

En este trabajo nos enfocamos en la remoción de materia orgánica, por medio del ya conocido Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente (UASB, por sus siglas en inglés), por tratarse de un sistema robusto, con eficiencias de remoción por encima del 80%. También nos centraremos en la remoción de nitrógeno, compuesto tóxico y de alta demanda de oxígeno, que causa el fenómeno conocido como eutrofización. Se propone el uso de un sistema avanzado, Anammox (ANAerobic AMMonium OXidation), un microorganismo que fue descubierto y patentado en 1995 por Mulder et. al.<sup>1</sup>, que consiste en acortar el ciclo del nitrógeno, sin requerir grandes cantidades de oxígeno.

**Método/metodología:** El sistema de tratamiento consistió en dos cribas para retener sólidos gruesos y medios (vísceras, carne de desecho, contenido ruminal e intestinal), un reactor anaerobio tipo UASB para remoción de materia orgánica y un reactor aerobio tipo SBR (Sequencing Batch Reactor).

**Resultados y discusión:** En cuanto a eliminación de materia orgánica se refiere, los reactores presentaron una estabilización favorable, ya que se al evaluar los SSV, se ve un incremento de biomasa al compararla con la inicial, y al tener una remoción de materia orgánica por encima del 90% en un TRH de 6h. Referente a la remoción de nitrógeno, en el reactor UASB puede ocurrir debido a la vía de la reducción diferenciada de nitratos, que los convierte a N<sub>2</sub>, NO, N<sub>2</sub>O, que al no ser accesibles para el crecimiento microbiano, son liberados a la atmósfera<sup>2</sup>; mientras que en el reactor SBR podría ser debida a la presencia de microzonas anóxicas dentro del consorcio microbiano, en estas microzonas el oxígeno no es capaz de penetrar, pero los NO<sub>x</sub> generados por las bacterias nitrificantes sí, realizando la conversión del compuesto en dichas microzonas.<sup>3</sup>

**Conclusiones:** Este estudio sirvió para analizar el comportamiento de los consorcios utilizados y para realizar los balances de materia necesarios para la puesta en marcha del enriquecimiento Anammox. Actualmente se están realizando a nivel laboratorio análisis más detallados para corroborar la presencia de este tipo de microorganismo en el lodo anaerobio.

## Referencias

- (1) Mulder, A., Van de Graaf, A., Robertson, L.A. and Kuenen, J. G. 1995. Anaerobic Ammonium Oxidation discovered in a denitrifying fluidized bed reactor. FEMS Microbiol. Ecol. 16, 177-184. Doi: [10.1016/0168-6496\(94\)00081-7](https://doi.org/10.1016/0168-6496(94)00081-7)
- (2) Madigan, M., Martinko, J., & Parker, J. (1997). Brock, Biología de los Microorganismos. En M. T. (págs. 565-567). Madrid: PEARSON, Prentice Hall, ISBN: 9788490352793
- (3) Masuda, S., Watanabe, Y. e Ishiguro, M. Biofilm properties and simultaneous nitrification and denitrification in aerobic rotating biological contactors. Wat. Sci. Tech. Vol. 23, 1991, pp. 1355-1363 Doi: [10.2166/wst.1991.0588](https://doi.org/10.2166/wst.1991.0588).

# GESTIÓN AMBIENTAL

## Vulnerabilidad al cambio climático de la agricultura en Zacatecas

Gloria del Carmen Fuente Martínez<sup>1</sup>, Miguel Mauricio Aguilera Flores<sup>1</sup>, Verónica Ávila Vázquez<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional. Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Zacatecas. Ingeniería Ambiental. Blvd. del Bote 202 Cerro del Gato Ejido La Escondida, Col. Ciudad Administrativa 98160 Zacatecas, Zac., México.

\*Autor de correspondencia: [vav\\_taba@hotmail.com](mailto:vav_taba@hotmail.com)

El cambio climático es uno de los problemas ambientales más importantes **actualmente** asociado a cambio significativo en el sistema climático del planeta. El sector agrícola es uno de los más vulnerables a los efectos del cambio climático, sin embargo, a su vez contribuye al mismo debido a la generación de gases de efecto invernadero. La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática a la que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad de adaptación. Así pues, la vulnerabilidad se encuentra definida por tres factores los cuales son: exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa.

En el presente estudio se evaluó la vulnerabilidad al cambio climático del sector agrícola en el estado de Zacatecas por medio del uso de 18 indicadores (superficie afectada por sequías, heladas, granizadas, inundaciones e incendios, temperatura, precipitación, viviendas con jefatura femenina, población que se considera indígena, superficie en actividades primarias, superficie reforestada, entre otros) divididos en 3 grupos: exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa y 10 subgrupos (frecuencia a eventos extremos, problemática ambiental, clima, salud, población, agrícola capital humano, social, financiero y natural), las fuentes de datos de los indicadores fueron: un documento facilitado por el Ing. Guillermo Libreros (SAGARPA, 2018); el INAFED (INAFED), y por último se tomaron datos de INEGI del anuario estadístico de Zacatecas (INEGI, 2017) y analiza las cifras (INEGI, 2015). Los indicadores se normalizaron por medio de relación funcional, y se le asignó el peso a cada indicador (método Iyengar & Sudarshan, 1982), con el peso de los indicadores se calcularon los índices de vulnerabilidad para cada uno de los municipios de Zacatecas.

Los municipios que están en la clasificación de muy alta vulnerabilidad son: Fresnillo, Guadalupe, Genaro Codina, Valparaíso, Cañitas de Felipe Pescador, Sombrerete y Zacatecas, así mismo Fresnillo destaca como el municipio con mayor índice de vulnerabilidad con un valor de 0.392 en el índice de vulnerabilidad. Los municipios con alta vulnerabilidad son: Benito Juárez, Calera, Jerez, Juan Aldama, Loreto, Miguel Auza, Morelos, Nochistlán de Mejía, Noria de Ángeles, Ojocaliente, Pinos, Río Grande, Tepechitlán, Teúl de Gonzales Ortega, Tlaltenango de Sánchez Román, Vetagrande y Villa González Ortega. El municipio con menor índice de vulnerabilidad fue el municipio de El Salvador. El 30% de los municipios de Zacatecas tienen un nivel de vulnerabilidad alto, mientras que los municipios que tienen un nivel de vulnerabilidad muy alto representan el porcentaje más bajo respecto a las otras categorías con un 12% de los municipios del estado. Lo anterior permite establecer medidas de adaptación en el sector agrícola de cada municipio de acuerdo con las características de estos. Por ejemplo, se pueden utilizar incentivos económicos para impulsar el implementar alternativas de riego para los cultivos de forma que se aproveche al máximo el agua y se dé un consumo responsable de la misma por mencionar alguno.

El 42% de los municipios del estado se encuentran en los niveles de clasificación de muy alta y alta vulnerabilidad, mientras que el 44% corresponde a niveles de baja y muy baja vulnerabilidad, y el 14 % restante son municipios con una vulnerabilidad moderada. El municipio que tiene mayor índice de vulnerabilidad es Fresnillo con 0.392.

## Referencias

- Iyengar, N. & Sudarshan, P. (1982) A Method of Classifying Regions from Multivariate Data. Economic and Political Weekly, Special Article, 2048-52.
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) & Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2012). *Quinta comunicación nacional ante la convención Marco de las naciones unidas sobre el cambio climático*. (p.129). Grupo Comunicare S.C.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI 2010a). División municipal, zacatecas. Obtenido de: [http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/zac/territorio/div\\_municipal.aspx?tema=me&e=32](http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/zac/territorio/div_municipal.aspx?tema=me&e=32)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2015). Analiza las cifras. Obtenido de: <https://www.inegi.org.mx/app/statisticexplorer/00/index.html>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2017). Anuario Estadístico y Geográfico de Zacatecas. Obtenido de: [https://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF\\_Docs/ZAC\\_ANUARIO\\_PDF.pdf](https://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/ZAC_ANUARIO_PDF.pdf)
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED). Principales datos sociodemográficos de los municipios de México. Obtenido de: [http://www.inafed.gob.mx/es/inafed/Principales\\_Datos\\_Socioeconomicos\\_por\\_Municipio](http://www.inafed.gob.mx/es/inafed/Principales_Datos_Socioeconomicos_por_Municipio)
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) (2018). Avance de siembras y cosechas. Documento Excel. Proporcionado por Ingeniero, Guillermo Libreros.

## **Propuesta de Reglamento para la Ley de Protección, Conservación y Fomento del Árbol en las Zonas Urbanas del Estado de Sonora, para el Municipio de Cajeme**

Carolina Refugio Gonzalez Vega<sup>1\*</sup>; Evelia Galindo Valenzuela<sup>2</sup>; David Heberto Encinas Yepis<sup>2</sup>; Yessica Terrazas Paredes<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Ingeniería en Ciencias Ambientales.

<sup>2</sup>Maestra-Investigador. Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora, Av. Antonio Caso, Villa Itson, 85137, Ciudad Obregón, Sonora, México.

<sup>3</sup>Jefe de estudios y proyectos de la Subdirección de Gestión Ambiental para el Desarrollo Sustentable de Cajeme

\*Autor de correspondencia: [caregonve@gmail.com](mailto:caregonve@gmail.com)

La facultad que se le otorga a los Ayuntamientos para aprobar reglamentos, circulares y disposiciones administrativas de observancia general, se estipula en la fracción V del artículo 115 de la Constitución Mexicana, al mismo tiempo que dicha facultad, promueve la organización pública municipal y aseguran la participación ciudadana (Morales-Torres, 2015), en la actualidad contamos con textos muy escasos en técnica normativa y la mayoría de los municipios no tienen buenas normas (Vega-Hernández, 2014). El presente trabajo tiene como finalidad, la elaboración de un Reglamento Municipal en Cajeme para la Ley del Árbol, de manera interdisciplinaria, empleando la técnica normativa para la redacción de reglamentación municipal y aplicando conocimientos técnicos en el manejo de especies arbóreas. El presente proyecto se divide en cinco fases, que a su vez se subdividen en 12 actividades: la primera fase consiste en la lectura de la Ley, para su comprensión; la segunda es sobre la investigación previa, en la que se consultan diferentes guías y manuales para el desarrollo de reglamentos municipales, además de consultar otros reglamentos e informes técnicos para la formulación de criterios que pide la Ley; la siguiente fase es la redacción del reglamento mismo, en el que se definen los títulos a desarrollar, siguiendo la técnica normativa para la elaboración de regulatoria municipal; para la revisión del reglamento, se establece el comité integrado por miembros de la Subdirección de Gestión Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Ayuntamiento de Cajeme, y las partes interesadas de ITSON; una vez realizada la revisión de la estructura del reglamento, se especifican los criterios técnicos que la Ley da facultad al municipio de establecer. Como resultado se obtuvo una extensión de 67 artículos, divididos en siete capítulos, mismos que establecen las facultades otorgadas a la Autoridad Municipal, los ciudadanos y a los profesionales prestadores de servicio, a fin de mejorar la conducción a cumplir con los objetivos de la Ley. El resultado obtenido cae dentro del promedio de los artículos que presentan otros reglamentos; por otro lado, la combinación de conocimientos en técnica normativa y el manejo de recursos naturales, promueven el mejor entendimiento para los afectados directamente por este reglamento. Al definir los criterios solicitados por la Ley del Árbol, en cuanto a la fórmula del valor del árbol, servicios de mantenimiento ofrecidos por el Ayuntamiento, criterios para el desarrollo de un Plan de Manejo Integral del arbolado urbano, distancias entre individuos en plantaciones, así como las técnicas de señalización para los árboles, se sustentan en artículos técnicos nacionales e internacionales, así como normas mexicanas de otros municipios más desarrollados en materia ambiental, por lo que se recomienda extender la reglamentación ambiental tanto en el Estado, como en el municipio.

### **Referencias**

Morales-Torres, Oscar. (2015). Guía para la Elaboración de Reglamentos Municipales. Toluca de Lerdo, México: IAPEM.

Vega-Hernández, Alberto. (2014). Técnicas Legislativa y Normativa para elaborar Bandos y Reglamentos Municipales. Congreso REDIPAL Virtual VII.

## Restauración de sistema acuático lagunar universitario mediante un tratamiento mecánico

María Isabel Baeza Beltrán<sup>1</sup>, Kristal de María Jesús de la Cruz<sup>1\*</sup>, Alicia Pamela Isidro Alvarado<sup>1</sup>,  
Elías de la Cruz Luna<sup>1</sup>, Sergio Gómez Cornelio<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Politécnica del Centro, Carr. Villahermosa-Teapa, Km. 22.5, Col. Tumbuluschal. CP 86290. Villahermosa, Tabasco, México

\*Autor de correspondencia: [direccion.biocologia@updc.edu.mx](mailto:direccion.biocologia@updc.edu.mx)

En la Universidad Politécnica del Centro (UPC), se adopta la Sustentabilidad como uno de los ejes rectores de un Modelo Educativo de talla Internacional, denominado Bilingüe-Internacional-Sustentable, promoviendo la interacción armónica de los estudiantes con su Medio Ambiente y la Sociedad, mediante la implementación de diversas prácticas, como la restauración de sitios contaminados. Las Lagunas, son sistemas de gran importancia ecológica en el Estado de Tabasco, donde se presentan condiciones adecuadas para albergar diversas especies de animales y vegetales. Sin embargo, las actividades antropogénicas, dejan vulnerables estos ecosistemas, debido a la contaminación, como la descarga de altas concentraciones de nutrimentos que son lixiviados a estos cuerpos de agua favoreciendo el crecimiento desmedido de plantas invasoras (Tuesta, 2014; Herrera, 2018). Entre las diversas técnicas que existen de rescate de cuerpos acuáticos de plantas invasoras, se encuentran tratamientos Mecánicos, Químicos y Biológicos. Por lo que el objetivo de este trabajo fue realizar un Tratamiento Mecánico, para restaurar el equilibrio ecosistémico del sitio.

Para realizar el tratamiento del sistema lagunar, se realizó un análisis ecológico mediante la identificación de las especies de plantas invasoras y el tipo de interacción ecológica que existía entre ellas. Posteriormente se implementó el programa de restauración mediante el tratamiento mecánico, el cual consiste en utilizar fuerza física y herramientas para el corte y la eliminación de la vegetación acuática nociva. Así como la extracción de los residuos vegetales que se encontraban en la superficie del agua. Se realizó una separación de la basura orgánica e inorgánica, para su adecuado desecho. Dicha actividad fue realizada por alumnos y Profesores del Programa Académico de Ingeniería en Biotecnología.

En la Laguna del Conocimiento de la UPC, se identificó la presencia de la especie *Salvinia natans*, la cual funcionó de soporte para el desarrollo de la especie *Eleocharis*, desarrollando una relación ecológica de inquilinismo entre ellas, lo que provocó la infestación total de este cuerpo de agua, convirtiéndose en agentes indeseables, ya que alteran la calidad del agua y el equilibrio del sitio, provocando su eutrofización, principalmente impidiendo el paso de la luz y agotando el oxígeno necesario para los organismos acuáticos (Saavedra, 2017). Se retiraron aproximadamente 4 ton. de plantas acuáticas y 200 k de residuos inorgánicos. Actualmente, la Laguna, presenta un espejo de agua mayor a 1000 m<sup>2</sup>, y una gran diversidad de flora y fauna. Se han introducido alevines de peces endémicos, los cuales han encontrado un nicho oportuno para su crecimiento y reproducción.

Aunque la realización del Tratamiento Mecánico, en la Laguna del Conocimiento en la UPC, ha representado un primer paso para su saneamiento, e incremento de especies acuáticas, es necesario implementar un programa de prevención y control periódico de plantas acuáticas, evitando su proliferación, y concientización de la Comunidad Estudiantil, con el fin de evitar tirar basura y utilizar de forma sustentable el espacio que ha pasado a ser recreativo para toda la Institución

### Referencias

- Herrera Pedraza, M. T. (2018). Eficiencia de *Eichornia spp* y *Lemna spp* nativas en humedales artificiales en la remoción de Sulfonato de Alquilbenceno Lineal de los Detergentes presentes en Aguas Residuales Domésticas, Moyobamba -2017". Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto.
- Saavedra Castillo, B. A. (2017). Aplicación de macrófitas en flotación como ayuda en el tratamiento de aguas residuales en la laguna UDEP. Universidad de Piura.
- Tuesta, N. (2014). Evaluación de las especies *Lemna minor L* ("Lenteja de agua") y *Eichornia crassipes M*. ("Jacinto de agua") en remoción de materia orgánica biodegradable en efluentes de piscigranjas de la empresa acuícola Alto Mayo (Tesis de grado). Universidad Nacional de San Martín, Perú

## Análisis del ciclo de vida de una planta de tratamiento de aguas residuales en el estado de San Luis Potosí, México

Sanjuana-Rodríguez-Gómez<sup>1\*</sup>, Nahúm Andrés Medellín Castillo<sup>1</sup>, Israel Herrera Orozco<sup>2</sup>, Alfredo Ávila Galarza<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Dr. Manuel Nava No. 8, Col. Universitaria Poniente, C.P. 78290. San Luis Potosí, S.L.P. México.

<sup>2</sup>Centro de Investigaciones Medioambientales y Tecnológicas, Av. Complutense No. 40, C.P 2840. Madrid, España.

\*Autor de correspondencia: [sjrg.uaslp@gmail.com](mailto:sjrg.uaslp@gmail.com)

La elección del mejor sistema de tratamiento de aguas se basa en las licitaciones económicas y técnicas, dejando de lado un verdadero análisis en cuanto a los impactos ambientales y económicos de estos sistemas de tratamiento (Bonton et al., 2012). Por lo anterior, se requiere la implementación de metodologías de evaluación que permitan identificar el efecto en el medio ambiente de las descargas de contaminantes durante el periodo de vida útil. En este sentido, el Análisis del Ciclo de Vida (ACV) se define como la recopilación y evaluación de las entradas, las salidas y los impactos ambientales potenciales de un sistema de producto a través de su ciclo de vida (ISO 14040, 2006; ISO 14044, 2006). Es esta característica la que permite una evaluación holística y lo convierte en un método óptimo para la evaluación ambiental de una PTAR. El objetivo de este estudio fue determinar los impactos potenciales de un sistema de lodos activados combinado mediante el ACV.

El estudio comprendió las etapas siguientes: 1. Descripción y límites del sistema, identificación de flujos involucrados y determinación de la unidad funcional (UF). 2. Recopilación de información de acuerdo a los límites geográficos y temporales establecidos 3. Identificación y orden de los flujos de materia y energía por proceso unitario que integraron el Inventario del Ciclo de Vida (ICV). 4. El modelado del ciclo de vida se realizó en el software SimaPro. 5. Se evaluaron las 14 categorías de

impacto correspondientes al método de la Huella Ambiental (Fazio et al., 2018).

El modelo del ciclo de vida incluyó los procesos pretratamiento, primario, secundario y terciario, se incluyó la infraestructura, operación y mantenimiento. Se estableció 1 m<sup>3</sup> como UF con un periodo de vida útil de 25 años. El ICV se integró con más de 100 flujos de entrada y salida. En la Evaluación de Impactos del Ciclo de Vida (EICV) se evaluaron las fases obligatorias establecidas por la ISO14040. En la Figura 1 se observan los resultados de la caracterización de la EICV. La categoría con mayor

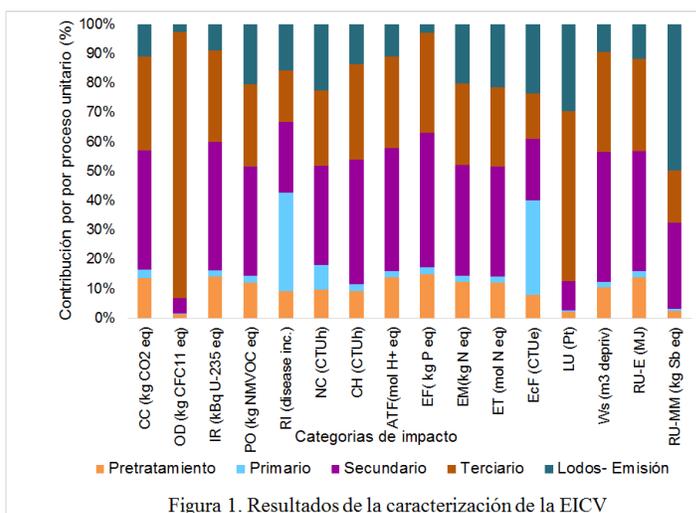


Figura 1. Resultados de la caracterización de la EICV

contribución en el impacto total en la EICV fue: uso de recursos asociados a consumos eléctricos (RU-E), donde el 40.65% de la contribución en la categoría se vinculó al proceso secundario debido a la constante operación de motores.

Los sistemas de lodos activados tienen un alto consumo de energía eléctrica, los escenarios alternativos a proponer deberán encaminarse a la implementación de sistemas que no dependan de los recursos no renovables.

## Referencias

- Bonton, A., Bouchard, C., Barbeau, B., & Jedrzejak, S. (2012). Comparative life cycle assessment of water treatment plants. *Desalination*, 284(0), 42–54. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2011.08.035>
- Fazio, S. Castellani, V. Sala, S., Schau, EM. Secchi, M. Zampori, L., Supporting information to the characterisation factors of recommended EF Life Cycle Impact Assessment methods, EUR 28888 EN, European Commission, Ispra, 2018, ISBN 978-92-79-76742-5, doi:10.2760/671368, JRC109369
- ISO 14040: 2006, 2006. *Environmental management- Life Cycle assessment- Principles and framework*. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- ISO 14044: 2006, 2006. *Environmental management- Life Cycle assessment-Requirements and guidelines*. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

# QUÍMICA AMBIENTAL

## Adsorción de colorantes textiles en agua mediante carbón activado (CA) obtenido de serrín y cáscara de limón

Gabriela Pérez Osorio<sup>1</sup>, Ismael Macías Juárez<sup>1\*</sup>, Álvaro Sampieri Croda<sup>1</sup>, J.E. Moisés Gutiérrez Arias<sup>2</sup>, J.C. Mendoza Hernández<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería Química, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), Av. San Claudio S/N, Ciudad Universitaria, Col. San Manuel, C.P. 72570, Puebla, México.

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias de la Electrónica, BUAP, Puebla, México.

\*Autor de correspondencia: [ismael.macias@alumno.buap.mx](mailto:ismael.macias@alumno.buap.mx)

El 90% de aguas residuales resultantes de procesos de teñido en la industria textil, generadas por países en desarrollo, son descargadas sin recibir tratamiento previo a distintos cuerpos de agua (Zaruma, *et al.*, 2018). Entre los efectos negativos por la persistencia de los colorantes en el agua, se tiene que reducen la penetración de la luz y alteran la fotosíntesis (Daoud, *et al.*, 2019). Algunos tratamientos (degradación microbiana aeróbica y anaeróbica, coagulación, filtración) son costosos por lo que se requiere otras alternativas que sean eficientes y económicamente atractivas (Ensuncho, *et al.*, 2015). En esta investigación se obtiene carbón activado a partir de cáscara de limón (CAL) y serrín (CAS) para remover colorantes textiles del agua, mediante adsorción.

Se mezcló cáscaras de limón y serrín (50 g) con solución de H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (0.2 M) 400 mL, agitando por 2 h a 70 °C, después de 24 h a temperatura ambiente se filtró y calcinó a 550 °C por 2 h. El material resultante se lava con agua desionizada hasta alcanzar un pH de ~6, y se secó a 110 °C por 2 h. En las pruebas de adsorción, por separado, se usó 1 g de CA con 100 mL de solución (50 ppm) de Azul de Metileno (AM) y Naranja de Metilo (NM) por 12 h con agitación. La capacidad de adsorción se evaluó por UV-Vis después de cada uno de los dos ciclos de uso del CAS y CAL con cada colorante, estos se caracterizaron por FT-IR antes y después de las pruebas de adsorción.

La figura 1 muestra la disminución para AM  $\lambda_{\max} = 605$  nm y NM  $\lambda_{\max} = 429$  nm que se asocia con la adsorción de colorante por el CAL y CAS.

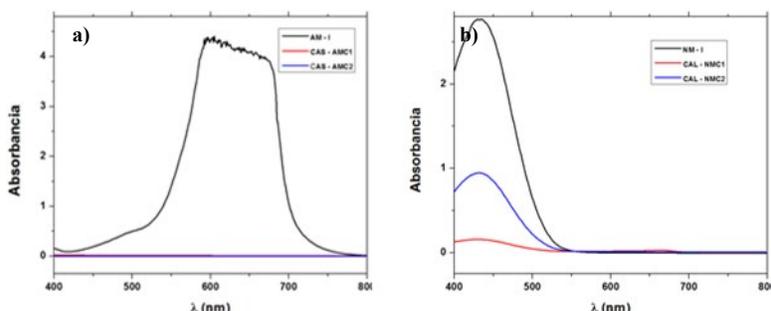


Figura 1. Espectros UV-Vis de la adsorción de: a) AM por CAS y b) NM por CAL

El CAS mostró un alto rendimiento de remoción de AM, el comportamiento se debe a una alta presencia de sitios activos de adsorción. A medida que la presencia de los sitios activos disminuye, hay una mayor competición de las moléculas del colorante, quedando moléculas en la disolución. Como fue el caso del CAL, mostrando un menor porcentaje de remoción en su primer ciclo de adsorción en comparación con el CAS.

## Referencias

- Castellar, G., Angulo, E., Zambrano, A., & Charris, D. (2013). Equilibrio de adsorción del colorante azul de metileno sobre carbón activado. *Rev. U.D.C.A. Act. & Div. Cient.*, 16(1), 263-271.
- Daoud, M., Benturki, O., Girods, P., Donnot, A. & Fontana, S. (2019). Adsorption ability of activated carbons from *Phoenix dactylifera rachis* and *Ziziphus jujube* stones for the removal of commercial dye and the treatment of dyestuff wastewater. *Microchemical Journal*, 148(2019), 493-502
- Ensuncho, A. E., Robles, J. R. & Carriazo, J. G. (2015). Adsorción del colorante amarillo anaranjado en solución acuosa utilizando carbones activados obtenidos a partir de desechos agrícolas. *Rev Soc Quím Perú*, 81(2), 135-147
- Zaruma, P. E., Proal, J. B., Chaires, I. & Salas, H. I. (2018). Los colorantes textiles industriales y tratamientos óptimos de sus efluentes de agua residual: una breve revisión. *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas*, ISSN: 1390-1869(19), 38-47.

## Minimum inhibitory iron nanoparticles concentration on a bacterium isolated from a brackish water well

Cruz-Nevarez Aneth del Carmen<sup>1</sup> and Armendariz-Ontiveros María Magdalena<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de Febrero 818 Sur, Cd. Obregón, Sonora, C.P. 85000, México.

\*Corresponding author: [maria.armendariz@itson.edu.mx](mailto:maria.armendariz@itson.edu.mx)

Reverse osmosis (RO) desalination is one of the most promising methods for mitigating water scarcity [1]. The RO membranes biofouling is a disadvantage of RO, since it involves microorganisms growth on the membrane surface, reducing water production and increasing operating pressure [2]. One of the solutions to mitigate biofouling problems is membrane surfaces modification using nanoparticles (NPs), since they have antimicrobial properties [3]. However, these NPs can increase membrane production costs, thus, it is necessary to know the optimum concentration to be used in membrane modification. For this reason, the work presented in this paper aims to evaluate the optimal FeNPs concentration required in a RO membrane, in order to inhibit bacterial growth of a bacterium isolated from a brackish water well.

Sampling was carried out in a brackish well located in sports facilities of ITSON. Physico-chemical parameters (T, pH, DO, EC and % salt) were measured at the time of sampling. The sampled water was immediately pre-treated using a cartridge filter (5  $\mu\text{m}$ ) and ultrafiltration filter (0.1  $\mu\text{m}$ ). A bacterial isolation was carried out, using nutritive agar and pre-treated water to provide nutritional conditions for bacteria growth, similar to those observed in their natural environment. To determine cultivable bacterial population and diversity, the serial dilution (1:10) method was used. A macroscopic characterization was performed. The minimum inhibitory concentration of FeNPs was determined by inoculating  $1 \times 10^4$  CFUs, onto Petri dishes containing a mixture of nutrient agar, FeNPs (0.1, 0.3, and 0.5  $\text{mg L}^{-1}$ ) and sterile pretreated water. Inoculated Petri dishes were incubated for 7 consecutive days at 36 °C, using three independent replicates. The bacterial population was determined in CFUs  $\text{m}^{-1}$  every 24 hours by means of the images software J.

The bacterial strain isolated is whitish, circular and with defined rounded edges. The data provide with bacterial growth values in the three different concentrations with similar growth behaviors; for the study with FeNPs concentration of 0.5  $\text{mg L}^{-1}$  there was a highly significant decrease compared to the concentrations of 0.1 and 0.3  $\text{mg L}^{-1}$ . It can be demonstrate that the exponential growth of CFUs occurs between 72 and 96 hours, since it is not able to maintain its optimal growth rate in the first hours of incubation. Finally, the biocidal effect of FeNPs at their highest concentration (0.5  $\text{mg L}^{-1}$ ) is greater, since concentrations of FeNPs there was less bacterial growth.

In this work, the best concentration analyzed for the mitigation of bacterial growth was obtained, although it was not sufficient to stop completely the growth, however, these results help to establish an optimal concentration of FeNPs in the modification of the membranes, thus avoiding the excessive use of these NPs. As future work, the same methodology will be used at higher concentrations of FeNPs to find the optimal anti-biofouling concentration for RO membranes.

## Referencias

- Armendariz Ontiveros, M., Quintero, Y., Ulanquilef, A., Morel, M., Argente Martínez, L., García García, A., & García, A. (2019). Anti-biofouling and desalination properties of thin film composite reverse osmosis membranes modified with copper and iron nanoparticles. *Materials*, 12(13), 2081.
- Armendáriz-Ontiveros, M. M., García, A. G., De Los Santos Villalobos, S., & Weihs, G. F. (2019). Biofouling performance of RO membranes coated with Iron NPs on graphene oxide. *Desalination*, 451, 45-58.
- Armendáriz-Ontiveros, M. M., Fimbres Weihs, G. A., de los Santos Villalobos, S., & Salinas-Rodríguez, S. G. (2019). Biofouling of FeNP-Coated SWRO Membranes with Bacteria Isolated after Pre-Treatment in the Sea of Cortez. *Coatings*, 9(7), 462.

## Análisis de la degradación electroquímica de antibióticos sobre electrodos DSA en presencia de iones cloruro

Noemi Marín Balderas<sup>1</sup>, Gabriela García Sandria<sup>1</sup>, Rosa Arely Barrera Quiroz<sup>1</sup>, Miguel Angel González Fuentes<sup>1</sup>, Erika Méndez Albores<sup>1\*</sup>

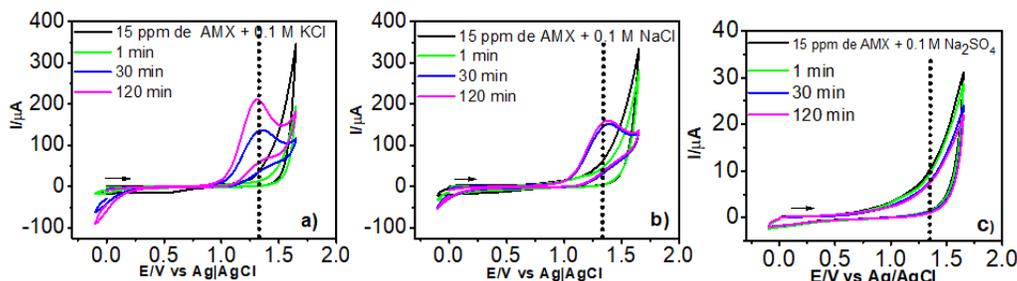
<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Químicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Ciudad Universitaria CU, San Claudio S/N. C.P 72570, Puebla, Pue., México.

\*Autor de correspondencia: [noemizitha.marin@gmail.com](mailto:noemizitha.marin@gmail.com)

Las aguas residuales tratadas en las PTAR poseen contaminantes emergentes (CE), provenientes de las actividades humanas, debido a la poca eficiencia que presentan las tecnologías convencionales (Rocha-Gutiérrez, 2015). La presencia de antibióticos como la amoxicilina (AMX), ejemplo de CE, se ha detectado aún en etapas terciarias donde el cloro, ya sea como sal (NaCl) o como gas (Cl<sub>2</sub>), son ampliamente usados (Abbassi, 2016). Por lo anterior, una de las tecnologías empleadas para degradar a los antibióticos es el uso de métodos electroquímicos, que dependiendo el material del electrodo puede llegar a una total incineración. Al respecto, los electrodos DSA (ánodos dimensionalmente estables) presentan una gran variedad de aplicaciones (Papastefanakis, 2010). Es por eso, que el objetivo de este trabajo consiste en analizar la oxidación de AMX en medio acuoso empleando electrodos DSA en presencia de iones Cl<sup>-</sup>.

La oxidación de la AMX se llevó a cabo sobre electrodos DSA de Ti|IrO<sub>2</sub>-SnO<sub>2</sub>-Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Las electrólisis fueron monitoreadas sobre carbón vítreo por voltamperometría cíclica y por espectroscopía UV-Vis. Los experimentos se llevaron a cabo en medio acuoso, en presencia y ausencia de cloro. Para los experimentos realizados en presencia de iones Cl<sup>-</sup> se disolvió la AMX en KCl y/o NaCl. Contrario a los experimentos exentos de iones Cl<sup>-</sup> donde Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> fue empleado. La celda electroquímica consistió en dos electrodos, donde el ánodo fue el electrodo DSA y como cátodo se empleó una malla de Pt. El proceso se realizó de forma galvanostática.

En la Figura 1 se presentan los resultados obtenidos al monitorear la degradación de AMX por voltamperometría cíclica en presencia de electrolitos como KCl, NaCl y Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.



**Figura 1.** Voltamperogramas cíclicos de 15 ppm de AMX en disolución acuosa a 1, 30 y 120 min de electrólisis sobre el electrodo DSA-C en presencia de 0.1 M de (a) KCl (b) NaCl y (c) Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

La degradación de AMX en presencia de Cl<sup>-</sup> evaluada por voltamperometría cíclica sobre un electrodo de carbón vítreo, presentó una señal de oxidación que aumenta con el tiempo de electrólisis. Este comportamiento fue similar cuando se realizaron electrólisis con electrolitos clorados sin presencia de AMX.

## Referencias

- Abbassi, B.E., Saleem, M.A., Zytner, R.G., Gharabaghi, B., & Rudra, R., (2016). Antibiotics in wastewater: Their degradation and effect on wastewater treatment efficiency *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 14 (3-4), 95-99.
- Papastefanakis N., Mantzavinos D., & Katsaounis A. (2010). DSA electrochemical treatment of olive mill wastewater on Ti/RuO<sub>2</sub> anode. *Journal of Applied Electrochemistry*, 40, 729–737.
- Rocha-Gutiérrez, B. A., Peralta-Pérez, M.R., & Zavala-Díaz de la Cerna, F.J. (2015). Revisión global de los contaminantes emergentes PBDE y el caso particular de México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 31(3), 311-320.

## Detección de melatonina en muestras sintéticas usando voltamperometría de onda cuadrada sobre carbón vítreo

Gibrán Hernández Moreno<sup>1</sup>, Alia Méndez Albores<sup>1</sup>, Eduardo Torres Ramírez<sup>1</sup>, Adrián Apolinar Hernández<sup>1</sup> Santiago<sup>1</sup>, Erika Méndez Albores<sup>1\*</sup>

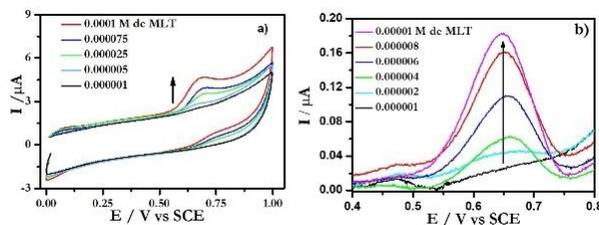
<sup>1</sup>Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Av San Claudio s/n, Cd Universitaria, La Hacienda, 72592, Puebla, Puebla, México.

\*Autor de correspondencia: [gibran.hdz.m@hotmail.com](mailto:gibran.hdz.m@hotmail.com)

La melatonina (MTL) es una pseudo hormona cronobiótica con efectos soporíferos (Majidinia, 2018). La biodisponibilidad de una tableta es de alrededor del 33% y el resto, el 67%, es excretado por medio de la orina. De esta manera, la MLT llega como desecho a las aguas residuales, representando un ejemplo de un contaminante emergente (Geissen, 2015). Pese a sus efectos benéficos, diversos estudios han demostrado que el uso prolongado de melatonina tiene un impacto negativo en el sistema reproductor femenino y masculino (Majidinia, 2018). Por lo anterior, es importante diseñar metodologías que permitan cuantificar la MLT y otros contaminantes emergentes presentes en pequeñas concentraciones en aguas residuales, para determinar su concentración antes y después de tratamientos convencionales empleados en las plantas de tratamiento. En este trabajo, se plantea la implementación de la voltamperometría de onda cuadrada (VOC), para cuantificar melatonina en muestras acuosas sintéticas.

Se utilizaron electrodos de carbón vítreo para analizar alícuotas acuosas sintéticas de MLT con concentración entre 1  $\mu\text{M}$  y 100  $\mu\text{M}$ . Por medio de voltamperometría cíclica (VC) y voltamperometría de onda cuadrada (VOC).

En la figura 1 se muestra la comparación de los resultados obtenidos en cuanto a la detección de MLT entre las curvas obtenidas de la VC y de la VOC. Es posible observar picos de oxidación definidos a partir de concentraciones del orden de 2  $\mu\text{M}$  en la VOC, mientras que por VC la señal de oxidación de la MLT comienza a definirse a partir de 25  $\mu\text{M}$ .



**Figura 1.** Respuesta electroquímica de la MLT + buffer de fosfatos + H<sub>2</sub>O, en atmósfera inerte por a) voltamperometría cíclica a 100 mV s<sup>-1</sup> y b) voltamperometría de onda cuadrada, sobre carbón vítreo.

Utilizando VOC es posible detectar melatonina en muestras sintéticas con una concentración mínima de 2  $\mu\text{M}$  en comparación con la técnica de VC empleando el mismo material electrodo.

## Referencias

Geissen, V., Mol, H., Klumpp, E., Umlauf, G., Nadal, M. & Van der Ploeg, M. (2015). Emerging pollutants in the environment: A challenge for water resource management, *International Soil and Water Conservation Research*, 3, 57-65.

Majidinia, M., Reiter, R., Kazem, S. S., & Yousefi, B., (2018). The role of melatonin, a multitasking molecule, in retarding the processes of ageing *Ageing Research Reviews*, 47, 198-

## Adsorción de triclosán sobre materiales carbonosos para su eliminación de aguas contaminadas

Lázaro Adrián González Fernández<sup>1\*</sup>, Nahúm Andrés Medellín Castillo<sup>1</sup>, Raúl Ocampo Pérez<sup>2</sup>, Héctor Hernández Mendoza<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Dr. Manuel Nava No. 8, Col. Zona Universitaria Poniente, C.P. 78290, San Luis Potosí, S. L. P., México;

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Dr. Manuel Nava No.6 - Zona Universitaria, C.P. 78210, San Luis Potosí, S.L.P., México.

<sup>3</sup>Instituto de Investigación de Zonas Desérticas, Altair No. 200, Col. del Llano, C.P. 78377, San Luis Potosí, S.L.P., México

\*Autor de correspondencia: [lazaroadrian1995@gmail.com](mailto:lazaroadrian1995@gmail.com)

El triclosán es un potente agente antibacteriano y fungicida. En condiciones normales se trata de un sólido incoloro con un ligero olor a fenol. En caso de ser ingerido, puede llegar a causar enfermedades graves, dependiendo la cantidad que entre a la boca [1]. Resultados previos han demostrado que el triclosán tiene una alta toxicidad en ciertos organismos acuáticos, especialmente en las algas verdes [2]. Debido a su uso extensivo, el triclosán también se ha detectado en plasma humano y leche materna en Suecia [3], y en la orina de personas en Estados Unidos [4]. La concentración de este compuesto en los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales ha sido establecida en un rango de 0.027 a 2.7 mg·mL<sup>-1</sup>, siendo 2.3 mg·mL<sup>-1</sup> la cantidad máxima detectada en los ríos, por algunos autores [5]. Se ha demostrado que la adsorción es un método prometedor y efectivo para eliminar el triclosán del agua. El **objetivo** de este trabajo es: estudiar el equilibrio de adsorción de triclosán sobre carbones activados y nanotubos de carbono comerciales utilizando la Espectrometría UV-Vis como método de detección de la concentración en el equilibrio.

Las soluciones madre de triclosán se preparan disolviendo directamente polvo de triclosán en ACN de grado HPLC, y se almacenan a 48 °C en la oscuridad. Las soluciones de muestra se preparan añadiendo la solución madre en agua desionizada. Para ajustar los valores de pH se usa NaOH o HCl, y utiliza NaCl para hacer soluciones de diversas fuerzas iónicas. La adsorción de triclosán se realiza utilizando un enfoque de equilibrio por lotes en una serie de viales. Las soluciones se mantienen a pH 7 con NaOH o HCl. Luego, los viales se instalan en un agitador orbital con temperatura controlada a una velocidad de rotación constante. Se realizan estudios cinéticos para investigar el efecto del tiempo sobre el proceso de adsorción. Se realizan experimentos de isothermas de equilibrio a varias temperaturas y experimentos cinéticos sobre distintas concentraciones. Al finalizar los experimentos de adsorción, se toma una muestra de cada vial y se filtra a través de un filtro de membrana para su análisis. La concentración de triclosán se mide utilizando un UV-Vis a una longitud de onda de 280nm.

La caracterización de estos materiales mediante la fisisorción de N<sub>2</sub> mostró que el carbón activado de Norit tiene el área de superficie más grande, que los carbonos Norit y F400 son microporosos y que el carbono Darco contiene microporos y mesoporos. Los estudios cinéticos mostraron los valores de tiempo de contacto necesarios para los carbonos activados cercanos a las 3 horas y para los nanotubos de carbono de alrededor de 6 horas. Las isothermas de adsorción a diferentes valores de pH mostraron que los nanotubos de carbono tienen una mayor capacidad de adsorción que los tres carbonos activados estudiados. Los análisis SEM/EDX mostraron la presencia del elemento cloro en materiales saturados con TCS, lo que corrobora la adsorción de este contaminante en los adsorbentes estudiados.

## Referencias

1. Singer, H., Müller, S., Tixier, C., & Pillonel, L. (2002). Triclosan: occurrence and fate of a widely used biocide in the aquatic environment: field measurements in wastewater treatment plants, surface waters, and lake sediments. *Environmental Science & Technology*, 36(23), 4998–5004.
2. Franz, S., Altenburger, R., Heilmeier, H., & Schmitt-Jansen, M. (2008). What contributes to the sensitivity of microalgae to triclosan? *Aquatic Toxicology*, 90(2), 102–108.
3. Allmyr, M., McLachlan, M. S., Sandborgh-Englund, G., & Adolfsson-Erici, M. (2006). Determination of triclosan as its pentafluorobenzoyl ester in human plasma and milk using electron capture negative ionization mass spectrometry. *Analytical Chemistry*, 78(18), 6542–6546.
4. Calafat, A. M., Ye, X., Wong, L.-Y., Reidy, J. A., & Needham, L. L. (2007). Urinary concentrations of triclosan in the US population: 2003–2004. *Environmental Health Perspectives*, 116(3), 303–307.
5. Chalew, T. E. A., & Halden, R. U. (2009). Environmental exposure of aquatic and terrestrial biota to triclosan and triclocarban 1. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 45(1), 4–13.

## Estimación del potencial de generación de drenaje ácido en un depósito de Jales localizado en el noroeste de México

Francisco Javier Mora Sanchez<sup>1\*</sup>, Agustín Gómez Álvarez<sup>1</sup>, Martín Antonio Encinas Romero<sup>1</sup>, Arturo Israel Villalba Atondo<sup>2</sup>, Martín Enrique Jara Marini<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia, Universidad de Sonora, Blvd. Luis Encinas y Rosales, Col. centro, 83000, Hermosillo, Sonora, México.

<sup>2</sup>Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad de Sonora, Blvd. Luis Encinas y Rosales, Hermosillo, Sonora, México.

<sup>3</sup>Centro de Investigación en Alimentos y Desarrollo A.C., Carretera Gustavo Enrique Astiazarán Rosas, No. 46, 83304, Hermosillo, Sonora, México.

\*Autor de correspondencia: [morasanchez.franciscojavier@gmail.com](mailto:morasanchez.franciscojavier@gmail.com)

El drenaje ácido de minas (DAM), es considerado como uno de los principales problemas de contaminación del agua en países que tienen o han tenido actividad minera. Simate y Ndlovu (2014), reportan que el DAM se produce por la oxidación de sulfuros minerales y ocurre en minas en operación y abandonadas. Córdor et al. (2015), mencionan que el DAM es tóxico en diverso grado para el hombre, la fauna y la vegetación, debido a que contiene metales disueltos y constituyentes orgánicos solubles e insolubles, que generalmente proceden de antiguas labores mineras. En el presente estudio, se exponen los resultados preliminares obtenidos del antiguo Depósito de Jales denominado “El Lavadero”, localizado en el estado de Sonora, México; el cual es producto de la explotación de yacimientos minerales. Es importante realizar la presente investigación debido a que estos residuos pueden ocasionar problemas de contaminación en suelos agrícolas y fuentes de abastecimiento de agua como el Río Sonora, localizado en áreas aledañas a este depósito. El objetivo del estudio consiste en evaluar la posible generación de DAM, y su posible afectación al medio ambiente. Para esto se basa en 2 etapas, la primera consiste en la predicción de la posible formación de DAM, fundamentado en pruebas estáticas (Balance Ácido-Base), que consisten en evaluar la capacidad de generar acidez y la capacidad de neutralización de la misma. La segunda etapa consiste en la realización de pruebas cinéticas de columnas, donde el material, a un tamaño específico, es lixiviado para posteriormente determinar la calidad del agua en base a la movilidad de metales, y el grado de acidez remanente. En enero de 2020, se realizó un muestreo de campo colectándose 17 muestras de jales; se les determinó potencial Hidrógeno (pH) y Conductividad Eléctrica (C.E.) (Zeballos, 2016). Actualmente se analiza el contenido de metales totales (Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn) previa digestión ácida, a través de la técnica de espectroscopia de absorción atómica (NMX-AA-051-SCFI-2016). Los resultados obtenidos indican bajos valores de pH (1.7 - 6.6), y altos valores de C.E. (4425- 51065  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). El rango de pH supera los valores máximos permisibles (5 a 10 unidades) (NOM-001-SEMARNAT-1996). Cervantes (2014), realizó un estudio sobre la posible generación DAM en Minera Tizapa ubicada en el Estado de México, cuyos resultados fueron similares para pH (2.44 – 6.15) y de C.E. menores (1240 – 11310  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). En base a los resultados obtenidos (valores de pH bajos y altos valores de C.E.), en todas las estaciones de muestreo, se puede concluir que los jales del Depósito de Jales “El Lavadero” pueden afectar al medio ambiente y ser peligrosos para la biota de áreas aledañas.

## Referencias

- Cervantes, A. 2014. Caracterización del drenaje ácido y de las rocas asociadas a una mina para evaluar su posible aplicación en un sistema de tratamiento pasivo. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ingeniería, UNAM. México, D.F.
- Condor, M., Miranda, B., Ríos, M. 2015. Metodología para caracterizar el drenaje ácido de roca y para evaluar el potencial de generación del drenaje ácido en una determinada muestra de roca. Proyecto de Ingeniería Ambiental y Química Analítica Ambiental, TECSUP, Perú. 33 p.
- Norma Mexicana (NMX-AA-051-SCFI-2016). Medición de metales por absorción atómica en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas. Secretaría de Economía. México, D.F. 44 p.
- Norma Oficial Mexicana (NOM-001-SEMARNAT-1996). Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. SEMARNAT. México, D.F. 20 p.
- Simate, G. S. and Ndlovu, S. 2014. Acide mine drainage: challenges and opportunities. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2(3), pp. 1785-1803.
- Zeballos, J.F. 2016. Estabilización del drenaje ácido de mina (DAM) de la empresa paraíso perdido apata. Tesis de Maestría. Facultad de Ingeniería, UNCP. Perú.

# RECURSOS NATURALES

## Dinámica temporal de cambio de uso de suelo en la cuenca Juluapan en el estado de Colima

Demetrio Meza Rodríguez<sup>1\*</sup>, José Luis Olguín López<sup>1</sup>, Rubén Darío Guevara Gutiérrez<sup>1</sup> y Víctor Manuel Villalvazo López<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara. Independencia Nacional #151. 48900 Autlán de Navarro, Jalisco, México.

\*Autor correspondencia: [demetrio.meza@academicos.udg.mx](mailto:demetrio.meza@academicos.udg.mx)

El uso de suelo ocurre cuando éste se manipula físicamente (Camacho-Sanabria *et al.*, 2017), el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), lo define como el proceso de producción de bienes materiales para la alimentación, instrumentos de trabajo y todos aquellos objetos que permitan asegurar al ser humano su supervivencia. Los estudios sobre el cambio de uso de suelo para Champo *et al.*, (2012) son el centro de atención de la investigación ambiental actual donde la mayor parte de los cambios ocurridos en los ecosistemas terrestres se deben a la conversión, degradación e intensificación en el uso del terreno. Este proceso que ha conducido al crecimiento no planificado de las áreas urbanas, típicamente dispersas e ineficientes, ha provocado que algunos ecosistemas y diversas especies se encuentren amenazadas o en peligro de extinción (Valdez *et al.*, 2011). Una de las formas de evaluar la dinámica de uso del suelo, es la fotointerpretación de imágenes aéreas y el análisis de imágenes de satélite, con los cuales se estima el crecimiento o la disminución de la superficie cultivada (Kharuf-Gutierrez *et al.*, 2018). Los cambios de uso del suelo pueden evaluarse a través de la comparación histórica detectada por el uso de fotografías aéreas de diferentes años, interpretadas con el apoyo de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) (Candiago *et al.*, 2015). El presente estudio tiene como objetivo, analizar los cambios de uso de suelo en la cuenca Juluapan, para los periodos de 1971-2010 y 2010-2018, a través del uso de la foto interpretación de imágenes de satélite, utilizando software especializados en los en SIG. Los resultados obtenidos para periodo de 1971-2010, manifiestan la pérdida de 752 ha de vegetación arbustiva que representa 13.3% de la superficie total de la cuenca. Para periodo 2010-2018, se estimó una pérdida de 202 ha, con una superficie deforestada del 3.6%. La tasa de cambio para la vegetación arbórea del periodo de 1971-2010 se definió con un -1.47% y para el periodo 2010-2018 con una tasa de cambio -2.03%. Los resultados obtenidos suministrarán datos confiables a los administradores en la toma de decisiones, para un mejor uso y manejo del recurso suelo de la cuenca. Sin embargo aunque la metodología resultó ser eficiente, y su papel como factor técnico es relevante para la reconversión de las tendencias negativas en los procesos de degradación, desertificación y pérdida de la biodiversidad, estos resultados se vuelven viables solamente si se integran y son susceptibles de socializarse en programas de gestión, manejo y restauración del territorio no solo a nivel municipal, pues como es sabido los procesos antropogénicos y naturales que dan lugar al cambio de uso de suelo, trascienden espacios geográficos y sociales. Para consumir el método propuesto es coherente y replicable para la evaluación y análisis de la dinámica del cambio de uso de suelo y vegetación de manera temporal y se pueden derivar gran cantidad de evaluaciones rápidas para diversos programas, tanto locales como regionales.

### Referencias

- Champo, O., L. Valderrama & M. España. 2012. Pérdida de cobertura forestal en la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca, Michoacán, México (2006-2010). *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 18(2):143-157.
- Kharuf-Gutierrez, Samy, Hernández-Santana, Luis, Orozco-Morales, Rubén, Aday Díaz, Osmany de la C., & Delgado Mora, Irenaldo. (2018). Análisis de imágenes multiespectrales adquiridas con vehículos aéreos no tripulados. *Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones*, 39(2), 79-91.
- Valdez, J., Aguirre, C & Angeles, G. 2011. Análisis de los cambios en el uso del suelo en la Cuenca del Río Metztlán (México) usando imágenes de satélite: 1985-2007. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 17(3):313-324.

## Evaluación Del Compósito TiO<sub>2</sub>/AgNO<sub>3</sub>, Frente A *Clostridium perfringens* ATCC (5440) Y Coliformes Fecales

Gabriela Guadalupe Esquivel Barajas<sup>2\*</sup>, Luis Alberto Bretado Aragon<sup>2</sup>, Yvain de los Angeles Salinas Delgado<sup>2</sup> Diego Armando Murguía Ayon<sup>2</sup> y Rebeca Flores Magallón<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Michoacán. Justo Sierra Ote. 28, Centro, CP 59510 Jiquilpan de Juárez, Michoacán, MEXICO.

<sup>2</sup>Universidad de La Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo. Avenida Universidad 3000, Col. Lomas de Universidad, C.P. 59103, Sahuayo, Michoacán, MEXICO.

\*Autor correspondencia: [gabyesba01@gmail.com](mailto:gabyesba01@gmail.com).

Un método de saneamiento hídrico es a partir de la fotocatalisis heterogénea, se ha reportado ampliamente en la literatura el uso de la fotocatalisis como un tratamiento alternativo de desinfección de agua residual (Amarjargal *et al.*, 2012). *Clostridium perfringens* es una bacteria telúrica formadora de esporas presente en suelo, agua y sedimentos de aguas contaminadas con materia fecal de origen animal y/o humano (Munia L., 2012). El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto inhibitorio de dióxido de titanio dopado con nitrato de plata (TiO<sub>2</sub>/AgNO<sub>3</sub>) frente a *Clostridium perfringens* ATCC (5440), Coliformes Fecales (CF) y Coliformes Totales (CT), además de su efecto fisicoquímico en agua de río.

La metodología se dividió en 3 partes: 1) Evaluación del compuesto frente a *C.perfringens* ATCC (5440) con la técnica de vaciado en placa por triplicado, 2) Evaluación del compuesto frente a CT se utilizó el método propuesto por la NOM-112-SSA1-1994 y 3) Para determinar los análisis fisicoquímicos, se llevaron a cabo muestreos de agua del río Sahuayo Michoacán, en donde se empleó el equipo YSI Professional Plus (Pro Plus), donde fueron determinados los parámetros: temperatura (T), presión atmosférica (PSI), oxígeno disuelto en mg/L (DO), coeficiente de temperatura de conductancia específica (SPC), conductividad eléctrica (C), resistividad (Ω), sólidos suspendidos totales (TDS) y salinidad (SAL). Además, con pHmetro, se determinó la alcalinidad de las muestras de agua residual expuesta al TiO<sub>2</sub>/AgNO<sub>3</sub>.

Se evaluó *Clostridium perfringens* ATCC (5440), frente al compuesto irradiado con luz ultravioleta (UV) bajo diferentes tiempos de exposición por lo que se partió de una cuenta inicial de UFC de 1.8x10<sup>6</sup>, alcanzando una inhibición del 100% en el minuto 45. Donde este resultado concuerda a lo descrito por (Lanao *et al.*, 2010), quienes determinaron diferentes métodos de inactivación de *C. perfringens*, uno de los resultados favorables obtenido fue el del TiO<sub>2</sub> activado por radiación solar. Para el caso de la evaluación del compuesto frente a CT y CF (Tabla 1), se generó un descenso de 5 logaritmos en 45 minutos de haberse expuesto el material al agua de río.

Tabla 1. Efecto del TiO <sub>2</sub> /AgNO <sub>3</sub> frente a CT y CF en agua de río Sahuayo, Michoacán		
Cuenta inicial: 3.5x10 <sup>7</sup>		
Tiempos de exposición (min)	Con UV	Sin UV
30	1.5x10 <sup>7</sup>	2.1x10 <sup>7</sup>
45	5x10 <sup>2</sup>	5x10 <sup>2</sup>

Para la evaluación fisicoquímicos los parámetros de: T, PSI, DO, y pH, mantuvieron pequeñas variaciones. La evolución del compuesto TiO<sub>2</sub>/AgNO<sub>3</sub>, ha cumplido con los objetivos planteados. Debido a que se manifestó la inhibición del patógeno *C. perfringens* ATCC (5440), de igual modo es idóneo para la inactivación de coliformes fecales y totales. Por lo que se puede considerar como un candidato para el saneamiento de recursos hídricos.

### Referencias

- Amarjargal, A.; Tijing, L.D.; Yu, M.-H.; Kim, C.-H.; Park, C.-H.; Kim, D.-W.; Kim, C.-S. (2012) "Characterization And Photocatalytic Efficiency Of TiO<sub>2</sub>/Ti Beads Fabricated By Simple Heat-Treatment" J. Mater. Sci. Technol., P.p. 184–192. 54.
- Munia Lanao Maldonado (2012) Investigación de la inactivación de *Clostridium perfringens* y *Enterococcus* sp. en aguas mediante procesos convencionales y avanzados de oxidación. Universidad Zaragoza. P.p. 19-20.
- Lanao, M., Ormad, M. P., Goñi, P., Miguel, N., Mosteo, R. y Ovelleiro, J. L. (2010) Inactivation of *Clostridium perfringens* spores and vegetative cells by photolysis and TiO<sub>2</sub> photocatalysis with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Solar Energy 84, 703–709.

## Nuevas clorofíceas para la costa atlántica de Costa Rica

Laura Georgina Núñez-García<sup>3\*</sup>, Rubén Cabrera<sup>2</sup>, Jhoana Díaz-Larrea, Juan Gabriel Rivera<sup>4</sup>, Juan Ricardo Cruz-Aviña<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Acuicultura Tropical, (DACBIOL). Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. UJAT, 0.5 Km Carretera Cárdenas-Villa Hermosa S/N, Entronque Bosques de Saloya, CP 86150, Villa Hermosa, Tabasco. México

<sup>2</sup>Gabinete de Arqueología, Oficina del Historiador de la Ciudad, Habana Vieja, Cuba.

<sup>3</sup>Departamento de Hidrobiología, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina. 09340, Ciudad de México.

<sup>4</sup>Departamento de Biología de la reproducción, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina. 09340, Ciudad de México.

\*Autor correspondencia: [lagior04@gmail.com](mailto:lagior04@gmail.com)

La costa atlántica de Costa Rica alberga una gran diversidad marina; donde las algas, destacan por su prevalencia en diferentes ambientes y biotopos (Bernecker, 2009). No siempre bien identificadas, las clorofíceas son el principal grupo a considerar dado las escasas investigaciones taxonómicas en el Caribe Sur. El objetivo es: identificar algas verdes en diferentes ambientes de localidades poco estudiadas del litoral caribeño.

Se tomaron muestras a diferentes profundidades y se fijaron en formalina, se identificaron con el auxilio de claves y esquemas de la literatura especializada (Børgesen, 1913; Kapraun, 1984; Littler y Littler, 2000).

Destacan, la consignación por vez primera para Costa Rica, y para toda la región centroamericana de cinco especies: *Ulva rotundata* Bliding, *Derbesia vaucheriformis* (Harvey) J. Agardh, *Avrainvillea asarifolia* Børgesen, *Halimeda pumila* Verbruggen, D.S. Littler and Littler y *Penicillus capitatus* f. *laxus* Børgesen en correspondencia con los resultados expuestos por Cabrera *et al.* (2020).

Estos registros son nuevas ocurrencias para la Región de América Central y constituyen una prueba inequívoca de la necesidad de mayores esfuerzos por conocer su riqueza florística.

### Referencias

- Cabrera, R., Díaz-Larrea, J., Alfonso, Y. y Núñez-García, L. (2020). New records of green algae (Chlorophyta) for the Caribbean coast of Costa Rica. *Merit Research Journal of Microbiology and Biological Sciences* 8(1): 1-9, 11 figs.
- Bernecker, A. (2009) Marine Benthic Algae. En: Wehrtmann, I.S. and Cortés, J., Eds., *Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America*, Springer Science + Business Media B.V., Berlin, Germany, 109-117.
- Børgesen, F. (1913, 1914) The Marine Algae of the Danish West Indies. II. Phaeophyceae. *Dansk botanisk arkiv*, 2, 1-66.
- Kapraun, D.F. (1984) An Illustrated Guide to the Benthic Marine Algae of Coastal North Carolina. II. Chlorophyta and Phaeophyta. *Bibliotheca Phycologica*, 58, 1173.

## Comunidades fitobentónicas asociadas al pedraplén de Caibarién a Cayo Santa María Costa, Norte de Cuba.

Juan Ricardo Cruz-Aviña<sup>3</sup>, Rubén Cabrera<sup>1</sup>, Jhoana Díaz-Larrea<sup>2</sup>, Laura Georgina Núñez-García<sup>2\*</sup>, Andrés Ismael Rodríguez Librado<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Gabinete de Arqueología, Oficina del Historiador de la Ciudad, Habana Vieja, Cuba.

<sup>2</sup>Departamento de Hidrobiología, Dirección de CBS, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina. 09340, Ciudad de México.

<sup>3</sup>Laboratorio de Acuicultura Tropical, (DACBIOL). Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. UJAT, 0.5 Km Carretera Cárdenas-Villa Hermosa S/N, Entronque Bosques de Saloya, CP 86150, Villa Hermosa, Tabasco. México.

\*Autor correspondencia: [lagior04@gmail.com](mailto:lagior04@gmail.com)

La franja costera presenta una gran discontinuidad no solo por los accidentes geográficos, sino también debido a la actividad transformadora del quehacer económico (Pichardo, 2004). Se examinaron los principales resultados históricos del monitoreo en áreas del pedraplén Caibarién a cayo Santa María de la provincia de Las Villas, plataforma noroccidental de Cuba (Quirós y Machado 2013; Rodríguez *et al.*, 2015).

La investigación se enfocó en dos grupos focales: fanerógamas y macroalgas marinas, y en su relación con los factores de disturbio antrópico: 1) el pedraplén *per se*, 2) el chinchorro y 3) los niveles de contaminación urbanística. La toma de muestra se efectuó en 40 estaciones.

Se identificaron 80 especies, de estas: 34 Chlorophyta, 9 Ochrophyta, 34 Rhodophyta y 3 Magnoliophyta. La riqueza de especies mostró un amplio intervalo de variación que osciló entre 0 y 29. El agrupamiento de las estaciones, según la composición de grupos morfo-funcionales identificó ocho grupos. De ellos, cinco están constituidos por una sola estación, hay un grupo amplio de 19 estaciones y otros dos más pequeños, con 9 y 7 estaciones, respectivamente. La zonación de las fitoasociaciones refleja el efecto de las principales fuentes de disturbio: pesca y contaminación (Cabrera *et al.*, 2020).

No se aprecia, para ninguno de los análisis realizados un gradiente de cambio asociado al efecto del pedraplén, lo que indica la baja influencia de éste en los patrones de circulación. Los niveles en la biomasa foliar de las fanerógamas están en correspondencia con la defoliación asociada con las pesquerías. Se recomienda en el monitoreo de la región ubicar estaciones en regiones que incluyan el efecto sinérgico de la contaminación, la pesca y el pedraplén, de modo que se pueda discriminar con claridad las causas de las afectaciones detectadas.

## Referencias

- Cabrera, R., Díaz-Larrea, J. y Núñez-García, L. G. (2020). Asociaciones algales del pedraplén Caibarién - Cayo Santa María. Asociaciones de macrofitas. Editorial Académica Española. 109 p. ISBN: 978-620-0-40244-8.
- Quirós, A. y Machado, R. (2013). Experiencias hidroecológicas en el diseño del pedraplén de Caibarién (2). *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 34 (3): 70-76 p.
- Rodríguez, R. A., Herrera, A. M., Santander, J., Miranda, J. V., Fernández-Rodríguez, M. J., Quirós, A., Riera, R., Fernández Palacios, J. M., Otto, R., Escudero, C. G., Jiménez-Rodríguez, A., Navarro-Cerrillo, R. M., Perdomo, M. E. y Delgado, J. D. (2015). Uncertainty principle in niche assessment: A solution to the dilemma redundancy vs. competitive exclusion, and some analytical consequences. *Ecological Modelling*, 316: 87110 p
- Pichardo, L. 2004. Evaluación y mitigación de impactos ambientales múltiples que afectan el entorno de la cayería nordeste de Villa Clara y su uso con fines turísticos. Proyecto territorial. Informe parcial Centro de Estudios y Servicios Ambientales, Santa Clara, 20 p.

## Crecimiento comparativo y demografía de *Thalassia testudinum* en praderas marinas al norte de Cuba

Laura Georgina Núñez-García<sup>3\*</sup>, Rubén Cabrera<sup>2</sup>, Jhoana Díaz-Larrea, Juan Gabriel Rivera<sup>4</sup>, Juan Ricardo Cruz-Aviña<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Acuicultura Tropical, (DACBIOL). Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. UJAT, 0.5 Km Carretera Cárdenas-Villa Hermosa S/N, Entronque Bosques de Saloya, CP 86150, Villa Hermosa, Tabasco. México

<sup>2</sup>Gabinete de Arqueología, Oficina del Historiador de la Ciudad, Habana Vieja, Cuba.

<sup>3</sup>Departamento de Hidrobiología, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina. 09340, Ciudad de México.

<sup>4</sup>Departamento de Biología de la reproducción, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina. 09340, Ciudad de México.

\*Autor correspondencia: [gior@xanum.uam.mx](mailto:gior@xanum.uam.mx)

**Introducción:** Los esfuerzos para establecer métodos precisos y asequibles para monitorear el estado de los pastos marinos proporcionan información confiable sobre el crecimiento y la demografía que contribuyen a tomar decisiones informadas de manejo (Short y Duarte, 2001). **Metodología:** Aquí comparamos el uso de análisis censales directos y reconstructivos para comprender la dinámica de *Thalassia testudinum* según la metodología de Borum *et al.* (2004). **Resultados:** Los métodos de reconstrucción y de censo, muestran una tasa similar de producción de hojas y tasas de crecimiento vertical, que se encuentra entre las más altas reportadas para *Thalassia* (Cabrera *et al.*, 2020). Los resultados también muestran que el cálculo de la mortalidad y el reclutamiento difieren entre los métodos de reconstrucción y censo, y esta última muestra una mayor tasa de reclutamiento. Los resultados indican que, aunque los métodos de reconstrucción pueden proporcionar información confiable sobre la dinámica de las praderas marinas, los censos proporcionan datos demográficos más precisos (Renton *et al.*, 2011). **Conclusiones:** Los métodos de censo directo se proponen como un enfoque más confiable para evaluar la demografía de las praderas marinas después de eventos climáticos extremos, mientras que los métodos indirectos se muestran como una alternativa más económica para el monitoreo a largo plazo.

## Referencias

- Cabrera, R., Díaz-Larrea, J., Umazor, S., Clero, L., Alfonso, Y. y Núñez-García, L. G. (2020). Comparative Growth and Demographics of *Thalassia Testudinum* Meadows in Cuba Using Direct and Reconstructive Methods Approaches to Inform Conservation Efforts. *International Journal of Recent Scientific Research* Vol. 11, Issue, 02 (D), pp. 37446-37452.
- Borum, J., Duarte, C.M., Krause-Jensen, D. y Greve, T.M. (2004). European seagrasses: an introduction to monitoring and management. Copenhagen, 95 pp.
- Renton, M., Airey, M., Cambridge, M.L. y Kendrick, G.A. (2011). Modelling seagrass growth and development to evaluate transplanting strategies for restoration. *Ann. Bot.* 108 (6): 1213–1223.
- Short, F.T. y Duarte, C.M. (2001). Methods for the measurement of seagrass growth and production. En: Chapter 8: *Global Seagrass Research Methods*, F.T. Short, R. G. Coles, (Eds.), pp. 155-182.

## Cosmic ray technology to determine soil moisture at a wheat field in Yaqui Valley

Enrico A. Yepez<sup>1\*</sup>, Leticia I. Martínez-García<sup>1</sup>, Zulia M. Sánchez-Mejía<sup>1</sup>, Francisco Gaxiola<sup>1</sup>, Juan C. Álvarez Yepiz<sup>1</sup>, Jony R. Torres Velazquez<sup>2</sup>, Ofelda Peñuelas Rubio<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Sonora. Calle 5 de Febrero 818, Centro, 85000 Cd Obregón, Son. México

<sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui, Bâcum Sonora, 85276, México.

\*Corresponding author: [Enrico.yepez@itson.edu.mx](mailto:Enrico.yepez@itson.edu.mx)

Monitoring soil water content at different spatial scales can improve our understanding of soil water controls on energy, water, and carbon fluxes that occur between the land and atmosphere (Ochsner, *et al.*, 2013), which should subsequently lead to an improved agricultural management. New soil moisture technologies are expanding the possibilities for large-scale monitoring. For example, the COsmic-ray Soil Moisture Observing System (COSMOS), based on cosmic-ray neutron technology, is a promising technique for moisture estimation at plot scale (Zreda, *et al.*, 2008). The technique is based on the knowledge that cosmic ray neutrons interact with hydrogen, and their energy decays, as more moisture is in the soil fewer neutrons are counted (Shuttleworth, *et al.*, 2010). This paper aims to test the performance of a COSMOS probe to monitor soil moisture variation in a wheat field at the Yaqui Valley in Sonora, Mexico.

A cosmic-ray neutron probe (CRS-1000, Hydroinnova LLC) was installed at the study area within the Yaqui Valley Technological Institute (ITVY) experimental fields, (27.41116°N, -110.13472°W) from October 2019 to April 2020. In parallel a soil moisture profiler SoilVUE10 (Campbell Scientific Inc.) that uses time-domain reflectometry (TDR) measured soil volumetric water content at six depths; 5, 10, 20, 30, 40 and 50 cm. A compact digital weather array ClimaVUE50 (Campbell Scientific Inc.) monitored precipitation, wind, air temperature, atmospheric pressure, and relative humidity, all meteorological variables were recorded at datalogger (CR1000, Campbell Scientific Inc).

A similar trend of soil moisture measured with the CRS-1000 and the conventional TDR technology was found at depths between 5 and 40 cm, while for a depth of 50 cm a difference in this trend is observed, moisture at this depth does not decay as fast as above. It is worth mentioning that the soil moisture that can be used by wheat in the Yaqui Valley is at 30 cm deep. COSMOS technology appears to be a reliable tool for agronomical water management purposes at the Yaqui Valley. Our results suggest that, at this site, irrigations should be scheduled when 50-60% of the total available water in the soil is depleted between applications without having a negative impact on yield (Geerts and Raes, 2009). Therefore, irrigations must be applied considering the state of soil moisture and the water demand by the crop at a particular phenological stage. In this context, the use of COSMOS technology offers high precision information to consider when and how much water to apply in irrigation at the critical phenological stages of wheat; beginning of cane, flowering, and grain filling, at the Yaqui Valley.

This study provides evidence that COSMOS technology is a valuable tool for producing soil moisture estimates. This technology can be used to recommend appropriate irrigation water layers at critical phenological stages in wheat.

## References

- Geerts, S., and Raes, D. (2009). Deficit irrigation as an on-farm strategy to maximize crop water productivity in dry areas. Review. *Agricultural Water Management* 96 (9) 1275-1284.
- Ochsner, T.E., Cosh, M.H., Cuenca, R.H., Dorigo, W.A., Draper, C.S., Hagimoto, Y., Kerr, Y.H., Larson, K.M., Njoku, E.G., Small, E.E., and Zreda, M. (2013). State of the Art in Large-Scale Soil Moisture Monitoring. *Soil Science Society of America Journal* 77(6) 1888-1919.
- Shuttleworth, W.J., Zreda, M., Zeng, X., Zweck, C., and Ferre, T.P.A. (2010). The COsmic-ray Soil Moisture Observing System (COSMOS): A non-invasive, intermediate scale soil moisture measurement network. British Hydrological Society. Paper presented at the BHS Third International Conference in Newcastle upon Tyne, July 2010.
- Zreda, M., Desilets, D., Ferre, T.P.A., and Scott, R.L. (2008) Measuring soil moisture content non-invasively at intermediate spatial scale using cosmic-ray neutrons. *Geophysical Research Letters*. 35 (1) L21402

## Optimización de plan de vuelo para incrementar la estimación de biomasa aérea en vegetación semiárida utilizando Estructura de Movimiento (SfM)

M. Sebastián Encinas-Lara<sup>1\*</sup> & Luis A. Mendez-Barroso<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de Febrero 818 Sur, Cd. Obregón, Sonora, México 85000

<sup>2</sup>Laboratorio Nacional de Resiliencia Costera, Sede Noroeste, 5 de Febrero 818 sur, Cd. Obregón Sonora, México, 85000.

\*Autor correspondencia: [msebastian.encinas@gmail.com](mailto:msebastian.encinas@gmail.com)

La relación entre biomasa aérea (AGB, por sus siglas en inglés) con la cantidad de carbono almacenado es importante para entender los procesos ecosistémicos, sin embargo; ha sido poco estudiado en ecosistemas áridos y semiáridos (Houghton et al., 2009). Existen varios métodos que han sido utilizados para estimar AGB a partir de relaciones con dimensiones de algunas partes de la vegetación, sin embargo; estas técnicas de campo se basan en muestreos destructivos, intensivos, consumen tiempo y son costosos. (Marcos Robles et al., 2016). Una alternativa para inferir AGB, junto con algunas dimensiones de la vegetación; es la generación de modelos 3D a partir de nube de puntos desarrollados con fotogrametría de estructura de movimiento (SfM) (Westoby et al., 2012). Aunque SfM ha sido aplicado recientemente a muestreos de vegetación y topografía, los parámetros óptimos para asegurar la mejor adquisición de imágenes y mejorar la calidad de la nube de puntos han sido poco discutidos. Previos protocolos dentro de SfM han utilizado vuelos en diferentes direcciones, sin embargo, el impacto en la calidad de la imagen final no ha sido evaluada eficientemente. Por otro lado, algunos investigadores han colocado dos cámaras en diferentes ángulos con el fin de incrementar la densidad de puntos y mejorar la reconstrucción 3D. No obstante, el control que ejerce los diferentes ángulos de las cámaras en la calidad de la imagen y los modelos 3D ha sido poco discutido. El objetivo de este estudio es identificar la combinación de ángulos de cámara y direcciones de vuelo que incrementen la densidad de nube de puntos, y como resultado, tengan una representación más real de las dimensiones de la vegetación y estimación de su AGB. El estudio se llevó a cabo en el Centro Experimental de Transferencia Tecnológica (CETT) localizado en el block 910 del Valle del Yaqui. Se utilizó un dron 3DR-Solo equipado con 2 cámaras MAPIR Survey 2 RGB. Se realizaron 4 vuelos colocando una cámara en posición nadir y la otra en ángulos de 10, 20 y 30 grados. Se utilizaron sólo las imágenes que cumplieron un criterio de claridad basado en nitidez y se procesaron utilizando el software Agisoft Metashape. Se generaron nubes de puntos de cada combinación cámara + dirección de vuelo y se calculó la densidad de puntos y número de caras 3D para comparar la calidad y el desempeño de cada arreglo. Resultados preliminares de este trabajo nos indican que el empleo de una cámara en posición nadir y otra con ángulos de 20 ó 30 grados genera una reconstrucción más real de la vegetación como resultado de una densidad de puntos de 0.499 puntos/cm<sup>2</sup>. Los resultados de este trabajo representan una importante contribución en el campo de la fotogrametría digital y el desarrollo de nuevos métodos no destructivos de estimación de biomasa aérea en ecosistemas no forestales.

### Referencias

- Houghton, R. A., Hall, F., & Goetz, S. J. (2009). Importance of biomass in the global carbon cycle. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 114(3). <https://doi.org/10.1029/2009JG000935>
- Marcos Robles, J. L., Gil Docampo, M. de la luz, Ortiz Sanz, J., & Martínez Rodríguez, S. (2016). Determinación de biomasa en parcelas de cultivos herbáceos mediante cámaras ópticas elevadas por medio de vehículos aéreos no tripulados (UAV). *Investigación Cualitativa En Ingeniería y Tecnología*, 4, 95–103.
- Westoby, M. J., Brasington, J., Glasser, N. F., Hambrey, M. J., & Reynolds, J. M. (2012). "Structure-from-Motion" photogrammetry: A low-cost, effective tool for geoscience applications. *Geomorphology*, 179(March 2015), 300–314. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2012.08.021>

## Evaluación de la máxima producción de metano a partir de diferentes residuos agroindustriales mediante el uso de la digestión anaerobia

Maribel Moreno-Yocupicio<sup>1</sup>, Fabián P. Vázquez-Contreras<sup>1</sup>, Andrea Reynoso-Varela<sup>1</sup>, Ulises Durán-Hinojosa<sup>2</sup>, Denisse Serrano-Palacios<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Sonora  
Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente  
Cd. Obregón, Sonora, C.P. 85210, México.

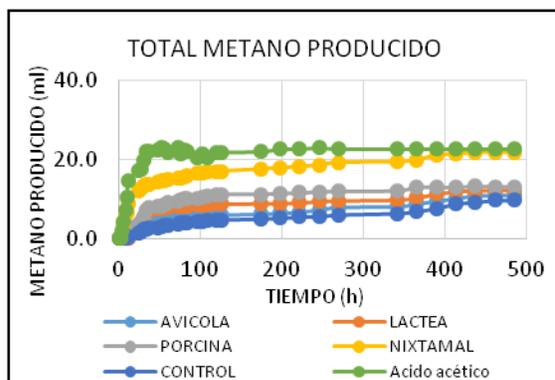
<sup>2</sup>Instituto de Ingeniería, UNAM, P.O Box 70-186, Ciudad de México, México.

\*Autor correspondencia: [Denisse.serrano@itson.edu.mx](mailto:Denisse.serrano@itson.edu.mx)

En los últimos años una de las tecnologías más usadas para reducir la materia orgánica presente en las aguas residuales es la digestión anaerobia, la cual aporta grandes ventajas, entre las que destaca la obtención de metano contenido en el biogás (Borja, 2011). El biogás es utilizado en todo el mundo como combustible, su explotación ha contribuido a impulsar el desarrollo económico sostenible y se ha implementado como una fuente energética renovable, siendo una alternativa atractiva como el carbón y el petróleo.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la máxima producción de biogás que se obtiene a partir de diferentes aguas residuales agroindustriales de alta carga orgánica mediante un consorcio anaerobio metanogenico para elegir la como fuente de energía alterna más viable.

Para poder llevar a cabo la investigación, se determinaron algunos parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales evaluadas que fueron porcina, avícola, láctea y nixtamal. Además, se realizaron ensayos de DQO total y soluble, alcalinidad, pH, entre otros de cada muestra de acuerdo con el método analítico (APHA, 2012). Se determinó la cantidad de carga orgánica que tiene cada agua residual, para trabajar con la misma concentración (1300 mg DQO/L). Mediante el ensayo de biodegradabilidad, se determinó la máxima producción de metano que contiene cada agua residual, se tomaron 3 muestras de cada agua con 20 ml cada botella y 1 control, llevándose al proceso de producción con la misma carga orgánica y se utilizó para la medición de metano el método volumétrico.



De acuerdo con los resultados obtenidos, se pudo determinar que la máxima producción de metano se produjo en el agua residual de nixtamal. Con un volumen máximo de 21.7 mL de metano y para el agua avícola con un mínimo de producción de 11 mL de metano. Por lo tanto, las aguas residuales estudiadas podrían contribuir a la producción de una fuente energética viable mediante un proceso anaerobio (González-Sánchez, 2015).

## Referencias

- Borja, R. (septiembre de 2011). *Estudio Básico del Biogás*.  
González-Sánchez, M. E. (2015). Residuos agroindustriales con potencial para la. *Revista Argentina de microbiología*, 7.  
APHA. (2012). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, twenty-second ed. (APHA-AWWA-WEF, Washington, D.C). Borthiry, G.R., Antholine, W.E., Kalyanaraman, B., Myers, J.M.

## Estructura y composición de la vegetación en zonas forestales con fuerte presión antrópica en Sonora, México.

Francisco Montoya-Reyes<sup>1\*</sup>, Leonardo Beltrán-Rodríguez<sup>2</sup>, María Tonatzín. García-Osorio<sup>3</sup>, Fernando Arellano-Martín<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Chetumal, km 25 carretera Chetumal-Bacalar, C.P. 77900, Quintana Roo, México. e-mail: montoya.francisco@inifap.gob.mx

<sup>2</sup>Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, C.P. 04510, Ciudad de México, México.

<sup>3</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Postgrado en Ciencias Forestales. km 36.5 carretera México-Texcoco, C. P. 56230, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México.

\*Autor correspondencia: [montoya.francisco@inifap.gob.mx](mailto:montoya.francisco@inifap.gob.mx)

La diversidad florística del estado de Sonora ha sido una de las mejor estudiadas a nivel nacional, pero poco se ha explorado en áreas alteradas por disturbios antropogénicos. Es por ello que, el objeto del presente trabajo consistió en documentar y analizar la riqueza, composición, estructura y diversidad vegetal de los diferentes estratos presentes en las comunidades forestales con presencia de actividad minera y agropecuaria en el noreste del estado de Sonora.

Se establecieron unidades de muestreo (UM) distribuidas aleatoriamente por comunidad identificada. En cada UM se realizó un censo de todas las especies arbóreas, arbustivas, herbáceas y suculentas. Se determinó la identidad taxonómica de cada especie, y se calcularon parámetros estructurales y de diversidad alfa por comunidad.

Se registró una riqueza total de 46 taxa pertenecientes a 36 géneros y 16 familias en cuatro comunidades vegetales, bosque de *Quercus* (BQ), bosque de *Pinus-Quercus* (BPQ), *matorral xerófilo* (MX) y *pastizal natural* (PN). La riqueza observada difiere entre ellas (BQ= 17; BPQ= 9; MX=30; PN= 10), dada las características biológicas y estructurales (Rzedowski, 2006) por lo que, estos parámetros podrían estar definiendo estas diferencias, ya que distintas formas de crecimiento y número de estratos (BQ= 3; BPQ= 4; MX=3; PN= 2) ofrecen mayor complejidad estructural (Martínez-Sánchez, 2016). Las familias Pinaceae y Fagaceae dominaron el estrato superior en BQ y BPQ, para el estrato medio y bajo fueron Asparagaceae, Asteraceae, Sapindaceae y Poaceae, en MX y PN fueron Fabaceae y Cactaceae en el estrato medio y Poaceae para el bajo. El BQ y BPQ tuvieron la mayor densidad y área basal en el estrato superior, mientras que MX y PN presentaron la mayor densidad y cobertura en los estratos medio y bajo. Los taxa con mayor IVIr fueron *Dodonaea viscosa* y *Muhlenbergia emersleyi*, especies características de disturbios antropogénicos (Juan-Pérez, 2010; Aragón-Piña et al., 2010), lo que indica que las comunidades presentan cierto grado de perturbación, situación que se manifiesta principalmente en el estrato medio y bajo. Se registró una baja diversidad (BQ=1.97; BPQ=1.75; MX=2.67; PN=1.86), la cual puede estar influenciada por actividades como el pastoreo y la minería mismas que simplifican la riqueza y composición de los ecosistemas (Martínez-Yrizar et al., 2009).

Existe una fuerte perturbación que afecta la composición y estructura de las comunidades estudiadas reflejando una pobre diversidad. Por ello es necesario continuar con investigaciones que analicen diferentes métricas en todos los estratos, ya que es posible que los estratos medio y bajo sean los principales receptores de perturbaciones antropogénicas y sean un parámetro menos sesgado para describir el estado de conservación de éstos.

## Referencias

- Aragón-Piña, E. E., Garza-Herrera, A., González-Elizondo, M. S. & Luna-Vega, I. (2010). Composición y estructura de las comunidades vegetales del rancho El Duranguense, en la Sierra Madre Occidental, Durango, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81(3), 771-787.
- Juan-Pérez, J. I., Gutiérrez-Cedillo, J. G., Némiga, X. A., Balderas-Plata, M. A. & Ramírez-Dávila, J. F. (2010). Multifuncionalidad y manejo campesino del Chapulxitle (*Dodonaea viscosa*) en una región cálida del Estado de México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 7(1), 17-33.
- Martínez-Sánchez, J. L. (2016). Comparación de la diversidad estructural de una selva alta perennifolia y una mediana subperennifolia en Tabasco, México. *Madera y bosques*, 22(2), 29-40.
- Martínez-Yrizar, A., Felger, R. S. & Búrquez, A. (2009). Los ecosistemas de Sonora: un diverso capital natural. In: Molina-Freaner, F. y Van-Devender, T. (eds.). *Diversidad biológica de Sonora* (pp. 129-156). Ciudad de México. Universidad Nacional Autónoma de México/Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F., México, pp. 129-156.
- Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México* (1ra Ed.). Ciudad de México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

## Distribución y caracterización morfológica de poblaciones silvestres de frijol común del estado de Durango, México

Liliana Wallander Compeán<sup>1\*</sup>, Norma Almaraz Abarca<sup>1</sup>, Gabriel Alejandro Iturbide<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango. Sigma 119, Fraccionamiento 20 de noviembre II, Durango, Durango. C.P.34220

\*Autor correspondencia: [lilywallcom@gmail.com](mailto:lilywallcom@gmail.com)

El género *Phaseolus* pertenece a la familia Fabaceae e incluye entre 20 y 25 especies (Alejandre y Rojas, 2018), muchas de ellas crecen de manera natural en las distintas zonas ecogeográficas del estado de Durango, incluyendo *Phaseolus vulgaris*, el frijol común, que es la especie más importante del género, en términos económicos, alimenticios, agronómicos, y sociales. Las formas silvestres de una especie cultivada son fuente de alelos valiosos para el desarrollo de variedades, para estudios evolutivos, de variabilidad genética, y agronómicos (Lépiz, *et al.*, 2010). El presente estudio tuvo como objetivo caracterizar morfológicamente poblaciones silvestres, coleccionar semillas, y evaluar su potencial de germinación para conservar *ex situ* germoplasma de frijol común silvestre del estado de Durango, México. **Materiales y métodos:** Durante los meses de septiembre a noviembre de 2015 a 2019 se realizaron viajes para registrar datos ecogeográficos y morfológicos y coleccionar germoplasma de frijol silvestre en diferentes municipios del estado de Durango, donde en exploraciones previas se observaron poblaciones silvestres de la especie. Se realizaron pruebas de germinación. **Resultados y discusión:** Se encontró un total de 10 formas silvestres desde zonas bajas como en El Mezquital; intermedias en Durango, Súchil, y Nombre de Dios; y altas en Canatlán, Nuevo Ideal, y Pueblo nuevo. Dada la extensión del estado, es probable que exista un número más grande de poblaciones silvestres de la especie. Los frijoles silvestres se encontraron creciendo sobre copas de árboles en forma de enredadera. El color de las semillas fue muy variable, incluyendo diferentes tonos de negro, café, beige, gris, y pinto. El color predominante de las flores fue lila. Las semillas de todas las formas silvestres de frijol común analizadas presentaron dormancia y alta capacidad de germinación (57 – 67 %). **Conclusiones:** El estado de Durango alberga un número importante de poblaciones silvestres de frijol común. Estas poblaciones presentan algunas variaciones morfológicas conspicuas, sobre todo en el color de las semillas. Todas tuvieron alta capacidad de germinación, lo cual es relevante para su conservación *ex situ*, como posibles fuentes de alelos valiosos para el desarrollo de nuevas variedades.

### Referencia

Alejandre I. G., Rojas L. M. (2018). Memorias de Congreso Nacional de Fitogenética. Colegio de Posgraduados, Montecillo, Estado de México 5, 9.

Lépiz I. R., López A. J., Sánchez G. J. J., Santaacruz R. F., Nuño. R.R., Rodríguez G.E. (2010). Características morfológicas de formas cultivadas, silvestres e intermedias de frijol común de hábito trepador. Revista Fitotecnia Mexicana 33, 21-28.

# TECNOLOGÍA Y BIOTECNOLOGÍA-AMBIENTAL

## Uso de enzimas y Tritón X-100 en la biorremediación de un suelo contaminado con hidrocarburos

Juan José Flores Hernández<sup>1\*</sup>, Brenda Ureño García<sup>1</sup>, Miguel Mauricio Aguilera Flores<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional. Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Zacatecas. Ingeniería Ambiental. Blvd. del Bote 202 Cerro del Gato Ejido La Escondida, Col. Ciudad Administrativa 98160 Zacatecas, Zac., México.

\*Autor de correspondencia: [jfloresh1602@alumno.ipn.mx](mailto:jfloresh1602@alumno.ipn.mx)

Un suelo contaminado es aquel cuyas características físicas, químicas o biológicas han sido alteradas negativamente por la presencia de componentes de carácter peligroso de origen humano, o de manera natural (Ballesta, 2017). Como una solución a esto, la biorremediación de suelos se ha visto favorecida con la presencia de surfactantes y/o biosurfactantes, en donde la biodisponibilidad se ha considerado como uno de los factores más benéficos para la biorremediación y la posible inhibición y/o toxicidad como los factores adversos a considerar (Riojas et al., 2010). El presente proyecto tiene como objetivo remediar un suelo contaminado con hidrocarburos (aceite residual automotriz) utilizando enzimas y el surfactante Tritón X-100.

Se tomó una muestra de suelo agrícola no contaminado en el municipio de Jerez (Zacatecas, México); y se caracterizó fisicoquímicamente con base en la NOM-021-SEMARNAT-2000, determinándose pH, capacidad de retención de agua, materia orgánica, nitrógeno inorgánico, textura y conductividad eléctrica para analizar la influencia de estos parámetros en el tratamiento de biorremediación. Esta muestra fue contaminada con 10,000 mg de aceite residual automotriz/Kg de suelo en base seca, procedente de un Taller mecánico. Los ensayos de biorremediación se hicieron en triplicado, el primero con la adición de enzimas (3% p/p), el segundo con enzimas y surfactante Tritón X-100 (1% p/p), y el tercero sin la adición de enzimas ni surfactante, tomado este último como ensayo control. Los ensayos se realizaron a pH del suelo (pH=7) y temperatura ambiente (aprox. 20°C). Las bandejas se dejaron en reposo por un periodo de 7 semanas, tomando submuestras semanalmente para evaluar el porcentaje de remoción del hidrocarburo por el método de extracción Soxhlet descrito en la NMX-AA-134-SCFI-2006.

Los resultados arrojaron porcentajes de remoción de  $8.43 \pm 1.25\%$ ,  $20.15 \pm 3.45$  y  $76.12 \pm 1.18\%$ , para el ensayo control, adición de enzimas, y adición de enzimas y surfactante, respectivamente. Siendo notable que la adición del surfactante favoreció la biodisponibilidad del hidrocarburo para que pueda ser catalizado y degradado por las enzimas y microorganismos, respectivamente. Las características fisicoquímicas que presentó el suelo favorecieron a la eficiencia del tratamiento, ya que ninguno de los factores fue adverso para el proceso de biorremediación.

Los resultados obtenidos permitieron inferir que el uso de enzimas y surfactante puede ser aplicado como un tratamiento in situ o ex situ para biorremediar suelos contaminados con hidrocarburos, siendo una alternativa a los tratamientos de remediación convencionales.

### Referencias

- Ballesta Jiménez, R. (2017). Introducción a la contaminación de suelos. España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Riojas, G.H., Torres, B.L., Mondaca, F.I., Balderas, C.J. (2010). Efectos de los surfactantes en la biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos. *Química Viva*, 9(3), 120-145.
- NMX-AA-134-SCFI-2006 (2006). NORMA Mexicana NMX-AA-134-SCFI-2006, SUELOS – HIDROCARBUROS FRACCIÓN PESADA POR EXTRACCIÓN Y GRAVIMETRÍA. Recuperado el 7 de septiembre del 2019 del Diario Oficial de la Federación.
- NOM-021-SEMARNAT-2000 (20002). NORMA Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad, y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis. Recuperado el 12 de septiembre del 2019 del Diario Oficial de la Federación.

## Optimización de síntesis de materiales adsorbentes a partir de restos óseos de pez Diabla para la remoción de Cadmio (II)

Hilda Gpe. Cisneros Ontivero<sup>1\*</sup>; Nahúm A. Medellín Castillo<sup>1</sup>, Marisol Castro Cárdenas<sup>1</sup>, Geiler Acosta Doporto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación y Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Manuel Nava No. 8, C.P. 78260, San Luis Potosí, S.L.P., MÉXICO;

\*Autor de correspondencia: [hilda.cisneros95@gmail.com](mailto:hilda.cisneros95@gmail.com)

En los últimos años, la contaminación del agua ha tomado gran interés en la sociedad debido a las problemáticas asociadas con la salud humana. El cadmio no es biodegradable y viaja a través de la cadena alimentaria. En humanos, se han registrado náuseas y vómitos a niveles de 15 mg/L sin efectos adversos a 0.05 mg/L (De Zuane, 1990). El pez diablo (PD) es una especie invasora que ha afectado la Huasteca Potosina en los últimos 4 años, proviene del Amazonas en Sudamérica y su primer avistamiento en México fue en el año 1995 en la presa “El Infiernillo” (Guzmán & Barragán, 1997). Esta especie ha provocado una problemática ambiental y social debido a su capacidad de adaptación, su alta tasa de reproducción y características biológicas que le favorecen en el sitio de su establecimiento, han causado desplazamiento de especies nativas y ha disminuido el mercado de pescados con mayor comercialidad en la zona (Mendoza-Alfaro et al., 2007). El objetivo de este estudio es aprovechar los restos óseos de los PD como material adsorbente de contaminantes en agua.

Por lo anterior, se propone el aprovechamiento del PD empleando sus huesos como material adsorbente de Cd (II), a partir de la síntesis de carbonizados mediante pirólisis. En este estudio se emplearon peces de la laguna Marlan, Ébano de San Luis Potosí los cuales fueron eviscerados y limpiados con soluciones acuosas de peróxido. La síntesis de carbonizados de hueso se propuso a partir de un diseño experimental de superficie de respuesta D-Optimal, Design Expert, en donde se establecieron la síntesis de 13 experimentos variando la temperatura y el tiempo, se midió la capacidad de adsorción de Cd(II) como variable de respuesta. El horno tubular Carbolite se utilizó para carbonizar los huesos en una atmósfera limitada de oxígeno. Las pruebas de adsorción de Cd (II) se realizaron en adsorbedores de lote con una concentración inicial de 400 mg/L, pH 7.0 a 25 °C. La determinación de las concentraciones de Cd (II) se cuantificó mediante espectroscopia de absorción atómica. La capacidad de adsorción (q) se calculó mediante un balance de masa.

Los resultados del ANOVA revelaron que la temperatura de síntesis es significativa sobre la capacidad de adsorción ( $p < 0.05$ ) ya que disminuye al aumentar la temperatura, mientras que el tiempo no afecta la respuesta. Las capacidades de adsorción de Cd (II) variaron en el intervalo de 24.4 a 124.3 mg/g. La mayor capacidad de adsorción se encontró en el material sintetizado a 600°C y 3h. La optimización de síntesis se realizó con el modelo arrojado a partir de los resultados del diseño de experimentos, se obtuvieron las condiciones de síntesis óptimas para la síntesis a una temperatura de 612°C y a un tiempo de 1 hora.

Finalmente, se concluye que los carbonizados de hueso de PD son una alternativa para la remoción de Cd (II) del agua. Las condiciones óptimas para sintetizar el Carbonizado de Hueso para la obtención de una máxima capacidad de adsorción de Cd (II) es 612 ° C y 1h.

### Referencias

- De Zuane J, Manual de normas y controles de calidad del agua potable, Van Nostrand Reinhold, Nueva York, págs. 64–69, 1990  
Guzmán A. F. y S. J. Barragán. 1997. Presencia de bagres sudamericanos (Osteichthyes: Loricariidae) en el río Mezcala, Guerrero, México. *Vertebrata Mexicana*: 1 - 4.  
Mendoza, R., Contreras, S., Ramírez, C., Koleff, P., Álvarez, P., Aguilar, V., 2007. Los peces diablo. *Biodiversitas* 70, 1–5.

## Impacto de la inoculación de un consorcio nativo de *Bacillus* sobre rasgos de rendimiento y calidad del cultivo de trigo (*Triticum turgidum L. subsp. Durum*)

Marisol Ayala Zepeda<sup>1</sup>, Fannie Isela Parra Cota<sup>2</sup>, Sergio de los Santos Villalobos<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de febrero 818, 85000, Cd. Obregón, Son., México.

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Norman E. Borlaos SN, Cajeme, 85000 Cd. Obregón, Son., México.

\*Autor de correspondencia: [sergio.delossantos@itson.edu.mx](mailto:sergio.delossantos@itson.edu.mx)

El incremento poblacional alcanzará casi 10 mil millones habitantes en 2050, por lo que se requerirá aumentar de forma sostenible la producción de alimentos en 70 a 100% y de cereales en 49% a nivel mundial (Valenzuela-Ruiz et al., 2018). El presente trabajo tiene como objetivo cuantificar el impacto de la inoculación de un consorcio nativo de *Bacillus*, bajo diferentes dosis de nitrógeno, sobre el rendimiento y calidad del trigo.

El estudio se desarrolló durante el ciclo 2018-2019, en el CETT 910 del ITSON. Se sembró trigo variedad CIRNO C2008 (120 kg ha<sup>-1</sup>). El experimento constó de parcelas anidadas, 6 tratamientos con 4 repeticiones cada uno: con y sin inoculación de un consorcio de *Bacillus* (CB) bajo 0, 120 y 240 kg N ha<sup>-1</sup> (0, 50 y 100% N, respectivamente), en forma de urea y 100 kg ha<sup>-1</sup> de fosfato monoamómico. El CB (*B. megaterium* TRQ8, *B. paralicheniformis* TRQ65 y *B. cabrialesii* TE3<sup>T</sup>) fue aplicado en tres ocasiones, 1x10<sup>6</sup> células planta<sup>-1</sup>. Se midieron los componentes del rendimiento y calidad del cultivo.

El mayor rendimiento se obtuvo en el tratamiento con 0% N + CB, seguido por 50% N + CB y 100% N + CB (7.08 ± 0.13; 6.73 ± 0.05 y 6.65 ± 0.62 ton ha<sup>-1</sup>, respectivamente). Un efecto positivo y significativo ( $p < 0.05$ ) de la inoculación sobre el rendimiento, a la misma dosis de N, sólo se observó en el de 0% N, donde se obtuvo más de 1 ton ha<sup>-1</sup> (20% más) con respecto al 0% N no inoculado. Lo anterior corresponde a lo reportado para dosis similares a las de este trabajo en cultivos que fueron inoculados (Galindo et al., 2019). El contenido de proteína en el grano del tratamiento con mayor rendimiento (0% N + CB) fue el más bajo (13.4%); y con el índice de sedimentación en dodecil sulfato de sodio menor (14.0 ml). Sin embargo, todos los valores de proteína encontrados en los diferentes tratamientos superan el porcentaje mínimo requerido de proteína para la variedad estudiada (Figuroa López et al., 2010). En el peso hectolítrico y peso de 1000 granos, no hubo diferencia significativa entre los tratamientos de 0%N + CB, 50%N y 100%N + CB, los cuales tuvieron los mayores valores. Todos los valores de peso hectolítrico (74.4 a 76.8 kg/hL) resultaron ligeramente menores a los reportados en la literatura para esta variedad de trigo (Guzmán et al., 2016).

La inoculación al trigo del consorcio de *Bacillus* en estudio, sin añadir fertilización nitrogenada (en un suelo con contenido de nitrógeno elevado, ~123 kg N ha<sup>-1</sup>), mantuvo el rendimiento y la calidad del cultivo en comparación con los valores obtenidos por la práctica de fertilización convencional (240 kg N ha<sup>-1</sup>), por lo que se concluye que el consorcio maximizó el uso del nitrógeno residual en el suelo.

## Referencias

- Figuroa López, P., Félix Fuentes, J., Fuentes Dávila, G., Valenzuela Herrera, V., Chávez Villalba, G., & Mendoza Lugo, J. 2010. Cirno C2008, nueva variedad de trigo cristalino con alto rendimiento potencial para el estado de Sonora. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1(5), 745–749.
- Galindo, F. S., Teixeira Filho, M. C. M., Buzetti, S., Rodrigues, W. L., Santini, J. M. K., & Alves, C. J. 2019. Nitrogen fertilisation efficiency and wheat grain yield affected by nitrogen doses and sources associated with *Azospirillum brasilense*. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B: Soil and Plant Science*, 69(7), 606–617.
- Guzmán, C., Autrique, J. E., Mondal, S., Singh, R. P., Govindan, V., Morales-Dorantes, A., Posadas-Romano, G., Crossa, J., Ammar, K., & Peña, R. J. 2016. Response to drought and heat stress on wheat quality, with special emphasis on bread-making quality, in durum wheat. *Field Crops Research*, 186, 157–165.
- Valenzuela-Ruiz, V., Ayala-Zepeda, M., Arellano-Wattenbarger, G. L., Parra-Cota, F. I., García-Pereyra, G., Aviña-Martínez, G. N., & de los Santos-Villalobos, S. 2018. Las colecciones microbianas y su potencial contribución a la seguridad alimentaria actual y futura. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 14(1), 18–25.

## Mecanismos moleculares asociados al control biológico de *Bacillus paralicheniformis* TRQ65

Valeria Valenzuela Ruiz<sup>1</sup>; Fannie Isela Parra Cota<sup>2</sup>; Gustavo Santoyo<sup>3</sup>; Sergio de los Santos Villalobos<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de febrero 818 sur, Cd. Obregón, Sonora, México. CP. 85000.

<sup>2</sup>Campo Experimental Norman E. Borlaug-INIFAP. Cd. Obregón, Sonora, México. CP. 85000.

<sup>3</sup>Instituto de Investigaciones Químico Biológicas-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

\*Autor para correspondencia: [sergio.delossantos@itson.edu.mx](mailto:sergio.delossantos@itson.edu.mx)

Una de las principales limitantes para el aumento de la producción agrícola es la incidencia de enfermedades en los cultivos, causando una disminución de rendimiento promedio de un 15-25%. El uso de plaguicidas en todo el mundo aumentó 197.69% de 1992 al 2016; sin embargo, sólo el 0.1% alcanza el objetivo deseado, donde el volumen restante genera efectos contaminantes. Los agentes de control biológico han sido de gran interés para combatir los organismos fitopatógenos. El objetivo de este trabajo fue identificar mecanismos de moleculares asociados al control biológico contra fitopatógenos de interés agrícola de tres cepas bacterianas del género *Bacillus*.

La identificación taxonómica de la cepa TRQ65 se realizó utilizando el método polifásico descrito por Robles Montoya et al., 2020. La presencia de genes asociados al biocontrol se evaluó utilizando antiSMASH v 5.0 y Bagel4 con parámetros de default. Para medir la capacidad de biocontrol, se realizó un ensayo dual de alto rendimiento en cajas Petri de la cepa TRQ65, la cepa TE3<sup>T</sup> como control positivo y TRQ8 como control negativo, frente a *Fusarium brachygibbosum*, *Botryosphaeria rhodiana*, *Penicillium expansum*, *Penicillium crustosum*, *Geotrichum candidum*, *Cladosporium sp.*, *Mucor rouxii*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani* y *Bipolaris sorikionani*. Se inoculó cada hongo en el centro de la caja Petri que contenía agar dextrosa de papa y se inoculó 1x10<sup>6</sup> UFC de las bacterias, en puntos equidistantes. Cada ensayo se probó por triplicado.

Se identificaron 3 genes asociados al control biológico en para la cepa TRQ65 y 7 en TE3<sup>T</sup>, entre ellos los lipopéptidos fengicinas, surfactinas y lichenisinas. Así, dichas cepas se estudiaron en pruebas de confrontación *in vitro* contra 11 especies de hongos de interés agrícola. Donde, la cepa TRQ65 presentó actividad antagónica contra 45% de los hongos evaluados; mientras que la cepa TE3<sup>T</sup> presentó inhibición de crecimiento contra 64% de los hongos. La capacidad incrementada de control biológico de la cepa TE3<sup>T</sup> está asociada a la presencia de *clusters* de genes (7) involucrados en la producción de lipopéptidos, seguido por la capacidad moderada de la cepa TRQ65 (3 *clusters* de genes), y la presencia de genes asociadas a la producción de lipopéptidos no fue detectada en la cepa TRQ8, cuya capacidad de control biológico fue nula. Referente a la identificación metabólica publicada por Rojas Padilla et al., 2020 se menciona que las cepas TE3<sup>T</sup> y TRQ65 no producen sideróforos; así potencialmente atribuyendo actividad de biocontrol a los lipopéptidos presentes.

La capacidad de control biológico de las cepas en estudio se relacionó directamente con el número de *clusters* de genes asociados a la producción de lipopéptidos considerando los resultados de las pruebas metabólicas.

### Referencias

Robles Montoya, R. I., Valenzuela Ruiz, V., Parra Cota, F. I., Santoyo, G., & de los Santos-Villalobos, S. (2020). Description of a Polyphasic Taxonomic Approach for Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR). *Microbial Services in Restoration Ecology*, 259–269.

Rojas Padilla J., Chaparro Encinas L. A., Robles Montoya R. I., de los Santos Villalobos S. (2020) Growth promotion on wheat (*Triticum turgidum* L. subsp. *durum*) by coinoculation of native *Bacillus* strains isolated from the Yaqui Valley, Mexico. *NovaScientia* 12(1):1-27. <https://doi.org/10.21640/ns.v12i24.2136>

## Degradación de ibuprofeno en celdas de combustible microbianas

Miguel Mauricio Aguilera Flores<sup>1,2\*</sup>, Nahum Andrés Medellín Castillo<sup>1,3</sup>, Verónica Ávila Vázquez<sup>2</sup>, Candy Carranza Álvarez<sup>1,4</sup>, Antonio Cardona Benavides<sup>1,3</sup>, Raúl Ocampo Pérez<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Av. Manuel Nava 201, Col. Zona Universitaria Poniente 78000, San Luis Potosí, S.L.P., México

<sup>2</sup>Instituto Politécnico Nacional. Blvd. del Bote 202 Cerro del Gato Ejido La Escondida, Col. Ciudad Administrativa 98160 Zacatecas, Zac., México

<sup>3</sup>Centro de Investigación y Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Av. Manuel Nava No. 8, Col. Zona Universitaria Poniente 78290, San Luis Potosí, S.L.P., México

<sup>4</sup>Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Huasteca, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Romualdo del Campo #501, Fraccionamiento Rafael Curiel 79060, Ciudad Valles, S.L.P., México

<sup>5</sup>Centro de Investigación y Estudios de Posgrado, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Av. Manuel Nava No. 6, Col. Zona Universitaria Poniente 78210, San Luis Potosí, S.L.P., México

\*Autor de correspondencia: [mmaf1@hotmail.com](mailto:mmaf1@hotmail.com)

Los medicamentos son un grupo de contaminantes emergentes persistentes en el ambiente, encontrados principalmente en fuentes de agua a concentraciones muy bajas (desde ng/L a µg/L), y que en los últimos años han sido objeto de estudio debido a sus efectos tóxicos en seres vivos (Kümmerer, 2010). El ibuprofeno es un fármaco que se encuentra listado como contaminante de potencial importancia para México en función de sus altos volúmenes de uso médico y veterinario, interés toxicológico, mecanismos de acción y relevancia para la salud pública (Castro et al., 2015). Este compuesto y sus metabolitos al ser desechados en agua, no son removidos por las tecnologías convencionales de tratamiento, por lo que están presentes incluso en aguas tratadas, representando un riesgo para quien interaccione con ellos (Chopra et al., 2020; Gogoi et al., 2018). Diversos métodos han sido utilizados para la remoción del ibuprofeno en agua, en su mayoría siendo de alto costo (Chopra et al., 2020), sin embargo, el uso de sistemas bioelectroquímicos, como las Celdas de Combustible Microbianas (CCM), para este fin, han sido escasamente estudiadas. Estos sistemas ofrecen grandes ventajas asociadas a su doble función, ya que generan una producción neta de energía positiva, mientras que los microorganismos degradan diversos sustratos (contaminantes) en solución (Santoro et al., 2017). Por ende, el objetivo central de este proyecto fue evaluar la degradación del ibuprofeno en CCM.

Se operó una CCM de una cámara a temperatura ambiente, condiciones anaerobias y pH neutro. 50 ppm de ibuprofeno (grado reactivo) fue usado como sustrato, y 1.2 g de tierra para macetas como inóculo; ambos en una solución buffer de fosfatos con volumen de la celda de 125 mL. Tela de carbono con Platino se usó como cátodo, fieltro de carbón como ánodo, y nafión como membrana de intercambio protónico. Las técnicas de Voltamperometría de Barrido Lineal, Espectroscopia de Impedancia Electroquímica, y Cronoamperometría, fueron aplicadas para caracterizar electroquímicamente la CCM. La concentración de ibuprofeno después de la degradación fue evaluada por HPLC.

El ciclo de degradación del ibuprofeno fue de 11 días, presentando un  $V_{m\acute{a}x}$  a circuito abierto de 495 mV entre los días 5 y 6, una  $DP_{m\acute{a}x}$  de 1.88 mW/m<sup>2</sup> e  $i_{m\acute{a}x}$  de 10 mA/m<sup>2</sup> a partir de un  $V_0$  de 350 mV. Se obtuvieron valores aproximados de 10 y 19 Ω/cm<sup>2</sup> para las resistencias de la solución, y de transferencia de carga, respectivamente; considerándose relativamente bajos, aunque pueden mejorarse con la configuración de la celda. La curva de estabilidad en la celda con potencial fijo de 350 mV, dio una  $i_0$  de 0.25 mA, logrando una estabilización a 0.04 mA durante 2000 s, mostrando que la Celda es estable a las condiciones de trabajo. Finalmente, se obtuvo una eficiencia de degradación del ibuprofeno del 98%, siendo una de las tecnologías más eficientes reportadas por otros autores (Chopra et al., 2020).

La CCM diseñada resultó ser una tecnología prometedora para la degradación del ibuprofeno en solución, por lo que abre la brecha sobre la investigación en la aplicación de estas tecnologías para la remoción de contaminantes emergentes en agua.

## Referencias

- Castro-Pastrana, Lucila I., & Baños-Medina, María I., López-Luna, María Argelia, Torres-García, Blanca L. (2015). Ecofarmacovigilancia en México: perspectivas para su implementación. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 46(3), 16-40.
- Chopra, S., & Kumar, D. (2020). Ibuprofen as an emerging organic contaminant in environment, distribution and remediation. *Heliyon*, 6(6), e04087
- Gogoi, A., Mazumder, P., Tyagi, V. K., Tushara Chaminda, G. G., An, A. K., & Kumar, M. (2018). Occurrence and fate of emerging contaminants in water environment: A review. *Groundwater for Sustainable Development*, 6, 169-180
- Kümmerer, K. (2010). Pharmaceuticals in the Environment. *Annual Review of Environment and Resources*, 35(1), 57-75
- Santoro, C., Arbizzani, C., Erable, B., & Ieropoulos, I. (2017). Microbial fuel cells: From fundamentals to applications. A review. *Journal of Power Sources*, 356, 225-244.

## Biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos

Mayra Luisa Contreras Ramírez<sup>1\*</sup>, Omar Sánchez Mata<sup>1</sup>, Miguel Mauricio Aguilera Flores<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional. Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Zacatecas. Blvd. del Bote 202 Cerro del Gato Ejido La Escondida, Col. Ciudad Administrativa 98160 Zacatecas, Zac.

\*Autor de correspondencia: [mayraluisa99@hotmail.com](mailto:mayraluisa99@hotmail.com)

Los hidrocarburos son compuestos orgánicos que han tenido gran impacto en diversas aplicaciones en el desarrollo del ser humano, debido a que su importancia radica en el hecho de que son generadores fundamentales de diversas formas de energía. Sin embargo, han sido considerados como uno de los principales contaminantes en el medio ambiente, a causa de un manejo inadecuado de los residuos generados en las distintas aplicaciones de dichos compuestos, causando impactos negativos hacia la salud humana y el medio ambiente (Arias, 2017). Uno de los derivados de dichos contaminantes es el aceite residual automotriz (ARA), el cual es clasificado como un residuo peligroso (RP) del sector automotriz (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2018), siendo uno de los principales sectores de generación de RP en el mundo, en México y en el Estado de Zacatecas. El objetivo de este estudio consistió en evaluar la bioestimulación con lombricomposta y enzimas para la remediación de suelos contaminados con ARA.

Se realizó el muestreo de un suelo agrícola de interés en el municipio de Zacatecas (Zacatecas, México). Se realizaron 3 lotes de tratamiento con 3 ensayos cada uno con una concentración inicial de ARA de 10,000 mg/Kg base seca, siendo dichos ensayos: bioestimulación con lombricomposta y enzimas, bioestimulación con lombricomposta, y atenuación natural (sin la adición de lombricomposta ni enzimas), usando este último como blanco o prueba control. La cantidad de enzimas adicionada fue a una concentración del 3 % (p/p), y la de lombricomposta de 10% (p/p). Semanalmente se realizó la determinación de la concentración de ARA vía Soxhlet durante 7 semanas para evaluar la cantidad de ARA remanente en el suelo.

Los resultados arrojaron un porcentaje de remoción de ARA del 99.90 % para el caso de la bioestimulación con lombricomposta y enzimas, para el de lombricomposta se obtuvo un porcentaje de remoción de 78.61 %, y para el de atenuación natural 7.43 %. Dichas concentraciones alcanzaron sus límites máximos permisibles, a excepción del usado como blanco, de acuerdo con el uso del suelo de este, con base en lo establecido en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 (SEMARNAT, 2013).

La bioestimulación con lombricomposta y enzimas lograron ser una tecnología factible para la remediación de suelos contaminados con ARA, favoreciendo la remoción de este en el suelo en un corto tiempo y puede ser un tratamiento aplicable de manera *in situ* y *ex situ*.

## Referencias

- Arias, J. A. V. (2017). Contaminación de suelos y aguas por hidrocarburos en Colombia. Análisis de la fitorremediación como estrategia biotecnológica de recuperación. Revista de investigación Agraria y Ambiental, 8(1), 151-167. <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/articulo/view/1846/2227>
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, (2018). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Diario Oficial de la Federación, México. [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263\\_190118.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_190118.pdf)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT], (2013). NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación. Diario Oficial de la Federación, México. [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5313544&fecha=10/09/2013](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5313544&fecha=10/09/2013)

## Evaluación de la problemática ambiental del pez Diablo y su aplicación para remoción de contaminantes del agua

Marisol Castro Cárdenas<sup>1\*</sup>, Nahum A. Medellín Castillo<sup>2\*</sup>, Cristóbal Aldama Aguilera<sup>3</sup>, Roberto Leyva Ramos<sup>4</sup>, Raúl González García<sup>5</sup>

<sup>1,2,3</sup>Centro de Investigación y Estudios de Posgrado, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Dr. Manuel Nava No. 8, 78290, San Luis Potosí, S.L.P., México

<sup>4,5</sup>Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Dr. Manuel Nava No. 6, 78210 San Luis Potosí, S.L.P., México.

\*Autor de correspondencia: [marisol.caste@gmail.com](mailto:marisol.caste@gmail.com)

El pez diablo es una especie invasora que afecta diversos cuerpos de agua de México y tienen cerca de 65% de hueso por lo que es una especie poco atractiva para la pesca (Mendoza, 2015). Estudios previos han destacado el gran potencial de los carbonizados de huesos para remover metales pesados, fármacos y pesticidas del agua (Ebrahimi, 2013; Martins, 2017). En esta investigación se busca determinar las variables óptimas para la síntesis de carbonizado de hueso de pez diablo, con el objetivo de utilizar estos materiales en la remoción de F<sup>-</sup>, Cd (II), Triclosán y Fenilefrina del agua.

Para la síntesis de los carbonizados se estableció un Diseño experimental D-Optimal mediante el software Design Expert 7.0.0. Las variables del diseño fueron: A-Temperatura, B-Tiempo y C-Tipo de Gas. Los huesos se sometieron a un proceso de pirólisis en un horno tubular marca Carbolite. Se realizaron pruebas de adsorción en lote durante 7 días a pH de 7 y 25 °C. La masa del contaminante adsorbido se calculó por un balance de masa y se analizaron los modelos por medio de ANOVA para optimizarlos y obtener las mejores condiciones de síntesis. Asimismo, se realizó la caracterización fisicoquímica y superficial de los materiales.

Se obtuvieron rendimientos del 60 al 75% y se encontró que el Punto de Carga Cero (PCC) es dependiente de la Temperatura, además se presentó variación en el color del carbonizado con las diferentes condiciones. De acuerdo con los ANOVA, tanto el modelo como los factores A-Temperatura y C-Tipo de Gas tienen efectos significativos en la capacidad de adsorción de F<sup>-</sup>, Cd (II), Triclosán y Fenilefrina. También, se obtuvieron los valores optimizados de las variables para los modelos cuadráticos de cada contaminante.

El tiempo no presenta efectos significativos sobre la capacidad de adsorción de los diversos contaminantes y la optimización de los modelos cuadráticos demuestra que el N<sub>2</sub> proporciona mejores resultados. Finalmente, se puede concluir que el carbonizado de hueso puede ser empleado para la remoción de F<sup>-</sup>, Cd (II), Triclosán y Fenilefrina.

## Referencias

- Ebrahimi, A. et al. (2013) 'Fish Bone as a Low-Cost Adsorbent for Dye Removal from Wastewater: Response Surface Methodology and Classical Method', *Environmental Modeling and Assessment*, 18(6), pp. 661–670. doi: 10.1007/s10666-013-9369-z.
- Martins, J. L., Orfão, J. J. M. and Soares, O. S. G. P. (2017) 'Sorption of copper, nickel and cadmium on bone char', *Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces*. Maik Nauka Publishing / Springer SBM, 53(4), pp. 618–627. doi: 10.1134/S2070205117040153.
- Mendoza, R., Luna, S. and Aguilera, C. (2015) 'Risk assessment of the ornamental fish trade in Mexico: analysis of freshwater species and effectiveness of the FISK (Fish Invasiveness Screening Kit)', *Biological Invasions*. Springer International Publishing, 17(12), pp. 3491–3502. doi: 10.1007/s10530-015-0973-5.

## Conversión electroquímica de glicerol crudo para la generación de productos de valor agregado

María Samantha De la Torre-Vega<sup>1</sup>, Ali Khosravanipour-Mostafadeh<sup>2</sup>, Patrick Drogui<sup>2</sup>, Luis Alonso Leyva-Soto<sup>1</sup>, Pablo Gortares Moroyoqui<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. 5 de febrero 818 sur, Ciudad Obregón, Sonora, México. CP. 85000.

<sup>2</sup>Institut National de la Recherche Scientifique (INRS), Centre-Eua Terre Environnement (ETE), Université du Québec, 490 Rue de la Couronne, Québec (QC), Canada G1K 9A9.

\*Autor de correspondencia: [pablo.gortares@itson.edu.mx](mailto:pablo.gortares@itson.edu.mx)

Los aumentos en la producción de biodiesel y la demanda de productos oleoquímicos han llevado a la generación de grandes cantidades de glicerol crudo (GC), que ha dado lugar a nuevos desafíos en cuanto a su uso sostenible (Aroua *et al.*, 2020). Lee et al., (2016) mencionan que hasta la fecha muchos trabajos se han centrado en transformar el glicerol (GLI) en productos de valor agregado (PVA), como acroleína, dihidroxiacetona (DHA), ácido láctico y entre otros. Se han desarrollado diversos procesos para producirlos, tales como pirólisis, gasificación, oxidación selectiva, procesos biológicos, esterificación, acetilación e hidrogenólisis. Sin embargo, la conversión de glicerol crudo en PVA por un enfoque electroquímico no ha sido suficientemente reportada (Humson y Salia, 2013). En esta investigación se estudió la conversión de glicerol crudo a PVA a partir de una técnica electroquímica.

Se utilizó la metodología de Humson y Salia (2013), el GC fue filtrado para eliminación de partículas sólidas finas. Posteriormente se llevó a cabo la conversión en una celda electrolítica de una capacidad de 0.5 L. Los experimentos se realizaron en lote (36 tratamientos), teniendo un espacio entre los electrodos de 1 cm. La solución dentro de la celda se logró mediante una agitación a 600 rpm. Los electrodos que se utilizaron Ti/IrO<sub>2</sub>, Pt/Ti y Pt (ánodo) y acero inoxidable (SS) (cátodo), utilizando como solución electrolítica medio alcalino (NaOH) y medio ácido (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y HCl), también usando diferente intensidad de corriente (IC) de 0.1 a 0.4 A. Se tomaron muestras por duplicado de cada tratamiento a las 0, 2, 6, 8, 22 y 24 h. Las muestras se analizaron por cromatografía líquida acoplada a espectrofotometría de masas para la identificación de hidroxacetona (acetol), DHA, glicidol (GLD). Cromatografía iónica de alta resolución fue utilizada para identificación y cuantificación de ácido fórmico, ácido láctico, ácido acético.

El electrodo de Ti/IrO<sub>2</sub> logró obtener la mayor concentración de ácidos orgánicos en solución alcalina (NaOH); el electrodo de Pt/Ti tuvo mayor producción de DHA y GLD en solución ácida (HCl) (en comparación con el mismo electrodo y con diferente solución ácida H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) e hidroxacetona en solución alcalina. Y el electrodo de Pt tuvo una mejor producción de DHA utilizando HCl como solución electrolítica con una diferencia de 1.5g/L al uso de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. La mayor producción de ácidos orgánicos se obtuvo a las 24 horas a una IC de 0.4 A.

Se logró la conversión electroquímica del GC tratado en varios productos de valor agregado como DHA, GLD y acetol, fueron en las diferentes soluciones (alcalina o ácida), diferente IC para obtención de su selectividad y rendimiento.

### Referencias

- Aroua, M.K. & Cognet, P. (2020). Editorial: From Glycerol to Value-Added Products. *Front. Chem.* 8 (69).  
 Humson, M., & Salla, P. (2013). Product Distribution of Electrochemical Conversion of Glycerol via Pt Electrode: Effect of Initial pH. *Int. J. Electrochem. Sci.* 8, 11288-11300.  
 Lee, C. S. (2016). Study of glycerol electrochemical conversion into added-value compounds. (Doctoral dissertation), Université de Toulouse, Toulouse, France.

## Uso de hidroxiapatita derivada de pez Pleco como catalizador heterogéneo en la síntesis de biodiésel

Alejandra Rojas Frias<sup>1\*</sup>, Nahum Andrés Medellín Castillo<sup>1,2</sup>, Joana Maia Moreira Dias<sup>3</sup>, Rogelio Flores Ramírez<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Manuel Nava 201, C.P.78290, S.L.P., S.L.P.

<sup>2</sup>Centro de Investigación y Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Dr. Manuel Nava No. 8, Col., C.P. 78290, SLP, S. L. P.

<sup>3</sup>Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, LEPABE, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Rua Dr. Roberto Frias S/N 4200-462, Porto, Portugal.

<sup>4</sup>Coordinación para la Innovación y la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Sierra Leona 550, C.P. 78210. S.L.P., S.L.P.

\*Autor de correspondencia: [rojas.frias.alejandra@gmail.com](mailto:rojas.frias.alejandra@gmail.com)

El biodiésel (metil-ésteres de ácidos grasos o FAME) es una alternativa renovable para reducir la dependencia al diésel fósil, se obtiene de una fuente renovable como aceites vegetales o grasas animales. Es producido mediante una reacción de transesterificación en la cual los triglicéridos reaccionan con un alcohol de cadena corta en la presencia de un catalizador, dando como resultado una mezcla de FAME y glicerol. Los catalizadores en fase homogénea (ácidos o bases fuertes) son los más utilizados ya que brindan un porcentaje de conversión alto en poco tiempo; sin embargo, su uso provoca graves problemas ambientales asociados a los procesos de purificación de los productos finales (Chakraborty et al., 2011). Debido a esto, se ha incrementado la búsqueda de catalizadores heterogéneos, los cuales ofrecen la posibilidad de reutilizarlos y su fácil separación; en esta investigación se evalúa la producción de biodiesel catalizada por hidroxiapatita natural derivada de pez pleco para ofrecer una alternativa novedosa y de bajo costo; y que, además, contribuya a mitigar los impactos negativos que esta especie invasora ocasiona en México (Rashid et al., 2018; Vega et al., 2016).

Con la finalidad de remover las impurezas de los huesos, se sometieron a dos pretratamientos de limpieza: ebullición en agua desionizada y sumersión en acetona realizados de acuerdo con los procedimientos desarrollados por Nisar et al. (2017) y Khoo et al. (2015) respectivamente. Posteriormente los huesos fueron molidos hasta obtener una partícula fina y se sometieron a descomposición térmica (700-900°C) por un periodo de entre 3 y 5 h. La hidroxiapatita obtenida a 800°C (3h) fue modificada con NaNO<sub>3</sub> al 50% por medio de impregnación húmeda. La actividad catalítica de los materiales desarrollados se probó siguiendo la metodología para la producción de biodiesel descrita por Reyna-Villanueva et al. en 2019.

Los materiales desarrollados cuentan con actividad catalítica y permiten la obtención de biodiésel; el máximo rendimiento de reacción (9.55%) se obtuvo con la hidroxiapatita producida con el pretratamiento de agua desionizada y calcinado a 800°C por 5h; la impregnación con NaNO<sub>3</sub> logró incrementar el rendimiento a 84.5%. Estudios previos (Reyna-Villanueva et al., 2019) han reportado altos porcentajes de conversión (>96.5%) con catalizadores cuyo pH<sub>pzc</sub> es superior a 12; sin embargo, los materiales obtenidos en este estudio cuentan con un pH<sub>pzc</sub> entre 11.34-11.76, lo que puede explicar el bajo rendimiento obtenido; la impregnación húmeda logró incrementar la basicidad del material hasta obtener un pH<sub>pzc</sub> de 12.13.

La hidroxiapatita derivada de pez pleco tiene el potencial para ser un catalizador sustentable en la producción de biodiesel, ya que su uso contribuye a mitigar los efectos negativos que esta especie invasora ocasiona; y, al mismo tiempo genera ahorro de agua y energía en el proceso al eliminar los procesos de purificación del producto final asociados a los procesos catalizados homogéneamente.

## Referencias

- Chakraborty, R., Bepari, S., & Banerjee, A. (2011). Bioresource Technology Application of calcined waste fish (Labeo rohita) scale as low-cost heterogeneous catalyst for biodiesel synthesis. *Bioresource Technology*, 102(3), 3610–3618.
- Khoo, W., Nor, F. M., Ardhyantana, H., & Kurniawan, D. (2015). Preparation of Natural Hydroxyapatite from Bovine Femur Bones Using Calcination at Various Temperatures. *Procedia Manufacturing*, 2, 196–201.
- Nisar, J., Razaq, R., Farooq, M., Iqbal, M., Khan, R. A., Sayed, M., ... Rahman, I. ur. (2017). Enhanced biodiesel production from Jatropa oil using calcined waste animal bones as catalyst. *Renewable Energy*, 101, 111–119.
- Rashid, U., Soltani, S., Al-resayes, S. I., & Nehdi, I. A. (2018). Metal oxide catalysts for biodiesel production. In *Metal Oxides in Energy Technologies* (pp. 303–319). Elsevier Inc.
- Reyna-Villanueva, L. R., Dias, J., Medellín-Castillo, N. A., Ocampo-Pérez, R., Martínez-Rosales, J. M., Peñaflo-Galindo, T., & Álvarez Fuentes, G. (2019). Biodiesel production using layered double hydroxides and derived mixed oxides: The role of the synthesis conditions and the catalysts properties on biodiesel conversion. *Fuel*, 251(October 2018), 285–292.
- Vega, B., Ayala, L., Terán, G., Martínez, G., & Chávez, J. (2016). El pez diablo en México: Protocolo de prevención respuesta rápida y control. Universidad Autónoma Metropolitana.

## **Reducción y precipitación de Cromo (VI) contenido en aguas residuales a partir una biopelícula anaerobia [reduction and precipitation of Chromium (VI) content in wastewater from biofilm anaerobic]**

Marisol Gallegos García<sup>1\*</sup>, Luis Armando Bernal Jácome<sup>1</sup>, María Irene Liliana Gallegos García<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Dr. Manuel Nava No. 8, colonia Zona Universitaria Poniente, C.P. 78290, edificio P, San Luis Potosí, S.L.P.

\*Autor para correspondencia: [marisol.gallegos@uaslp.mx](mailto:marisol.gallegos@uaslp.mx)

Actualmente la contaminación del agua por cromo (VI) es debido por diferentes tipos de procesos como son: electropintado, curtido y teñido de piel, tratamientos de madera, entre otros, y debido a su alta toxicidad lo convierten en un punto de atención inmediato (Sahinkaya et al., 2012). Actualmente, el proceso de digestión anaerobia se ha convertido en una alternativa prometedora debido a que las bacterias anaerobias son capaces de reducir el potencial oxido-reducción, entre -200 y -300 mV y bajo éstas las condiciones es posible reducir el Cr (VI) a Cr (III) y precipitarlo en forma de hidróxido de cromo. El objetivo de este trabajo es evaluar la reducción y precipitación de cromo (VI) contenido en aguas residuales, mediante una biopelícula anaerobia en un reactor de Lecho Fluidificado Inverso, como una tecnología económicamente viable para la reutilización del agua proveniente de efluentes industriales.

Se utilizó un reactor LFI y se inoculo con lodo granular y como soporte polietileno de baja densidad para la formación de la biopelícula (Gallegos *et al.*, 2009), se operó durante 92 días con un tiempo de residencia hidráulico de 1 día y una carga orgánica de 1 g DQO/L utilizando etanol como sustrato y una concentración de 20 a 100 mg/L de cromo (VI). Para evaluar su eficiencia y operación se determinó en el efluente DQO, pH, potencial oxido-reducción (ORP), alcalinidad y cromo por absorción atómica. El precipitado formado se analizó mediante difracción de rayos X (DRX), microscopia electrónica de barrido (MEB).

Durante la operación del reactor se obtuvieron valores de ORP de hasta -300 mV lo que nos confirmó condiciones anaerobias en el sistema. La eficiencia de reducción de cromo (VI) a cromo (III) alcanzó valores de 85 a 63% en la concentración de 20 y 100 mg/L. La eficiencia de remoción de DQO se mantuvo alrededor de un 87%, lo que nos confirma la formación de una biopelícula anaerobia resistente al cromo. El análisis de difracción de rayos X y microscopia electrónica de barrido confirmaron la presencia de cromo en el precipitado recuperado del reactor.

En base a los resultados obtenidos podemos concluir que la biopelícula fue capaz de reducir el cromo (VI) a Cr (III) y su precipitación como Cr(OH)<sub>3</sub> como se planteaba en el objetivo. Por lo que podemos decir que el uso de bacteria anaerobias puede llegar a ser un proceso económicamente viable para la remoción del metal y el reusó del agua.

## **Referencias**

- Gallegos-García, M., Celis.García, L.B., Rangel.Méndez, R., Razo-Flores, E. (2009). Precipitation and recovery of metal sulfides from metal containing acidic wastewater in a sulfidogenic down-flow fluidized bed reactor, *Biotecnol. Bioeng.* 102: 91-99.
- Sahinkaya E., Kilic, A., Altun, M., Komnitsas, K., Lens, P.N.L. (2012). Hexavalent Chromium reduction in a sulfur reduction packed-bed bioreactor. *J. Hazard. Mater.* 219: 253-259.

## Diseño e implementación de una sonda multiparamétrica de bajo costo para evaluar las variaciones temporales en calidad del agua dentro de un sistema de lagunar estuarino

Rivas Marquez Juan Adolfo<sup>1\*</sup>, Méndez Barroso Luis Arturo<sup>2,3</sup>, Sosa Tinoco Ian<sup>3,4</sup>, Robles Morúa Agustín<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Maestría en Ciencias en Recursos Naturales. Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón, Sonora, México.

<sup>2</sup>Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente. Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón, Sonora, México.

<sup>3</sup>Laboratorio Nacional de Resiliencia Costera, Sede Noroeste, Ciudad Obregón, Sonora, México.

<sup>4</sup>Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón, Sonora, México.

\*Autor para correspondencia: [rivas.jarm27@gmail.com](mailto:rivas.jarm27@gmail.com)

La medición de variables fisicoquímicas para inferir la calidad del agua es importante ya que ayudan a determinar la distribución y abundancia de organismos acuáticos, así como problemas relacionados con la contaminación (Bugica et al., 2020; Howes et al., 2002). Hoy en día, el uso de sondas electrónicas es el método más factible para el monitoreo de variables fisicoquímicas de manera continua debido a la facilidad en la medición y almacenamiento de datos con alta resolución temporal (Gikas et al., 2006). Sin embargo, la mayoría de las sondas grado científico que se encuentran en el mercado tienen un costo elevado, haciéndolas asequibles solo a algunas instituciones o proyectos con altos presupuestos (Lithgow et al., 2017). En la última década, el desarrollo de sondas de bajo costo, basadas en la integración con plataformas de código abierto, ha permitido el monitoreo continuo de estas variables a un costo reducido y ofreciendo buena precisión (Mao et al., 2019; Williams, 2019). En este trabajo se ha desarrollado una sonda multiparamétrica de bajo costo (SMBC) para el monitoreo continuo de parámetros fisicoquímicos del agua en un estuario ubicado en el Noroeste de México. La SMBC integra diferentes sensores a un microcontrolador Arduino Nano para la medición de diferentes parámetros como: Conductividad Eléctrica (CE), Sólidos Disueltos Totales (SDT), Oxígeno Disuelto (OD), pH, Salinidad (Sal), Temperatura del agua (Ta) y Nivel de marea (Nm). Con el fin de validar el desempeño de la SMBC, se compararon los valores de las variables fisicoquímicas con los registrados por una sonda multiparamétrica de grado científico (YSI-EXO3) por un período de 45 días (Agosto a Octubre, 2019). Los resultados muestran que la SMBC tiene un excelente desempeño en Ta, Nm y CE con coeficientes de correlación de Pearson que van desde 0.48 a 0.98 (CE =  $p < 0.001$ , mientras Ta y Nm =  $p < 0.05$ ). Por otro lado, OD y Sal tuvieron un desempeño aceptable con coeficientes de correlación de Pearson de 0.31 y 0.43 ( $p < 0.001$ ) respectivamente. No obstante, SDT mostró una mayor discrepancia (aunque la correlación fue significativa) que puede atribuirse al modelo aplicado para la conversión de CE a SDT. Alternativamente, la discrepancia entre mediciones puede explicarse a razones ambientales como bloqueo de los electrodos por acumulación de sedimentos y/o bioincrustación (Delauney et al., 2010). En general, la SMBC desarrollada en este trabajo obtuvo un buen desempeño, mostrando alta precisión en todas las variables (buena exactitud en Ta y Nm) y excelente capacidad de monitorear continuamente a frecuencia de muestreo de una hora. La SMBC demostró ser una alternativa viable para el establecimiento de observatorios costeros debido a su buen desempeño y a su accesible precio de producción en comparación con sondas similares disponibles en el mercado.

### Referencias

- Bugica, K., Sterba-Boatwright, B., & Wetz, M. S. (2020). Water quality trends in Texas estuaries. *Marine Pollution Bulletin*, 152, 110903.
- Delauney, L., Compere, C., & Lehaitre, M. (2010). Biofouling protection for marine environmental sensors. *Ocean Science*, 6(2), 503.
- Gikas, G. D., Yiannakopoulou, T., & Tsihrintzis, V. A. (2006). Water quality trends in a coastal lagoon impacted by non-point source pollution after implementation of protective measures. *Hydrobiologia*, 563(1), 385-406.
- Howes, T., Lemckert, C., & Moss, A. (2002). Long term monitoring of estuarine water quality: Brisbane River turbidity. *Water*, 29(6), 37-39.
- Lithgow, D., L. S. Esteves, M. L. Martínez, R. Martell, G. D. Rivillas, P. Winckler, J. D. Osorio-Cano, P. Moreno-Casasola, A. F. Osorio, E. Mendoza, P. Pereira, A. Campos C., G. Castillo Campos y R. Silva, 2017. Las zonas costeras ante el cambio climático: la infraestructura verde como estrategia para disminuir la vulnerabilidad de la costa de Latinoamérica. p. 465-476. En: Botello A.V., S. Villanueva, J. Gutiérrez y J.L. Rojas Galaviz (eds.). Vulnerabilidad de las zonas costeras de Latinoamérica al cambio climático
- Mao F, Khamis K, Krause S, Clark J and Hannah DM (2019) Low-Cost Environmental Sensor Networks: Recent Advances and Future Directions. *Front. Earth Sci.* 7:221. doi: 10.3389/feart.2019.00221
- Williams, D. E. (2019). Low Cost Sensor Networks: ¿How Do We Know the Data Are Reliable? *ACS sensors*, 4(10), 2558-2565.

## Efecto de diferentes condiciones de cultivo en composición química y parámetros de crecimiento de *Nannochloropsis oculata* para su posible uso como biosorbente de contaminantes

Rocío Janeth Aguilar-Ruiz<sup>1</sup>, María del Rosario Martínez-Macias<sup>2\*</sup>, Dalia Isabel Sánchez-Duarte<sup>1</sup>, Jaime López-Cervantes<sup>1</sup>, Omar Nateras-Ramírez<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora, Cd. Obregón Sonora, 85100, México.

<sup>2</sup>Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora, Cd. Obregón Sonora, 85100, México.

\*Autor para correspondencia: [rosario.martinez@itson.edu.mx](mailto:rosario.martinez@itson.edu.mx)

Las microalgas son consideradas una tecnología prometedora para la extracción de compuestos de alto valor nutricional y biotecnológico. Es por ello la importancia de conocer su composición y el desarrollo de estas. Las microalgas producen compuestos complejos con un alto contenido como: proteínas, lípidos ricos en ácidos grasos insaturados, ácidos nucleicos, carbohidratos, vitaminas hidrosolubles, pigmentos y minerales (Mobin and Alam 2017). Además, se caracterizan por contar con altas tasas de crecimiento, y algunas especies conocidas pueden duplicarse repetidas veces en el día, por lo que, contienen altos rendimientos de biomasa (Arenas et al. 2017). Por lo tanto, en el presente estudio se evaluó el efecto de diferentes medios de cultivo en la composición química y los parámetros de crecimiento de *Nannochloropsis oculata*.

*N. oculata* CIB75 fue cultivada a diferentes intensidades de luz, luz alta a  $400 \mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$  y luz baja a  $80 \mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$  las 24 horas, en fotobiorreactores tubulares con agua de mar estéril por 21 días. Cada sistema fue evaluado con dos medios de cultivo, medio algal (Fábregas et al. 1985) y el medio f/2 de Guillard (Guillard and Ryther 1962); adicionados cada 72 horas. Se determinó la densidad celular ( $\text{cel mL}^{-1}$ ), la productividad (PB, en  $\text{g L}^{-1} \text{d}^{-1}$ ) y la tasa específica de crecimiento ( $\mu$ , en  $\text{d}^{-1}$ ). La biomasa se recuperó por centrifugación y fue secada por liofilización, finalmente para conocer su composición bioquímica y productividad.

Los resultados para *N. oculata*, mostraron que los cultivos con intensidades de luz alta y con el medio f/2 de Guillard, alcanzaron una densidad mayor en comparación con el resto de los tratamientos a diferentes condiciones de cultivo. En investigaciones como del Rosario Martínez-Macias *et al.* (2019) demostraron que utilizando el medio algal obtuvieron mayores densidades celulares ( $525 \pm 1.84 \times 10^6 \text{ cel mL}^{-1}$ ) a  $200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ; en cuanto a la velocidad específica de crecimiento se obtuvieron los valores más altos para cultivos con intensidades de luz baja con medio f/2 de Guillard. Mientras que, para los análisis de porcentaje de lípidos los cultivos con intensidades de luz alta con la adición con el medio f/2 Guillard se obtuvo un porcentaje mayor a diferencia con el resto de los tratamientos.

Los resultados indicaron que la microalga marina *N. oculata* es capaz de desarrollarse en diferentes medios de cultivo con condiciones de luz variables. Como resultado notable, se demostró a través de la cinética de crecimiento para *N. oculata* que los cultivos a intensidades de luz baja tiene una fase de adaptación prolongada a diferencia de los cultivos con intensidades de luz alta. Es importante resaltar que el género y especie de las microalgas es un factor importante para el comportamiento de los cultivos y para extraer compuestos de alto valor tanto nutricional como biotecnológico.

## Referencias

- Arenas E, Rodríguez Palacio M, Juantorena A, Fernando S, Sebastian P (2017) Microalgae as a potential source for biodiesel production: techniques, methods, and other challenges. International Journal of Energy Research 41:761-789.
- Fábregas J, Herrero C, Cabezas B, Abalde J (1985) Mass culture and biochemical variability of the marine microalga *Tetraselmis suecica* Kylin (Butch) with high nutrient concentrations. Aquaculture 49:231-244.
- Guillard RR, Ryther JH (1962) Studies of marine planktonic diatoms: I. *Cyclotella nana* Hustedt, and *Detonula confervacea* (Cleve) Gran. Canadian journal of microbiology 8:229-239.
- Martínez-Macias, M., et al., 2019. Uptake of copper from acid mine drainage by the microalgae *Nannochloropsis oculata*. Environmental science and pollution research international.
- Mobin S, Alam F (2017) Some promising microalgal species for commercial applications: A review. Energy Procedia 110:510-517.

## Mejora de la calidad del efluente de un sistema anaerobio mediante un sistema combinado de biopelícula y carbón activado granular

Rita Daniela García Valdez<sup>1</sup>, Perla Alejandrina González Tineo<sup>1</sup>, Denisse Serrano Palacios<sup>1\*</sup>, Claudia Irene Chaidez Beltran<sup>1</sup>, Cindy Gabriela Valenzuela Pazos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Sonora. Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente  
Cd. Obregón, Sonora, C.P. 85210, México.

\*Autor para correspondencia: [Denisse.serrano@itson.edu.mx](mailto:Denisse.serrano@itson.edu.mx)

La industria porcina se ha convertido en fuente de aguas residuales con altas cargas orgánicas y nutrientes como el nitrógeno en forma de amonio, siendo este último un problema debido a que se oxida a nitrato facilitando su movimiento a aguas superficiales favoreciendo la eutrofización de estos cuerpos. Comúnmente, las granjas porcinas emplean lagunas anaerobias para el tratamiento de sus efluentes a pesar de no ser eficientes para remover formas nitrogenadas. El objetivo de este estudio es determinar la concentración de Carbón Activado Granular (GAC) que debe ser utilizada en un sistema de biopelícula para maximizar la remoción de macrocontaminantes provenientes del efluente de un sistema UASB.

En el presente estudio se emplearon dos reactores aerobios de 1.5 L de capacidad cada uno, separados en dos secciones por una malla, ambos empacados con anillos de polietileno tipo Rasching en la parte inferior, uno de ellos adicionado con GAC en la parte superior (reactor 1) a distintas concentraciones (1 y 5 g/L) por etapa de operación, y el otro sin GAC utilizado como control (reactor 2). Los sistemas fueron operados bajo condiciones de operación de Tiempo de Residencia Hidráulico (TRH) entre  $11.55 \pm 0.55$  h, con caudal de 0.132 L/h y una concentración promedio de O<sub>2</sub> de 3.34 mg/L.

Los resultados arrojan que a una mayor concentración de GAC se logra una mayor reducción de materia orgánica (DQO) al igual que las formas nitrogenadas presentes en el efluente de un sistema anaerobio. Los sistemas metalogénicos resultan no ser eficiente en remoción de formas nitrogenadas, un ejemplo de esto es reportado por Karakashey et al. (2008) con eficiencias de remoción  $\leq 11\%$  en un reactor UASB. Por otra parte, Xing et al., (2008) reportan remoción de materia orgánica (DQO) de 92.85 % utilizando una concentración de GAC de 5 g/L, lo que coincide con este trabajo. La siguiente tabla muestra un resumen de las concentraciones de diversos contaminantes en influente y efluentes del sistema GAC, la calidad de los efluentes cumple con las normas NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-003-SEMARNAT-1997.

Parámetro	Influente	Etapa I (1 g/L)		Etapa II (5 g/L)	
		Reactor 1 (Con GAC)	Reactor 2 (sin GAC)	Reactor 1 (Con GAC)	Reactor 2 (Sin GAC)
DQO (mg/L)	236±94	73.58±67	92±53	62.41±38.2	66.84±39.23
Amonio (mg/L)	65.77	2.24±2.61	2.26±1.93	0.37±0.37	0.38±0.4
Nitritos (mg/L)	3.6±1.2	1.09±0.9	1.01±0.73	0.148±0.32	0.07±0.1
Nitratos (mg/L)	5.2±1.2	24.9±19	32.2±16.4	54.21±76.52	61.63±79.69

### Referencias

- Karakashev, D., Schmidt J. E., & Angelidaki, I. (2008). Innovative process scheme for removal of organic matter, phosphorus and nitrogen from pig manure. *Water Research*, 42: 4083-4090.
- Xing, W., Ngo, H. H., Kim, S. H., Guo, W. S., & Hagar, P. (2008). Adsorption and bioadsorption of granular activated carbon (GAC) for dissolved organic carbon (DOC) removal in wastewater. *Bioresource technology*, 99(18), 8674-8678.

## Eliminación de aminas aromáticas (*p*-cresidina y anilina) en un proceso anaerobio en presencia de glucosa y oxígeno

Mónica Ycela Silva Romero<sup>1\*</sup>, Ruth Gabriela Ulloa Mercado<sup>1</sup>, Ana Ma. Rentería Mexía<sup>1</sup>, Lourdes Mariana Díaz Tenorio<sup>1</sup>, Edna Rosalba Meza Escalante<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias,

<sup>2</sup>Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de Febrero 818, C.P. 85000 Ciudad Obregón, Sonora, México

\*Autor de correspondencia: [msilva\\_9524@hotmail.com](mailto:msilva_9524@hotmail.com)

La producción mundial de colorantes sintéticos (CS) se estima en 7 millones de toneladas/año, la cual es generada por diversas industrias <sup>[1]</sup> que utilizan principalmente colorantes de tipo azo, los cuales cuentan con la presencia de un grupo cromóforo -N=N-, y corresponden al 70% en el mercado global [2]. Al ser reducido el enlace azo, se generan aminas aromáticas (AA), reportadas como más tóxicas y cancerígenas que la molécula de color [3]. Del 10-15% del CS es desechado en las aguas residuales por la incompleta fijación del color. Los grandes volúmenes de descargas de aguas residuales son vertidos en ecosistemas acuáticos, ocasionando problemas ambientales y de salud [4]. Actualmente, las técnicas fisicoquímicas para degradar CS y AA resultan ser insuficientes y poco viables [5]. Consiguientemente, el objetivo del presente trabajo fue remover el colorante Rojo Allura (RA) y las AA anilina y *p*-cresidina mediante cinéticas de biodegradación anaerobia en presencia de oxígeno disuelto (OD) y glucosa como co-sustrato. La biomasa utilizada se colectó de un reactor UASB industrial de una cervecería local. Se realizaron cinéticas de degradación bajo condiciones anaerobias, en las que se evaluó el efecto de bajas concentraciones de OD (0.3 mg/L) y glucosa (25 mg/L). La producción de biogás se determinó por el método de desplazamiento. Los métodos analíticos se realizaron conforme a los métodos estándares (APHA 2005), la detección y cuantificación de color mediante espectrofotometría UV-visible y las AA por cromatografía de líquidos de alta resolución. SPSS fue el software utilizado para identificar la diferencia estadísticamente significativa. Los porcentajes de eliminación de RA fueron de  $92.60 \pm 1.31$  a  $97.08 \pm 1.51$  % siendo el mayor valor para C3 (0.3 mg/L de OD y 25 mg/L de glucosa), sin embargo, no hay diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos. El uso de glucosa no tuvo efecto significativo y fue un comportamiento similar a otros estudios [4]. En relación con las AA, la anilina se detectó al darse la decoloración y se observó aumento de la concentración transcurrido el tiempo, por su parte, *p*-cresidina disminuyó su concentración con el tiempo, pudiéndose atribuir la oxidación de los anillos aromáticos al entrar en contacto con OD como reporta Menezes *et al.* [6] al trabajar con AA. La producción de biogás se llevó a cabo principalmente durante las primeras horas de degradación de RA, lo cual indica que la biomasa lleva a cabo su actividad metanogénica durante la ruptura del enlace azo [7]. El mecanismo de acción de bacterias metanogénicas con bajas dosis de OD favoreció la degradación de RA, se obtuvo eliminación promedio de  $94.90 \pm 2.60$  % de RA y disminución  $44.87 \pm 28.03$  % de *p*-cresidina. Anilina no fue posible removerla durante los tiempos de prueba realizados.

## Referencias

- Xu, H., Yang, B., Liu, Y., Li, F., Shen, C., Ma, C., Tian, Q., Song, X., & Sand, W. (2018). Recent advances in anaerobic biological processes for textile printing and dyeing wastewater treatment: a mini-review. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 34(11), 1–9. <https://doi.org/10.1007/s11274-018-2548-y>
- Baëta, B. E. L., Aquino, S. F., Silva, S. Q., & Rabelo, C. A. (2012). Anaerobic degradation of azo dye Drimaren blue HFRL in UASB reactor in the presence of yeast extract a source of carbon and redox mediator. *Biodegradation*, 23(2), 199–208. <https://doi.org/10.1007/s10532-011-9499-4>
- Shah, M. P. (2020). Microbial Bioremediation. En *Microbial Biodegradation and Bioremediation*. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-800021-2.00001-7>
- Hakimelahi, M., Moghaddam, M. R. A., & Hashemi, S. H. (2012). Biological treatment of wastewater containing an azo dye using mixed culture in alternating anaerobic/aerobic sequencing batch reactors. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 17(4), 875–880. <https://doi.org/10.1007/s12257-011-0673-7>
- Holkar, C. R., Jadhav, A. J., Pinjari, D. V., Mahamuni, N. M., & Pandit, A. B. (2016). A critical review on textile wastewater treatments: Possible approaches. *Journal of Environmental Management*, 182, 351–366. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.07.090>
- Menezes, O., Brito, R., Hallwass, F., Florêncio, L., Kato, M. T., & Gavazza, S. (2019). Coupling intermittent micro-aeration to anaerobic digestion improves tetra-azo dye Direct Black 22 treatment in sequencing batch reactors. *Chemical Engineering Research and Design*, 146, 369–378. <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2019.04.020>
- Alvarez, L. H., Valdez-Espinoza, R., García-Reyes, R. B., Olivo-Alanis, D., Garza-González, M. T., Meza-Escalante, E. R., & Gortáres-Moroyoqui, P. (2015). Decolorization and biogas production by an anaerobic consortium: Effect of different azo dyes and quinoid redox mediators. *Water Science and Technology*, 72(5), 794–801. <https://doi.org/10.2166/wst.2015.284>

## Biosíntesis de nanoestructuras de plata con residuos de nixtamal

Fernando Díaz Monge<sup>2</sup>, Abdu Orduña Díaz<sup>1</sup>, Alejandro Rodríguez Juárez<sup>2</sup>, Marlon Rojas López<sup>1</sup>, Orlando Zaca Moran<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional, CIBA-Tlaxcala, C.P. 90700 Tepetitla, Tlaxcala, México.

<sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México. Campus Tlaxco, academia de materiales, Predio Cristo Rey Ex Hacienda de Xalostoc s/n C.P.90271 Tlaxco, Tlaxcala, México.

\*Autor de correspondencia: [orlandozaca@hotmail.com](mailto:orlandozaca@hotmail.com)

Biosintetizar con plantas, hongos o bacterias producen nanoestructuras con diferente morfología, como por ejemplo los biosintetizados por extractos vegetales que pueden formar nanopartículas triangulares [1], pero aún no se ha explorado residuos como el producido por el proceso de nixtamalización para biosintetizar nanoestructuras, el cual es el objetivo de este trabajo [1]

El residuo de nixtamal (nejayote) se dejó precipitar para separar los sólidos suspendidos, el sobrenadante fue recuperado para su liofilización. Para la biosíntesis de nanopartículas de plata se utilizó nitrato de plata (AgNO<sub>3</sub>) de Sigma-Aldrich (con una pureza de 99.9999 %), como agente reductor se utilizó una disolución de Nejayote.

Para la biosíntesis se prepararon diferentes concentraciones de la disolución con respecto al peso del agente reductor (nejayote) manteniendo fijo al AgNO<sub>3</sub>, observando un incremento en la banda de absorción en 431 nm característico del plasmón de superficie en nanoestructuras de plata, indicando la formación de éstas durante la biosíntesis entre el AgNO<sub>3</sub> y el agente reductor, así como una banda en 302 nm característico del AgNO<sub>3</sub>[2], el agente reductor mostro 2 bandas de absorción en 287 y 410 nm asociado al cromóforo del ácido ferúlico presente en el pericarpio del grano de maíz, compuesto predominante en la solución de nejayote, ya que no se observan otras bandas asociados a algún otro compuesto. Se observó el efecto Tyndall producido por las nanoestructuras de Ag [3,4].

Se obtuvieron dendritas de plata utilizando nejayote liofilizado, con el proceso de sonicado se fragmentaron estas dendritas para obtener nanorodillos, por espectroscopia EDS se observaron elementos químicos como plata, oxígeno y carbón, por espectroscopia Uv-Vis se observó la banda característica del plasmon en 431 nm.

## Referencias

1. S.S. Shankar, A. Rai, B. Ankamwar, A. Singh, A. Ahmad, M. Sastry, Biological synthesis of triangular gold nanoprisms, *Nat. Mater.* 3 (2004) 482–488
2. A.L. Martínez-López, E. Carvajal-Millan, A. Rascón-Chu, J. Márquez-Escalante & K. Martínez-Robinson, Gels of ferulated arabinoxylans extracted from nixtamalized and non-nixtamalized maize bran: rheological and structural characteristics, *CyTA – Journal of Food*, 2013 Vol. 11, No. S1, 22–28
3. Shaochun Tang, Xiangkang Meng\*, Hongbin Lu, Shaopeng Zhu, PVP-assisted sonoelectrochemical growth of silver nanostructures with various shapes, *Materials Chemistry and Physics* 116 (2009) 464–468
4. Swanaa, J., Yanga, Y., Behnamb, M., Thompson, R. "An analysis of net energy production and feedstock availability for biobutanol and bioethanol". *Bioresource Technology* 2 (2011) 2112–2117.
5. X Shaochun Tang, Xiangkang Meng, Hongbin Lu, Shaopeng Zhu, PVP-assisted sonoelectrochemical growth of silver nanostructures with various shapes, *Materials Chemistry and Physics* 116 (2009) 464–468.

## Potencial biosurfactante y bioemulsificante de *Bacillus spp. halotolerantes* aisladas de cenotes de la Península de Yucatán.

Quetzally Pérez Regil<sup>1</sup>, Carina Álvarez Villagómez<sup>1</sup>, Sergio Gómez Cornelio<sup>2</sup>, Susana De la Rosa García<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Microbiología Aplicada, DACBiol, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, 86150, Villahermosa, Tabasco.

<sup>2</sup>Universidad Politécnica del Centro. 86290 Tabasco.

\*Autor de correspondencia: [susana.delarosa@ujat.mx](mailto:susana.delarosa@ujat.mx)

Dado que los sitios a remediar son escenario con condiciones limitantes para la mayoría de los microorganismos, la búsqueda en sitios poco explorados con condiciones extremas suele ser de interés en la búsqueda microorganismos productores de moléculas novedosas que funcionan bajo condiciones extremas (Elazzazy et al, 2015). En ese sentido los cenotes de la península de Yucatán son ambientes con características únicas debido a su origen y formación kárstico que alojan microorganismos que ha establecido diversos mecanismos para tolerar altas concentraciones de sal. Dada la escasa información del potencial que representan los cenotes en la búsqueda de novedosos metabolitos con actividad biosurfactante (BS) y bioemulsificante (BE) (Moreno-Pérez et al, 2019), se realizó un aislamiento dirigido para la selección de cepas bacterianas halotolerantes productoras de metabolitos secundarios con actividad dual BS y BE estables bajo condiciones de salinidad.

Se tomaron muestras de agua y sedimento de dos cenotes prístinos y se aislaron las bacterias por el método dilución usando diferentes medios. Se seleccionaron todas las cepas halotolerantes y se cultivaron en caldo soya tripticaseína por 72 h, los sobrenadantes libres de células (SLC) se utilizaron para evaluar la actividad BE usando como sustrato hexadecano y se calculó el IE<sub>24</sub> (Cooper & Goldenberg, 1987). La actividad BS se evaluó por quintuplicado usando la técnica de gota colapsada en microplacas (Bodour, et al, 1998), midiendo el tamaño de la gota (mm) y su morfología. A los SLC se les adicionó NaCl al 5 y 10% y se evaluó nuevamente la actividad BS y BE. Las cepas más activas se identificaron por biología molecular por amplificación del ARNr 16S (Weisburg, et al, 1991).

Se seleccionaron 116 cepas por su capacidad de crecer a salinidad  $\leq$  5%, de las cuales el 34% fueron capaces de producir emulsificaciones mayores al 50%. Destacaron 6 cepas del género *Bacillus* por mantener emulsificación estable aún después de tres meses de realizado los ensayos bajo condiciones de salinidad (5 y 10 %), incluso las emulsificaciones producidas de *B. siamensis* son más alta bajo condiciones de salinidad y actividad BS solo mostro ligeros cambios (Tabla 1). Diversos estudios señalan que las especies del género *Bacillus* son excelente productores y los responsables de la actividad BS son metabolitos de naturaleza lipopéptica (Liu et al, 2015), pero son escasos los reportes con actividad dual BS y BE. Los cenotes son una fuente prometedora de bacterias del género *Bacillus* con alta halotolerancia y con actividad dual BS y BE, aquí reportamos 6 cepas con un alto potencial en la bioremediación de hidrocarburos, capaces de mantener su actividad bajo condiciones de salinidad.

Tabla 1. Actividad Bioemulsificante y Biosurfactante estable de bacterias halotolerantes

Nombre	Tolerancia NaCl (%)	Bioemulsificante IE <sub>24</sub> (%)			Biosurfactante (mm)		
		NaCl (%)			NaCl (%)		
		0	5	10	0	5	10
<i>Bacillus sp.</i>	15	57.80	53.40	53.40	4.7	4.0	4.0
<i>B. siamensis</i>	15	39.17	60.84	55.96	6.7	6.1	6.1
<i>B. amyloliquefaciens</i>	15	56.11	54.90	52.80	5.6	4.0	4.0
<i>B. vallismortis</i>	12.5	57.73	60.94	54.95	3.0	3.0	3.0
<i>Bacillus sp.</i>	20	63.94	62.22	62.04	4.0	4.0	3.0
<i>Bacillus sp.</i>	10	63.57	62.89	61.16	3.0	3.0	3.0

## Referencias

- Elazzazy, A. M., Abdelmoneim, T. S., & Almaghrabi, O. A. (2015). Isolation and characterization of biosurfactant production under extreme environmental conditions by alkali-halophilic bacteria from Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 22(4), 466-475.
- Moreno-Pérez, P. A., Hernández-Téllez, M., Ramírez-Durán, N., Gamboa-Angulo, M., & Isaac-Olivé, K. (2019). Microorganisms and spatial distribution of the sinkholes of the Yucatan Peninsula, underestimated biotechnological potential? *Water and Environment Journal*.
- Cooper, D. G., & Goldenberg, B. G. (1987). Surface-active agents from two *Bacillus* species. *Applied and Environmental Microbiology*, 53(2), 224-229.
- Bodour, A. A., & Miller-Maier, R. M. (1998). Application of a modified drop-collapse technique for surfactant quantitation and screening of biosurfactant-producing microorganisms. *Journal of Microbiological Methods*, 32(3), 273-280.
- Weisburg, W. G., Barns, S. M., Pelletier, D. A., & Lane, D. J. (1991). 16S ribosomal DNA amplification for phylogenetic study. *Journal of bacteriology*, 173(2), 697-703.
- Liu, J. F., Mbadinga, S. M., Yang, S. Z., Gu, J. D., & Mu, B. Z. (2015). Chemical structure, property and potential applications of biosurfactants produced by *Bacillus subtilis* in petroleum recovery and spill mitigation. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(3), 4814-4837

## Efecto de la inoculación de un consorcio nativo de *Bacillus* y distintas dosis de nitrógeno aplicado sobre el rendimiento del trigo (*Triticum turgidum L. subsp. durum*) en el Valle del Yaqui, México

Jesús Guadalupe Navarro Moreno<sup>1</sup>, Fannie Isela Parra Cota<sup>2</sup>, Sergio de los Santos Villalobos<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de febrero 818, 85000, Cd. Obregón, Son., México.

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Norman E. Borlaug SN, Cajeme, 85000 Cd. Obregón, Son., México.

\*Autor de correspondencia: [sergio.delossantos@itson.edu.mx](mailto:sergio.delossantos@itson.edu.mx)

Según estudios, la población mundial alcanzará 9,700 millones de personas para el año 2050, y el reto de la agricultura es incrementar la producción de alimentos del 70 al 100% para lograr la seguridad alimentaria (FAO 2018). El uso de microorganismos promotores del crecimiento vegetal nativos representa una alternativa sustentable para la nutrición vegetal convencional, ya que incrementa la disponibilidad de los elementos de importancia agrícola y los rendimientos mientras se mantiene o incluso se mejora la biodiversidad del suelo (de los Santos-Villalobos *et al.*, 2018; Zahid *et al.*, 2015). El objetivo del presente trabajo fue cuantificar el efecto en el rendimiento y rasgos fisiológico de la inoculación de un consorcio nativo de *Bacillus*, bajo distintas dosis de nitrógeno, en el cultivo de trigo en el Valle del Yaqui.

El experimento se llevó a cabo en el Centro Experimental y Transferencia de Tecnología 910 (CETT 910) del Instituto Tecnológico de Sonora, ubicado en el Block 910 del Valle del Yaqui, Sonora; durante el ciclo otoño-invierno 2019-2020. Se utilizó la variedad de trigo duro CIRNO C2008 en condiciones de cielo abierto, siendo inoculado con un consorcio de bacterias nativas del género *Bacillus* sometido a tres distintas dosis de fertilización nitrogenada de 0, 50 y 100% respecto a la dosis utilizada en el Valle del Yaqui para el cultivo de trigo (240 kgN/ha), con cuatro réplicas.

El tratamiento con la dosis del 100% de nitrógeno aplicado resultaron con aumentos significativos en el rendimiento de grano, como lo reporta Grijalva-Contreras *et al.* (2016); sin embargo, el tratamiento con 50% de nitrógeno aplicado más el consorcio nativo de *Bacillus* obtuvo un índice de cosecha superior (23.88%), demostrando mayor eficiencia del uso de nutrientes por la planta debido al consorcio bacteriano utilizado (Robles-Montoya *et al.*, 2020).

La respuesta del cultivo de trigo a la inoculación del consorcio *Bacillus* bajo distintas dosis de nitrógeno mostró que el tratamiento con 50% de nitrógeno aplicado más el consorcio es capaz de mantener la producción de grano, reduciendo los costos de producción.

### Referencias

- FAO, F. (2018). The future of food and agricultural - Alternative pathways to 2050.
- Grijalva-Contreras, R. L., Robles-Contreras, F., Macías-Duarte, R., Santillano-Cázares, J., & Núñez-Ramírez, F. (2016). Nitrógeno en trigo y su efecto en el rendimiento y en la concentración de nitratos y potasio en el extracto celular de tallo (ECT). *Acta universitaria*, 26(5), 48-54.
- Moreno-Reséndez, A., Carda-Mendoza, V., Reyes-Carrillo, J. L., Vásquez-Arroyo, J., & Cano-Ríos, P. (2018). Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal: una alternativa de biofertilización para la agricultura sustentable. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 20(1), 68-83. <https://dx.doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v20n1.73707>
- Robles-Montoya, R. I., Chaparro-Encinas, L. A., Parra-Cota, F. I., & de los Santos-Villalobos, S. (2020). Mejorando rasgos biométricos de plántulas de trigo con la inoculación de un consorcio nativo de *Bacillus*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(1), 229-235.
- Zahid, M., Abbasi, M. K., Hameed, S. & Rahim, N. (2015). Isolation and identification of indigenous plant growth promoting rhizobacteria from Himalayan region of Kashmir and their effect on improving growth and nutrient contents of maize (*Zea mays L.*). *Front Microbiol*, 6, 207. doi:10.3389/fmicb.2015.00207.

**Perfil de regulación transcriptómica en *Bacillus cabrialesii* TE3<sup>T</sup> asociado al control biológico del agente causal de la mancha borrosa en trigo (*Triticum turgidum* subsp. *durum*), *Bipolaris sorokiniana***

Gándara-Ledezma, Azucena<sup>1</sup>; Fannie Isela ParraCota<sup>2</sup>; Fidel Alejandro Sanchez-Flores<sup>3</sup>; Sergio de los Santos-Villalobos<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de Febrero 818 Sur, Colonia Centro CP. 85000, Ciudad Obregón, Sonora, México.

<sup>2</sup>Campo Experimental Norman E. Borlaug, CP. 85000, Ciudad Obregón, Sonora, México.

<sup>3</sup>Unidad de secuenciación Masiva y Bioinformática, UNAM, Av. Universidad número. 2001, Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, C.P. 62210, México.

\*Autor de correspondencia: [sergio.delossantos@itson.edu.mx](mailto:sergio.delossantos@itson.edu.mx)

El trigo (*Triticum turgidum* subsp. *durum*) es el principal cultivo agrícola en el estado de Sonora (contribuyendo con 52% producción nacional, 7.5 ton/h (Castro-Espinoza et al., 2014)). Sin embargo, diversas enfermedades causadas por hongos fitopatógenos disminuyen su productividad, entre las principales está *Bipolaris sorokiniana*, agente causal de la mancha borrosa. Los compuestos químicos utilizados para combatir estos microorganismos fitopatógenos han impactado negativamente ecosistemas, suelo agrícola y salud humana (Arellano-Aguilar and Rend, 2016). La utilización de biopesticidas es una alternativa al uso de compuestos de origen sintético. Éstos son enemigos naturales de los microorganismos patógenos, y se caracterizan por no ser persistentes en el entorno del cultivo (Wratten, 2013). Entre los microorganismos más utilizados se encuentran cepas del género *Bacillus*. La cepa TE3<sup>T</sup> aislada del Valle del Yaqui ha evidenciado capacidad inhibitoria *in vitro* sobre *Bipolaris sorokiniana* (Villa-Rodríguez et al., 2016). El presente se centra en el estudio transcriptómico de la cepa TE3<sup>T</sup> crecida en sus condiciones de cultivo óptimas para su capacidad de control biológico vs. *Bipolaris sorokiniana*, identificando los principales mecanismos de acción de la cepa TE3<sup>T</sup> a nivel molecular.

La metodología fue 1. Cuantificar *in-vitro* la actividad antifúngica de los sobrenadantes obtenidos por el cultivo de la cepa TE3<sup>T</sup> contra *Bipolaris sorokiniana*, en tres etapas de crecimiento. 2. Cuantificar perfiles de regulación transcriptómica de la cepa TE3<sup>T</sup> en 3 fases de crecimiento clave de su desarrollo, a través de la tecnología RNA-seq en la plataforma Hi-Seq 2500 (Illumina). 3. Correlacionar genes bacterianos regulados en las distintas etapas de TE3<sup>T</sup> con la capacidad de control del crecimiento *in vitro* de *Bipolaris sorokiniana*.

En la etapa 1 se demostró que *B. cabrialesii* TE3<sup>T</sup> tiene actividad inhibitoria vs. *B. sorokiniana*. Esto con ensayos de confrontación *in vitro*. En la etapa 2 se realizó una prueba de calidad, filtrado de lecturas, alineamiento y mapeo. Los resultados indican que en cada condición se expresan diferencialmente múltiples genes y grupos de genes, con lo que podemos inferir que dependiendo de la etapa de desarrollo de la bacteria se exudan diferentes metabolitos, los cuales incrementan la acción inhibitoria sobre *Bipolaris sorokiniana*.

*Bacillus cabrialesii* TE3<sup>T</sup> expresa diferencialmente genes asociados a su actividad biológica sobre *Bipolaris sorokiniana*, durante su desarrollo. La expresión de estos genes es independiente a la presencia del patógeno.

## Referencias

- Arellano-Aguilar, O. and Rend, J. (2016) 'La huella de los plaguicidas en México.', Inst. Ecol. Pesq. Y Oceanogr. (EPOMEX), Univ. AUTÓNOMA CAMPECHE 39.  
 Castro-Espinoza, L., Mungarro-Ibarra, C. and Arellano-Gil, M. (2014) 'Aplicación de compost, a base de champiñón enriquecida con silicio, en trigo (*Triticum spp.*)', Agrociencia, 48, pp. 691–702.  
 Villa-Rodríguez, E. et al. (2016) First Report of *Coellobolus sativus* Causing Spot Blotch on Durum Wheat (*Triticum durum*) in The Yaqui Valley, Mexico, Plant Disease.  
 Wratten, S. D. (2013) 'Conservation Biological Control and Biopesticides in Agricultural', in Modern Agriculture Conservation, biological control, biopesticides. Elsevier B.V., pp. 130–133.

## Calidad microbiológica y fisicoquímica del agua residual de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de una industria pastelera en la ciudad de Puebla.

Luvia Yalí Jiménez Trejo<sup>1</sup>, Ricardo Munguía Pérez<sup>1</sup>, Fabiola Avelino Flores<sup>1</sup>, Juan Ricardo Cruz Aviña<sup>1</sup>, Elsa Iracena Castañeda Roldán<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Ciencias Ambientales. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Instituto de Ciencias. Av. San Claudio SN. Ciudad Universitaria. Colonia San Manuel. CP. 72592. Puebla, Puebla. México.

\*Autor de correspondencia: [elsa.castaneda@correo.buap.mx](mailto:elsa.castaneda@correo.buap.mx), [iracena@yahoo.com](mailto:iracena@yahoo.com).

En las aguas residuales de una industria pastelera predomina la contaminación microbiológica en combinación con otros desechos orgánicos como proteínas y grasas (Conagua, 2018). El tratamiento primario de esas aguas residuales se logra reduciendo el DBO, ST, STS), entre otros, por medio del tratamiento fisicoquímico, así como coliformes fecales (Allende, 2018). Algunas investigaciones han reportado que se han recuperado bacterias patógenas en el agua residual como en los biosólidos que se obtienen pos-tratamiento primario de sus aguas residuales (Halter E. & Steffen, 2016, Palacios, 2017). En Puebla una empresa pastelera que cuenta con una PTAR permitió el muestreo microbiológico y la búsqueda de bacterias patógenas en el agua de salida, así como una valoración de los parámetros fisicoquímicos realizados en el agua tratada, lo que fue el objetivo de este trabajo. Se realizaron tres muestreos compuestos del agua residual en el lapso de un año, considerando cinco puntos en la PTAR; 1) entrada, 2) clarificador, 3) Reactor, 4) Lodo seco, 5) caudal de salida. Los parámetros fisicoquímicos evaluados correspondieron a DBO, materia flotante, pH, SST, SS, grasas y aceites según la normatividad mexicana. La determinación de CT, CF, se realizó la (NMX-AA-042-SCFI-2015). Se buscaron por PCR genes de cuatro patógenos (*Salmonella (invA)*, *Shigella (gtr1)*, *Brucella (bp26)*, y *Listeria (hly A)*) por la extracción de DNA total del agua residual y la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) punto final. Este estudio fue observacional descriptivo. El análisis estadístico se realizó mediante el modelo lineal y la prueba de Tukey con un  $\alpha = 5\%$ .

La evaluación del tratamiento fisicoquímicos demostró que el tratamiento fisicoquímico primario de la PTAR fue insuficiente para disminuir los indicadores DBO y sólidos sedimentables, los que no cumplieron la normatividad mexicana en los tres muestreos realizados. La calidad microbiológica del agua residual tratada de la PTAR cumplió con los valores de CT establecidos en dos muestreos y no cumplió en uno en CT y se demostró la presencia de *E. coli*. La PCR no amplificó los genes de cada género, pero sí a los controles positivos. El análisis estadístico demostró significancia en la disminución de CT del punto de entrada y el punto de salida, y no fue significativo en cuanto al realizar solo 3 muestreos. Los resultados de este trabajo fueron comparables con otras investigaciones (Chávez, *et al*, 2016, Yin, 2019).

El tratamiento primario de las aguas residuales en una PTAR de la industria pastelera de Puebla no disminuyó los principales indicadores fisicoquímicos DBO, SS, STS, ni el total de CT y CF con el tratamiento primario de la PTAR, a pesar de que no se encontraron bacterias patógenas como *Salmonella*, *Shigella*, *Listeria* y *Brucella*.

## Referencias

- Allende, A., Truchado, P., Lindqvist, R., & Jaexsens, L. (2018). Quantitative microbial exposure modelling as a tool to evaluate the impact of contamination level of surface irrigation water and seasonality on fecal hygiene indicator *E. coli* in leafy green production. *Food microbiology*, 75, 82–89. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2018.01.016>
- Conagua, S. (2018). Estadísticas del Agua en México 2018. México. Obtenido de [http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM\\_2018.pdf](http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2018.pdf)
- Halter, E., & Steffen, S. & (2016). Permanent colonization of creek sediments, creek water and limnic water plants by four *Listeria* species in low population densities. *Zeitschrift für Naturforschung C* (71), 335-345. doi: DOI 10.1515/znc-2016-0114
- Chávez Ortiz J, D. Leiva Tafur, F. Corroto. 2016. Caracterización fisicoquímica y microbiológica de las aguas residuales en la ciudad de Chachapoyas, Región Amazonas. *Ciencia Amazónica (Iquitos)* 6 (1), 16–27.
- Palacios O. A., F. J. Zavala-Díaz de la Serna, M. L. Ballinas-Casarrubias, María S. Espino-Valdés, and Guadalupe V. Nevárez-Moorillón. (2017). Microbiological Impact of the Use of Reclaimed Wastewater in Recreational Parks. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2017, 14, 1009; doi:10.3390/ijerph14091009.
- Yin, H. B., Gu, G., Nou, X., & Patel, J. (2019). Comparative evaluation of irrigation waters on microbiological safety of spinach in field. *Journal of applied microbiology*, 127(6), 1889–1900. <https://doi.org/10.1111/jam.14436>.

# TOXICOLOGÍA Y SALUD AMBIENTAL

## **Análisis de riesgo probabilístico de daño a la salud por ingesta de metales pesados en polvos en una población de la rívera del lago de Cuitzeo, Michoacán.**

Marco Antonio Martínez -Cinco<sup>1\*</sup>, Arturo Rangel-Gonce<sup>1</sup>, Noé Grano-Damián<sup>1</sup>, Laura Nelly Rodríguez-Cantú<sup>2</sup>, María Mercedes Meza-Montenegro<sup>2</sup>, Diana Meza- Figueroa<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo,

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Sonora,

<sup>3</sup>Universidad de Sonora.

\*Autor de correspondencia: [MCINCO@UMICH.MX](mailto:MCINCO@UMICH.MX)

El Arsénico inorgánico es un metaloide tóxico y cancerígeno que ha sido asociado con diversos padecimientos producto de la exposición del humano a este compuesto. Las principales vías de exposición son la ingesta de agua, polvos o alimento y la inhalación (Celik, y otros, 2008). Por otro lado, Los metales pesados han sido utilizados por la humanidad desde hace miles de años y la exposición a ellos ha generado efectos en la salud debido a que el hombre los pone accesibles a matrices como agua, suelo, aire y alimentos que llegan al ser humano y bajo exposiciones crónicas (Gonzalez, y otros, 2009). El objetivo del presente trabajo fue realizar un análisis de riesgo probabilístico de daño a la salud por la ingesta en arsénico y otros metales pesados contenidos en polvos, en una población rural aledaña al Lago de Cuitzeo, llamada Araró, municipio de Zinapecuaro Michoacán.

Se muestrearon 34 puntos en la comunidad de Araró, Michoacán conforme a lo establecido en la NMX-AA-132-SCFI-2006. Las muestras fueron tamizadas hasta un diámetro de partícula de 44 µm para su análisis por Fluorescencia de Rayos X (FRX), de donde se reporta la concentración de Pb, As, Hg, Zn, Cu, Co, Fe, Mn, Cr and V. Se utilizó la metodología de la EPA para el análisis probabilístico de riesgo a la salud y el cálculo de cociente de peligro (HQ) riesgo de cáncer (CR) y el riesgo integrado (HI) (Regional Screening Levels (RSLs) - User's Guide, 2020).

Se comparó la concentración obtenida en suelos con la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004 para As, Cr, Pb y V. El 15% de las muestras para arsénico excedieron la norma (22 mg/Kg) y el 85% para vanadio 78mg/Kg). La concentración promedio de As fue 15.6 mg/Kg, lo que coincide con otros estudios realizados en el país, de zonas no mineras (Garcia Rico, y otros, 2016). Los únicos metales pesados que resultaron con HQ > 1 fueron el cobalto y el zirconio. Para arsénico y cromo, el HQ fue 0.36 y 0.17 respectivamente y su riesgo de cáncer fue  $1.62 \times 10^{-4}$  y  $2.49 \times 10^{-4}$ , lo que amerita estudios epidemiológicos para casos de cáncer en la zona. El riesgo integrado (HI) fue de 30.2.

Los únicos metales pesados que resultaron con HQ > 1 fueron el Cobalto y el Zirconio. Esto indica que la ingesta de polvos puede ocasionar daño a la salud por estos dos metales, aunque no está reportado el desarrollo de cáncer para ninguno de ellos. Falta estudiar el efecto combinado del contenido de metales pesados o arsénico en diferentes matrices como agua, alimento y partícula respirable.

## **Referencias**

Celik, I., Gallicchio, L., Boyd, K., Lam, T. K., Matanoski, G., Tao, X., . . . Alberg, A. J. (mayo de 2008). Arsenic in drinking water and lung cancer: A systematic review. *Environmental Research*, 48-55.

Garcia Rico, L., Meza Figueroa, D., Jay Gandolfi, A., Del Rio-Salas, R., M. Romero, F., & Meza-Montenegro, M. M. (2016). Dust-Metal Sources in an Urbanized Arid Zone: Implications. *Arch Environ Contam Toxicol*, 70, 522 - 533.

Gonzalez, R., Mendez, P., A., C., Guitierrez, R., D. A., & Garcia, P. (2009). Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 29 - 44.

Regional Screening Levels (RSLs) - User's Guide. (2020). EPA Environmental Protection Agency. Obtenido de Regional Screening Levels (RSLs) - User's Guide.

## Evidencia por contaminación vertical (EZE) en el agua de cuatro lagos cráter de Puebla, México.

Juan Ricardo Cruz Aviña<sup>1\*</sup>, Rubén Cabrera<sup>2</sup>, Jhoana Díaz-Larrea, Laura Georgina Núñez-García<sup>3</sup>, Juan Gabriel Rivera<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Laboratorio de Acuicultura Tropical, (DACBIOL). Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. UJAT, 0.5 Km Carretera Cárdenas-Villa Hermosa S/N, Entronque Bosques de Saloya, CP 86150, Villa Hermosa, Tabasco. México

<sup>2</sup>Gabinete de Arqueología, Oficina del Historiador de la Ciudad, Habana Vieja, Cuba.

<sup>3</sup>Departamento de Hidrobiología, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina. 09340, Ciudad de México.

<sup>4</sup>Departamento de Producción animal, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina. 09340, Ciudad de México.

\*Autor de correspondencia: [gior@xanum.uam.mx](mailto:gior@xanum.uam.mx)

Las (EZE), son zoonosis importantes que puede infectar al hombre, al ganado y a la fauna silvestre. Actualmente se reconocen varias especies de *Brucella* y *Leptospira* que pueden sobrevivir ambientalmente, es decir; afuera de un ambiente intracelular, por ejemplo, aire, suelo y agua natural (AVMA, 2007). En el presente estudio se realizó el aislamiento de las bacterias Gram negativas *Brucella melitensis* y *Leptospira interrogans* en el agua superficial de los lagos cráter: Alchichica, Atexcac, La Preciosa y Quechulac en Puebla, México.

Se tomaron MM de agua de manera mensual durante 2016 a 2017 (APHA, 2005) y se sembraron los primoaislamientos en Placa Agar con medio selectivo (*Brucella*) conforme a (Alton, 1988) y en medios EMJH y Fletcher (*Leptospira*), antibióticos y cristal violeta, se purificó el ADN bacteriano y se aisló e identificaron mediante pruebas microbiológicas, bioquímicas y moleculares (PCR) a *Brucella melitensis* y *Leptospira interrogans* como emergentes.

Diversos estudios apuntan que el deterioro ambiental, la deforestación, el estrés hídrico, la contaminación, las malas prácticas agropecuarias, las enfermedades emergentes (Azpiri et al., 2000), entre otros factores son actualmente los causantes de la pérdida de biodiversidad endémica en la esta Región Terrestre e Hidrológica Prioritaria (RTP 122 , RHP 70; CONABIO) como los charales del género *Poblana* (Álvarez, 1950), Ajolotes (*Ambystoma*) diversas lagartijas (*Sceloporus* spp) y mamíferos, , con énfasis especial en México.

Estos resultados apoyan la hipótesis de la transmisión vertical de estas EZE (medio ambiente-ganado-humanos-fauna silvestre), así como la variada adaptación, etiología y patogenia de los géneros *Brucella* y *Leptospira* hacia otros anfitriones emergentes. Estos datos podrían ser una herramienta útil, para mejorar la comprensión sobre la virulencia del en el medio natural y su efecto potencialmente deletéreo en la fauna nativa, y al agua natural de estos lagos como nuevo reservorios de las (EZE).

## Referencias

- Alton, G. G., L. M. Jones, R. D. Angus y J. M. Verger. (1988). Techniques for the brucellosis laboratory. INRA Publications, Paris, France. pp. 68.
- Álvarez, J., (1950). "Contribución al conocimiento de los peces de la región de Los Llanos, estado de Puebla (México)", An. Esc. Nac. Cienc. Biol., Méx. 6: 81-107
- American Veterinary Medical Association (AVMA). (2007). Brucellosis Backgrounder. [http://www.avma.org/reference/backgrounders/brucellosis\\_bgnd.asp](http://www.avma.org/reference/backgrounders/brucellosis_bgnd.asp) Accessed Aug. 5, 2007.
- Azpiri, S. G., F. Galindo y G. Ceballos. (2000). La importancia del estudio de las enfermedades en la conservación de fauna silvestre. Veterinaria, México. 31:223-230.
- Bathke, W. (1981). Brucellosis. Enfermedades infecciosas de los animales domésticos. Editorial Acribia, Zaragoza. pp. 142-165.
- Bosch, J. (2003). Nuevas amenazas para los anfibios: enfermedades emergentes. Munibe, 16:56-73.

## Propuesta de remediación de As en agua de consumo en la comunidad indígena Yaqui de Pótam para la reducción de riesgos a la salud

Jedidia Minueth Jordán-Esquer<sup>1</sup>, José de Jesús Balderas-Cortés<sup>1\*</sup>, María Samantha De la Torre-Vega<sup>1</sup>,  
María Mercedes Meza-Montenegro<sup>1</sup>, Iram Mondaca-Fernández<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. 5 de febrero 818 sur, Ciudad Obregón, Sonora, México. CP. 85000.

\*Autor de correspondencia: [jose.balderas18085@potros.itson.edu.mx](mailto:jose.balderas18085@potros.itson.edu.mx)

La contaminación del agua por metales pesados ocasionada por vía antrópica y natural está afectando drásticamente la seguridad alimentaria y la salud pública (Reyes *et al.*, 2016). Lo anterior se puede apreciar en los niveles de contaminación de Arsénico en agua en algunas comunidades Yaquis en el Sur de Sonora; Gaz (2018) en un estudio realizado en la comunidad de Pótam, muestra que el nivel de Arsénico en agua de pozo alcanza un valor promedio de  $76.9 \pm 10.3 \mu\text{g/l}$ , el cual sobrepasa el límite permisible de  $25 \mu\text{g/l}$  establecido en la NOM-127-SSA1-1994 y los  $10 \mu\text{g/l}$  permitidos por la Organización Mundial de la Salud. En este trabajo se propone la utilización de un filtro doméstico artesanal para la remediación del agua de consumo con presencia de Arsénico en la comunidad de Pótam, con fines de reducción de los riesgos a la salud.

Se realizó una evaluación de riesgo, utilizando la ingesta diaria de As, la concentración de As en agua de pozo y los datos demográficos de la población infantil muestreada por Gaz (2018) en la comunidad de Pótam, eligiendo los infantes de menor peso. Se realizó la propuesta del uso de un filtro denominado SONO, probado para la reducción de As en Bangladesh (Hussam y Munir, 2007) el cual utiliza dos etapas, compuestas por una matriz de hierro compuesto, carbón vegetal, arena de río y esquirlas de ladrillo. En la primera etapa se elimina el As y en la segunda las partículas más finas y otros contaminantes. Se realizó el análisis de riesgo suponiendo la utilización del filtro SONO y se realizó la propuesta final para la comunidad de Pótam.

El riesgo de no cáncer determinado mediante el cociente HQ fue de 7.35 y al ser mayor que uno indica la presencia de riesgo a la salud de tipo no cáncer, mientras que el riesgo cáncer fue de  $R=3.3 \times 10^{-3}$  lo que es una probabilidad más alta que el valor máximo aceptado de R de  $10^{-4}$ . Al proponer la aplicación de un filtro SONO, con un valor promedio de remoción de Arsénico del 97.24%, se obtuvo un valor de HQ de 0.28, el cual al ser menor de uno es aceptable. En cuanto al riesgo cáncer, el valor de R fue de  $1.2 \times 10^{-4}$ , ligeramente superior a  $1 \times 10^{-4}$ , por lo que para esta comunidad se propone un segundo filtro en serie, con lo que el valor de R se reduce a  $3.47 \times 10^{-6}$ , riesgo cáncer considerado aceptable.

La aplicación del filtro SONO reduciría la concentración de arsénico en agua de consumo en la comunidad de Pótam para lograr niveles aceptables de riesgo cáncer y no cáncer.

## Referencias

- Gaz Vega, G.A. (2018). Determinación de daño genotóxico mediante la cuantificación de micronúcleos en células de epitelio bucal en infantes del Valle del Yaqui expuestos a arsénico en agua de consumo. Ciudad Obregón: ITSON (Tesis).
- Hussam, A. & Munir, A. (2007). A simple and effective arsenic filter based on composite iron matrix: Development and deployment studies for groundwater of Bangladesh, *Journal of Environmental Science and Health, Part A: Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering*, 42(12), 1869-1878.
- Reyes, Y.C., Vergara, I., Torres, O.E., Díaz-Lagos, M., & González, E.E. (2016). Contaminación por metales pesados: Implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria. *Revista Ingeniería Investigación y Desarrollo*, 16(2), 66-77.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA**  
Educar para Trascender