

# ENTORNO ACADÉMICO

EDICIÓN ESPECIAL

Memorias del Tercer Congreso Internacional de Ingeniería Ambiental  
Celebrado del 17 al 18 de marzo del 2016, en Guaymas, Sonora

ISSN: 2448-7635



**CONGRESO**  
**DE INGENIERÍA AMBIENTAL**  
“Generando Ideas Sustentables”



# Editorial

El aumento constante de la población humana ha provocado una excesiva demanda y presión sobre los recursos naturales, lo que ha estimulado modificaciones importantes en el medio ambiente, y dado que es el mismo ser humano el que está obligado a conservar estos recursos naturales, se ve en la necesidad de buscar alternativas de solución que reduzcan y mitiguen los efectos negativos que ha ocasionado en su medio ambiente, es por ello que el Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, en coordinación con la Universidad Estatal de Sonora, y la Delegación Federal de SEMARNAT en el Estado realizó los días 17 y 18 de marzo del 2016, el 3er Congreso Internacional de Ingeniería Ambiental, en Guaymas, Sonora, con el objetivo de dar

a conocer y difundir los avances en investigación científica y tecnológica en temas de Ingeniería Ambiental, que propicien y orienten acciones sinérgicas hacia el Desarrollo sustentable y la Planeación ambiental. Avances que se exponen en la presente edición especial de Entorno Académico, un medio

indispensable de difusión del conocimiento que además permite la comunicación entre la comunidad académica y los principales actores de los sectores productivos y que a través del diálogo y la discusión de tópicos relacionados con la Ingeniería, las Ciencias Ambientales y las Ciencias Exactas, coadyuvan a mejorar los índices de desarrollo humano y la prosperidad social de las diferentes regiones.

Consideramos que esta nueva oportunidad que nos ofrecen de conocer los avances en materia ambiental, sustentabilidad e innovación que realizan los académicos e investigadores de las distintas Instituciones y Universidades del país y del extranjero, contribuirán a la propuesta de soluciones en beneficio de todos.

Respetuosamente,  
“Casa Abierta al Tiempo y las Ideas”

---

Lic. Gabriel Baldenebro Patrón  
Director General del Instituto Tecnológico Superior de Cajeme

# Directorio

## DIRECTORIO INSTITUCIONAL

- Lic. Gabriel Baldenebro Patrón  
Dirección
- Mtra. Marcela Haydée Osuna Perez  
Dirección Académica
- Lic. Obed Valenzuela Fraijo  
Dirección de Vinculación
- Mtra. Olga Margarita Araux Sánchez  
Subdirección Académica
- Dr. Martín Villa Ibarra  
Subdirección de Posgrado e Investigación
- Lic. Lucía Avilés Castillo  
Subdirección de Vinculación
- Ing. Mario Alejandro Gutiérrez De Vore  
Subdirección de Servicios Administrativos
- Ing. Francisco Leopoldo Lugo Quirarte  
Subdirección de Planeación
- Mtra. Lilia Beatriz Navarro Fragoso  
Departamento de Desarrollo Académico
- Mtro. Jesús D. Huicoy Duarte  
Dpto. de Tecnologías de la Información y Comunicación
- Mtra. Nora Iveth Torres Salazar  
Departamento de Planeación y Programación
- C.P.C. Hiriam Omar Romero Márquez  
Departamento de Personal
- Mtra. Guadalupe Vásquez Chávez  
Departamento de Calidad
- Lic. Doris Janeth Rivera Rivera  
Departamento de Operación y Control Escolar
- Mtra. Fabiola Morales Ortega  
Departamento de Recursos Financieros
- C. Zayda Vivian Villegas Elías  
Departamento de Vinculación
- Ing. Lino Noriega Panduro  
Departamento de Recursos Materiales y Servicios
- Arq. Lorenzo García Gámez  
División de Arquitectura
- Ing. Bernando Morales Cervantes  
División de Ingeniería Ambiental
- Mtro. José Lionso Salazar Huerta  
División de Ingeniería Electrónica
- Mtro. Hiram Álvarez Velázquez  
División de Ingeniería en Sistemas Computacionales
- Mtra. Norma Aideé Ríos Lugo  
División de Ingeniería Industrial
- Mtra. Teresita Burgos Ochoa  
División de Ingeniería Mecánica
- Mtro. Alberto Limón Valencia  
División de Licenciatura en Administración
- Mtra. Rocío Grajeda Caballero  
División de Ingeniería en Gestión Empresarial
- Dra. Socorro del Rivero Jiménez  
División de Ciencias Básicas
- Mtro. Juan Eduardo Aguilar Ángeles  
Coordinación de Maestría en Arquitectura Sostenible y Gestión Urbana
- Dr. Alberto Ramírez Treviño  
Coordinación de Maestría en Ing. Mecatrónica
- Mtra. Carla Olimpya Zapuche Moreno  
Coordinación de Maestría en Administración
- Dr. Bruno Pablos Lugo  
Coordinación de Maestría en Educación
- Lic. Adelisa Machado Acosta  
Coordinación de Idiomas
- Lic. Paulina Tautimer Delgado  
Coordinación de Servicios Estudiantiles
- Mtra. Mariela Rubí Navarro Valdez  
Coordinación de Educación a Distancia
- Mtro. Ricardo Alonso Hernández  
Coordinación de Cultura

## COMITÉ CIENTÍFICO

- Dra. Alba Yadira Corral Avitia  
Instituto Tecnológico Superior de Cajeme
- Dr. Agustín Gómez Álvarez  
Universidad de Sonora
- Dra. Jaqueline García Hernandez  
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.
- Dra. María Neftalí Rojas Valencia  
Universidad Nacional Autónoma de México
- Dra. Hermelinda Herrera Andrade  
Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui
- Dra. María Mercedes Meza Montenegro  
Instituto Tecnológico de Sonora
- Dr. Alfredo Arreola Lizárraga  
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.
- Dr. Baldomero Lucero Velázquez  
Instituto Tecnológico Superior de Cajeme
- Dr. Jesús Bernardino Velázquez Fernández  
Universidad Autónoma de Nayarit
- Dr. Ernesto Alonso Carlos Martínez  
Instituto Tecnológico Superior de Cajeme
- Dr. Mario Nieves Soto  
Universidad Autónoma de Sinaloa
- Dr. José Efen Ruelas Ruiz  
Instituto Tecnológico Superior de Cajeme
- Mtra. Carolina Bojórquez Sánchez  
Universidad Politécnica de Sinaloa
- Dr. Martín Eusebio Cruz Campas  
Universidad Estatal de Sonora
- Dr. Jesús Manuel Quiroz Castillo  
Universidad Estatal de Sonora
- Mtra. Susana M. Quintero Pérez  
Universidad de Sonora
- Dr. Joel Arias Martínez  
Universidad de Sonora
- Dr. Manuel Martín Mariscal Lagarda  
Universidad Estatal de Sonora, Unidad Benito Juárez
- Mc. Julieta Amada Leyva Pacheco  
Universidad Estatal de Sonora
- Dr. Luis Patricio Ramírez Rodríguez  
Universidad Estatal de Sonora
- Dr. Roberto Ramírez Leal  
Universidad Estatal de Sonora

## CONSEJO DE PUBLICACIONES

- Lic. Gabriel Baldenebro Patrón  
Consejero Presidente
- Mtra. Marcela Haydee Osuna Perez  
Consejero Secretario
- Mtro. Ricardo Alonso Hernández  
Consejero de Docencia

## COMITÉ EDITORIAL

- Dr. Martín Villa Ibarra  
Presidente
- Mtra. Gisela Ruiz Regalado  
Editor Responsable
- Ing. Claudia Irene Rivera Castro  
Editor Ejecutivo

## COMITÉ DE PRODUCCIÓN

- Lic. Jonathan Alberto Monteverde López  
Responsable de Diseño y Producción Digital

## COMITÉ ORGANIZADOR

Instituto Tecnológico Superior de Cajeme

- Dr. Martín Villa Ibarra  
Ing. Bernando Morales Cervantes  
IBQ. Claudia Irene Rivera Castro  
Mtra. María Isabel Rendón Ortiz  
Mtro. David Quintana Loya  
Mtra. Ana Karen Rodríguez Olea  
Mtro. David Antonio Buentello Montoya  
Mtra. Vianey Ariadna Burboa Charis  
Mtro. Juan Isaac Gámez Badouin  
Kassandra Lucía Rubalcava Félix  
Andrea Patricia Sáenz Valdez  
Ricardo Escobedo Bojórquez  
Thania Berenice López Ahumada

Universidad Estatal de Sonora

- Dr. Martín Eusebio Cruz Campas  
Dr. Jesús Manuel Quiroz Castillo  
MC. Julieta Amada Leyva Pacheco  
Dr. Luis Patricio Ramírez Rodríguez  
Dr. Roberto Ramírez Leal

ENTORNO ACADÉMICO, año 13, Edición especial, abril 2016, es una publicación semestral editada por el Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, Col. Amaneceres 2, Cajeme, Sonora, C.P. 85024, Tel. 01 64 44 10 86 50, www.itesca.edu.mx, gruzi@itesca.edu.mx. Editor responsable: Mtra. Gisela Ruiz Regalado. ISSN: 2448-7635, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Lic. Martha Vázquez Amaya, Comunicación Social del Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, Col. Amaneceres 2, Cajeme, Sonora, C.P. 85024, fecha de última modificación, marzo de 2016.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Tecnológico Superior de Cajeme.

# Índice:

<b>AGUA</b>	<b>6</b>
Uso eficiente del agua para la producción sustentable de alimentos: sistema acuapónico con tilapia y lechuga en el municipio de Benito Juárez, Sonora	7
Relación del Comportamiento Nutrimental con el Índice Saprobio en la Laguna Costera de Coyuca de Benítez Edo. De Gro.	8
Interacciones entre el desarrollo económico y la contaminación del agua por metales pesados: caso Puebla	9
Evaluación de la remoción de color y DQO de un efluente de la industria textil por biorreactor con membrana acoplado a un sistema de electro-oxidación	10
Estimación de la sequía a partir de indicadores oceánicos y continentales	11
El Desabastecimiento del Agua en Santo Domingo – Ecuador. Factores Limitantes e Impactos Socioeconómicos	12
Caracterización de contaminantes en cuerpos de agua de Cihuatlán, Jalisco	13
Aplicación de Procesos de Desalinización, para mejorar el rendimiento del cultivo de Tomatillo, variedad Gran Esmeralda	14
Análisis de población y diversidad bacteriana marina y su relación con el impacto de parámetros físico químicos medidos en el Mar de Cortés	15
Aporte de precipitaciones ciclónicas a eventos hidroclimáticos en el norte de México	16
Instalación y Operación de una Planta Piloto de Ósmosis Inversa para Desalar Agua Marina	17
Tratamiento anaerobio de agua residual con residuos metanólicos usando un reactor UASB	18
Estudio de las propiedades de la Zeolita F9 en la captación de Cobre y Plata	19
Caracterización de un efluente residual acuícola del Sur de Sonora	20
Calidad del Agua de Consumo Humano del Poblado de Huépari, Sonora	21
Remoción de tetraciclina mediante electrocoagulación y membranas de ultrafiltración	22
<b>AIRE</b>	<b>23</b>
Análisis de Mercurio en Aerosoles Atmosféricos de una Zona Urbana y una Semi-Rural	24
Simulación de dispersión de contaminantes en aire	25
Obtención de carbón activado a partir de la especie africana bambusa oldhamii	26
Evaluación de la Calidad del Aire Respecto de Partículas Suspensas Totales (PST) y Metales Pesados (Cd, Cr, Cu, Mo, Pb) en la Ciudad de Cananea, Sonora, México	27
Evaluación de la Calidad del Aire por PST en Hermosillo, Estudio de una Década	28
Presencia de Hongos en el Aire de Salones de Clase	29
Monitoreo de PM10 en Hermosillo, Sonora durante el periodo 2000-2010	30
Cuantificación de la emisión de dióxido de carbono por la quema de espárrago en el Valle del Yaqui	31
<b>ENERGÍA</b>	<b>32</b>
Estudio numérico de la generación de entropía en receptores solares de enfoque puntual	33
Simulación del efecto fotovoltaico mediante el método de elemento finito	34
Efecto del estado de degradación de lombricomposta como co-sustrato en la digestión anaerobia de sustratos modelo	35
Análisis de una celda fotovoltaica orgánica, CdS-N / P3HT-P variando el espesor por diferentes métodos	36
Interacción $pt- O_2$ por cálculos ab initio	37
<b>GESTIÓN AMBIENTAL</b>	<b>38</b>
El ordenamiento ecológico marino y sus indicadores de Gobernanza	39
<b>HÁBITAT Y MEDIO AMBIENTE</b>	<b>40</b>
Calidad sanitaria del agua en playas recreativas	41
Remoción de metales pesados de aguas ácidas de minas mediante tratamiento biológico con microalgas	42
Evaluación de disponibilidad de nutrientes en el suelo en la cuenca del Cuchujaqui con cajas acumuladoras de iones	43
Producción de trigo sin uso de agroquímicos en dos rotaciones de cultivos. Valle del Yaqui, Sonora.	44
La forestación como elemento de educación ambiental: un caso de éxito en el Instituto Tecnológico de Guaymas	45
Disponibilidad de fósforo de un fertilizante orgánico certificado aplicado en trigo. Valle del Yaqui, Sonora	46
<b>RECURSOS NATURALES</b>	<b>47</b>
Análisis de resiliencia vegetativa a variables climáticas para la parte continental de Ecuador mediante teledetección.	48
La capacidad de carga turística en playas recreativas: fundamentos y métodos	49
Índices de eutrofización aplicados en lagunas costeras del Golfo de California	50
Aspectos ecológicos del botete diana Sphaeroides annulatus (Jenyns, 1843)	51
Hongos filamentosos con potencial para biorremediar metales	52
Evaluación del Crecimiento de Levaduras en Diferentes Medios de Cultivos, Aisladas de Sedimentos Contaminados con Metales Pesados	53
<b>RESIDUOS</b>	<b>54</b>
Plan de manejo integral de residuos sólidos para mercados públicos	55
Aprovechamiento de residuos de cultivo de Brassica oleracea como alternativa ecológica	56
Empleo de residuos agroindustriales para la obtención de alimentos orgánicos	57
Aprovechamiento de los residuos agrícolas de brócoli como alternativa orgánica en el cultivo de chile	58
Reciclaje de residuos de la construcción para la fabricación de ladrillos sustentables	59
Quitosano enzimático, rendimiento a partir de exoesqueleto de camarón	60
Estudio técnico y ambiental para instalar un Centro de	61
Procesamiento de la FIRSU en el estado de Hidalgo	

# Indice:

Degradación Acelerada de Materiales Poliméricos Biodegradables	62
Diseño de reactores usando análisis numérico	63
Comparación de la Degradación Natural y Acelerada De Películas de Polietileno con Quitosano y Poli (Ácido Láctico)	64

## SALUD AMBIENTAL

---

Determinación de la actividad catecol 2,3-dioxigenasa en Pseudomonas spp	65
Utilización de Compuestos Naturales Aislados de Camarón Blanco (Litopenaeus vannamei) como Métodos Antimutagénicos de Agentes Ambientales	66
Fitotoxicidad de un efluente biológico desinfectado con cloro y ozono sobre esquejes de Sauce (Salix nigra)	67
Determinación de calidad microbiológica de una bebida refrescante consumida por los alumnos de ITESCA	68
Determinación de calidad microbiana en los alimentos consumidos por los alumnos de ITESCA	69
	70



**AGUA**

# Uso eficiente del agua para la producción sustentable de alimentos: sistema acuapónico con tilapia y lechuga en el municipio de Benito Juárez, Sonora

Paulina Elvicela Vega Zúñiga<sup>1</sup>, Alberto Valencia Lugo<sup>1</sup>, Jesús Ricardo Montoya Valenzuela<sup>1</sup>, Manuel Martín Mariscal Lagarda<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Programa Educativo de Licenciado en Agronegocios, <sup>2\*</sup> Universidad Estatal de Sonora (UES), Campus Benito Juárez, Programa Educativo de Licenciado en Agronegocios, 5 de Mayo y Fraternidad s/n Col Centro, Villa Juárez, Sonora, Tel. 6434350028, mariscallmm@hotmail.com

Modalidad: Ponencia, Temática: Agua

A nivel internacional existen zonas áridas y semiáridas en donde el agua dulce es un recurso escaso y por lo tanto, su uso eficiente es uno de los desafíos más importantes a los que se tienen que enfrentar. Como alternativa a eso, los sistemas acuapónicos (acuacultura+hidroponía) han sido propuestos como una medida para optimizar el uso del agua ya que producen peces y vegetales de manera sustentable, producen más por m<sup>3</sup> de agua empleada, reducen la contaminación ambiental y la dependencia de agroquímicos (Ingram et al. 2000; Stevenson et al. 2010; Mariscal-Lagarda et al. 2012 ). En estos sistemas, el cultivo de peces provee del agua y nutrientes (N, P, Ca, Mg, K, Zn, Cu, B, Mn, Fe, entre otros) que un vegetal requiere para crecer, a su vez, los vegetales purifican esa agua permitiendo que sea usada de nuevo por los peces. El objetivo de este trabajo fue desarrollar un cultivo integrado con tilapia negra (*Oreochromis niloticus*) y lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) mediante el método de la acuaponía para reducir el uso del agua en la producción de alimentos en beneficio de los habitantes de Villa Juárez, Sonora. El experimento se desarrolló del 01 de agosto del 2014 al 30 de marzo del 2015 en el Campus Benito Juárez de la Universidad Estatal de Sonora (UES). Para llevarlo a cabo, se utilizaron tres tanques circulares con capacidad para 7.0 m<sup>3</sup> de agua cada uno y fueron construidos para el cultivo de tilapia, sembrando 50 peces/m<sup>3</sup>. Además, se contó con dos camas hidropónicas (con dimensiones de 5x1.22x0.30 m) para el cultivo de lechuga (16 plantas/m<sup>2</sup>) mediante la técnica hidropónica de la raíz flotante. Al término del experimento, la tilapia obtuvo un peso promedio individual de 539.0±3.7 g, con un rendimiento de 22.9±4.1 kg/m<sup>3</sup>, un factor de conversión alimenticia de 1.53±0.2 y una supervivencia de 85.0±0.3%. En la producción de lechuga se cosecharon en total 41.3±3 kg, con un peso promedio por planta de 212±20 g y 3.4±2.3 kg/m<sup>2</sup> de rendimiento. En cuanto al uso del agua, los resultados indicaron que el cultivo de tilapia empleó 272.2 L/kg cosechado pero cuando se consideró la producción de lechuga el sistema utilizó 83.6 L/kg de ambos productos cosechados, lo cual, significó una reducción aproximada del 69% en la utilización del agua. De estos resultados se concluye que en el sistema acuapónico probado hay una importante reducción en el consumo de agua, constituyendo una alternativa viable sobre todo en regiones áridas y semiáridas (Villa Juárez) en donde el agua disponible es limitada. Así mismo, tres ventajas adicionales fueron identificadas en el sistema tilapia-lechuga: (a) eficiencia en el uso de nutrientes (N, P y otros nutrientes), (b) eliminación de agroquímicos para las plantas de lechuga, (c) reducción o eliminación del impacto negativo que generan los efluentes ricos en nutrientes provenientes del cultivo de tilapia.

Referencias:

- Ingram, B.A., Gooley, G.J., McKinnon, I.J. and De Silva, S.S. (2000). Aquaculture-agriculture systems integration: an Australian perspective. *Fish Management and Ecology* 7: 33-43.
- Mariscal-Lagarda, M.M., Páez-Osuna, F., Esquer-Méndez, J.L., Guerrero-Monroy, I., Romo del Vivar, A., Félix-Gastelum, R. (2012). Integrated culture of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) and tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) with low salinity groundwater: Management and production. *Aquaculture* 366-367, pp 76-84
- Stevenson, K.T., Fitzsimmons, K.M., Clay, P.A., Alessa, L., Kliskey, A. (2010). Integration of aquaculture and arid lands agriculture for water reuse and reduced fertilizer dependency. *Experimental Agriculture* 46, 173-190.

# **Relación del Comportamiento Nutrimental con el Índice Saprobio en la Laguna Costera de Coyuca de Benítez Edo. De Gro.**

Raúl Arcos Ramos, Jafet Reyes Cardoso, Mario E. Moreno Sainz.

Responsable del Trabajo: M. en C. Raúl Arcos Ramos, Profesor de tiempo Completo, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza UNAM. Laboratorio de Contaminación Acuática. Batalla 5 de Mayo S/N. Col. Ejército de Oriente. Ciudad de México. Tel: 56941210. [biolar@terra.com.mx](mailto:biolar@terra.com.mx)

Modalidad: Ponencia; Temática: Agua.

La Laguna de Coyuca de Benítez se localiza en el conjunto de lagunas Costeras del Edo. De Gro. Separada del mar por una pequeña barrera, en época de estiaje permanece cerrada, la laguna, es generadora de empleo para pescadores y prestadores de servicios turísticos. Este sistema presenta un incremento en las actividades turísticas y agropecuarias, lo cual repercute en el comportamiento metabólico del sistema, marcando variaciones estacionales y temporales nutrimentales de la laguna, por lo cual y considerando su importancia ecológica, y económica es necesario evaluar el balance nutrimental, relacionando con el componente biótico que presenta la Laguna, Este trabajo presenta en sus objetivos, la evaluación del comportamiento de los parámetros físicos y químicos del sistema, entre los que consideramos: Nutrientes, Salinidad, DBO, DQO, Sulfatos, Temperatura, e Índice de Saprobiidad mediante el método de Pantle y Buck (1955), así mismo un análisis estadístico univariado considerando dos diferentes niveles, de la columna de agua; superficie y fondo estableciendo siete diferentes puntos de monitoreo considerando efecto antropogénico, se realizaron muestreos mensuales, para la toma de muestras se utilizó, muestreador Van Dorn, y para las determinaciones químicas se utilizaron multiparámetros marca Hanna modelos HI 9829 y HI 83200. Se realizaron pruebas estadísticas univariadas, (ANDEVA), utilizando el paquete estadístico Stat Graphic Centurión XVI. Los resultados obtenidos establecen que los parámetros químicos presentan un comportamiento estadístico normal, los que si mostraron diferencias significativas fueron el oxígeno disuelto, fosfatos, DBO, amonio, y sulfatos. El sistema en relación a las evaluaciones nutrimentales es moderadamente eutrófico, la salinidad presenta características oligohalina, salvo en la barra, cuando esta se abre a la influencia marina. El índice de Saprobiidad nos establece condiciones de Beta Mesosaprobiidad, la cual se describe como agua ligeramente contaminada para riego y pesca en donde los organismos con mayor valencia saprobia fueron *Pandorina morum*, *Clorella vulgaris* y *Cryptomoa ovata* En conclusión el sistema es meso trófico con una cierta tendencia hacia la eutrofia en algunas zonas, por lo cual es recomendable un seguimiento continuo del comportamiento trófico del sistema lagunar.

Referencias:

1. Sládeček, V., (1973) "System of Water Quality from Biological Point of View". *Arch. Hydrobiol. Beith*, año 1, número 71, pp. 1-218.
2. Aznar, Jiménez., (2000) "Determinación de los parámetros físico-químicos de calidad de las aguas". *Revista Interdisciplinar de Gestión Ambiental*, año 2, número 27, PP. 12-19

# Interacciones entre el desarrollo económico y la contaminación del agua por metales pesados: caso Puebla

Mariano Norzagaray Campos<sup>1\*,\*\*</sup>, Rosario Ruiz Guerrero<sup>2\*,\*\*</sup>, David Valdez Martínez<sup>1\*\*</sup> y Omar Llanes Cardenas.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>CIIDIR-IPN-Sinaloa y <sup>2</sup>CIITEC-IPN-México

\*Becario EDI-IPN

\*\*Becario COFAA-IPN

<sup>1</sup>§Responsable del trabajo: Mariano Norzagaray Campos (departamento de Medio Ambiente CIIDIR-IPN-Sinaloa). Boulevard Juan de Dios Bátiz Paredes No. 250. Tel. 016878729625 y 26 [mnorzacam@yahoo.com.mx](mailto:mnorzacam@yahoo.com.mx)

<sup>2</sup>Rosario Ruiz Guerrero (CIITEC-IPN-México)

<sup>1</sup>David Valdez Martínez (Estudiante de Posgrado del departamento de Medio Ambiente del CIIDIR-IPN Sinaloa). Boulevard Juan de Dios Bátiz Paredes No. 250.

<sup>1</sup>Omar Llanes Cárdenas (departamento de Medio Ambiente del CIIDIR-IPN-Sinaloa). Boulevard Juan de Dios Bátiz Paredes No. 250.

Modalidad: Ponencia, Temática: Agua

Las interacciones entre el desarrollo económico, tecnológico y social de cada sociedad con su medio ambiente genera, habitualmente, tensiones y riesgos de transformación y procesos de degradación ecológica cuyas consecuencias afectan tanto a la comunidad biótica como a los componentes no bióticos. Considerando que los conceptos de salud y enfermedad han estado, desde siempre, estrechamente vinculados a la vida en sociedad y las sociedades han actuado como elementos dominantes de los ecosistemas, se decidió por su desarrollo industrial; seleccionar ocho comunidades circundantes a la Cd. de Puebla a fin de analizar los cambios espacio temporales de los metales pesados más importantes que pudiese liberar hacia los mantos acuíferos la industria activa y las actividades de socioeconómicas de la región. Se midió mensualmente durante un año la concentración de Cobre, Cadmio, Manganeso, Plomo y Zinc en el Acuífero del Valle de Puebla. Se consideró la influencia de la precipitación pluvial y de la altitud geográfica (Zona volcánica) sobre los valores encontrados. En todos los pozos estudiados, la concentración de Cobre y Zinc se presentaron dentro del límite establecido por la norma mexicana NOM-127-SSA1-1994. Sólo un municipio presentó contaminación por Manganeso, lo que muestra una génesis geológica diferente a la del Norte del País. El impacto de las interacciones entre el desarrollo económico-tecnológico-social, demanda evaluaciones para el control inmediato de estos metales que son un ejemplo de interacciones complejas entre un gran número de elementos que componen los ciclos biológicos, geológicos y químicos. No se puede abstraer del medio ambiente el componente social, ya que en la mayoría de los casos es el responsable directo de los cambios en los ecosistemas.

*Palabras Clave: desarrollo económico, medio ambiente, metales pesados, precipitación.*

## Referencias relevantes

Domenico, P.A. y Schwartz, F.W. (1998) Physical and chemical hydrogeology. **John Wiley and Sons Inc.**, EEUU. p. 506.

Nouri J., Mahvi A.H., Babaei A.A., Jahed G.R. y Ahmadpour E. (2006). Investigation of heavy metals in groundwater. *Pak J Biol Sci.* 9, 377-384.

# Evaluación de la remoción de color y DQO de un efluente de la industria textil por biorreactor con membrana acoplado a un sistema de electro-oxidación

Burboa-Charis, Vianey Ariadna<sup>1\*</sup>; García-Gómez, Celestino<sup>2</sup>; Mijaylova-Nacheva, Petia<sup>3</sup>; Treviño-Resendez, José de Jesús<sup>4</sup>; Gortáres-Moroyoqui, Pablo<sup>5</sup>

<sup>1\*</sup> Maestra en Ciencias, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Dirección de Recursos Naturales. Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de Febrero 818 sur, Colonia Centro, CP 85000, Ciudad Obregón Sonora. vburboach@gmail.com

<sup>2</sup> Doctor, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Dirección de Recursos Naturales. Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de Febrero 818 sur, Colonia Centro, CP 85000, Ciudad Obregón Sonora. celestino.garcia@hotmail.com

<sup>3</sup> Doctora, Investigadora en la STAR del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Paseo Cuauhnahuac 8532, Progreso, Jiutepec, Morelos, petiam@tlaloc.imta.mx

<sup>4</sup> Maestro, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Paseo Cuauhnahuac 8532, Progreso, Jiutepec, Morelos, chuchotrevi@hotmail.com

<sup>5</sup> Doctor, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Dirección de Recursos Naturales. Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de Febrero 818 sur, Colonia Centro, CP 85000, Ciudad Obregón Sonora. pablo.gortares@gmail.com

Modalidad: Ponencia, Temática: Agua

Las descargas de aguas residuales industriales del sector textil, se caracterizan por una alta concentración de demanda química de oxígeno (DQO) y color. La presencia de colorantes en el agua puede inhibir la fotosíntesis, al acumularse en el ambiente. Además muchos de los colorantes utilizados en el proceso de tinción o los subproductos de su degradación representan un serio problema de salud pública, ya que son carcinogénicos, mutagénicos o bien pueden ocasionar reacciones alérgicas. El propósito del presente estudio es evaluar la remoción de color y DQO mediante un biorreactor con membrana sumergida (MBR por sus siglas en inglés) acoplado a un sistema de electro-oxidación (EO) como post tratamiento.

La eficiencia de remoción alcanzada en el MBR fue de 46.46 y 72.83%, mientras que para el sistema electroquímico fue de 81.36 y 93.12% para DQO y color respectivamente. Con los dos sistemas acoplados en serie se obtuvo una eficiencia total de 90.02 para DQO y 98.13 para color. El incremento de intensidad de corriente es proporcional al incremento de remoción de DQO pero no es proporcional a la remoción de color. Por otro lado el incremento de tiempo, no es proporcional tanto para la remoción como para color, llega el punto en que afecta de manera negativa la remoción. En condiciones óptimas se lograrían porcentajes de remoción que alcanzan el 95% de color y 73% para la DQO, que tienen un valor de 11.27 dólares por m<sup>3</sup> tratados. Sin embargo, el tratamiento T7 demuestra una mayor viabilidad económica con un coste de 5.99 dólares por m<sup>3</sup> tratados, con porcentajes de color y de eliminación de la DQO de 97% y 59% respectivamente.

## Referencias Bibliográficas

- Badani, H. Ait-Amar, A. Si-Salah, M. Brik, W. Fuchs (2005). Treatment of textile waste water by membrane Bioreactor and reuse. *Desalination* **185** (2005) 411–41.
- Salazar Gámez, L. Martí Crespi Rosell, Roberto Salazar (2009). Tratamiento de aguas residuales textiles mediante un biorreactor de membrana. *Ingeniería y Desarrollo*, Vol. **26**, pag: 83-99.
- Kural E., Koyuncu & Topack D. (2001). Pilot-scale, nanofiltration membrane separation for wastewater management in the textile industry. *Water Sci. Technol.*, **43** (10) 233–240.

# Estimación de la sequía a partir de indicadores oceánicos y continentales

Omar Llanes-Cárdenas<sup>1</sup>, Mariano Norzagaray-Campos<sup>1</sup>, María Nancy Herrera- Moreno<sup>1</sup>, Patricia Muñoz- Sevilla<sup>2</sup>, Jesús Ramón López-Pillado<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Sinaloa

<sup>2</sup>Instituto Politécnico Nacional-CIEMAD

Omar Llanes Cárdenas (departamento de Medio Ambiente CIIDIR-IPN-Sinaloa). Boulevard Juan de Dios Bátiz Paredes No. 250. Tel. 016878729625 y 26 [oma\\_llanes@hotmail.com](mailto:oma_llanes@hotmail.com) estudiante de posgrado.

Dr. Mariano Norzagaray Campos (departamento de Medio Ambiente del CIIDIR-IPN-Sinaloa). Boulevard Juan de Dios Bátiz Paredes No. 250.

Dra. María Nancy Herrera Moreno (Departamento de Medio Ambiente CIIDIR-IPN-Sinaloa). Boulevard Juan de Dios Bátiz Paredes No. 250.

Dra. Patricia Muñoz Sevilla (IPN-CIEMAD).

Jesús Ramón López Pillado (Estudiante de Posgrado del departamento de Medio Ambiente del CIIDIR-IPN-Sinaloa). Boulevard Juan de Dios Bátiz Paredes No. 250.

Modalidad: Ponencia, Temática: Agua

Las afectaciones que puede generar el fenómeno de cambio climático, son la variabilidad de precipitaciones y la temperatura, que pueden ser indicadores fundamentales para la ocurrencia de sequías meteorológicas. Las sequías en el norte de México, pueden coincidir con anomalías de humedad en Mesoamérica, correspondientes a anomalías de indicadores oceánicos, y viceversa, evidenciando el fenómeno "sube y baja dominante". El objetivo de este trabajo, fue analizar los indicadores dinámicos moduladores de sequías en el norte de México. Mediante la base de datos del CLimate COMputing project (CLICOM), se recopilaron series históricas mensuales de precipitación y temperatura de 58 estaciones meteorológicas de 6 estados del norte y uno en el sur de México para calcular el índice Estandarizado de Precipitación y Evapotranspiración estacional de verano con escala de 24 meses (*SPEI-24*) para el período 1952-2013. Para los indicadores oceánicos, las Ondas del Este (*OE*) y el Jet de Niveles Bajos del Caribe (*CLLJ*) se obtuvieron mediante el software TRACK, la Oscilación Multidecadal del Atlántico (*AMO*) y la Oscilación Decadal del Pacífico (*PDO*) se obtuvieron de la base de datos de la NOAA. Previo a la aplicación de la prueba de normalidad de Shapiro Wilk, se realizaron correlaciones de Pearson y de Spearman entre el *SPEI-24* y los indicadores oceánicos. Los resultados evidencian que la estructura de anomalías de precipitación es recurrente, más aún en relación con las anomalías de la *AMO* y la *PDO*. Durante la fase negativa de la *PDO*, el *CLLJ* se debilita y las *OE* aumentan en actividad, que conduce a menos flujo de humedad hacia México. Cuando la actividad de las *OE* es débil sobre los mares intra-Americanos (*MIA*) (es decir, el Golfo de México y el Mar Caribe) a causa de un *CLLJ* intenso, la precipitación aumenta en el norte de México. Los eventos de sequías en el norte de México, se presentan cuando existen anomalías positivas para la *AMO* y negativas para la *PDO*. Las anomalías de la *AMO* y la *PDO*, pueden ser útiles para explicar la dinámica temporal de sequías prolongadas en el norte de México.

**Palabras clave:** sequías, *AMO*, *PDO*.

## Referencias relevantes

Wilhite, D.A. (2000) Drought as a natural hazard. In: Drought: A Global Assessment. Wilhite, D. A. (ed). Routledge Publishers, London, UK. P. 3-18.

# **El Desabastecimiento del Agua en Santo Domingo – Ecuador. Factores Limitantes e Impactos Socioeconómicos**

Wilmer Fernando Tandazo Bustamante<sup>1</sup>, Santiago Israel Arteaga Medina<sup>2</sup>.

<sup>1\*</sup> *Ing. Ambiental, Universidad Tecnológica Equinoccial, Santo Domingo, Ecuador*  
<sup>2</sup> *Carrera de Ing. Ambiental, Universidad Tecnológica Equinoccial, Santo Domingo, Ecuador. Doctorando Universidad Politécnica de Madrid España.*  
\*email: [fercht22@hotmail.com](mailto:fercht22@hotmail.com), [Santiago.arteaga@ute.edu.ec](mailto:Santiago.arteaga@ute.edu.ec)

Modalidad: Ponencia, Temática: Agua

El desabastecimiento del agua, es una problemática latente en toda Sudamérica, ya que a pesar que poseemos grandes reservas de agua dulce de excelente calidad, nos vemos pobres en abastecimiento de este bien, conociendo que la principal causa es su potabilización y conducción.

Esta investigación tiene como objetivo estimar los impactos socioeconómicos en la población de la ciudad de Santo Domingo – Ecuador, relacionados con el desabastecimiento y la calidad del agua suministrada a través de diversas fuentes; A su vez, se enfoca en determinar las causas que provocan la escasez del agua en la ciudad mediante la evaluación de las variables: Eficiencia del servicio, frecuencia y dotación de agua potable, además del tiempo que disponen del líquido al día. Como metodología se aplicó herramientas de participación ciudadana (382 encuestas), las cuales se llevaron a cabo de forma proporcional en las 18 zonas existentes en Santo Domingo. Luego del respectivo análisis y tabulación, se obtuvo valores de acuerdo a criterios económicos, sociales, ambientales y de eficiencia que permitieron determinar la realidad socioeconómica de la población, en base a percepciones e información proporcionadas por los habitantes, además de observaciones propias y otra información otorgada por las autoridades competentes.

Los resultados exponen una correlación entre el precio y cantidad promedio de tanqueros (camiones cisterna) utilizados por los habitantes pertenecientes a zonas con escaso o nulo suministro de agua, representando que una familia gasta una media de 19.72 USD por la compra de un tanquero de agua de 20m<sup>3</sup>. Lo que genera malestar en la economía local, es que una familia promedio usa 2.2 tanqueros, lo que representa un gasto mensual de 43,40 USD, por lo que es necesario establecer mecanismos que permitan mayor eficiente el servicio de agua en la ciudad.

El costo promedio que cada vivienda paga por el servicio de agua, es de 21USD/mes en base a la Empresa de Agua Potable (EPMAPA) y los estudios realizados por el autor. Esto alarma ya que la cantidad de días a la semana que la población recibe el suministro, es apenas de 3.3 días/semana. Inquieta aún más que la población tan solo recibe un promedio de 3.9 horas/día de agua, en base a los 4.9 habitantes/vivienda promedio que existen en la ciudad, lo cual no abastece la demanda total de las familias y repercute en su economía, debido a que tienen que proveer mediante otros medios. Se concluye necesario considerar esta información para que autoridades de turno establezcan propuestas definitivas y sustentables, con el propósito de cubrir la necesidad más importante de la población en un mediano plazo, y así evitar efectos negativos en el bienestar, la economía y la salud de las personas de Santo Domingo.

Referencia: Tesis de grado, El Desabastecimiento del Agua en Santo Domingo. Factores Limitantes e Impactos Socioeconómicos, UTE SANTO DOMINGO-ECUADOR.

# Caracterización de contaminantes en cuerpos de agua de Cihuatlán, Jalisco

Rafael Leyva Huitrón<sup>1</sup>; Jorge Alberto Mendoza Pérez<sup>1</sup>; María Magdalena Monroy Mendieta<sup>2</sup>; Miguel Ángel Vázquez Guevara<sup>3</sup>. Luis Alberto Moreno Ruiz<sup>4,\*</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ingeniería en Sistemas Ambientales, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional.

<sup>2</sup> Laboratorio Central de Instrumentación, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional.

<sup>3</sup> Departamento de Química, Universidad de Guanajuato

<sup>4</sup> M. en C., Profesor Investigador, Centro de Nanociencias y Micro y Nano Tecnologías, Instituto Politécnico Nacional, Área de Nanociencias. Av. Luis Enrique Erro S/N, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, Zacatenco, Delegación Gustavo A. Madero, C.P. 07738, Ciudad de México, Tel. (55) 57296000; 57520. [lmorenor@ipn.mx](mailto:lmorenor@ipn.mx)

\*Autor para correspondencia

Modalidad: Ponencia, Temática: Agua

El municipio de Cihuatlán se ubica al Suroeste del Estado de Jalisco en zona limítrofe con el Estado de Colima. Cuenta con recursos naturales que sustentan las actividades económicas de la región y la vida de sus pobladores. Actualmente existen 41,400 hectáreas de bosque de pino, encino, oyamel, caoba, nogal y cedro; la hidrología superficial comprende algunos cuerpos de agua. Fueron estudiados el Río Marabasco (límite con el estado de Colima), el Arroyo seco y la laguna Navidad. Las actividades económicas pertenecen al sector primario de la economía (Agropecuaria y minera) y al sector de transformación (industria metal-mecánica). Como otros cuerpos de agua en la Nación, los mencionados anteriormente presentan problemas ambientales de diversa índole; destaca la carga orgánica y la contaminación difusa por diversas especies químicas (nitratos, plaguicidas, detergentes y metales pesados). Los contaminantes son muy relevantes por su presencia ubicua y por los impactos que pueden generar en los seres vivos (elementos del medio natural y seres humanos). Se buscó estudiar el nivel de la contaminación por metales pesados y compuestos orgánicos en los cuerpos de agua mencionados. Se realizó muestreo y caracterización fisicoquímica *in situ* en seis puntos de las cuencas. El análisis para metales pesados se realizó con base en la norma respectiva (México, 2001). Se encontró mala calidad del agua según diversos criterios, siendo Arsénico, Cadmio y Zinc los más conspicuos y presentes en compañía de xileno; la coincidencia sugiere existencia de iones complejos. Se encontraron también contaminantes orgánicos (Tolueno, Cloroformo, Nitrobenceno) en las estaciones cuyo impacto sólo puede presentarse en el nivel crónico de exposición por su baja magnitud. El presente trabajo muestra que existe una gran presencia de diversos contaminantes de diferente clase; los de alto impacto determinan un riesgo de eutrofización o disrupción endócrina (carga orgánica, nutrientes, plaguicidas y agroquímicos) y los de bajo impacto presentan una baja toxicidad a las concentraciones encontradas pero son potencialmente bioacumulables (metales pesados- zinc, arsénico y cadmio). Por otra parte existe evidencia de autodepuración de metales pesados por absorción en especies vegetales y fitorremediación. Los estudios presentados han derivado en iniciativas de protección a la cuenca, como una actividad sin precedentes.

## Referencias

Atkinson, B. & Bux, F., 1998. Considerations for application of biosorption technology to remediate metal-contained industrial effluents *Water. S.A.*, Volumen 24, pp. 151-164.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), 2009. *Programa hídrico del estado de Jalisco*, s.l.: s.n.

Mexico, 1981. *NMX-AA-051-SCFI-2001* México, D. F.: Diario Oficial de la Federación.

# Aplicación de Procesos de Desalinización, para mejorar el rendimiento del cultivo de Tomatillo, variedad Gran Esmeralda

G.E. Dévora-Isiordia<sup>1</sup>, P.R. Zavala-Méndez<sup>2\*</sup>, Jesús Álvarez-Sánchez<sup>2</sup>, Edna Rosalba Meza-Escalante<sup>2</sup>, Denisse Serrano-Palacios<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Profesor Investigador del Departamento de Ciencia del Agua y Medio Ambiente  
Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón, Sonora, 85000, México

<sup>2</sup>Estudiante del Programa Educativo de Ingeniero Químico  
Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón, Sonora, 85000, México.

\*E-mail: [german.devora@itson.edu.mx](mailto:german.devora@itson.edu.mx), [perla\\_zavala24@hotmail.com](mailto:perla_zavala24@hotmail.com)\*

Modalidad: Ponencia, Temática: Agua

**Introducción:** En el Sur de Sonora, México existen 450 pozos agrícolas abandonados por alta salinidad, causada por intrusión salina que obligó a buscar fuentes de abastecimiento, como la desalación por Ósmosis Inversa (1).

**Objetivo:** Aplicar un proceso de desalación de agua salobre de pozo en cultivos de alto rendimiento, mediante el riego con agua permeada de una planta desaladora de OI.

**Metodología:** Se utilizó una desaladora de 100 m<sup>3</sup>/d que operó de octubre del 2014 hasta marzo de 2015. El agua producto se bombeó a 15 psi mediante cintas de riego. Se regó 10 surcos (experimento) y un surco con agua de pozo (testigo). Se midió pH, temperatura (°C), Oxígeno disuelto, conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) (2). Se cuantificó rendimiento promedio en surcos y rendimiento del testigo para evaluar eficiencia (3).

**Resultados y discusiones:** El pH es ( $5.58 \pm 0.61$ ), conductividad eléctrica ( $0.06 \pm 0.0075$ ), lo que manifiesta que la planta fue operada óptimamente. El rendimiento promedio en los surcos estudiados fue 50.151 kg mientras que el testigo fue 48.475 kg. Por otra parte, el rendimiento total fue de 1.117 ton/ha superior que cuando se regó con agua de pozo de mayor salinidad.

**Conclusiones:** Es evidente la diferencia en producción atribuida a factores claves del proceso, entre ellos, la calidad del agua de riego.

**Palabras Clave:** Desalación, Ósmosis Inversa, Agricultura, Rendimiento, sustentabilidad.

## REFERENCIAS

[1] ICGSA, 2007. Estudio geohidrológico para el valle del aluvial del Rio Yaqui, Sonora. *IGSA-SARG*.

[2] Dévora Isiordia, G. E., González Enríquez, R. & Saldivar Cabrales, J., 2013. *Desalación un mar de oportunidades*. México: ITSON.

[3] Sánchez García, P., 2010. *Nutrición de cultivos hortícolas*. Mexico: ITSON.

# **Análisis de población y diversidad bacteriana marina y su relación con el impacto de parámetros físico químicos medidos en el Mar de Cortés**

Jesús Álvarez Sánchez<sup>1</sup>, Griselda Evelia Romero López<sup>1</sup>, Gustavo Adolfo Fimbres Weihs<sup>1,2</sup>, Germán Eduardo Dévora Isiordia<sup>1</sup>, Edna Rosalba Meza Escalante<sup>1</sup>, Sergio de los Santos Villalobos<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Programa Educativo de Ingeniería Química, Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de febrero 818 Sur, Ciudad Obregón Sonora, 85000, México.

<sup>2</sup>Cátedras CONACyT, Instituto Tecnológico de Sonora, Cd. Obregón, Sonora, 85130, México.

Modalidad: Ponencia, Temática: Agua

Por medio del proceso de ósmosis inversa es posible desalar agua de mar hasta hacerla apta para el consumo humano. Para conseguir la purificación de agua por medio de ósmosis inversa, se aplica la presión necesaria para forzar el líquido a que atraviese la membrana, dejando atrás sus sólidos disueltos. En una instalación de ósmosis inversa, la membrana es la unidad más susceptible al daño por bioensuciamiento<sup>1</sup>. El agua de mar que constituye la fuente de alimentación para este proceso de desalación, contiene un promedio de 35 000 PPM de sólidos disueltos totales que deberán ser removidas. Más aún, se considerará la carga biológica presente en el ecosistema marino. El bioensuciamiento inicia con la formación de una biopelícula, resultado de la interacción de bacterias marinas que se adhieren a una superficie, que en este caso será la membrana<sup>2</sup>. El presente trabajo de investigación consiste en el análisis de los parámetros físico químicos (pH, oxígeno disuelto, y temperatura) medidos en el mar de Cortés, y su impacto sobre las cantidades de poblaciones totales, y diversidad microbiana por sitio. Previamente se extrajeron muestras suficientes para la siembra, aislamiento y purificación el crecimiento, aislamiento y purificación de microorganismos marinos. Estos fueron primeramente contabilizados para calcular la población por sitio muestreado. Después, se efectuó una revisión macroscópica, que permitió establecer la diversidad encontrada en dicha población. Considerando los 6,128 UFC/ml a las 24 h resultados de un conteo total, en relación a los 138 cepas seleccionadas para su aislamiento, se observó que los sitios muestreados presentaron una gran población bacteriana, pero con poca diversidad macroscópica. Así mismo, se comprobó la existencia una relación inversa entre los conteos de población, y la diversidad de cepas presentadas en cada sitio muestreado.

1) Drioli, Enrico (2011). Membrane-based Desalination: An Integrated Approach (MEDINA). Reino Unido.

2) Pavarina (2010). Biofilms: Formation, Development and Properties. Estados Unidos de Norteamérica.

# Aporte de precipitaciones ciclónicas a eventos hidroclimáticos en el norte de México

Omar Llanes-Cárdenas<sup>1</sup>, Mariano Norzagaray-Campos<sup>1</sup>, Patricia Muñoz-Sevilla<sup>2</sup>, Nancy Herrera-Moreno<sup>1</sup>, Jesús Ramón López-Pillado<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Sinaloa

<sup>2</sup>Instituto Politécnico Nacional-CIEMAD

Omar Llanes Cárdenas (departamento de Medio Ambiente CIIDIR-IPN-Sinaloa). Boulevard Juan de Dios Bátiz Paredes No. 250. Tel. 016878729625 y 26 [oma\\_llanes@hotmail.com](mailto:oma_llanes@hotmail.com) estudiante de posgrado.

Dr. Mariano Norzagaray Campos (departamento de Medio Ambiente del CIIDIR-IPN-Sinaloa). Boulevard Juan de Dios Bátiz Paredes No. 250.

Dra. Patricia Muñoz Sevilla (IPN-CIEMAD).

Dra. María Nancy Herrera Moreno (Departamento de Medio Ambiente CIIDIR-IPN-Sinaloa). Boulevard Juan de Dios Bátiz Paredes No. 250.

Jesús Ramón López Pillado (Estudiante de Posgrado del departamento de Medio Ambiente del CIIDIR-IPN-Sinaloa). Boulevard Juan de Dios Bátiz Paredes No. 250.

Modalidad de participación: Ponencia, Temática: Agua

## Resumen

Las precipitaciones ciclónicas pueden ser tanto benéficas como causantes de problemas ambientales como inundaciones, pérdida de materia orgánica del suelo, entre otras. Por lo anterior, se procedió a calcular los porcentajes de aporte de las precipitaciones ciclónicas a la ocurrencia de eventos hidroclimáticos extremos. Se calcularon percentiles 95 (P95) para conocer las precipitaciones diarias extremas estacionales de verano (Junio-Septiembre) asociadas a ciclones tropicales para el período 1971-2000 en el norte de México mediante el criterio de una distancia mínima de 550 km (5° latitud) entre tres estados del norte de México (Sinaloa, Sonora y Chihuahua) y la formación del ciclón tropical en el Pacífico oriental. Se aplicaron herramientas estadísticas no paramétricas de Mann-Kendall y estimación de la Pendiente de Sen, lo anterior para conocer las tendencias del P95. Se obtuvo una tendencia decadal al incremento de las precipitaciones ciclónicas de 1.5 % de contribución del P95. Este trabajo aporta conocimientos sobre la dinámica temporal de los eventos de precipitación extrema, lo cual redundará en el mejor diseño y manejo de planes de prevención de desastres.

**Palabras clave:** inundaciones, pérdida de materia orgánica de suelo, dinámica temporal, problemas ambientales, prevención de desastres.

## Referencias relevantes

Wilhite, D.A. (2000) Drought as a natural hazard. In: Drought: A Global Assessment. Wilhite, D. A. (ed). **Routledge Publishers**, London, UK. P. 3-18.

Larson, J.; Zhou, Y.; and Higgins, R.W. (2005) Characteristics of landfalling tropical cyclones in the United States and Mexico: **Climatology and interannual variability, J. Clim.**, 18, p. 1247 – 1262.

Whitney, L.D.; and Hobgood, J.S. (1997) The relationship between sea surface temperatures and maximum intensities of tropical cyclone intensities in the eastern North Pacific, **J. Clim.**, 10, p. 2921 – 2930.

Reynolds, R.W.; Rayner, N.A.; Smith, T.M.; Stokes, D.C.; and Wang W. (2002) An improved in situ and satellite SST analysis for climate, **J. Clim.**, 15, p. 1609 – 1625.

# Instalación y Operación de una Planta Piloto de Ósmosis Inversa para Desalar Agua Marina

Jesús Álvarez Sánchez<sup>a\*</sup>, Jairo Jossef Moreno Robles<sup>a</sup>, Gustavo Adolfo Fimbres Weihs<sup>a,b</sup>, Germán Eduardo Dévora Isiordia<sup>a</sup>, Edna Rosalba Meza Escalante<sup>a</sup> y Denisse Serrano Palacios<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Programa Educativo de Ingeniería Química, Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de febrero 818 Sur, Ciudad Obregón Sonora, 85000, México.

<sup>b</sup>Cátedras CONACyT, Instituto Tecnológico de Sonora, Cd. Obregón, Sonora, 85130, México.

\*e-mail: [jesus.alvarez@itson.edu.mx](mailto:jesus.alvarez@itson.edu.mx)

Modalidad: Cartel, Temática: Agua.

En México se sabe que cada habitante consume 1,441 m<sup>3</sup> por año y recibe aproximadamente 1,489,000 millones de m<sup>3</sup> de agua en forma de precipitación al año. De esta agua, se estima que el 71.6% se evapora y regresa a la atmósfera, el 22.2% escurre por los ríos o arroyos, y el 6.2% restante se infiltra al subsuelo de forma natural y recarga los acuíferos (Semarnat, 2014). Debido a la información mencionada anteriormente se buscaron nuevas tecnologías para encontrar fuentes de agua y adecuarla al consumo humano, una de ellas es la ósmosis inversa, lo cual consiste en aplicarle una fuerza a un fluido más concentrado para forzarlo a pasar a través de una membrana semipermeable y poder retirar las sales además de otras partículas que pueda contener el agua. El objetivo de este trabajo de investigación es instalar y operar una planta piloto para desalar agua marina mediante la ósmosis inversa. La planta es el modelo SWC SERIES SW-0.38K-125 y está diseñada para 380 GPD o 1 L/min de agua permeable con un 14% de recuperación (PURE AQUA, INC., 2014). Su instalación requiere de una instalación eléctrica para un voltaje trifásico de 460 volts corriente alterna (VCA) a una frecuencia de 60 Hz y las medidas de tuberías que se requieren son de 1-1/2" para el agua de alimentación, 1/2" para el agua producto y de 1/2" para el agua rechazo. Su funcionamiento comienza con el agua no potable siendo bombeada del suministro de agua de alimentación con un valor de 1.9 GPM. El agua tratada pasará mediante un filtro de medios y uno de carbón activado para remover los residuos del cloro (pretratamiento). El agua filtrada será dosificada con un antiescalante químico para prevenir incrustaciones en la membrana. El agua pasará por un filtro de cartuchos para remover partículas por debajo de 5-10 micras. El agua será enviada a una presión de aproximadamente 800-850 psi por el desplazamiento positivo de la bomba a la boquilla de las membranas (modulo de membranas). El 14 % de la alimentación total (~0.26 GPM) saldrán como el permeado, mientras que el otro 86 % (~1.6 GPM) fluye por la boquilla del concentrado. El agua producto tendrá que ser desinfectada por cloración (Postratamiento). El agua producto llegará a un tanque de almacenamiento, cuando llegue al interruptor de alto nivel de agua, se apagará la unidad. La sección de pretratamiento es muy importante porque de esa forma se protege a la membrana si se opera con agua de marina real, ya que el agua de mar contiene microorganismos y material orgánico que afecta a las membranas. Es muy trascendente conocer a detalle cada parte de la planta piloto para poder operarla de la mejor forma y elaborar su manual de operación correctamente. En nuestro país y estado (Sonora) existe una grave problemática con respecto a la falta de agua para el consumo en las actividades humanas y en la agricultura. Por ello, es necesario aplicar este tipo de tecnologías para aprovechar el agua marina, ya que es un recurso ilimitado por la gran cantidad costa que tiene México.

## Referencias

PURE AQUA, INC., 2014. *SWC SERIES SEA WATER REVERSE OSMOSIS SYSTEM (COMMERCIAL RO SERIES) OPERATION & MAINTENANCE MANUAL*. SANTA ANA, CA: PURE AQUA, INC. [www.pureaqua.com](http://www.pureaqua.com).

Semarnat, 2014. *CONAGUA*. [En línea]

Available at: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/EAM2014.pdf>

[Último acceso: 19 Enero 2016].

## Tratamiento anaerobio de agua residual con residuos metanólicos usando un reactor UASB

Rocío García-Castañeda<sup>1</sup>, Belem Espinosa-Chavez<sup>2</sup> Susana García-Ortega<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Maestría en Ciencias Ambientales, Universidad del Mar,

<sup>2</sup>Universidad del Mar, Instituto de Ecología campus Puerto Ángel, Oaxaca.

Susana García Ortega Dra. Profesora Investigadora, Universidad del Mar, Ave. Ciudad Universitaria s/n, Puerto Ángel, Oaxaca, México, C.P. 70902, susana@angel.umar.mx

Modalidad: Cartel, Temática: Agua

La conversión de metanol a metano es el proceso principal en un sistema de tratamiento de digestión anaerobia que contiene agua residual con residuos metanólicos. El ácido acético es producido a partir de metano junto con otros ácidos grasos orgánicos, lo cual puede disminuir drásticamente el pH en el interior del sistema anaerobio (Badshah *et al.*, 2012). En este trabajo se examinó la factibilidad del tratamiento de aguas residuales que contienen residuos metanólicos en un reactor de lecho de lodo anaerobio de flujo ascendente (UASB), operado a diferentes tiempos de retención hidráulica, y carga orgánica del reactor. Además, se evaluó la producción de biogás. Diversos parámetros de operación fueron medidos, como pH, alcalinidad, demanda química de oxígeno (APHA, 2012) y ácidos grasos volátiles de cadena corta. Se monitoreó la producción de biogás y se evaluó la actividad metanogénica específica de los lodos granulares (Hussain & Dubey, 2015). Las características morfométricas del lodo granular fueron observadas de forma continua durante un período de 300 días. Los resultados mostraron que el reactor UASB operó en condiciones de pH entre 7,0 a 7,4 alcanzando hasta el 98% de eficiencia de remoción de DQO. La máxima actividad metanogénica específica fue de 0.6 gCH<sub>4</sub>-DQO/gVSS•d para residuos metanólicos. Durante el tiempo de operación no se observó acumulación de ácidos grasos volátiles. El lodo granular presentó cambios morfométricos, así como también disminución de la gravedad específica, además se observaron microorganismos filamentosos en su interior. Este estudio sugiere que el tratamiento anaerobio de residuos metanólicos puede ser de un solo paso ya que la degradación de metanol se logra en un tiempo máximo de 8 horas.

### Referencias

- APHA. 2012, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 22th Edition.
- Badshah, M., Parawira, W. & Mattiasson, B. 2012, "Anaerobic treatment of methanol condensate from pulp mill compared with anaerobic treatment of methanol using mesophilic UASB reactors". *Bioresource Technology*. vol. 125, pp. 318–327.
- Hussain, A. & Dubey, S. K. 2015, "Specific methanogenic activity test for anaerobic degradation of influents", *Applied Water Science*. DOI 10.1007/s13201-015-0305-z

# Estudio de las propiedades de la Zeolita F9 en la captación de Cobre y Plata

Lobelia Guadalupe Rivera-Martínez<sup>1</sup>, Miguel Ángel Esqueda-Hernández<sup>1</sup>,  
Luis Patricio Ramírez-Rodríguez<sup>2</sup>, Manuel Cortez-Valadez<sup>3</sup>, Humberto  
Arizpe- Chávez, Daniel Garcia-Bedoya<sup>2</sup>, Mario Flores-Acosta<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ingeniería Ambiental, Universidad Estatal de Sonora

<sup>2</sup>Departamento de Física, Universidad de Sonora.

<sup>3</sup>Departamento de Investigación en Física, Universidad de Sonora.

**Responsable del trabajo:** Dr. Manuel Cortez-Valadez, Departamento en Investigación en Física, UNISON, Dirección: Rosales y Luis Encinas S/N, Colonia Centro, C.P. 83000, Tel (662) 8482935, Correo electrónico: manuelcortez@live.com

Modalidad: Cartel, Temática: Agua

**Introducción.** Una problemática presentada en la actualidad en nuestra región es la contaminación en aire, ríos y suelos originado por derrames accidentales de material tóxico en compañías mineras. En relación al tratamiento y purificación de aguas, comúnmente han sido mencionados los filtros de carbón activado. Un material natural, novedoso y con aplicaciones potenciales en purificación de agua y polvos puede ser la zeolita.

**Objetivos.** Determinar la capacidad de absorción de material tóxico en zeolita y las propiedades estructurales y ópticas de los residuos contaminantes Cu y Ag.

**Metodología:** Se hidrata la zeolita F9 con agua tridestilada durante 24 horas. Se consideraron sales de Cu y Ag como fuente precursora cada material. Después se generaron cinco muestras de Cu y Ag empleando distintas concentraciones. Posteriormente 2 gr de zeolita fueron puestos en contacto con 30 ml de la solución precursora en diferentes concentraciones emulando el proceso de contaminación en aguas de ríos. La mezcla se mantuvo a 50°C y en agitación magnética durante 1 h propiciando intercambio iónico en las cavidades de la zeolita.

**Resultados y discusión:** Bandas de absorción en el espectro UV-Vis fueron identificadas asociadas con propiedades plasmónicas en pequeñas partículas de Cu y Ag. La zeolita fue capaz de absorber hasta 17 y 19 % (de su porcentaje en peso) de los materiales contaminantes.

**Conclusiones:** Las bandas de absorción en el espectro UV-Vis presentaron una dependencia con la concentración del material contaminante. Los planos de difracción muestran una modificación en las cavidades de la zeolita, como consecuencia de las partículas de Ag y Cu absorbidas

## Referencias relevantes

Ramírez-Rodríguez, L. P., Cortez-Valadez, M., Bocarando-Chacon, J. G., Arizpe-Chávez, H., Flores-Acosta, M., Velumani, S., & Ramírez-Bon, R. (2014). "Plasmon resonance and Raman modes in Pb nanoparticles obtained in extract of Opuntia ficus-indica plant" Nano, 9(06), 1450070.

# Caracterización de un efluente residual acuícola del Sur de Sonora

Sánchez-Leyva, Gortáres-Moroyoqui, Leyva-Soto, Romero-Soto.

Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de Febrero 818 sur. C. P. 85000 Obregón, Sonora, México. [\\*pablo.gortares@itson.edu.mx](mailto:pablo.gortares@itson.edu.mx).

Modalidad: cartel, Temática: Agua

**Introducción** La acuicultura es una actividad económica, social y ambiental muy importante. Esta se define como una biotécnica cuyos métodos abarcan el manejo y control total o parcial de los cuerpos de agua y de los recursos bióticos (Cifuentes Lemus J, 1997).

El cultivo del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* ha sido el organismo más favorecido al Norte del país por llevar a cabo estos métodos de control y manejo en condiciones favorables. Es por esto que es necesario lograr un máximo crecimiento y desarrollo del camarón procurando contar con sistemas alimenticios estrictos y de recirculación (Van Wormhoudt, A. 1995), con el fin de lograr efluentes más amigables con el ambiente (Young, A. 2002).

**Objetivos** El presente trabajo tiene la finalidad de: a) Identificar que parámetros fisicoquímicos se encuentran en los efluentes acuícolas, b) Determinar en qué concentración se encuentran y c) Evaluar la calidad de esos efluentes para posible reutilización.

**Metodología** Para esta investigación se realizaron los distintos análisis fisicoquímicos de acuerdo al *Standard Methods for the examination of water and wastewater* y las *Normas Mexicanas y Normas Oficiales Mexicanas* en base a descargas de aguas residuales, realizando cada prueba por triplicado.

**Resultados y Discusión.**

Parámetro	Concentración (mgL <sup>-1</sup> )
Nitratos	.8347
Nitritos	DNC
Fosfatos	DNC
Amonio	7.24
Sólidos totales	43,013.33

\* DNC= Detectable No Cuantificable

Los parámetros evaluados se presentaron en casi todos en bajas concentraciones de acuerdo los límites máximos permisibles.

**Conclusiones** Debido al impacto nocivo del cultivo de camarón, es indispensable el estudio y la caracterización de los efluentes acuícolas por el exceso de nutrientes, en beneficio al ecosistema, y posteriormente para el ser humano.

## Bibliografía

- 1) Cifuentes Lemus J. L; P. Torres García; M. Frías, 1997. El océano y sus recursos. XI. Acuicultura. 2ª Edición. Fondo de Cultura Económica. México.
- 2) Van Wormhoudt, A. 1995. Amylase polymorphism in Crustacea Decapoda: electrophoretic and immunological studies. *Biochemistry, Systematics and Ecology*, 23. 139-149.
- 3) Young, A. 2002 Nitrogen budgets for your dairy. Ultra State University Extension. Electronic Publishing 2002, .AG/Dairy-02 pags 1-4

# Calidad del Agua de Consumo Humano del Poblado de Huépari, Sonora

Gilberto García Navarrete, Sylvia Lorenia López Mazón, Ma. Elena Ochoa Landín, Guillermo Tiburcio Munive y Yesica Raquel Quijada Noriega

Responsable: M.I. Gilberto García Navarrete, profesor investigador de tiempo completo. Universidad de Sonora. División de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia. Blvd. Luis Encinas y Rosales s/n. C.P. 83000, Hermosillo, Sonora, México. Email: [ggarcian@iq.uson.mx](mailto:ggarcian@iq.uson.mx)

Modalidad: Cartel, Temática: Agua

La ingesta de metales pesados tóxicos aun en pequeñas concentraciones, provoca tumores y enfermedades en órganos vitales (aparato digestivo, respiratorio y reproductivo). El daño y grado de toxicidad depende del elemento, de la dosis ingerida y del tiempo de exposición al contaminante. Este trabajo plantea como objetivo una evaluación diagnóstica de la calidad del agua de abastecimiento público de la comunidad de Huépari, San Pedro de la Cueva, Sonora. Entre los principales parámetros a analizar tenemos metales pesados como: Cd, Cr, Pb, Zn y Fe, además coliformes totales y fecales, entre otros. Huépari se localiza en el Municipio de San Pedro de la Cueva, en el Estado de Sonora. Los habitantes de esta comunidad consumen agua provenientes de dos pozos, uno de ellos funciona con energía solar y el otro de con energía eléctrica. De acuerdo a la disposición de los pozos que abastecen el poblado y los asentamientos actuales, se seleccionaron 6 puntos de muestreo. Los cuales se monitorearon en seis fechas diferentes durante un periodo de 6 meses con lo que se obtuvieron 36 muestras a las que se le realizaron los análisis de 26 parámetros, incluyendo pH y temperatura, de acuerdo a las normas técnicas mexicanas. De los 26 parámetros analizados, Cd, Cr, Pb y Fe están por encima de los límites permisibles marcados por la NOM-127-SSA1-1994 (modificada 22 de Noviembre de 2000), con rangos de variación entre: 0.04-0.08 ppm para Cd, 0.04-0.14 ppm para Cr, 0.30-0.70 ppm para Pb y 0.29-0.68 ppm para Fe. Por lo que toca a los parámetros microbiológicos en la mayoría de las muestras, tanto coliformes totales como fecales están por encima de lo que marca la norma oficial. De acuerdo a esta evaluación diagnóstica puntual el agua del poblado de Huépari, Sonora, tuvo altos valores de Cd, Cr, Pb y Fe, no habiéndose detectado además explotación minera intensiva cercana. Por lo anterior se estable la necesidad de realizar un estudio anual detallado de las fuentes de abastecimiento de agua de este poblado. A su vez se recomienda la rehabilitación de la infraestructura de pozos y pila de almacenamiento, además de la instalación de un sistema económico de potabilización de agua.

## Referencias relevantes

Albert, L. A. (2005) Curso básico de toxicología ambiental. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud. Limusa, Noriega Editores, págs. 105-121, 145-183.

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN, (2000) Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994. Modificada 22 de Noviembre de 2000.

Eaton, A. D., Clesceri, L. S., Greenberg, A. E., & Franson, M. A. H. (1998). Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington, DC, American Public Health Association.

# Remoción de tetraciclina mediante electrocoagulación y membranas de ultrafiltración

Carlos Arce-Gaxiola, Sergio Pérez-Sicairos, José B. Morales-Cuevas, Shui W. Lin-Ho, Krisnar A. Corrales-López.

Centro de Graduados e Investigación en Química, Instituto Tecnológico de Tijuana.

Sergio Pérez Sicairos, Doctorado en Ciencias en Química, Profesor Investigador, Instituto Tecnológico de Tijuana, Centro de Graduados e Investigación en Química, Blvd. Alberto Limón Padilla y Av. ITR de Tijuana S/N, C.P. 22500, Mesa de Otay, Tijuana, Baja California, Méx., 664-6233772. Correo: sperez@tectijuana.mx

Modalidad: Cartel, Temática: Agua

## Introducción

De los contaminantes emergentes, la tetraciclina (TC) llama la atención debido a que se considera un antibiótico potente, ampliamente utilizado en la industria ganadera y en terapia humana, convirtiéndose en uno de los fármacos más utilizados en todo el mundo. Sin embargo, sólo una pequeña fracción de TC se metaboliza y la mayoría de TC residual se desecha en el medio ambiente [1]. La TC tiene una naturaleza tóxica hacia algas y otros organismos acuáticos, que puede afectar a la sostenibilidad ecológica. Algunas de las principales preocupaciones implican la movilidad, la biodegradabilidad y la estabilidad de los contaminantes emergentes de este tipo en el medio ambiente [2].

## Objetivos

Evaluar la remoción de TC mediante Electrocoagulación (EC) (variando la I y la [NaCl]), Evaluar la remoción de TC mediante ultrafiltración (UF) y Evaluar la remoción de TC mediante ambos procesos acoplados.

## Metodología

La EC se evaluó con 200 mL de TC (20 ppm) por experimento, a diferente corriente (0.1-0.2 A) y diferente [NaCl] (0.5-1.5 g/L). Se utilizó un ánodo de Al y un cátodo de acero inoxidable. Las membranas de UF se prepararon mediante inversión de fases con soluciones de polisulfona, poliétersulfona y poli(éter)étersulfona sulfonada, en algunas se adicionó nanopartículas (NP's) de ZnO (5 mg/100 mL).

## Resultados y Discusión

Se evaluó el efecto de la corriente aplicada, logrando remociones de alrededor del 95%, con una corriente de 0.2 A, no obstante requiere mayor consumo energético, lo cual no es favorable. Una concentración de 1.5 g/L de NaCl favorece un alto porcentaje de degradación, pero con 0.5 g/L se obtienen valores similares hacia los 40 min de reacción. Se prepararon y caracterizaron 4 membranas de UF, 2 fueron dopadas con NP's de ZnO, mismas que mostraron mayor capacidad de permeado de agua pura, esto se atribuye a la presencia de las Np's de ZnO, que provee mayor porosidad. Al acoplar la EC (0.1 A y 0.5 g/L NaCl) con la UF, se logró remover hasta un 96% de TC, con un consumo de corriente menor que el proceso de EC a 0.2 A.

## Conclusiones

En el presente trabajo se estudió la remoción de TC en un sistema de electrocoagulación (EC) acoplado con un sistema con membrana de ultrafiltración (UF). Primero se evaluaron de manera separada ambos procesos para encontrar las condiciones óptimas de remoción de TC y después se acoplaron. Se evaluaron diferentes parámetros en la EC, como corriente aplicada y concentración de electrolito de soporte. Se prepararon 4 membranas de UF y se caracterizaron. Se logró remover alrededor del 96% de TC con el sistema acoplado.

## Referencias

1. Duanyi Zhanga, Jiao Yina, Jiquan Zhaoc, Hui Zhud, Chuanyi Wanga, "Adsorption and removal of tetracycline from water by petroleum coke-derived highly porous activated carbon", *J. Environ. Chem. Eng.*, 2015, 3, 1504-1512.
2. Manali Rathoda, Soumya Haldara, Shaik Basha, "Nanocrystalline cellulose for removal of tetracycline hydrochloride from water via biosorption: Equilibrium, kinetic and thermodynamic studies", *Ecol. Eng.*, 2015, 84, 240-249.

**AIRE**

# Análisis de Mercurio en Aerosoles Atmosféricos de una Zona Urbana y una Semi-Rural

Martín Rangel García<sup>1</sup>, Rocío García Martínez<sup>2</sup>.

1. Rangel García, Martín. Químico, estudiante de Posgrado en Ciencias Químicas, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Centro de Ciencias de la Atmósfera (CCA), Grupo de Aerosoles Atmosféricos. Circuito Exterior Ciudad Universitaria, Distrito Federal, C.P. 04510. Tel: (55)63353000. martin.r.gq31@hotmail.com
2. García Martínez, Rocío. Doctora, Investigador titular A, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Centro de Ciencias de la Atmósfera (CCA), Grupo de Aerosoles Atmosféricos. (55) 5622407. gmrocio@atmosfera.unam.mx

Modalidad: Ponencia, Temática: Aire.

## Introducción

La utilización del mercurio en la industria junto con la extracción de mercurio proveniente de minas localizadas en la región, podemos decir que esto ha hecho de San Joaquín, Querétaro y de la Ciudad de México; un lugar con alta concentración de mercurio al aire libre. La exposición crónica a dicho metal puede llegar a repercutir en la salud humana causando severos daños al sistema inmunológico.

Esta investigación se centra en la cuantificación de mercurio en aerosoles atmosféricos en la región minera de San Joaquín, Querétaro, ya que existen registros que demuestran que los habitantes se dedican a la extracción y manejo de sulfuro de mercurio (HgS), y también en la Ciudad de México debido a la elevada contaminación presente en ella.

## Objetivo

Cuantificar la concentración de Hg presente en el aire de San Joaquín, Querétaro y en la Ciudad de México.

## Metodología

El análisis se hace bajo la técnica de Espectroscopía de Absorción Atómica.

## Resultados

Se muestran sólo algunos de los resultados

CDMX	Concentración Hg (ppb)	SJ	Concentración Hg (ppb)	Filtro 4	0.4335	Filtro 4	ND
Filtro 1	1.2905	Filtro 1	ND	Filtro 5	1.0920	Filtro 5	0.2458
Filtro 2	0.4310	Filtro 2	0.0847	Promedio	0.5149	Promedio	0.1917
Filtro 3	4.9577	Filtro 3	ND				

## Conclusiones

- El mercurio está presente en el aire que respiramos, lo que indica que nos encontramos expuestos al mercurio de una forma crónica, tanto en la Ciudad de México como en San Joaquín, Qro.
- Debemos actuar rápidamente para disminuir la concentración de mercurio emitido al medio ambiente, esto por bien de nosotros los seres vivos.

## Referencias

- Rangel García, M. (2005) *Cuantificación de Hg en agua para el consume humano proveniente de pozos en la región minera de Taxco de Alarcón, Guerrero*. Tesis (Químico). México. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México.
- UNEP. (2010). *Study on mercury sources and amissions, and analysis of cost and effectiveness of control measures*. Ginebra, Suiza.
- UNEP. (2013). *Global mercury assessment 2013*. Ginebra, Suiza

# Simulación de dispersión de contaminantes en aire

José Islas Arriola<sup>1</sup>, Regina Amparo Cervantes Muratalla<sup>1</sup>, Nicole Carrillo Sortillón<sup>1</sup>, José Manuel Nápoles Duarte<sup>2</sup>, Temístocles Mendivil-Reynoso<sup>3</sup>,  
Luis Patricio Ramírez Rodríguez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ingeniería Ambiental, Universidad Estatal de Sonora

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua.

<sup>3</sup>Departamento de Física, Universidad de Sonora.

**Responsable del trabajo:** Dr. Luis Patricio Ramírez Rodríguez, Profesor de Tiempo Completo Titular A, Licenciatura en Física, Universidad de Sonora, Dirección: Rosales y Luis Encinas S/N, Colonia Centro, C.P. 83000, Tel (662) 2004369, Correo electrónico: [tycho267@hotmail.com](mailto:tycho267@hotmail.com)

Modalidad: Cartel, Temática: Aire

## **Introducción:**

Existen procesos que requieren que las personas cumplan con medidas de protección para su seguridad y desempeño laboral. Por lo que es necesario que tengan conocimiento de la dispersión de contaminantes en aire para hacer planes de contingencia, por ejemplo el contaminante cloro; por lo tanto en el presente trabajo se estudiarán simulaciones del mismo, respetando las normas establecidas NOM-010-STPS-CL.

## **Objetivos:**

Describir la dispersión de contaminantes en aire utilizando el método de elemento finito y el modelo Gaussiano para una y varias fuentes.

## **Metodología:**

Se resolverá la ecuación diferencial parcial en una y dos dimensiones considerando una y varias fuentes puntuales y lineales usando el método de elemento finito y transformada de Fourier.

## **Resultados y discusión:**

Se obtuvieron la variación de la concentración de contaminantes de una y varias fuentes de las cuales se observa que a medida a que se alejan la concentración se atenúa. Además, las condiciones atmosféricas, es decir, condiciones termodinámicas son vitales para el comportamiento de la dispersión de contaminación en aire.

## **Conclusiones:**

Es posible describir la dispersión de contaminantes en aire de una y varias fuentes mediante simulaciones numéricas.

## **Referencias relevantes**

Arystanbekova, N. K. (2004). *Application of Gaussian plume models for air pollution simulation at instantaneous emissions*. Mathematics and Computers in Simulation, 67(4), 451-458.

# Obtención de carbón activado a partir de la especie africana *bambusa oldhamii*

P. I. López Picazo<sup>1\*</sup>, E.S. Guillen López<sup>1</sup>, A.N. Pérez Martínez<sup>1</sup>, Dr. E. Barrera Calva<sup>2a</sup>, Dr. C. D. Hernández Pérez<sup>2a</sup>, Dra. M. L. Lozano Camargo<sup>1,2b</sup>,

<sup>1</sup>División de Ingeniería Ambiental, Tecnológico de Estudios Superiores del Oriente del Estado de México<sup>2</sup> Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, área de Ingeniería en Recursos Energéticos<sup>a</sup>, Área de Electroquímica<sup>b</sup>. Tel: +52(55) 58 04 46 71 Ext (19), Fax +52(55) 58 04 46 66  
\*E-mail: [picazo\\_0708@hotmail.com](mailto:picazo_0708@hotmail.com)

Modalidad: Cartel, Temática: Aire

## Introducción

El bambú *oldhamii* es una de las especies más ampliamente cultivadas en México. Es extremadamente poroso y puede llegar a desarrollar áreas superficiales de 500 a 1500 m<sup>2</sup>. Debido a la importancia que tiene el carbón activado se han hecho investigaciones para su producción a partir de distintos materiales. Puede ser generado por activación física y por activación química de la materia orgánica de base.

## Objetivo

- Desarrollar carbón activado a partir del bambú africano *oldhamii* mediante la activación física.

## Metodología

Se Obtuvieron 72 g de Bambú Africano *oldhamii*, se cortó y se introdujo a la mufla a una temperatura de 100 °C durante un tiempo de 60 min. Se procedió a elevar la temperatura a 500 °C, para eliminar las sustancias volátiles [1]. La temperatura de Activación fue de 1000° C

## Resultados y discusión

Se caracterizó el Carbón Activado por medio de Difracción de Rayos X, para conocer su estructura y la curva característica del Carbón.

Estudio de SEM. Se puede observar la porosidad presente en el carbón activado promedio, es decir que el carbón activado puede adsorber partículas suspendidas 2.5µm presentes en el medio ambiente [2].

## Conclusiones

La eficiencia de adsorción, es cualitativamente buena, y se encuentra en correspondencia con carbones activados utilizados en el mercado.

## Referencias

- [1] (2007). Sustainable Forestry for Bioenergy & Bio-based Products.  
[2] Organización Mundial de la Salud (OMS) (2003, 2004) Health Aspects of Air Pollution with Particulate Matter.

# **Evaluación de la Calidad del Aire Respecto de Partículas Suspendidas Totales (PST) y Metales Pesados (Cd, Cr, Cu, Mo, Pb) en la Ciudad de Cananea, Sonora, México**

<sup>1</sup>Villalba Atondo Arturo Israel, <sup>2</sup>Agustín Gómez Álvarez, <sup>1</sup>Gerardina Nubes Ortiz, <sup>3</sup>Margarita de la O Villalueva, <sup>1</sup>Ana María Pérez Villalba y <sup>1</sup>Omar Acosta Fajardo

<sup>1</sup>Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad de Sonora, Blvd. Luis Colosio s/n, e/Sahuaripa y Reforma, Hermosillo, Sonora, México.

<sup>2</sup>Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia, Universidad de Sonora, Blvd. Luis Encinas y Rosales, Hermosillo, Sonora, México.

<sup>3</sup>Departamento de Geología, Universidad de Sonora, Blvd. Luis Encinas y Rosales, Hermosillo, Sonora, México.

Arturo Israel Villalba Atondo, Maestría en Ciencias, Profesor-Investigador Titular, UNISON-DICTUS, Tel-Fax: 6622592169, [arturo.villalba@unison.mx](mailto:arturo.villalba@unison.mx)

Modalidad: Cartel; Temática: Aire

Los seres humanos requieren de un suplemento regular de alimento, agua y esencialmente de un suplemento continuo de aire. Los requerimientos de aire y agua son relativamente constantes (10-20 m<sup>3</sup> y 1-2 L/día, respectivamente); que toda la gente tenga libre acceso al aire y agua de calidad aceptable es un derecho humano fundamental (WHO, 2000). A lo largo de la historia, la humanidad ha estado en contacto con los contaminantes atmosféricos, sin embargo a medida que se desarrollaron las grandes ciudades y se consolidó la revolución industrial, la contaminación del aire se ha visto como algo común y cotidiano. El método utilizado para muestreo y determinación de Partículas Suspendidas Totales (PST) es el recomendado por la Norma Oficial Mexicana NOM-035-ECOL-1993, utilizando el monitor Instituto Minerva, con una periodicidad de cada 6 días. La metodología para metales pesados (Cd, Cu, Cr, Mo, Pb) en aire ambiente, es la reportada en el CFR 40. Para la Ciudad de Cananea, de los 58 muestreos en el año en estudio (2014 o 2015), 2 resultaron arriba del valor normado (3.44% arriba de 210 µg/m<sup>3</sup>); sólo superada por Guaymas, cuyo muestreo no cumplió la normatividad correspondiente. Respecto de los promedios mensuales en el año de estudio, Cananea, se encuentra dentro de los valores permisibles, a diferencia de Nogales, Puerto Peñasco, Guaymas, Cd. Obregón y Hermosillo, mismas que en al menos uno de los meses superó el valor normado (Cruz-Campa, 2015). Respecto al indicador Percentil 98, la ciudad de Cananea incumple la normatividad con 232 µg/m<sup>3</sup>; sin embargo, con base a este indicador la calidad del aire en esta ciudad es mejor que lo que se reporta para otras ciudades de Sonora. Los metales Cd, Cr y Mo se encuentran por debajo del límite de detección del método de cuantificación. No así el Cu y el Pb. Del primero se observa un rango de presencia de 0.022 µg/m<sup>3</sup> a 1.297 µg/m<sup>3</sup>, con presencia de este metal en todos los días programados. Para el caso del Pb, los valores detectados fluctuaron de 0.0917 µg/m<sup>3</sup> a 0.14 µg/m<sup>3</sup>, con presencia no total en los días programados. En ninguno de los casos los valores se encuentran fuera de norma mexicana (Pb), o extranjera (Pb y Cu). Los PST incumplen la normatividad al respecto del indicador Percentil 98, al igual que todas las ciudades de Sonora que cuentan con este estudio. Ninguno de los metales estudiados representa un riesgo a la salud humana. El Cu es el único metal que se encuentra en todos los días de muestreo programados. Su asociación con los PST es en el rango de correlación de 0.67 a 0.85.

Cruz-Campas M.E. 2015. Evaluación de la calidad del aire respecto de partículas suspendidas totales (PST) y metales (Pb, Cd, Ni, Cu, Cr) en seis ciudades de Sonora, México, durante un periodo anual. Tesis Doctoral. Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California. 135 p.

WHO (World Health Organization), 2000. Air Quality Guidelines. Second Edition. Regional Office for Europe. Copenhagen, Denmark.

# Evaluación de la Calidad del Aire por PST en Hermosillo, Estudio de una Década

L.F. Nieblas-Ramos<sup>1</sup>, M.E. Cruz-Campas<sup>1\*</sup>, R. Ramírez-Leal<sup>1</sup>, A.G. Villalba- Villalba<sup>1</sup>, H.F. Duarte-Tagles<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Ingeniería Ambiental, Universidad Estatal de Sonora, Ley Federal del Trabajo S/N, Col. Apolo, 83000. Hermosillo, Sonora, 83000, México

\*email: [martincruzcampas@hotmail.com](mailto:martincruzcampas@hotmail.com)

Modalidad: Cartel, Temática: Aire

Las partículas (PST) pueden suspenderse en el aire cuando su tamaño va de 0.01 a 100  $\mu\text{m}^{(1)}$ , altas concentraciones propician o agravan enfermedades cardiovasculares y pulmonares, pudiendo causar muerte prematura<sup>(2,3)</sup>. Las PST pueden constituirse por tóxicos como el plomo y el cromo identificados en las partículas del aire de Hermosillo<sup>(4)</sup>, ciudad que ha sido clasificada con calidad del aire no satisfactoria por este parámetro<sup>(5)</sup>. El objetivo de este estudio fue determinar la calidad del aire por PST en el periodo 2000-2010 para Hermosillo, Sonora, México, utilizándose indicadores de cumplimiento a la normatividad. Se encontraron valores máximos en esa década de 881, 570, 531 y 473  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para las estaciones Noroeste, Sur, Norte y Centro, en cuanto a la cantidad de días que se rebasó el valor normado, se tuvieron 252, 67, 21 y 9 en las estaciones Noroeste, Norte, Centro y Sur, representando el 47%, 13%, 4% y 5% de los días muestreados en cada estación respectivamente. De acuerdo al criterio (percentil 98), de los 11 años analizados, la estación norte no cumplió con la norma en 8 y en tres no cumplió con el criterio de cobertura de muestreo; en la estación noroeste no se cumplió con la norma en 9 y en dos no se cumplió con el criterio de cobertura; en la estación centro no se cumplió con la norma en 5, sí se cumplió en 3 y en 3 no se cumplió con el criterio de cobertura de muestreo y en la estación sur solo se muestrearon 4 años, en 3 no se cumplió con la norma y en 1 no se logró el porcentaje de cobertura de muestreo. Según el índice anualizado<sup>(5)</sup>, la calidad del aire en las estaciones norte y noroeste fue No Satisfactoria los 11 años, en la estación centro 3 años fue satisfactoria y 8 no satisfactoria y en la estación sur de los cuatros años muestreados, 1 fue de calidad satisfactoria y 3 no satisfactoria.

## Referencias

- [1] USEPA (1999). Compendium of Methods for the Determination of Inorganic Compounds in Ambient Air EPA/625/R-96/010a
- [2] EEA (2011). Air Quality in Europe – 2011. EEA Technical Report No. 12/2011
- [3] SSA (2005). Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-1993. Salud Ambiental
- [4] Ramírez-Leal, et al. (2007). Characterization inorganic atmospheric particles. Rev. Mex. Fis. S 53
- [5] Cruz-Campas, et al. (2013). Evaluación de la calidad del aire. Rev. Int. Contam. Ambie. 29

# Presencia de Hongos en el Aire de Salones de Clase

Gilberto García Navarrete, Sylvia Lorenia López Mazón, Ma. Elena Ochoa Landín, y Griselda Adilene Sánchez Cubedo

Responsable: M.I. Gilberto García Navarrete, profesor investigador de tiempo completo. Universidad de Sonora. División de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia. Blvd. Luis Encinas y Rosales s/n. C.P. 83000, Hermosillo, Sonora, México. Email: [ggarcian@iq.uson.mx](mailto:ggarcian@iq.uson.mx)

Modalidad: Cartel, Temática: Aire

Los problemas asociados con la calidad del aire interior se relacionan con los hongos ya que los resultados de análisis micológico de aire realizado en edificios de varios países han demostraron que los hongos representan alrededor del 70% de la contaminación microbiana del aire interior (Ogórek et. al., 2011). Varios estudios han reportado que la contaminación del aire interior puede aumentar a largo y corto plazo los problemas de salud en los estudiantes y profesores en lo que respecta al confort, la productividad y desempeño académico (De Genaro et. al., 2014; Buchanan, 2007).

En este trabajo se evaluó la presencia de hongos en el aire de las aulas del Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia de la Unidad Centro de la Universidad de Sonora. Se recolectaron 90 muestras utilizando el método pasivo en cajas Petri de 90 mm de diámetro, que contenían agar Saboraud. De acuerdo a los días y horarios establecidos se colocaron las cajas Petri con el medio de cultivo y se expusieron durante 30 minutos a una altura de 1.0 m en el centro de las aulas, tomándose muestras en la mañana y en la tarde. Pasado el tiempo de exposición, se recolectó la muestra y se incubó. Para identificar el tipo de hongo se preparó un frotis, de acuerdo a la técnica de Impronta (Koneman y Roberts, 1994; Martí, Alonso y Constans, 1998). El frotis se observó con el microscopio óptico usando primeramente el aumento de objetivo de 10x, posteriormente 20x y finalmente 40x para diferenciar la forma y ordenamiento característico de las esporas considerando los aspectos distintivos. Los hongos encontrados fueron *Alternaria sp.*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Cladosporium sp.*, *Drechslera sp.*, *Penicillium sp.*, *Fusarium sp.* De acuerdo a las UFC registradas durante los días de monitoreo, los mayores recuentos fúngicos se encontraron en el turno matutino, antes del inicio de actividades. Lo que significa que la actividad académica facilita el recambio de aire en las aulas. Se observó que al inicio de semana se presentó la mayor cantidad de UFC en las diferentes aulas, lo cual se atribuye principalmente a la inactividad que existe en el fin de semana. Los requerimientos de espacio de acuerdo a la capacidad máxima de alumnos de las aulas fueron adecuadas excepto en una de ellas. Con respecto a la ventilación, los números de recambios de aire deben de ser de seis a ocho veces el volumen total de aula en una hora (Shaughnessy & Moschandreas, 2009), por lo que deben realizarse adecuaciones para asegurar una óptima ventilación ya sea natural o mecánica.

## Referencias relevantes

- Buchanan, B. (2007). Sick Buildings, sick students. *American School Board Journal*, págs. 48-50.
- De Gennaro, G., Rosario, D. P., Demarinis, L., Di Gilio, A., Giungato, P., Tutino, M., Marzocca, A., Mazzone, A., Palmisani, J. & Porcelli, F. (2014). Indoor air quality in schools. *Environmental Chemistry Letters*. Vol. 12, p. 467-482.
- Koneman, E. W. y Roberts, G. D. (1994). *Micología práctica de laboratorio*. Editorial Médica Panamericana. Págs. 107-120.
- Martí, S. Ma. del C., Alonso, E. R. y Constans, A. A. (1998). NTP 488: Calidad de aire interior: identificación de hongos. Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España.
- Ogórek, R., Plaskowska, E., Kalinowska, K., Fornalczy, P., Misztal, A., & Budziak, J. (2011). The analysis of mycological air pollution in selected rooms of student hostels. *Medical Mycology*. Volumen 18, p. 201-210.
- Shaughnessy, R. and Moschandreas, D. A. (2009). Preliminary study on the association between ventilation rates in classroom and students performance. Vol. 16, 465-468.

# Monitoreo de PM10 en Hermosillo, Sonora durante el periodo 2000-2010

L.G. Dávila Coronado<sup>1</sup>, M.E. Cruz-Campas<sup>1\*</sup>, R. Ramírez-Leal<sup>1</sup>, A.G. Villalba- Villalba<sup>1</sup>, H.F. Duarte-Tagles<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Estatal de Sonora, Ley Federal del Trabajo S/N, Col. Apolo, 83000.  
Hermosillo, Sonora, 83000, México

\* email: [martincruzcampas@hotmail.com](mailto:martincruzcampas@hotmail.com)

Modalidad: Cartel, Temática: Aire

El material particulado con diámetro aerodinámico inferior a 10 micras (PM10) es generado por una gran variedad de fuentes antropogénicas y naturales. <sup>(1)</sup> Pueden ser emitidas directamente a la atmósfera (partículas primarias) o formarse por la transformación de emisiones gaseosas (partículas secundarias) se ha encontrado que causan problemas de salud, ya sea desencadenando o agravando condiciones, tales como asma, enfisema, bronquitis, silicosis y cáncer de pulmón.<sup>(2)</sup> En un estudio donde se analizaron daños provocados por partículas PM<sub>10</sub>, se encontró que por cada 10 µg/m<sup>3</sup> de incremento de este contaminante se asoció un aumento de 4% de las muertes totales diarias <sup>(3)</sup>. Las PM<sub>10</sub> como contaminante ambiental, pueden propiciar enfermedades respiratorias y podrían asociarse a la incidencia de IRA's (Infecciones Respiratorias Agudas)<sup>(4)</sup>. En el presente estudio se evalúa la presencia de PM<sub>10</sub> para la década 2000 - 2010 para la ciudad de Hermosillo, Sonora, México, utilizándose indicadores de comportamiento e indicadores de cumplimiento a la normatividad. A la fecha se ha realizado la fase de adquisición y organización de datos y se ha obtenido estadística básica, encontrándose que los valores máximos durante esa década fueron de 534, 323 y 281 µg/m<sup>3</sup> para las estaciones Noroeste, Sur y Norte respectivamente, por lo que en todas se rebasó el máximo permisible o norma vigente de 120 µg/m<sup>3</sup>. Las concentraciones promedio durante esa década fueron 79, 69 y 36 µg/m<sup>3</sup> para las estaciones Sur, Noroeste y Norte respectivamente. En cuanto a la cantidad de días que se rebasó el valor normado, se tuvieron 41, 18 y 8 en las estaciones Noroeste, Sur y Norte, representando el 9%, 7% y 2% de los días muestreados en cada estación respectivamente.

## Referencias

- [1] Slanina, S. and Zhang Y., (2004). Aerosols: connection between regional climatic change and air quality. Pure Appl. Chem., Vol. 76, No. 6, pp 1241-1253. 2004 IUPAC
- [2] Brook, R. F. (2004). *Contaminación del Aire y Cardiovascular*.
- [3] SSA (2005). Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-1993. Salud Ambiental
- [4] Ramírez-Leal, et al. (2007). Characterization inorganic atmospheric particles. Rev. Mex. Fis. S 53

# Cuantificación de la emisión de dióxido de carbono por la quema de espárrago en el Valle del Yaqui

Yedidia Villegas Peralta, Perla Alejandrina González Tineo, Joseline Benítez López, Maria del Rosario Martínez Macías<sup>1</sup>, Adrian Felix Bobadilla

Instituto Tecnológico de Sonora

Mtra. Yedidia Villegas Peralta, Maestra Investigadora, Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de ciencias del agua y medio ambiente, 5 de febrero 818 Sur, 85000 Ciudad Obregón, Sonora. 4109000, ext.

1403, email: [yedidia.villegas@itson.edu.mx](mailto:yedidia.villegas@itson.edu.mx).

Modalidad: Cartel. Temática: Aire.

**Introducción.** México se encuentra entre los principales productores y exportadores de hortalizas en el mundo, uno de los cultivos que ha cobrado mayor importancia en el país es el espárrago (*Asparagus officinalis* L.) (SHCP, 2014). La demanda de espárrago ha ido en aumento, sobre todo porque la mayor parte de la producción se va al mercado de exportación, lo que atrae divisas al estado de Sonora, específicamente al Valle del Yaqui. Sin embargo, una de las actividades que se llevan a cabo para la cosecha y posterior desarrollo de este cultivo, es la quema del follaje a cielo abierto, lo que trae consigo una serie de problemas ecológico-sociales.

**Objetivo.** Cuantificar el CO<sub>2</sub> liberado a la atmósfera por la quema del follaje de espárrago para la generación de una propuesta de mitigación.

**Metodología.** En el block 1712 del Valle del Yaqui, se tomaron muestras de 1 m<sup>2</sup> del follaje de espárrago para cuantificar la biomasa en peso seco y peso húmedo, y determinar la fijación de carbono del cultivo en el periodo de quema, abril 2015. Se realizaron pruebas de combustión con el equipo TESTO-TUV para definir los porcentajes de gases liberados, y finalmente se extrapolaron los datos para cuantificar los kilogramos de CO<sub>2</sub> a la atmósfera con un total de 2010 hectáreas. Se realizó un análisis de varianza para el análisis estadístico de datos con el programa Microsoft Excel.

**Resultados y discusión.** Se encontró que la temperatura más alta de combustión fue de 200.2°C, valor aproximado a lo que menciona Curry, 2006, en los Valles de Mexicali Baja California. El porcentaje por quema de CO<sub>2</sub> liberado fue 20%, equivalente a 3046.67 kg/Ha. Se propuso un plan de mitigación para reforestación con Mezquite (*Prosopis glandulosa*) a 15 años, con una plantación de 144 árboles de esta especie en una hectárea.

**Conclusión.** Esta práctica agrícola continuará mientras sea rentable, sin embargo, la cantidad de gases emitidos a la atmósfera por otros medios como los automóviles o la quema de combustibles fósiles contribuyen mayormente a la generación de gases de efecto invernadero. Por otro lado, es imperativo promover la producción de cultivos de manera sustentable, y es necesaria una revisión detallada de los beneficios y perjuicios que surgen a raíz de esta actividad.

## Referencias.

Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), (2014). Financiera Nacional de desarrollo. Panorama del Espárrago.

Curry, Bob. 2006. Joint Advisory Committee for the Improvement of Air Quality in the Paso del Norte Region, ponencia presentada en la primera Mesa binacional de trabajo sobre calidad del aire de los Valles de Mexicali e Imperial, Mexicali.



# ENERGÍA

# Estudio numérico de la generación de entropía en receptores solares de enfoque puntual

David Antonio Buentello Montoya<sup>1</sup>, Jesús Fernando Hinojosa Palafox<sup>2</sup>

Maestro en Ciencias de la Ingeniería: Ingeniería Química, Profesor de asignatura, Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, Departamento de Investigación y Posgrado, Carretera Internacional a Nogales Km 2. S/N, tel. 6441177345, dbuentello@itesca.edu.mx

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, <sup>2</sup>Universidad de Sonora

Modalidad: Ponencia, Temática: Energía.

## Introducción

El incremento de la población ha generado preocupación medioambiental, que ha orillado a la humanidad a buscar fuentes alternativas de energía, como la energía solar. El aprovechamiento de la energía solar, al igual que cualquier otra forma de energía, involucra de manera intrínseca generación de entropía, es decir, pérdidas o desperdicios ocasionados por irreversibilidades en el sistema. En éste trabajo se realizaron estudios para analizar las irreversibilidades asociadas con la transferencia de calor por los mecanismos de conducción, convección y radiación dentro de una cavidad abierta con diferentes ángulos de inclinación, con el objetivo de simular la generación de entropía o irreversibilidades dentro de un receptor solar de cavidad.

## Metodología

Para la obtención de los resultados, se escribió un código en FORTRAN 90/95. Se utilizó el método de volumen finito para la discretización de las ecuaciones de transporte del sistema; los términos convectivos fueron tratados con el esquema híbrido y se utilizó el algoritmo SIMPLE para el acoplamiento de la presión con el resto de las ecuaciones. Los factores de vista fueron obtenidos con el método de cordones cruzados de Hottel y la ecuación de transferencia radiativa fue resuelta con el método de Radiosidad-Irradiancia. Los resultados fueron presentados mediante gráficas obtenidas utilizando el software TECPLOT.

## Resultados

Los resultados indicaron una fuerte dependencia entre la generación de entropía y el ángulo de inclinación de la cavidad, así como una relación directa entre el número de Rayleigh y el gradiente de temperatura adimensional con la generación de entropía.

## Conclusiones

Se determinó que los principales factores en la generación de entropía dentro de un receptor solar de cavidad son el número de Rayleigh y el intercambio radiativo entre las paredes, mostrando un incremento de hasta 700% para los casos críticos. Además, se observó que el ángulo de inclinación con la menor generación de entropía es el de 150° (apertura de la cavidad hacia abajo) debido al comportamiento del fluido bajo estas condiciones de operación.

## Referencias

1. M. Montiel, J. Hinojosa, C. Estrada (2012) "Numerical study of heat transfer by natural convection and surface thermal radiation in an open cavity receiver", Solar Energy, vol. 86.

# Simulación del efecto fotovoltaico mediante el método de elemento finito

Luis Patricio Ramírez-Rodríguez<sup>1</sup>, Enrique Troyo-Vega<sup>2</sup>, José Manuel Nápoles Duarte<sup>3</sup>, Mario Flores-Acosta<sup>2</sup>, Santos Jesús Castillo<sup>2</sup>, Temístocles Mendivil-Reynoso<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física, Universidad de Sonora.

<sup>2</sup>Departamento de Investigación en Física, Universidad de Sonora.

<sup>3</sup>Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua.

**Responsable del trabajo:** Dr. Luis Patricio Ramírez Rodríguez, Profesor de Tiempo Completo Titular A, Licenciatura en Física, Universidad de Sonora, Dirección: Rosales y Luis Encinas S/N, Colonia Centro, C.P. 83000, Tel (662) 2004369, Correo electrónico: [tycho267@hotmail.com](mailto:tycho267@hotmail.com)

Modalidad: Ponencia, Temática: Energía

**Introducción:** El diseño de dispositivos optoelectrónicos es de suma importancia en la actualidad ya que son la base de la tecnología. Uno de los dispositivos optoelectrónicos son las celdas solares, las cuales aprovechan energía proveniente del Sol y la convierten en energía potencial eléctrica generándose una intensidad de corriente. Se han utilizado el método de baño química, RF sputtering entre otras técnicas para elaborar celdas solares las cuales se basan en el semiconductor Silicio. Para la exploración de nuevos materiales y configuraciones las simulaciones numéricas ayudan para optimizar el proceso de selección.

**Objetivos.** Obtener el efecto fotovoltaico utilizando el método de elemento finito para una configuración de celda fotovoltaica de Silicio.

**Metodología:** Se resolverán la ecuación de onda, la ecuación de Poisson y las ecuaciones de transporte de portadores en semiconductores utilizando el método de elemento finito.

**Resultados y discusión:** Se obtuvo la zona de depleción de la configuración trabajada en equilibrio y fuera de equilibrio. El silicio se comporta de forma distinta dependiendo de la frecuencia de la luz con la que se hace incidir la onda electromagnética. Los parámetros de diseño afectan el desempeño de la celda solar.

**Conclusiones:** La variación de portadores con respecto al tiempo y la posición decrece de forma exponencial y se observa solo cuando el término de generación es el adecuado. Se concluye que cuando la longitud de onda es mayor aumenta la propagación en el medio. La concentración de impurezas (aceptoras y donadoras) así como el cociente entre estas dos cantidades en una unión PN influyen directamente en el desempeño eléctrico de una celda solar de Si monocristalino

## Referencias relevantes

Troyo Vega Enrique (2015) “Estudio de propiedades eléctricas y diseño de dispositivos mediante simulaciones numéricas”. Tesis de Maestría en Ciencias (Física), Universidad de Sonora.

## **Efecto del estado de degradación de lombricomposta como co-sustrato en la digestión anaerobia de sustratos modelo**

César Luis Sixto Galaviz<sup>1</sup>, Belem Espinosa-Chávez<sup>2</sup>, Susana García-Ortega<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de licenciatura, Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. <sup>2</sup>Universidad del Mar, Instituto de Ecología, campus Puerto Ángel, Oaxaca.

Susana García Ortega, Dra. Profesora investigadora. Universidad del Mar, Ave. Ciudad Universitaria s/n, Puerto Ángel, Oaxaca, México, C.P. 70902, susana@angel.umar.mx

Modalidad: Ponencia

Temática: Energía

La digestión anaerobia (DA) es un proceso que combina el tratamiento de agua residual o la estabilización de sólidos con la conversión efectiva de carbono orgánico en la obtención de un producto con valor agregado: biogás con alto contenido de metano (Kleerebezem, 2015). En este trabajo se evaluó el efecto de un co-sustrato sólido, lombricomposta (LC) en diferentes estados de degradación, en la transformación de sustratos modelo (glucosa y acetato) como fuentes de carbono orgánico disuelto. Tres residuos orgánicos (estiércol de borrego, hojas de árboles, y aserrín) fueron mezclados en una relación 1.0:0.84:0.16 en base seca, los cuales fueron composteados (un mes), seguido de lombricomposteo (cuatro meses) y un periodo de estabilización/maduración (cuatro meses). Muestras de LC fueron tomadas en diferentes etapas: dos meses de lombricomposteo, cuatro meses de lombricomposteo, dos meses de maduración y cuatro meses de maduración. Estos sólidos (LC) fueron usados como co-sustratos en la DA de glucosa y acetato. Se evaluó la proporción de co-sustrato considerando la relación de sólidos volátiles (SV) contenidos en lodo granular anaerobio y en LC (0:2, 2:0, 2:2 y 2:6 g SV L<sup>-1</sup>). Los ensayos para evaluar la actividad metanogénica (AME) y la producción de biogás (mL) se llevaron a cabo en botellas serológicas con un volumen de 50 mL las cuales fueron incubadas a 35 °C durante 105 h, se midió la producción de biogás por desplazamiento a diferentes intervalos de tiempo (Hussain, 2015). Los datos obtenidos fueron analizados mediante un análisis de varianza de dos vías. Se determinó que el estado de degradación de la LC si tuvo un efecto significativo en la AME al degradar glucosa y acetato (P<0.05). La AME también se vio afectada por la proporción de LC. La producción de biogás fue afectada tanto por el estado de degradación de la LC como por la proporción de LC añadida en los ensayos (P<0.05). La LC tiene un efecto de co-sustrato pero también como un potenciador biológico (bioaumentación), por lo que un tratamiento de DA de agua residual con LC puede aumentar la producción de biogás que contiene metano.

### Referencias

- Hussain, A. & Dubey, S. K. 2015, "Specific methanogenic activity test for anaerobic degradation of influents", *Applied Water Science*. DOI 10.1007/s13201-015-0305-z
- Kleerebezem, R., Joosse, B., Rozendal, R. & Van Loosdrecht, M. C. M. 2015, "Anaerobic digestion without biogas?", *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*, vol 14, pp. 787-801.

# Análisis de una celda fotovoltaica orgánica, CdS-N / P<sub>3</sub>HT-P variando el espesor por diferentes métodos

Roberto Robles Martin del Campo<sup>(1)</sup> Dr. Rafael Ramírez Bon<sup>(2)</sup>

(1) Ingeniero de la Universidad Estatal de Sonora, [roberto\\_robles93@hotmail.com](mailto:roberto_robles93@hotmail.com). (2) Doctor, SNI3, coordinador académico de CINVESTAV del Instituto Politécnico Nacional unidad Querétaro, [rbon@qro.cinvestav.mx](mailto:rbon@qro.cinvestav.mx).

Modalidad: Ponencia, Temática: Energía

## Introducción

La energía solar fotovoltaica es una tecnología fundamentada en la aplicación práctica del conocido como efecto fotovoltaico, del cual toma su nombre. Dicho efecto físico aparece al incidir la radiación lumínica sobre determinados materiales semiconductores, produciéndose un flujo de electrones dentro del mismo, de manera tal que, bajo las circunstancias adecuadas, aparece un voltaje aprovechable para generar electricidad.

## Objetivo

El empleo de materiales orgánicos en la fabricación de celdas es una alternativa actualmente considerada por diversos grupos de investigación. Los retos principales para las celdas orgánicas son el incremento de la eficiencia de conversión de energía solar en eléctrica, la reducción en sus costos de fabricación y el alcanzar un mayor tiempo de vida.

## Metodología

La elaboración de varias celdas solares basadas en el principio de heterunión de dos semiconductores, en este caso CdS-N/P<sub>3</sub>HT-P variando su espesor, se basa en la variación tiempo de depósito del CdS, sobre la capa ventana, en celdas orgánicas se recomienda el uso de ITO como capa ventana, ya que cuenta con las propiedades adecuadas para conducir los huecos generados. El depósito del P<sub>3</sub>HT es mediante gotero. En esto consiste la elaboración de una celda heterunión de CdS-N/P<sub>3</sub>HT-P.

## Resultado y discusión

Las celdas solares se basaron en un procedimiento pre-establecido el cual es utilizado para baño-químico, donde en este caso se emplea para foto-baño-químico, las únicas variaciones las cuales se tuvieron fue el tiempo de exposición del ITO en la solución. El resultado de esto se observa al realizar la medición de transmisión y reflexión del CdS en ITO.

## Conclusiones

En base a los resultados podemos obtener las mejores celdas de foto-baño-químico y compararlo con el método de baño-químico el cual nos va a permitir medir eficiencias. Como conclusión nos podemos dar cuenta que el foto-baño-químico representa mayor eficiencia comparando una celda de 5 horas en foto-baño-químico a una de 2 horas en baño químico. Esto nos permitirá realizar estudios para el aumento de la eficiencia y análisis de una celda multiunión.

## Bibliografía

Mazón Montijo, D., Sotelo Lerma, M., Quevedo López, M., El Bouanami, M., Alshareef, H., Espinoza Beltrán, F., & Ramírez Bon, R. (2007). *Morphological and chemical study of the initial growth of CdS thin films deposited using an ammonia-free chemical process*. Science Direct.

Meraz Dávila, S. (2012). *Síntesis de películas semiconductoras de CdS en matrices de almidón*. Santiago de Querétaro: cinvestav.

Olivia, A., Solís Canto, O., Castro Rodríguez, R., Sosa, V., & Quintana, P. (2000). *Películas de CdS: preparación y comparación de propiedades usando diferentes técnicas de depósito*. Mérida Yucatán México: Sociedad Mexicana de Ciencia de superficies y de vacío.

## Interacción $Pt - O_2$ por cálculos *ab initio*

Karen de la Mora Zarco, Juan Horacio Pacheco Sánchez

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Toluca

Dr. Juan Horacio Pacheco Sánchez, Docente, Instituto Tecnológico de Toluca, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Av. Tecnológico s/n. Colonia Agrícola Buenavista, Metepec, Edo. De México, C.P. 52149, (52) (722) 2 08 72 24, hpacheco@ittoluca.edu.mx.

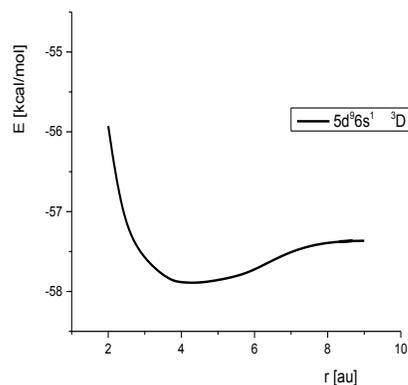
Modalidad: Cartel Temática: Energía

La producción de energía eléctrica ha ocasionado el uso de energías limpias, dentro de las cuales están las celdas de combustible. Estas trabajan como un dispositivo electroquímico que convierte la energía química de una reacción en energía eléctrica y agua pura, evitando la contaminación de recursos naturales.

El análisis de la interacción del átomo de platino ( $Pt$ ) y la molécula de oxígeno ( $O_2$ ) nos permitirá estudiar el funcionamiento del cátodo de la celda de combustible y la determinación de la energía que se debe obtener en una celda de combustible.

Se usaron metodologías MRCI variacionales y perturbativas, junto con el uso de pseudopotenciales relativistas, para obtener las energías de adsorción. Los efectos de correlación se tienen en cuenta por los cálculos Interacción de Configuración (CI). El Efecto Relativista Potencial Núcleo (RECP) (por sus siglas en inglés) del átomo de Platino es RECP tipo xenón y valencia del conjunto de bases Gaussianas contraída al esquema triple-zeta ( $3s1p4d$ ) [111/1/211]. Para el oxígeno se usó el RECP tipo helio y valencia del conjunto de bases Gaussianas contraída al esquema doble-zeta ( $4s4p1d$ ) [31/31/1]. Se obtuvo el punto de equilibrio que proporciona la adsorción del metal en la molécula de oxígeno. La curva de reacción correspondiente se construyó con el software *ab initio* PSHONDO-IJKL-FOK-CIPSI que es un conjunto de programas acoplados, el cual ha permitido realizar una amplia variedad de estudios de reacciones de átomos metálicos con gases.

Distancia (au)	Energía (kc/mol)
2	-55.927402
2.3	-56.8471805
2.7	-57.4721
3.6	-57.8529469
4	-57.8887408
4.5	-57.893565
5	-57.8578787
5.5	-57.8110834
6	-57.7341126
7	-57.4837281
8	-57.375713
9	-57.3644003



En este estudio “*ab initio*” punto a punto de la interacción entre un átomo de platino y una molécula de oxígeno, se encontró que el platino se inserta en la molécula de oxígeno. Además de la curva del estado base que ya se obtuvo, se construirá la curva de energía potencial del primer estado excitado del sistema.

Pacheco, J. H., Bravo, A., Novaro O., (2006) “An *ab initio* study of platinum hydrogen interaction” en *Mexicana de Física*. pp. 394-397.

Pacheco, J. H., Zaragoza, I.P., García, L.A., Bravo, A., Castillo S., Novaro O., (2006) “Bridge bond between potential energy surfaces and cells on  $Pt - H_2$  interaction” en *Mexicana de Física*. pp. 172-177.

A close-up photograph showing a person's hands holding a small, vibrant green seedling with several leaves. The seedling is positioned above a red shovel that is filled with dark, rich soil. The background is a blurred field of similar soil. The overall scene conveys a sense of environmental care and sustainable agriculture.

**GESTIÓN  
AMBIENTAL**

# El ordenamiento ecológico marino y sus indicadores de Gobernanza

Fabiola Ivette Juárez-Chávez, José Alfredo Arreola-Lizárraga

*Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Guaymas, Sonora, 85454, México.*

Fabiola Ivette Juárez-Chávez. Estudiante de doctorado. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. Km. 2.35 Camino al Tular. Estero de Bacochibampo. Apdo. Postal 349. Guaymas, Sonora. Tel:(01) (622) 221-2237. Fax:(01) (622) 221-2238. fjuarez@cibnor.mx

José Alfredo Arreola-Lizárraga, Doctor en Ciencia, Investigador Titular, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., Planeación Ambiental y Conservación, Km. 2.35 Camino al Tular, Estero de Bacochibampo, Apartado Postal 349, Guaymas, Sonora, Mexico. Telefono: +52 622 22 122 37; Fax: +52 622 22 122 37, [aarreola04@cibnor.mx](mailto:aarreola04@cibnor.mx)

Modalidad: Ponencia, Temática: Gestión Ambiental.

**Introducción** .En la zona costera, la presión ambiental creciente por actividades humanas y los conflictos entre usuarios requieren de procesos de planeación dirigidos a ordenar el desarrollo de las actividades humanas y orientar un uso sustentable (Ehler 2013). En México los ordenamientos ecológicos marinos son instrumentos de planeación en tanto que se definen y decretan sus políticas ambientales; una vez decretados, constituyen instrumentos de gestión, debido a que se conciben como procesos adaptativos. **Objetivo**. El objetivo de este estudio es revisar el desempeño de la gobernanza del Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California (OEMGC). **Metodología**. El procedimiento metodológico consistió en: (1) identificar los 15 indicadores claves de gobernanza, (2) identificar los parámetros para evaluar cada indicador y (3) conocer el desempeño del proceso del OEMGC durante el periodo 2004 – 2014. **Resultados**. El proceso del OEMGC inició en 2004 con la gestión y acuerdos mediante convenios estatales e intersecretariales, así como con el establecimiento de un comité para la elaboración del programa, el cual fue establecido mediante decreto (SEMARNAT 2006). En el periodo de estudio se observó un retroceso en los esfuerzos de gobernanza, no obstante que el programa del OEMGC fue emitido mediante decreto presidencial y fueron reconocidas las zonas prioritarias de atención. **Conclusión**. La gobernanza del OEMGC debe fortalecerse y atender el mandato del decreto. **Referencias bibliográficas**. Ehler C.N. (2013). Perspective: The Present and Future of Marine Spatial Planning around the World. *Marine Ecosystem and Management* 6 (4), 4-5. SEMARNAT (2006). Acuerdo por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación. Viernes 15 de diciembre de 2006.



**HÁBITAT  
Y MEDIO  
AMBIENTE**

# Calidad sanitaria del agua en playas recreativas

Claudia Esmeralda León-López, José Alfredo Arreola-Lizárraga

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C.

Claudia Esmeralda León López, Maestra en Ciencias, Estudiante, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste SC, Km 2.3 carretera las tinajas predio al tular S/N A.P.349 C.P. 85454 Guaymas, Sonora, (622) 22 1 22 37, cleon@pg.cibnor.mx

Modalidad: Ponencia, Temática: Hábitat y Medio Ambiente

**Resumen:** Las playas son ecosistemas costeros que comprenden aproximadamente el 40% de las costas del mundo, donde el servicio ecosistémico más representativo a la sociedad es la recreación. Esta contribución tiene el objetivo de proporcionar una síntesis de los enfoques de investigación científica y los esfuerzos de programas de gobierno en calidad sanitaria del agua en playas recreativas de México. **Calidad sanitaria del agua en playas:** los baños en el mar, así como los deportes acuáticos y playeros pueden ser un riesgo a la salud pública si el agua de playas recreativas presenta condiciones insalubres (Molina-López et al. 2014). Debido a esto se ha generado una serie de investigaciones internacionales y nacionales, en materia de calidad sanitaria de playas, aportando evidencia de la condición sanitaria del agua, utilizando bacterias fecales como indicadores biológicos (v.gr., Pinto et al. 2012; Silva-Iñiguez et al. 2007 y 2014; Flores-Mejía et al. 2012; Galván-Mendoza 2013). **Normatividad:** la calidad sanitaria del agua en las playas recreativas de México requiere mantenerse por debajo de los 200 NMP/100 mL de enterococos fecales según la NMX-AA-120-SCOFI-2006 lo que representa un desafío en términos de investigación científica, control de fuentes contaminación e implementación de programas de gobierno. **El Programa Playas Limpias en México** se implementó con el propósito de promover el saneamiento de las playas y realizar acciones orientadas a proteger la salud de los usuarios, mejorar la calidad ambiental e incrementar los niveles de competitividad de los destinos turísticos con playas. **Conclusiones:** los esfuerzos de investigación científica se deben incrementar y ampliar los enfoques de estudio hacia el manejo integral de playas que apoyen el logro y mantenimiento de certificaciones en playas recreativas. La identificación de las fuentes de contaminación en cada una de las playas recreativas del país, así como el control mediante tratamiento de aguas residuales urbanas y la infraestructura de servicios en playas recreativas requiere mayor atención. El Programa Playas Limpias es un acierto de política de gobierno que debe incrementar su efectividad y expandirse más allá de las playas de destinos turísticos.

## REFERENCIAS

- Flores-Mejía M., M. Flores-Hernández, M. Ríos-Miranda. (2012). "Evaluación de la calidad ambiental en playas de uso recreativo (Acapulco, Gro.)", 127-138. In: Pica.Grandados Y., Ramírez-Romero P. (eds.) Contribuciones al conocimiento de la ecotoxicología y química ambiental en México. *Instituto Mexicano de Tecnología del Agua*.
- Galván-Mendoza A. (2013). "Calidad bacteriológica y riesgo sanitario de las playas norte de Tuxpan Ver". Tesis de Especialización, Universidad Veracruzana, Veracruz, México.
- Molina-López M., García-Ruiz E., Espigares-Rodríguez E., Espigares-García M., Fernández-Crehuet M., Moreno-Roldán E. (2014). "Valoración del riesgo de contaminación de aguas recreativas. Vigilancia sanitaria de las playas en España". *Higiene y Sanidad Ambiental*, 14(2), 1191-1195.
- Pinto, K., E. Hachich, M. Sato, M. Di-Bari, M. Coelho, M. Matté, C. Lamparelli y M. Razzolini. (2012). "Microbiological quality assessment of sand and water from three selected beaches of South Coast, Sao Paulo State, Brazil". *Water science & technology*. 66. (11): 2475-2482.
- Silva-Iñiguez L., Gutiérrez-Corona C., Galeana-Miramontes L., López-Mendoza A. (2007). "El impacto de la actividad turística en la calidad bacteriológica del agua de mar". *Gaceta Ecológica*, 82, 69-76.
- Silva-Iñiguez L., Gutiérrez-Corona C., Pérez-López R., Sosa-Avalos R., López Magaña S. (2013). "Playas y manejo aptitud recreativa en playas turísticas de Manzanillo, Colima, México". *European Scientific Journal*, (4), 331-340

# Remoción de metales pesados de aguas acidas de minas mediante tratamiento biológico con microalgas

Rosario Martínez Macías<sup>1</sup>, Susana Quintero Pérez<sup>2</sup>, Patricia Candia Molina<sup>3</sup>, Reyna Sánchez Duarte<sup>1</sup>, Jorge Saldívar Cabrales<sup>1</sup>, Yedidia Villegas Peralta<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, <sup>2</sup> Universidad de Sonora, <sup>3</sup> Instituto Tecnológico de Estudios Superiores  
Dra. María del Rosario Martínez Macías, Maestra Investigadora, Instituto Tecnológico de Sonora,  
Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Ave. 5 de febrero 818 sur, (644)4109000 ext 1404.  
Cd. Obregón, Sonora. [maria.martinez@itson.edu.mx](mailto:maria.martinez@itson.edu.mx)

Modalidad: Ponencia. Temática: Hábitat y Medio ambiente.

**Introducción.** En la industria minera, con frecuencia se presentan descargas de residuos y aguas contaminadas con altos niveles de metales pesados, causando serios problemas ambientales y pérdida de biodiversidad. Para remediar esto, las tecnologías más utilizadas son ineficaces y costosas; precipitación, intercambio iónico, filtración y adsorción [1]. Sin embargo alternativas de tratamientos biológicos con microalgas pueden ofrecer más beneficios; eliminan metales y generan lípidos que pueden convertirse a biocombustibles.

**Objetivo.** Evaluar el efecto combinado de remoción de metales en la productividad de biomasa de la microalga *Nannochloropsis oculata*, con fines de obtención de biodiesel.

**Metodología.** La microalga *N. oculata* se obtuvo del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE). Los cultivos se efectuaron en volumen de 2L; medio Algal; T = 25°C; periodo 21 días; 200 mol E m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> de luz; agua de mar; adición de CO<sub>2</sub> y pH=8.5. El agua acida tratada fue de Minerales Libertad (Sonora). Los análisis de metales se efectuaron por espectroscopia de absorción atómica y la densidad celular se cuantificó con cámara de Neubauer.

**Resultados y discusiones.** Los resultados se presentan en la figura 1 y tabla 1.

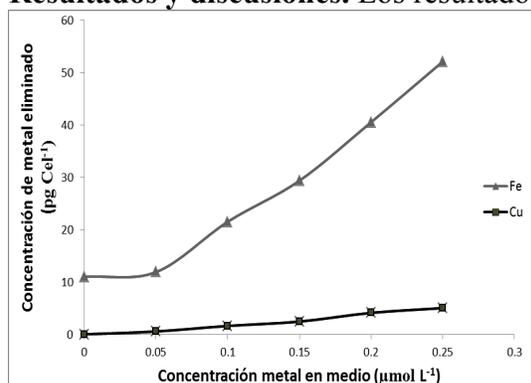


Fig.1 Cantidad de metal (pg) acumulado por célula de microalga *N. Oculata*.

Concentración de metales (mmol L <sup>-1</sup> )	Total Fe retirado (pmol L <sup>-1</sup> )	Total Cu retirado (pmol L <sup>-1</sup> )	Densidad celular (x10 <sup>6</sup> cel/ mL)
Sin metales			754.5 ± 1.12
0.05	4.26	6.11	719 ± 1.97
0.1	30.69	11.43	467 ± 1.84
0.15	47.49	13.86	374.5 ± 2.07
0.2	79.58	19.80	315.5 ± 0.92
0.25	99.25	20.41	266.5 ± 1.32

Tabla 1. Densidad celular y cantidad de metales eliminados por microalga *N. oculata*.

Las cantidades de metales eliminados aumentaron conforme se incrementó la concentración de metales en el medio. La fig. 1 indica que a concentraciones de metales ensayadas, los cultivos no llegaron a la saturación de su capacidad de acumulación en su estructura. Lo que indica una capacidad de adaptación superior a la toxicidad del medio.

**Conclusiones.** Los cultivos microalgales, eliminaron los metales pesados de aguas acidas de minas, lo que ofrece una alternativa de tratamiento de estas descargas.

## Referencias

1. Yang JinShui, Cao Jing, Xing GuanLan, Yuan Hong Li. Lipid production combined with biosorption and bioaccumulation of cadmium, copper, manganese and zinc by oleaginous microalgae *Chlorella minutissima* UTEX2341 *Bioresource Technology*, 175, 537–544, 2015.

# **Evaluación de disponibilidad de nutrientes en el suelo en la cuenca del Cuchujaqui con cajas acumuladoras de iones**

Kathrin Grahmann<sup>1</sup>, Efrain Vizuite Jaramillo<sup>2</sup>, Agustín Robles Morúa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Kassel y CIMMYT, <sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Sonora.

<sup>1</sup>Estudiante del doctorado, Universidad de Kassel, Departamento de Sistemas Agrícolas Orgánicos en los Tropicos y Subtropicos, Steinstr. 19, 37213 Witzenhausen, Alemania; Cel: 6441663704, Email: Kathrin.Grahmann@gmail.com.

Modalidad: Ponencia, Temática: Hábitat y Medio ambiente

La lixiviación es un proceso de desplazamiento de sustancias solubles o dispersables que causa pérdidas de los compuestos nutritivos del suelo. En áreas desprotegidas en la cuenca del Cuchujaqui se utiliza ganadería (pastoreo) y agricultura (producción de sorgo y maíz) lo cual provoca contaminación con nutrientes en el río Cuchujaqui llegando a afectar las áreas protegidas (Monte Mojino) ríos, acuíferos y finalmente la fauna y flora del mismo.

En colaboración con la Universidad Autónoma de México (UNAM) se realizó un proyecto para medir el movimiento de iones en el río Cuchujaqui ubicado en la reserva Monte Mojino cerca de Álamos, Sonora. Dentro del proyecto se realizará la capacitación en la construcción, instalación, análisis y evaluación de los resultados del método de cajas acumuladoras de iones (SIA's) llenado con resinas aniónicas y catiónicas. Este método no es destructivo de la estructura del suelo, de esta manera se obtiene información más real sobre el funcionamiento del sistema en el medioambiente. La manera de instalación hace posible la toma de mediciones representativas ya que el perfil de suelo arriba de las cajas de resina permanece intacto. Las cajas se instalarán durante del tiempo de lluvias en verano cuando se espera más movimiento de nutrientes. Después, se retirarán las cajas y se van a extraer las resinas. El ácido sulfúrico de 0.5M extrae todos los iones que se han acumulado en las resinas durante de su instalación en campo. Los sulfatos reemplazan los aniones como nitratos, fosfatos y cloruros que se han acumulado en las resinas aniónicas y el hidrogeno extrae los cationes como amonio, potasio, calcio o mangesio de las resinas catiónicas. También se va a realizar varios muestreos de suelo y la determinación del tipo de suelo via definición de perfil de suelo. Las muestras de suelo se analizarán por nitrógeno total, nitratos, nitritos, amonio, carbono y materia orgánica. También se evaluará la textura, estructura, pH, infiltración y salinidad.

En varios experimentos anteriores las cajas acumuladoras han demostrado su utilidad de usarlas para evaluar diferencias relativas entre tratamientos en campos agrícolas, pero aun no se han instalado en reservas naturales donde se va a hacer una comparación entre nutrientes fluyendo en la orilla del río en un ambiente perturbado pastoreado por vacas y con un ambiente sin perturbación.

Las cajas de intercambio de iones son una herramienta útil para determinar el flujo de nutrientes en tiempos de lluvia en la bioreserva de Monte Mojino. No se necesita monitoreo de la metodología durante de su tiempo de instalación y la inversión económica es relativamente baja comparada con la compra de platos de succión y lisímetros.

## **Referencias:**

Bischoff WA, 2009, "Development and applications of the self-integrating accumulators: a method to quantify the leaching losses of environmentally relevant substances", Hohenheimer Bodenkundliche Hefte 2009;91. Publishers Kandeler E, Kuzyakov Y, Stahr K, Streck T, Kaupenjohann M., University of Hohenheim, Stuttgart, Germany.

# Producción de trigo sin uso de agroquímicos en dos rotaciones de cultivos. Valle del Yaqui, Sonora.

**Alma Angélica Ortiz Avalos, Juan Manuel Cortés Jiménez**

M.C. y Dr. respectivamente del Programa de Fertilidad de Suelos y Nutrición Vegetal del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Norman E. Borlaug. Ambos categoría Titular C. Calle Norman E. Borlaug km 12, A.P. 515, C.P. 85000, Cd. Obregón, Sonora, México. Tel: (0155)38718700 Ext 81224. E-mail: [ortiz.alma@inifap.gob.mx](mailto:ortiz.alma@inifap.gob.mx)  
Modalidad: Cartel; Tema: Habitat y Medio Ambiente

## Introducción

En el Valle del Yaqui, Sonora, se cuenta con información de agricultores que están produciendo trigo orgánico certificado. Estos productores ya cuentan con comercializadores, que están ofreciendo un sobre precio de \$1,500 pesos por tonelada. El trigo orgánico es una opción de producción más rentable y saludable, ya que cada vez más la sociedad exige productos inocuos, libres de pesticidas y que en su producción no se haya causado un deterioro en el medio ambiente. Dentro de los requisitos para la certificación orgánica el productor debe de tener un plan de rotación de cultivos por escrito y que incluye varias combinaciones de las plantas de cultivo, césped, cultivos de cobertura, cultivos de abonos verdes etc. La rotación debe: a) construir la materia orgánica del suelo; b) beneficiarse de estrategias del manejo de plagas, malezas y enfermedades; c) tener un impacto positivo en el estado de los nutrientes del suelo y d) ayudar a controlar la erosión (Call, 2009). El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de dos rotaciones de cultivo Canola-Trigo y Garbanzo-Trigo sobre el rendimiento de trigo en un sistema sin uso de agroquímicos.

## Metodología

Durante el ciclo 2013-2014, se evaluó el efecto de dos rotaciones de cultivo sobre el rendimiento de trigo en un sistema sin uso de agroquímicos. Las rotaciones evaluadas fueron trigo después de canola y trigo después de garbanzo. No se aplicó ningún fertilizante, el suelo provenía de fertilización con 20 ton ha<sup>-1</sup> de gallinaza en el ciclo anterior. La siembra se llevó a cabo el día 13 de diciembre del 2013 sobre humedad, en surcos a 80 cm, con dos hileras de plantas separadas a 30 cm, esto con el fin de poder cultivar para el control de maleza. Se liberó crisopa para control de pulgón y en los focos de infestación se asperjó jabón agrícola. Para evitar la aparición de enfermedades, se empleó la variedad CIRNO C2008, la cual es tolerante a roya y carbón parcial. El diseño experimental fue de bloques al azar con dos tratamientos y seis repeticiones.

## Resultados y Discusión

La rotación Canola-Trigo reportó un rendimiento de grano al 12% de humedad de 6.995 ton ha<sup>-1</sup> y 6.721 ton ha<sup>-1</sup> la rotación Garbanzo-Trigo, sin embargo el análisis estadístico no reportó diferencias significativas. Diversos estudios nos demuestran que cuando el trigo se cultiva después de la canola, su producción y su calidad mejoran. Esto lo explican Pozzolo *et al.* (2008), ya que indican que la canola produce durante su desarrollo un efecto de descompactación del suelo por su tipo de raíz. La canola presenta una raíz pivotante muy fuerte cuya penetración puede superar los niveles de densificación de suelo que son críticos para la mayoría de los cultivos tradicionales con lo cual mejorara sus condiciones estructurales.

## Conclusiones

La producción de trigo sin uso de agroquímicos es una realidad en el sur de Sonora, sin embargo es necesario contar con más estudios que permitan tener un paquete tecnológico adaptado a las condiciones de la región y poder transferirlo a cualquier tipo de suelo y otras regiones. Para efectos de esta evaluación, resultó más favorable la rotación Canola-Trigo que Garbanzo-Trigo en un sistema libre de agroquímicos.

## Referencias relevantes

Call, R.E. 2009 El Programa Orgánico Nacional (PON) en los Estados Unidos de América. Memoria 1er Simposium Internacional de Agricultura Ecológica. Septiembre 29-30, 2009. Cd. Obregón, Sonora, México. p 217-223.  
Pozzolo, O., Ferrari, H. y Curró, C. 2008 Colza-Canola, una alternativa para la región. AER INTA Concepción del Uruguay, Argentina. 3 p.

# La forestación como elemento de educación ambiental: un caso de éxito en el Instituto Tecnológico de Guaymas

María de los Ángeles Montesinos González  
Jorge García López  
María de los Ángeles Leyva Montoya  
Javier Enríquez Flores  
Angelina Mendoza Díaz  
Jesús Ortega Campaña

María de los Ángeles Montesinos González. Maestra en Ciencias.

[montesinosgonzalez\\_m@yahoo.com.mx](mailto:montesinosgonzalez_m@yahoo.com.mx)

Jorge García López. Ing. en Informática.

María de los Ángeles Leyva Montoya. Lic. en Administración.

Javier Enríquez Flores. Maestro en Ciencias.

Angelina Mendoza Díaz. Maestra en Educación.

Jesús Ortega Campaña. Maestro en Educación.

Instituto Tecnológico de Guaymas. Km. 4 carretera al varadero Nacional, sector Las Playitas. CP 85480, Guaymas, Sonora, México.

Teléfono: (622) 221-6480, Fax: (622) 221-6221,

Modalidad: Cartel, Temática: Hábitat y Medio Ambiente.

**Introducción.** En México para incrementar el éxito de las acciones de forestación ambiental es fundamental la formación de recursos humanos comprometidos con su entorno (Carabias et al., 2007); asimismo los entornos educativos pueden dar espacios de participación de los estudiantes en acciones de mejoramiento ambiental y sensibilizarlos de la importancia de un ambiente saludable. **Objetivo.** Contribuir a la formación de recursos humanos con conciencia ambiental mediante la práctica de forestación en su entorno educativo. **Metodología.** El proceso de forestación se realizó en el Instituto Tecnológico de Guaymas, inició en 2013 y se plantaron 120 árboles con la participación de 180 alumnos de tres generaciones. Se sembraron mezquites, yucatecos, palmas, neem, árboles frutales (mango, almendro, tamarindo) y árboles de ornato (bugambilia), los cuales fueron donados por el municipio de Guaymas, el instituto y los propios alumnos. **Resultados y discusión.** El proceso de forestación como parte del curso de Desarrollo Sustentable fue formativo mediante la práctica y el involucramiento de los estudiantes al participar en el proceso y observar el cambio en su entorno académico. La implicación potencial de estas experiencias es la sensibilización y fortalecimiento de los egresados sobre la importancia del entorno ambiental que pueden traducirse en iniciativas con aplicación en otros escenarios como el desarrollo de áreas verdes en zonas habitacionales. **Conclusiones.** La forestación del Instituto Tecnológico de Guaymas es un caso de éxito que ha mejorado el entorno educativo y sensibilizado a 180 estudiantes, hasta la fecha, de la importancia de contribuir a un mejoramiento ambiental. **Referencias.** Carabias, J., Arriaga V., Cervantes-Gutierrez, V. (2007). Las políticas públicas de la restauración ambiental en México: limitantes, avances, rezagos y retos. Boletín de la Sociedad Botánica de México, 80: 85-100.

# Disponibilidad de fósforo de un fertilizante orgánico certificado aplicado en trigo. Valle del Yaqui, Sonora

Juan Manuel Cortés Jiménez, Alma Angélica Ortiz Avalos

Dr. y M.C. respectivamente del Programa de Fertilidad de Suelos y Nutrición Vegetal del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Norman E. Borlaug. Ambos categoría Titular C. Calle Norman E. Borlaug km 12, A.P. 515, C.P. 85000, Cd. Obregón, Sonora, México. Tel: (0155)38718700 Ext 81210. E-mail: [cortes.juanmanuel@inifap.gob.mx](mailto:cortes.juanmanuel@inifap.gob.mx)  
Modalidad: Cartel; Tema: Habitat y Medio Ambiente

## Introducción

De acuerdo con estadísticas del año 2013, la agricultura orgánica certificada se práctica en 170 países, donde se cultivan 43.1 millones de hectáreas, incluyendo las áreas en conversión. México ocupa el tercer lugar por el número de personas que se dedican a la agricultura orgánica con 169,703 productores, y el décimo por la superficie destinada a esta actividad con 531,727 hectáreas (FIBL-IFOAM, 2015). En el Valle del Yaqui, Sonora, la actividad orgánica certificada es aún incipiente, sin embargo, se dispone de información del valor fertilizante de diferentes estiércoles disponibles en la región. Para el caso del fósforo (P), el valor fertilizante reportado es el siguiente; gallinaza>composta>cerdaza>estiércol (Cortés *et al.*, 2009). Sin embargo, para fines de certificación, los estiércoles deben ser composteados y los fertilizantes e insumos tener registro OMRI.

## Objetivos

Determinar la disponibilidad de fósforo del fertilizante orgánico granulado Nutripellet para el cultivo de trigo en la etapa de encañe, en un suelo arcilloso del Valle del Yaqui, Sonora.

## Metodología

Durante el ciclo agrícola 2015-2016, se evaluó la disponibilidad de P del producto Nutripellet, el cual es un fertilizante orgánico granulado formulado a base de gallinaza. Contiene de 2.5 a 4.0% de pentóxido de fósforo. Su registro OMRI es nad 5875, con vigencia al 01 de diciembre de 2016. El producto se aplicó en dosis de 0, 1.0 y 2.0 ton ha<sup>-1</sup>, las que se combinaron con 0, 100, 200, 300 y 400 kg ha<sup>-1</sup> de Fosfato mono amónico, (11-52-00 de nitrógeno y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), y de MicroEssentials<sup>®</sup> SZ, (12-40-0-10-1 de nitrógeno, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, S y Zn). El estudio se realizó en las instalaciones del Campo Experimental Norman E. Borlaug del INIFAP, en un suelo con 9.36 ppm de P Bray P1. La siembra se realizó el 26 de noviembre de 2015 con la variedad CIRNO C2008. El Nutripellet y los fertilizantes fosfatados se aplicaron al voleo antes del riego de presiembra y se incorporaron al suelo con un paso de cultivadora. La disponibilidad de P se determinó mediante la concentración foliar de este elemento en planta completa de trigo a los 54 días después de la siembra.

## Resultados y Discusión

La concentración de P en la planta de trigo fue de 0.247, 0.254 y 0.26% en los tratamientos con 0, 1.0 y 2.0 ton ha<sup>-1</sup> de Nutripellet respectivamente. La concentración de P se incrementó de acuerdo a la función  $Y = 0.0001 * (\text{kg ha}^{-1} \text{ de fosfato mono amónico}) + 0.2261$  con una  $R^2 = 0.9689$ . El incremento en la concentración de P fue de 0.014% para Nutripellet y 0.010% para los fertilizantes químicos por cada 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

## Conclusiones

La disponibilidad de P del Nutripellet para el cultivo de trigo, es mayor que la de los fertilizantes químicos.

## Referencias relevantes

Research Institute of Organic Agriculture FiBL & IFOAM – Organics International., 2015 The world of organic agriculture, statistics & emerging trends 2011. Disponible en: <http://www.organic-world.net/yearbook/yearbook2015.html> [Accesado el día 22 de febrero de 2016]  
Cortés, J.J.M., Ortiz, A.A.A., Zazueta, E.G. y Ruiz, V.T de J., 2009 Residualidad del uso de estiércoles en trigo, después de 5 años de su aplicación en el Valle del Yaqui, Sonora. Memorias del 1er Simposium Internacional de Agricultura Ecológica. Septiembre 29-30, 2009. Cd. Obregón, Sonora, México. p 348-352.



**RECURSOS  
NATURALES**

# **Análisis de resiliencia vegetativa a variables climáticas para la parte continental de Ecuador mediante teledetección.**

Juan Isaac Gámez Badouin <sup>1,2,\*</sup>; Gregorio Juárez Cansdales <sup>2</sup>; Efrain Eduardo Vizquete Jaramillo <sup>2,3</sup>; Santiago Arteaga Medina <sup>3,4</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, Carretera Internacional a Nogales Km 2, Amanecerces, 85024 Ciudad Obregón, Sonora, México.

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de Febrero 818 Sur, Cd. Obregón, Sonora, México.

<sup>3</sup>Universidad Tecnológica Equinoccial, Vía Chone, Km 4 ½, Santo Domingo, Ecuador.

<sup>4</sup>Universidad Politécnica de Madrid, Calle Ramiro de Maeztu, 7, 28040 Madrid, España.

\*Autor de correspondencia: Ingeniero en ciencias ambientales, profesor asignatura A , Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, División de Ingeniería Ambiental, teléfono: 6441957973  
correo: [igamez@itesca.edu.mx](mailto:igamez@itesca.edu.mx).

Modalidad: Ponencia. Temática: recursos naturales.

**Introducción:** La identificación y el monitoreo de los ecosistemas con mayor resiliencia a las variables climáticas (Seddon et al., 2016) son hoy un tema de importancia mundial, la aplicación de un modelo cuantitativo que utilice sensoria remota en el Ecuador proporcionara las herramientas necesarias para mejorar las tomas de decisiones en torno a las políticas ambientales a las que dicho país está suscrito.

**Objetivos:** Identificar mediante sensoria remota y modelos matemáticos las zonas de mayor sensibilidad a las variables climáticas e hidrológicas, identificando tendencias de cambio espacio-temporales en la zona continental del país de Ecuador, además de las cuencas hidrográficas del mismo.

**Metodología:** Se utilizaron productos obtenidos del satélite TERRA y AQUA del sensor MODIS (MOD13C2 y MOD16A2), para obtener datos de índices de vegetación mejorado (EVI, Huete *et al.*, 2006), evapotranspiración actual (ETA) evapotranspiración potencial (ETP) y datos de nubosidad para crear un índice insolación, también se incorporaron datos desde los análisis MERRA-GEO5 para obtener la distribución espacial de las variables climáticas como son: temperatura del aire y precipitación (mm/mes), por ultimo se utilizaron datos del sensor OMI para datos de fracción radiativa de nubosidad, estos productos sirvieron de base para identificar a la vegetación más resistente a las variables climáticas e hidrológicas presentes en la zona continental del país de Ecuador. Por último estos resultados fueron comparados con los productos procesados que genera la universidad de Montana que ofrecen datos de Productividad Primaria anual y Productividad Primaria Mensual (NPP, GPP), identificando con ello la influencia de las zonas de mayor resiliencia a la Productividad Primaria.

**Resultados y Discusión:** Los resultados preliminares indican que las áreas de mayor resiliencia se ubican concretamente al este de la cordillera de los andes, en lo que corresponde a la cuenca del amazonas, donde también están ubicadas las zonas de mayor productividad primaria y disponibilidad de agua.

**Conclusiones:** La presente investigación ayudara a conocer el comportamiento de la dinámica y respuesta de la vegetación espacio-temporalmente para una mejor gestión de las cuencas hidrográficas en el país de Ecuador.

## Referencias:

Huete, A., Didan, K., Shimabukuro, Y., Ratana, P., Saleska, S., Hutyrá, L., Yang, W., Nemani, R. and Myneni, R. (2006). Amazon rainforests green-up with sunlight in dry season. *Geophys. Res. Lett.*, 33(6).  
Seddon, A., Macías-Fauria, M., Long, P., Benz, D. and Willis, K. (2016). Sensitivity of global terrestrial ecosystems to climate variability. *Nature*, 531(7593), pp.229-232.

# La capacidad de carga turística en playas recreativas: fundamentos y métodos

Gisela García Morales, José Alfredo Arreola Lizárraga

Gisela García Morales. Maestra en ciencias. Estudiante de doctorado. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Km. 2.35 Camino al Tular. Estero de Bacochibampo. Apdo. Postal 349. Guaymas, sonora.  
Tel:(01) (622) 221-2237. Fax:(01) (622) 221-2238. [ggmorales@cibnor.mx](mailto:ggmorales@cibnor.mx)

Modalidad: Ponencia, Temática: Recursos Naturales.

**Introducción:** Las playas recreativas requieren de procesos de gestión orientados a mantener los servicios ecosistémicos que brindan a la sociedad. Un elemento clave de gestión de una playa es la Capacidad de Carga Turística (CCT), que se refiere a la cantidad y tipo de usuarios que puede soportar un lugar al mismo tiempo, sin causar deterioro del entorno físico, económico, socio-cultural y disminución inaceptable en la calidad de la satisfacción de los visitantes (Cifuentes et al., 1999). **Objetivo:** El objetivo de este estudio es presentar una revisión del origen del concepto CCT y algunos métodos para determinarla. **Metodología:** Se realizó una investigación documental basada exclusivamente en artículos científicos, libros y capítulos de libros. **Resultados:** El concepto de CCT toma su mayor importancia en la década de los noventas como herramienta de gestión conforme a los principios del turismo sostenible establecidos por la Organización Mundial del Turismo (OMT). Se han propuesto diversas metodologías para evaluar la CCT, desde procedimientos complejos en cuanto a la utilización de indicadores, hasta los más sencillos pero no menos efectivos. **Conclusiones:** La revisión bibliográfica evidencia una mayor profundización en las metodologías utilizadas (perspectivas cualitativas y cuantitativas) y por otro lado, la falta de contribuciones científicas en nuestro país. Es importante que la CCT se adopte como un procedimiento obligatorio en la evaluación de los recursos aprovechando las herramientas metodológicas que ya existen, para favorecer el crecimiento del turismo sustentable.

**Bibliografía:** Cifuentes, M., Mesquita, C.A., Méndez, J., Morales, M.E., Aguilar, N., Cancino, D., Gallo, M., Jolón, M., Ramírez, C., Ribeiro, N., Sandoval, E. y Turcios, M. (1999). Capacidad de Carga Turística en las áreas de uso público del Monumento Nacional Guayabo, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica: Ed. Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF Centroamérica) y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

# Índices de eutrofización aplicados en lagunas costeras del Golfo de California

Thelma Michelle Ruiz Ruiz, José Alfredo Arreola Lizárraga, Lourdes Morquecho

M. en C. Thelma Michelle Ruiz Ruiz. Estudiante de doctorado. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Km. 2.35 Camino al Tular. Estero de Bacoichampo. Guaymas, sonora. Tel:(01) (622) 221-2237. C.P. 85454. tmruiz@cibnor.mx

Modalidad: Ponencia, Temática: Recursos Naturales.

**Introducción.** Los ecosistemas costeros están sujetos a presentar eutrofización, la cual se define como el proceso de incremento del suministro de materia orgánica a un ecosistema acuático. En este proceso el enriquecimiento del agua por nutrientes produce un disturbio no deseado en la calidad del agua que afecta las funciones y servicios de los Ecosistemas Acuáticos. Para evaluar la eutrofización es necesaria la utilización de indicadores, índices y/o modelos que tomen en cuenta variables relacionadas con los factores causantes y la magnitud en que se manifiestan algunos síntomas de este proceso. A nivel mundial se han propuesto diversos métodos (indicadores, índices y modelos) para evaluar la eutrofización, estos van desde herramientas estadísticas sencillas hasta modelos complejos que simulan el desarrollo de la problemática (Karydis, 2009). La finalidad de la evaluación de la eutrofización es generar el conocimiento necesario que nos permita tomar decisiones en materia de manejo ambiental. **Objetivo.** Presentar una revisión de los casos de estudio de eutrofización en lagunas costeras del Golfo de California y las herramientas de evaluación utilizadas. **Metodología.** Se realizó una investigación documental basada exclusivamente en artículos científicos, libros y capítulos de libros. **Resultados y discusión.** El Golfo de California es una región donde se encuentran los vectores para que se desarrolle la eutrofización. Los cuerpos de agua costeros son receptores de aguas residuales sin tratamiento producto de importantes actividades productivas (agrícolas, pecuarias, acuícolas y urbanas). A pesar del alto valor socio-ecológico de las lagunas costeras en la región, solamente se han evaluado seis lagunas costeras y una ensenada, en los estados de Baja California Sur, Sinaloa y Sonora, mediante los índices TRIX (Vollenweider, 1998) e ICAC (Mendoza-Salgado et al., 2005) y el modelo ASSETS (Bricker et al., 2003). Se observó que las lagunas evaluadas en B.C.S. presentan poca influencia humana y su calidad del agua es buena. Sinaloa y Sonora son Estados con mayor presión antropogénica, con importantes áreas agrícolas, acuícolas y urbanas, por lo que las lagunas evaluadas se consideran impactadas y presentan síntomas de eutrofización. Los índices TRIX e ICAC mostraron que las descargas de aguas residuales generan cambios en la calidad del agua y en el estado trófico por lo menos en una época del año y el modelo ASSETS indicó alta susceptibilidad a la eutrofización y la presencia de algunos síntomas del proceso, como la presencia de macroalgas indicadoras de contaminación por nutrientes. **Conclusiones.** Las lagunas impactadas del Golfo de California presentan síntomas de eutrofización. Es necesario incrementar el esfuerzo de investigación, que sirva como base para implementar una gestión ambiental orientada a prevenir o revertir procesos de eutrofización en las lagunas costeras del Golfo de California. **Referencias.** Bricker, S.B., Ferreira, J.G., y Simas, T. (2003). An integrated methodology for assessment of estuarine trophic status. *Ecological Modelling*, 169, 39–60. Karydis, M. (2009). Eutrophication assessment of coastal waters based on indicators: a literature review. *Global NEST Journal*. 11(4), 373–390. Mendoza-Salgado, R.A., Lechuga-Devéze, C.H., y Ortega-Rubio, A. (2005). First approach of a method to assess water quality for arid climate bay in the Gulf of California. *Science of the Total Environment*. 347,208–216. Vollenweider, R.A., Giovanardi, F., Montanari, G., y Rinaldi, A. (1998). Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic Sea: proposal for a Trophic Scale, Turbidity and generalized Water Quality Index. *Environmetrics*, 9, 329–357.

# Aspectos ecológicos del botete diana *Sphoeroides annulatus* (Jenyns, 1843)

María de los Angeles Montesinos González, Eduardo F. Balart Paez

María de los Angeles Montesinos González. Maestra en ciencias. Instituto Tecnológico de Guaymas. Km. 4 carretera al varadero Nacional, sector Las Playitas. CP 85480, Guaymas, Sonora, México.  
Teléfono: (622) 221-6480, Fax: (622) 221-6221, [montesinosgonzalez\\_m@yahoo.com.mx](mailto:montesinosgonzalez_m@yahoo.com.mx)

Eduardo Francisco Balart Paez. Doctor en ciencias. Investigador titular. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Km. 1 Carretera a San Juan de La Costa "EL COMITAN" La Paz, BCS 23201, México.  
Tel:(01) (612) 123-8484. [ebalart04@cibnor.mx](mailto:ebalart04@cibnor.mx)

Modalidad: Ponencia, Temática: Recursos Naturales

**Introducción.** El botete *Sphoeroides annulatus*, conocido como botete diana, se distribuye desde San Diego, California, hasta Perú, incluyendo las Islas Galápagos (Allen y Robertson, 1994). Es una especie de hábitos costeros, abundante en zonas protegidas someras, como bahías, estuarios y lagunas costeras, aunque hay segregación por hábitats de acuerdo a la talla y/o edad (Allen y Robertson, 1994; Amezcua-Linares, 1996; Castro-Aguirre et al., 1999). *S. annulatus* es un recurso pesquero y tiene potencial acuícola. **Objetivo.** Contribuir al conocimiento de aspectos biológicos y ecológicos del botete *Sphoeroides annulatus* en una laguna costera semi-árida subtropical del Golfo de California. **Metodología.** El estudio se realizó en la laguna Las Guásimas, Sonora, México. Se realizaron muestreos mensuales con red de arrastre durante el día y la noche, en seis sitios ubicados en el cuerpo de la laguna durante el periodo 1996 – 1999. En cada sitio de muestreo se registraron la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto del agua in situ. Se estimaron la abundancia, distribución y frecuencia de tallas. **Resultados y discusión.** La laguna presenta cambios estacionales de temperatura del agua desde 30 – 32 °C en verano hasta 18 – 22 °C en invierno; oxígeno disuelto de 4 – 7 mg l-1 en verano hasta 7 – 9 mg l-1 en invierno; salinidad de 36 – 39 ups en verano y de 35 – 37 ups en invierno. Los individuos de *S. annulatus* ocurrieron en las distintas estaciones del año con picos de abundancia observados en otoño y finales del invierno (1996 y 1999), primavera y verano (1997 y 1998); que coinciden con el ciclo reproductivo descrito por Sánchez-Cardenas *et al.* (2007) con una actividad reproductiva más intensa de abril a agosto y un periodo más corto y menos intenso en octubre-noviembre. Cabe destacar que la mayoría (> 75 %) de la población estuvo compuesta de juveniles por lo que su patrón estacional de ocurrencia reflejó bien el ciclo reproductivo de esta especie. **Conclusiones.** El botete *Sphoeroides annulatus* utiliza a la laguna como sitio de crianza. Ocurre a través del año exhibiendo mayor abundancia en primavera y verano; ocurre preferentemente en zonas someras y sus hábitos son principalmente nocturnos. **Referencias.** Allen, G.R. y D.R. Robertson. 1994. Fishes of the tropical Eastern Pacific. University of Hawaii Press, Honolulu. 332 pp.; Amezcua-Linares, F. 1996. Peces demersales de la plataforma continental del Pacífico Central de México. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. México. 184 pp.; Castro-Aguirre, J.L., H. Espinoza-Pérez y J.J. Schmitter-Soto. 1999. Ictiofauna estuarina, lagunar y vicaria de México, Limusa, México. 711 pp.; Sánchez-Cárdenas, R., B. P. Ceballos-Vázquez, M. Arellano-Martínez, M. C. Valdez-Pineda y R. E. Morán-Angulo. 2007. Reproductive aspects of *Sphoeroides annulatus* (Jenyns, 1842) (Tetraodontiformes, Tetraodontidae) inhabiting the Mazatlán coast, Sinaloa, México. Revista de Biología Marina y Oceanografía, 42 (3): 385 – 192.

## Hongos filamentosos con potencial para biorremediar metales

Ana Gloria Villalba-Villalba<sup>1</sup>, Melissa Domínguez-Hernández<sup>2</sup>, Ma. Fernanda Bujanda-Valenzuela<sup>1</sup>, Grecia Vianey Azuara-Gómez<sup>1</sup>, Metzli Cabrera-Gutiérrez<sup>1</sup>, Martín E. Cruz Campas<sup>1</sup>. Universidad Estatal de Sonora<sup>1</sup>, Instituto Tecnológico Superior de Cajeme<sup>2</sup>.

Dra. Ana Gloria Villalba Villalba, Universidad Estatal de Sonora, Ingeniería Ambiental. Tel. 211 08 46, correo-e: [villalba13@gmail.com](mailto:villalba13@gmail.com)

Modalidad: Cartel. Temática: Recursos Naturales.

La contaminación por metales pesados es un problema ambiental que pone en riesgo los ecosistemas. Durante los últimos años se ha producido un considerable avance en la biotecnología del campo de la ciencia que se dedica a remediar lugares o medios contaminados mediante el uso de plantas y organismos relacionados. Los hongos son conocidos por tolerar los metales, son un grupo versátil, ya que pueden adaptarse y crecer en diversas condiciones extremas de pH, temperatura y disponibilidad de nutrientes, así como altas concentraciones de metales (Terahara et al, 2015). El uso de nuevas tecnologías para la biorremediación de metales pesados es una alternativa sustentable que además es de bajo costo. El objetivo del presente trabajo es aislar e identificar hongos filamentosos con capacidad de tolerar metales.

Para realizar este estudio se obtuvieron muestras de suelo de una mina ubicada en el estado de Sonora, México. Las muestras fueron recolectadas en recipientes esterilizados y transportadas hasta el laboratorio para su posterior análisis. Se utilizó 1g de suelo el cual se resuspendió en 100 ml de agua esterilizada, la mezcla fue agitada por 20 min a temperatura ambiente y después diluida de 10 a 10,000 veces (Ezzouhri et al, 2009). Se tomaron alícuotas de 100 µl de las diferentes diluciones y sembrar tanto en Agar Potato Dextrosa (PDA). Después de 3 días de incubación a 25 °C, se seleccionaron colonias al azar. La identificación morfológica de los hongos se realizó en base a las características macroscópicas de la colonia (color, morfología, forma y apariencia) y características microscópicas (micelio, forma, diámetro y textura de la conidia). Para la selección de los hongos tolerantes/resistentes a los metales pesados, se inocularon 10<sup>8</sup> esporas de cada hongo aislado en medio de cultivo PDA suplementado individualmente con 1 mM de metales pesados (Cr, Pb, Zn, Cd, Cu, Ag y Hg), para lo cual se utilizaron las siguientes sales: dicromato de potasio, acetato de plomo, sulfato de zinc, cloruro de cadmio, sulfato cúprico, nitrato de plata y cloruro de mercurio. Todos los análisis se realizaron por duplicado con su respectivo control. Las muestras inoculadas se incubaron durante 7 días a 25 °C. El efecto de los metales sobre el crecimiento del hongo evaluado se estimará por medición del radio de la extensión de la colonia (cm), comparando con el control (medio sin metal).

Se lograron aislar cuatro hongos procedentes de suelos con actividad minera, dos de ellos identificados genotípicamente como pertenecientes a los géneros *Apergillus sp.* y *Emericella sp.*, quedando otras dos especies pendientes de identificar. Los 4 hongos aislados presentaron resistencia a los metales evaluados, por lo que muestran potencial de uso en biorremediación de este tipo de contaminantes recalcitrantes. Sin embargo aún se requieren mayores estudios del desempeño de dichos hongos a diferentes concentraciones de metales.

### Referencias relevantes

Ezzouhri, L., Castro, E., Moya, M., Espinola, F. 2009. Heavy metal tolerance of filamentous fungi isolated from polluted sites in Tanger Morocco. *African J of Microbiol. Research.* 3(2): 035-048.

Terahara, T., Xu, X., Kobayashi, T. y Imada, C. 2015. Isolation and characterization of Cr (VI) reducing *Actinomyces* from estuarine sediments. [Appl. Biochem. Biotechnol.](#) 175(7), 3297-309.

# Evaluación del Crecimiento de Levaduras en Diferentes Medios de Cultivos, Aisladas de Sedimentos Contaminados con Metales Pesados

Carlos Morales Berrelleza <sup>a</sup>, Fernanda Alicia Dávila Parra <sup>a</sup>,  
 Aarón de Jesús Rosas Durazo <sup>b</sup>, María Teresa Certucha Barragán <sup>a</sup>,  
 Agustín Gómez Álvarez <sup>a</sup>, Onofre Monge Amaya, <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia, Universidad de Sonora. Rosales y Boulevard Luis Encinas, Colonia centro. Hermosillo, Sonora, CP. 83000. México. [onofrem@iq.uson.mx](mailto:onofrem@iq.uson.mx).

<sup>b</sup> Departamento de Medicina Molecular y Nanomateriales, Rubio Pharma y Asociados S.A. de C.V., Blvd. García Morales km 6.5 Col. El llano Hermosillo, Sonora CP. 83210. México.

Modalidad: Cartel, Temática: Recursos Naturales

El río San Pedro se ha reportado contaminado años atrás por los desechos provenientes de la explotación de cobre debido a la actividad minera de la región proveniente de la ciudad de Cananea, Sonora (Gómez-Álvarez y col., 2004). Los microorganismos como bacterias, algas, hongos y levaduras son capaces de acumular metales eficientemente. Las levaduras pueden crecer fácilmente con técnicas simples y medios nutritivos económicos (Salah y Anees, 2015). El objetivo del estudio fue evaluar el crecimiento de levaduras en diferentes medios de cultivos, aisladas de un sedimento del río San Pedro para su uso en pruebas de biosorción. En un estudio previo se lograron aislar 10 levaduras de muestras de sedimentos contaminados con metales pesados, y se seleccionaron dos por su resistencia a altas concentraciones de metales para evaluar diferentes medios económicos con concentraciones de 0 a 10 g/L de sacarosa y 0 a 1 g/L de peptona. Los medios se ajustaron a un pH 5 y temperatura de 30°C. El crecimiento se determinó por la lectura de transmitancia en un Espectrofotómetro Genesys 10S UV-VIS. Los resultados de transmitancia obtenidos a las 24 h se presentan en la tabla 1. La transmitancia al inicio fue de  $55.3 \pm 0.5\%$ . Como se puede observar, los valores de transmitancia cuando no se tiene peptona en el medio son mayores, lo cual indica menor desarrollo de biomasa, esto se pudo deber posiblemente a que no se tenía una fuente de nitrógeno para la síntesis de proteínas. Por otro lado, a la concentración de 3 g/L de sacarosa, los valores de transmitancia son superiores que a concentraciones menores y valores superiores a esta concentración, el valor de transmitancia no varía en gran medida. Se puede observar que con una concentración de 10 g/L de sacarosa se tiene una mayor transmitancia lo cual pudo ser causado por una inhibición por sustrato (Shuler y Kargi, 2002). Con la evaluación de los distintos medios se obtuvo que el mejor medio en términos de crecimiento y consumo de sustrato, fue el de 3 g/L de sacarosa y 1 g/L de peptona, que a nivel industrial implica menor costo.

**Tabla 1.** Valores de transmitancia obtenidos en la evaluación de los medios de sacarosa y peptona con la mezcla de levaduras.

Peptona (g/L)	Sacarosa (g/L)										
	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	4	5	7	10
<b>0</b>	41.5%	38.55%	37.9%	37.1%	34.0%	32.0%	31.6%	28.3%	28.4%	28.1%	31.6%
<b>0.5</b>	36.9%	35.3%	34.7%	32.0%	31.8%	27.3%	26.3%	24.6%	25.2%	24.2%	26.4%
<b>1</b>	34.4%	33.4%	31.0%	25.6%	28.4%	24.2%	23.6%	23.4%	22.6%	23.4%	23.2%

## Referencias

- Gómez Álvarez Agustín, Villalba Atondo Arturo, Acosta Ruíz Gildardo, Castañeda Olivares Mario y Kamp D. "Metales pesados en el agua superficial del río San Pedro durante los años 1997 y 1999",
- Salah N. Farhan Anees A. Khadom. Biosorption of heavy metals from aqueous solutions by *Saccharomyces Cerevisiae* Int J Ind Chem (2015) 6:119–130.
- Shuler Michael L., Kargi Fikret. Bioprocess Engineering. Basic Concepts. Prentice Hall PTR. Second edition. Pag 141.



**RESIDUOS**

## **Plan de manejo integral de residuos sólidos para mercados públicos**

I.A. Carolina Silva Chávez, Dra. Ma. Nefthalí Rojas Valencia.  
Instituto de Ingeniería, UNAM.

Carolina Silva Chávez, estudiante de maestría en Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería y becaria del Instituto de Ingeniería UNAM. Circuito Escolar s/n, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, Ciudad de México, C.P. 04510, Teléfono +52(55)5623-3600, Ext. 8703.

E-mails: <sup>1</sup>[CSilvaCh@iingen.unam.mx](mailto:CSilvaCh@iingen.unam.mx); <sup>2</sup>[mrojasv@ii.unam.mx](mailto:mrojasv@ii.unam.mx).

Modalidad: Ponencia; Temática: Residuos.

En la Ciudad de México, uno de los principales generadores de residuos que no ha contado con la suficiente atención a pesar de ser tan comunes por su participación en el comercio, son los mercados públicos. De acuerdo a la legislación ambiental en manejo de residuos sólidos del Distrito Federal, los mercados públicos son generadores de alto volumen, por lo tanto se requiere de un plan de manejo. Sin embargo, en la actualidad no cuentan con ninguno; mezclando los residuos sin ningún tipo de separación previa o tratamientos.

Por lo que el objetivo principal del presente trabajo fue elaborar un plan de manejo integral de residuos sólidos para mercados públicos en donde se tomó como caso estudio la Central de Abastos, basado en la NOM-161-SEMARNAT-2011 y lo dictado por la Secretaría del Medio Ambiente.

Para lograr el objetivo planteado, se dividió la metodología en cinco etapas: investigación sobre manejo de residuos en mercados públicos, identificación de número, giro y ubicación de éstos, realización de estudios de generación, aplicación de cuestionarios y análisis de estudio en la Central de Abastos, análisis de resultados y propuesta de un Plan de Manejo y tecnología más apropiada, elaboración de guía de concientización ambiental.

Los resultados mostraron que existen 329 mercados públicos que no cuentan con planes de manejo. Los residuos generados, que fueron plástico (106 kg/día), periódico (26 kg/día), cartón (40 kg/día) y residuos alimenticios (981 kg/día). Se seleccionaron las alternativas más aptas a incluir en el Plan de Manejo como también la deshidratación solar para los residuos alimenticios como tecnología a implementar.

Se concluye que los residuos generados que entran dentro de un Plan de Manejo cuentan con un gran potencial de aprovechamiento obteniendo ganancias económicas y ambientales.

SEDEMA (2012). NOM-161-SEMARNAT-2011.

SEDEMA (2015). Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos del D.F. Dirección de Educación Ambiental, FIDE.

# Aprovechamiento de residuos de cultivo de *Brassica oleracea* como alternativa ecológica

José Gómez Espinoza, Delfino Alejandro Moncada Abaunza y María Guadalupe Gómez Espinoza

Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Politécnica De Pénjamo, Carretera Irapuato – La Piedad Km. 44. Predio El Derramadero. Pénjamo, Gto. 36921 Tel. (469) 692 60 00, correo para correspondencia: [g.gomez@uppenjamo.edu.mx](mailto:g.gomez@uppenjamo.edu.mx)

Modalidad: Ponencia, Temática. Residuos

**Introducción:** En la actualidad el uso de fungicidas representa un impacto ambiental negativo, esto conlleva problemas de salud, es por ello que se buscan nuevas alternativas para erradicar los fitopatógenos que afectan los cultivos (FAO., 2003). Actualmente uno de los retos de la agroecología es el convertir y revalorizar los residuos que genera la actividad productiva en recursos que contribuyan a una mejora de suelos, permitiendo una reducción del consumo energético en los agrosistemas (Guzmán-Casado, 1999 p.2292). Un cultivo de gran importancia en Guanajuato es el de *Brassica oleracea* (brócoli) el cual tiene una producción de 172 mil toneladas anuales (SAGARPA, 2011), de este se aprovecha el florete, mientras que las hojas son residuos. Por otra parte actualmente se producen 2.2 millones de toneladas de chile de las cuales se exportan 900 mil (SAGARPA, 2015), sin embargo este cultivo presenta recurrentemente la marchitez que tiene como uno de los agentes causales a *Rhizoctonia solani*, esta enfermedad logra ocasionar hasta el 80% de las pérdidas del cultivo. El control de este fitopatógeno involucra el uso de plaguicidas, es por ello que surge la necesidad de generar nuevos agrosistemas amigables, mediante el manejo de residuos de un cultivo aplicados a mantener la estabilidad del agrosistema en general.

**Objetivo:** Aprovechar los residuos del cultivo de *Brassica oleracea* como una alternativa ecológica para controlar *Rhizoctonia solani* en el cultivo de chile.

**Metodología:** se obtuvo un extracto etanólico de hojas de brócoli y se modificó el método descrito por Camele y cols., 2012, probamos *in vitro* diferentes concentraciones para encontrar la CMI y a su vez analizamos las confrontaciones, planta-patógeno-extracto en plántula de chile germinada en agar-agua.

**Resultados y discusión:** para analizar la inhibición del crecimiento de *Rhizoctonia solani* por el extracto etanólico de brócoli se evaluaron concentraciones de 0-200  $\mu\text{L}/\text{mL}$  en PDA, después de 7 días de inoculación del hongo se observó un efecto dosis dependiente, encontrando que la CMI es de 30.7  $\mu\text{L}/\text{mL}$  con una inhibición del 97.5%. Para analizar si el extracto controla o mata el fitopatógeno los preinóculos de la CMI se transfirieron a PDA y después de los 7 días se observó crecimiento del hongo, esto implica que el extracto solo controla pero no mata a *Rhizoctonia solani*. Posteriormente se analizó si el extracto era inocuo para las plántulas de chile y encontramos que a una concentración de 49.5  $\mu\text{L}/\text{mL}$  la planta no sufre daño. Actualmente se están realizando los análisis de confrontación planta-patógeno-extracto.

**Conclusión:** El aprovechamiento de los residuos del cultivo de *Brassica oleracea* se ponderan como una alternativa ecológica para el cultivo de chile.

**Bibliografía:** Guzmán-Casado, G., González de Molienda, M y Sevilla Guzmán, E (1999). Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible. *Mundi-Prensa*.

SAGARPA. (2011). Monografía de Brócoli. Obtenida el 25 de febrero del 2016, de <http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Estudios/Documents/monografias/brocoli.pdf>

SAGARPA. (2015). Chile Mexicano. Obtenida el 25 de febrero del 2016, de <http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/infografias/Paginas/ChileMexicano.aspx>

Camele I, Altieri L, De Martino L, De Feo V, Mancini E, Rana GL (2012). In vitro control of post-harvest fruit rot fungi by some plant essential oil components. *Int J Mol Sci*.

# Empleo de residuos agroindustriales para la obtención de alimentos orgánicos

Lázaro Gallardo Flores, Delfino Alejandro Moncada Abaunza, María Guadalupe Gómez Espinoza

Universidad Politécnica de Pénjamo, Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Carretera Irapuato – La piedad. Km. 44. Predio El Derramadero. Pénjamo, Tel. (469) 692 60 00, Gto. 36921 correo para correspondencia [g.gomez@uppenjamo.edu.mx](mailto:g.gomez@uppenjamo.edu.mx)

Modalidad: Ponencia, Temática: Residuos

**Introducción:** actualmente se consideran a los alimentos orgánicos como un beneficio al que pocas personas podemos acazar, debido al costo que estos representan. Podemos considerarlos como aquellos que se producen libres de pesticidas y fertilizantes (SAGARPA, 2006). Algunos beneficios que se les atribuyen son una mayor cantidad en el contenido de antioxidantes, esto puede ayudarnos a desarrollar un sistema inmunológico más fuerte y por ende prevenir enfermedades graves como las cardiovasculares o el cáncer. El cultivo de chile se ha consolidado como uno de los más importantes para nuestro país, a tal grado que México se ha catalogado como el primer exportador a nivel mundial (SAGARPA, 2015). Sin embargo tiene la problemática de marchitez que disminuye el rendimiento de producción hasta un 90% (SAGARPA, 2011). En la actualidad existen fungicidas químicos que son aplicados para la radicación de los patógenos, estos conllevan diferentes tipos de repercusión en los organismos vivos, provocando daños ecológicos en agua, suelo y medio ambiente en general. A su vez otro cultivo de relevancia comercial es el brócoli, en el cual Guanajuato despunta como productor y exportador, sin embargo este cultivo genera muchos desechos agroindustriales, por lo anterior resulta necesario darle un manejo integral a este cultivo.

**Objetivo:** emplear residuos agroindustriales de brócoli como estrategia para la obtención de chile orgánico.

**Metodología:** se obtuvo un extracto etanólico de hojas de brócoli y se modificó el método descrito por Camele 2012, probamos *in vitro* diferentes concentraciones para encontrar la CMI y a su vez analizamos las confrontaciones, planta-patógeno-extracto en plántula de chile germinada en agar-agua.

**Resultados y discusión:** para analizar la inhibición del crecimiento de *Fusarium oxisporum* por el extracto etanólico de brócoli se evaluaron concentraciones de 0-200  $\mu\text{L}/\text{mL}$  en PDA, después de 7 días de inoculación del hongo se observó un efecto dosis dependiente, encontrando que la CMI es de 100  $\mu\text{L}/\text{mL}$  con una inhibición del 100 %. Para analizar si el extracto controla o mata el fitopatógeno los preinóculos de la CMI se transfirieron a PDA y después de los 7 días se observó crecimiento del hongo, esto implica que el extracto solo controla pero no mata a *Fusarium oxisporum*. Posteriormente se analizó si el extracto era inocuo para las plántulas de chile y encontramos que a una concentración de 49.5  $\mu\text{L}/\text{mL}$  la planta no sufre daño. Actualmente se están realizando los análisis de confrontación planta-patógeno-extracto.

**Conclusión:** El manejo de los residuos agroindustriales del brócoli es una alternativa para la producción de chile orgánico.

## Bibliografía:

- SAGARPA. (2006). Producción orgánica. Obtenida el 25 de febrero, de <http://www.senasica.gob.mx/?id=3448>
- SAGARPA. (2015) Chile Mexicano. Obtenida el 25 de febrero, de <http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/infografias/Paginas/ChileMexicano.aspx>
- Camele I, Altieri L, De Martino L, De Feo V, Mancini E, Rana GL (2012). In vitro control of post-harvest fruit rot fungi by some plant essential oil components. *Int J Mol Sci*.
- SAGARPA. (2011). Monografía de Brócoli. Obtenida el 25 de febrero del 2016, de <http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Estudios/Documents/monografias/brocoli.pdf>

# Aprovechamiento de los residuos agrícolas de brócoli como alternativa orgánica en el cultivo de Chile

Eduardo Urrutia Chávez, María Guadalupe Gómez Espinoza & Delfino Alejandro Moncada Abaunza.

Universidad Politécnica de Pénjamo, Ingeniería Agroindustrial, km 44 carr. Irapuato-La Piedad, Predio El Derramadero, Pénjamo, Gto., Tel. 46926000, demoncada@uppenjamo.edu.mx

Modalidad: Ponencia. Temática: Residuos

**Introducción:** Uno de los mayores impactos de la agricultura reside en la aplicación masiva de agroquímicos y maquinaria agraria pesada. Es necesario introducir nuevos planteamientos para la producción de alimentos que tenga como referencia el concepto ineludible de sostenibilidad (Bello 2008). El uso de fungicidas químicos es nocivo para la salud y el medio ambiente, es importante buscar alternativas amigables con el entorno, una de ellas es el uso de extractos vegetales en el control de fitopatógenos. Guanajuato es el principal productor de brócoli en México (SAGARPA, 2011), de este cultivo se aprovechan los brotes por lo que se desecha una parte importante de la planta. Estos desechos pueden ser utilizados para obtener un extracto etanólico que inhiba el crecimiento de los hongos que causan la marchitez del Chile (*Phytophthora capsici*, *Fusarium oxysporum* y *Rhizoctonia solani*).

**Objetivo:** Aprovechar los residuos agrícolas de brócoli en la obtención de un extracto etanólico para el control de la marchitez del Chile.

**Metodología:** Se evaluó el porcentaje de inhibición del extracto sobre el crecimiento de los hongos fitopatógenos adaptando el método empleado por Camele y cols (2012). Para obtener el mejor método de inoculación de hongos en plantas se evaluaron 3 métodos empleados por Cortes (2011) para posteriormente probar el extracto.

**Resultados y discusión:** El extracto etanólico de los residuos agrícolas de brócoli presenta un efecto inhibitorio dosis dependiente ante los fitopatógenos; en la concentración de 30  $\mu\text{L/mL}$  se obtuvo una inhibición del 77.78%, en la concentración de 50  $\mu\text{L/mL}$  se obtuvo una inhibición del 97.9%, en esta etapa se determinó una CMI de 70  $\mu\text{L/mL}$  debido a que en esta concentración la inhibición fue del 100%, esta inhibición pudo ser causada por los isotiocianatos presentes en el brócoli los cuales presentan actividad anti fúngica (Espinosa, 2013). El mejor método de inoculación consistió en realizar una herida en la base del tallo para favorecer la entrada de los hongos al sistema vascular, el tiempo de muerte observado fue de 16 días a diferencia de lo reportado por Chew y cols (2008) en estudios dentro de invernadero donde se inocularon plantas y estas murieron en 10 días.

**Conclusiones:** El extracto obtenido de los residuos agrícolas de brócoli presenta un efecto inhibitorio sobre los hongos causantes de la marchitez del Chile, esto permite una opción para aprovechar los residuos del brócoli, contribuir a la conservación del medio ambiente y generar una perspectiva económica para el productor de brócoli y para el de Chile.

## Referencias relevantes

- Chew Madinaveitia, Y. I., Vega Piña, A., Palomo Rodríguez, M. & Jiménez Díaz, F. (2008) *Principales enfermedades del Chile (Capsicum annum L.)*. (Informe Num. 15 SAGARPA-INIFAP). Matamoros, Coahuila.
- SAGARPA-Subsecretaría de Fomento a los Agronegocios (2011) Monografía de cultivos: brócoli.
- Camele I, Altieri L, De Martino L, De Feo V, Mancini E, Rana GL (2012) In vitro control of post-harvest fruit rot fungi by some plant essential oil components. *Int J Mol Sci*. 13(2) 2290-2300.
- Cortes Rodríguez, R. comp, (2011) Manual de prácticas de fitopatología. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Ciudad Juárez.
- Espinosa Solís, J. A. (2013) Control in vitro de *Fusarium oxysporum* Schlect f. sp. *Lycopersici* (Sacc.) Snyder and Hans Mediante la Técnica de Biofumigación Utilizando Plantas Presentes en el Norte Mexicano. Tesis de Ingeniería. Saltillo, Coahuila, Departamento de Botánica, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

# **Reciclaje de residuos de la construcción para la fabricación de ladrillos sustentables**

I.C. Esperanza Aquino Bolaños y Dra. María Neftalí Rojas Valencia  
Instituto de Ingeniería, UNAM.

I.C. Esperanza Aquino Bolaños, Maestra en Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería y becaria del Instituto de Ingeniería UNAM. Circuito Escolar s/n, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, Ciudad de México, C.P. 04510, Teléfono +52(55)5623-3600, Ext. 8703. E-mail:eaquinob@iingen.unam.mx

Modalidad: Ponencia, Temática: Residuos.

El problema ambiental generado por los residuos de la construcción se deriva principalmente del creciente volumen de generación y el tratamiento inadecuado que generalmente se le da. Así mismo la demanda limitada de recursos naturales llama a la recuperación y aprovechamiento de los residuos generados en la industria de la construcción.

El objetivo de esta investigación fue fabricar ladrillos sustentables a partir de los principios de la fabricación artesanal. Para la fabricación de estos ladrillos se emplearon como materia prima tres tipos de residuos generados en la industria de la construcción, los cuales fueron: residuos maderables, residuos generados en los procesos de excavación (tierra) y agregados reciclados (RA), adicionando agua como material de amasado y extracto de nopal (mucílago) como aditivo natural.

En el proceso de fabricación de los ladrillos sustentables se elimina la emisión de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, debido a que se sustituye el proceso de cocción convencional por un secado solar realizado en una cámara de secado de fabricación manual, cuyo principio de funcionamiento es a partir de la exposición ante los rayos solares.

Se elaboraron 9 mezclas empleando un 62% de residuos de excavación (tierra), 5% de residuos maderables y un 33% de agregados reciclados, empleando estos últimos de acuerdo a su clasificación en 2 grupos, el primero denominado agregados reciclados solo cementantes (SC) con granulometrías de 3/8" y de 1/4" a finos y el segundo denominado agregados reciclados todo en uno (TU) con granulometría de 1/4" a finos.

Los resultados mostraron que los ladrillos ecológicos fabricados con la mezcla de agregados reciclados de 3/8" y 1/4" a finos solo cementantes (SC) responden a los requerimientos normativos establecidos, presentando valores de resistencia a la compresión de hasta 80 kg/cm<sup>2</sup>, así mismo el uso del extracto del nopal mejoró la trabajabilidad de las mezclas.

El uso de residuos de la construcción se presenta como una alternativa viable para la obtención de ladrillos sustentables, los cuales cumplen con las directrices de calidad solicitadas por la normativa mexicana.

# Quitosano enzimático, rendimiento a partir de exoesqueleto de camarón

Juan Bautista Ayar, Erika Laura Espinoza Fabián, Mayra Lucia Lara González, M. en C. Norma Sedano Torres, Angélica Villalvazo Espinoza.  
Instituto Tecnológico de Tlajomulco, Jal. Ingeniería Ambiental.

M. en C. Norma Sedano Torres, docente Instituto Tecnológico de Tlajomulco, Jal. Dpto. de ingenierías, Ingeniería Ambiental. Km. 10 Carretera a San Miguel Cuyutlan- Mpio. Tlajomulco de Zuñiga, Jalisco C.P. 45640, Tlajomulco de Zuñiga, Jalisco, Tel (33) 3772-4426 Ext. 124 acad\_tlajomulco@tecnm.mx

Modalidad: Ponencia, Temática: Residuos

**Introducción** En el 2014 México tuvo una producción de camarón de 158,000 toneladas en peso vivo (Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, 2014) un porcentaje de estos son desechos (exoesqueleto, patas, cabezas). Una alternativa para el aprovechamiento de estos desechos que entre otras coadyuva en la reducción de los mismos como contaminantes ambientales, es la obtención de quitosano, que es un derivado de la quitina que se encuentra en el exoesqueleto de camarones. Esta importante materia prima puede ser desacetilada enzimáticamente ya que de esta manera supone un menor uso de reactivos químicos agua y energía siendo más amigable con el medio ambiente que la desacetilación química.

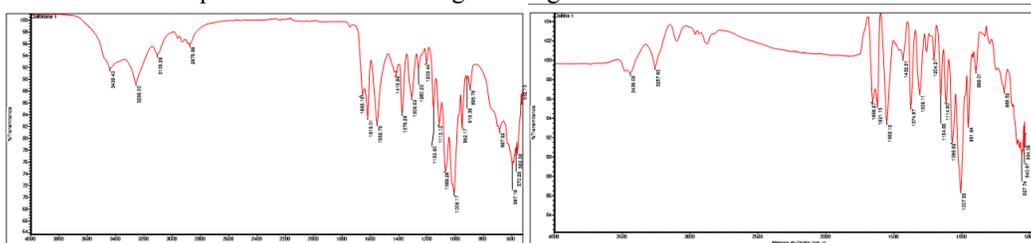
El quitosano es un polisacárido de amplio uso y aplicaciones por sus características, entre las cuales están ser biodegradable y no tóxico y en el área ambiental puede ser utilizado como floculante en aguas residuales.

**Objetivos:** Determinación de rendimiento de exoesqueleto de camarón en la obtención de quitosano vía enzimática.

**Métodos: Obtención enzimática de quitosano:** limpieza del camarón, desmineralización, desproteización, obtención de la enzima emulsina, preparación de la almendra, desacetilación enzimática de la quitina, determinación de la desacetilación.

**Resultados y discusión:** De acuerdo al primer objetivo el resultado que se obtuvo fue la desacetilación enzimática con un rendimiento de 1kg de quitosano por cada 5.4kg de exoesqueleto, que representa el 18.5% de estos residuos, convertido en quitosano; lo que representa que se estaría aprovechando un residuo que es considerado basura y que puede ser contaminante para convertirlo en un producto redituable.

De acuerdo al segundo objetivo la razón beneficio-costo por cada kg de quitosano se gasta en su producción \$739 en insumos; esto significa que la conversión de estos residuos considerados basura a polímeros no representa un gasto significativo y es redituable su producción. De acuerdo al tercer objetivo se determinó la desacetilación la cual se puede verificar en las siguientes gráficas.



Gráfica izquierda quitina, derecha quitosano

**Conclusiones:** Resulta redituable la producción de quitosano a pesar que su rendimiento es solo del 18.5% y su costo de producción \$739/kg. No obstante del consumo de agua, energía y reactivos ya que el beneficio de este polímero por sus amplias aplicaciones y demanda hace factible y rentable su producción, por el hecho de convertir un residuo que puede ser un contaminante en un producto benéfico.

**Referencias:** 1) FIGUEROA, V. C., 2007. *Universia BIBLIOTECA DE RECURSOS*. [En línea] Available at: [Obtenido de http://biblioteca.universia.net/html\\_bura/ficha/params/id/52065587.html](http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/id/52065587.html)  
2) López, N. A. P., 2013. *EXTRACCIÓN BIOTECNOLÓGICA DE QUITINA PARA LA PRODUCCIÓN DE QUITOSANOS: CARACTERIZACIÓN Y APLICACIÓN*. [En línea] Available at: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00807945/document>.  
3) Minke R., B. j., 1978. Structure of Alpha-Chitin. *Journal of Molecular Biology*.. *Journal of Molecular Biology*., pp. 167-181.

# Estudio técnico y ambiental para instalar un Centro de Procesamiento de la FIRSU en el estado de Hidalgo

Jorge Emigdio Sánchez Pólito y María Neftalí Rojas Valencia  
Instituto de ingeniería, UNAM.

I. C. Jorge Emigdio Sánchez Pólito, estudiante de maestría en ingeniería ambiental de la facultad de ingeniería y becario del Instituto de Ingeniería UNAM, Circuito Escolar s/n, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, Ciudad de México, C.P. 04510, Teléfono +52(55)5623-3600, Ext. 8703. E-mail: [JSanchezPo@iingen.unam.mx](mailto:JSanchezPo@iingen.unam.mx) ; [nrov@pumas.ii.unam.mx](mailto:nrov@pumas.ii.unam.mx)

Modalidad: Ponencia, Temática: Residuos

La selección de sitios que cumplan con requerimientos ambientales y técnicos, es muy importante en la construcción de infraestructura relacionada con el manejo y tratamiento de los RSU. Para el aprovechamiento adecuado es necesario instalar un centro de procesamiento de RSU que cumpla con las disposiciones normativas para evitar la contaminación del ambiente, sin embargo en México existen pocos centros de este tipo y la mayoría no toma en cuenta estos requerimientos, lo cual provoca que sean ineficientes u obsoletos.

Por lo que el objetivo principal del presente trabajo fue obtener las áreas y puntos óptimos de ubicación para la instalación de un CP-FIRSU, tomando en cuenta requerimientos ambientales y técnicos con base en la normativa, a partir de los RSU generados en el estado de Hidalgo, para ser aprovechados como combustibles alternos por las cementeras o por cualquier otro tipo de valorización que se considere conveniente.

Para cumplir con el objetivo propuesto la metodología se dividió en siete fases: revisión de la normativa, localización de los sitios de RSU y cementeras, identificación y determinación del poder calorífico de los residuos, análisis de la infraestructura del CP-FIRSU, validación *in situ* y georreferenciación de los sitios de RSU y plantas cementeras, proyección de residuos a 30 años y determinación de la ubicación del sitio óptimo para instalar el CP-FIRSU empleando una Evaluación Multi-Criterio (EMC) y un análisis fuente-destino.

Los resultados mostraron que el poder calorífico de las pacas FIRSU que llegan a la planta cementera de CEMEX Huichapan en promedio es de 18.26 MJ/kg. La capacidad determinada con base en la proyección de residuos a 20 años del CP-FIRSU fue de 2,474 t/día. El resultado del análisis de la EMC fue una superficie de 3,123 km<sup>2</sup> de las áreas con una aptitud favorable.

Se concluye que en total existen 16 puntos óptimos de ubicación para la instalación de un CP-FIRSU en Hidalgo determinados con base en requerimientos técnicos y ambientales.

ICR (2014). International Cement Review. Alternative fuels: "Getting to the source", CEMEX, No. 6, pp. 12-13.

Rojas-Valencia y Marín M. (2014). "Gestión y coprocesamiento de residuos sólidos urbanos", *Revista IC Ingeniería Civil de ingeniería y ciencias ambientales*, No. 545, pp. 20-23.

# Degradación Acelerada de Materiales Poliméricos Biodegradables

Jesús Manuel Quiroz-Castillo<sup>1\*</sup>, Dora Evelia Rodriguez-Felix<sup>2</sup>, María Mónica Castillo-Ortega<sup>2</sup>, Martin Eusebio Cruz-Campas<sup>1</sup>, Roberto Ramírez Leal<sup>1</sup> y Daniel García-Bedoya<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Programa Educativo de Ingeniería Ambiental, Campus Hermosillo, Universidad Estatal de Sonora.

<sup>2</sup>Departamento de Investigación en Polímeros y Materiales, Universidad de Sonora.

**Responsable del trabajo:** Dr. Jesús Manuel Quiroz Castillo, Profesor de Tiempo Completo Titular, Programa Educativo de Ingeniería Ambiental, Universidad Estatal de Sonora, Dirección: Ley Federal del Trabajo S/N, Colonia Apolo, C.P. 83100, Tel (662) 2110846, Correo electrónico: [quiroz51@hotmail.com](mailto:quiroz51@hotmail.com)  
Modalidad: Ponencia, Temática: Residuos

**Introducción.** La utilización de polímeros sintéticos como materia prima para empaques desechables genera altos volúmenes de contaminantes persistentes en el medio ambiente (Singh, 2011). Una manera de resolver el problema del acumulamiento de plásticos es la producción de materiales poliméricos biodegradables, por ejemplo, mezclando materiales polímeros de origen natural con polímeros sintéticos (Wu, 2005).

**Objetivos.** Preparación y caracterización de películas extrudidas a partir de mezclas de polietileno lineal de baja densidad (PE) con quitosano y PLA utilizando anhídrido maléico (PEgMA) como compatibilizante.

**Metodología:** Las mezclas poliméricas fueron preparadas en dos etapas: (1) se mezcló el quitosano con glicerol hasta obtener una masa homogénea y (2) se mezcló el quitosano y glicerol con el PE. En las mezclas compatibilizadas, el PEgMA fue adicionado en la primera etapa. Para ambos casos, las mezclas fueron agitadas mecánicamente por 30 minutos y después extrudidas utilizando un mezclador-extrusor de laboratorio marca Atlas, a una temperatura de 130 y 140°C para el rotor y el cabezal.

**Resultados y discusión:** Las películas de polietileno con un 15% de quitosano perdieron un 40% del valor inicial de resistencia a la tensión después de 360 horas de degradación acelerada, en contraste con un 20% de pérdida que presentó la película de polietileno puro durante el mismo periodo. Las películas con quitosano, además, presentaron una pérdida de peso de un 13% después de estar enterradas durante 180 días, un valor significativamente mayor que el 0.05% que presentó la película de polietileno. La presencia de anhídrido maléico como compatibilizante tuvo un ligero efecto acelerante en la degradación de las películas de polietileno con quitosano.

**Conclusiones:** La fotooxidación y las fluctuaciones en temperatura y humedad en la cámara QUV provocaron la degradación de los materiales. Una profunda caracterización de las películas, antes y después de la exposición solar, reveló un efecto importante del quitosano sobre el comportamiento degradativo de las películas.

## Referencias relevantes

Singh G, Bhunia H, Rajor A, Choudhary V (2011) "Thermal properties and degradation characteristics of polylactide, linear low density polyethylene, and their Blends". *Polymer Bulletin* 66, pp. 939-953.

Wu CS (2005) "A comparison of the structure, thermal properties, and biodegradability of polycaprolactone/chitosan and acrylic acid grafted polycaprolactone/chitosan". *Polymer* 46, pp. 147-155.

## Diseño de reactores usando análisis numérico

Omar Arvizu García<sup>1</sup>, Kathia Amairani Argüelles Aviléz<sup>1</sup>, Karen Daniela López Pérez<sup>1</sup>, José Manuel Nápoles Duarte<sup>2</sup>, Luis Patricio Ramírez Rodríguez<sup>3</sup>, Temístocles Mendivil Reynoso<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ingeniería Ambiental Industrial, Universidad Estatal de Sonora.

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua.

<sup>3</sup>Departamento de Física, Universidad de Sonora.

**Responsable del trabajo:** Dr. Luis Patricio Ramírez Rodríguez, Profesor de Tiempo Completo Titular A, Licenciatura en Física, Universidad de Sonora, Dirección: Rosales y Luis Encinas S/N, Colonia Centro, C.P. 83000, Tel (662) 2004369, Correo electrónico: [tycho267@hotmail.com](mailto:tycho267@hotmail.com)

Modalidad: Cartel, Temática: Residuos

**Introducción:** El modelo matemático de Monod predice el aumento de población en un cultivo microbiano; el cual lleva consigo la generación de biomasa y productos y subproductos. Este modelo adquiere relevancia en la ciencia e ingeniería, ya que los parámetros que controla influyen en el diseño de biorreactores. Los biorreactores se utilizan para el tratamiento de aguas residuales y residuos tóxicos.

**Objetivos.** Obtener y comparar la cinética de un biorreactor, utilizando el método de Runge-Kutta de orden 4 y el paquete profesional COMSOL.

**Metodología:** Se resolvieron las ecuaciones de balance masa y energía utilizando el método de Runge-Kutta de orden 4 y el método de elemento finito.

**Resultados y discusión:** Mediante la cinética de Monod, utilizando dos métodos distintos, se obtuvieron resultados idénticos. A medida que transcurre el tiempo, el consumo y generación de sustancias es constante; lo que nos podría indicar un equilibrio químico. Se encontró el punto de equilibrio usando parámetros determinados previamente.

**Conclusiones:** Se puede modelar el crecimiento microbiano utilizando el paquete COMSOL y el método Runge-Kutta. Se observa que los resultados son idénticos y el tiempo de computo es similar, por lo que para el diseño de un biorreactor tipo Monod no es posible determinar cuál es la mejor opción para el diseño de biorreactores.

### Referencias relevantes

Castillo, F., Roldán, M., Blasco, R., Huertas, M. J., Caballero, F., Moreno-Vivián, C., & Martínez-Luque, M. (2005). *Bioteología ambiental*. Editorial Tébar, SL Madrid, España, 359-378.

# Comparación de la Degradación Natural y Acelerada De Películas de Polietileno con Quitosano y Poli (Ácido Láctico)

Héctor Avitia-Verdugo<sup>1\*</sup>, Jesús Manuel Quiroz-Castillo<sup>1</sup>, Lauren Lucero Lizarraga-Laborin<sup>2</sup>, Dora Evelia Rodríguez-Félix<sup>2</sup>, Martín Eusebio Cruz-Campas<sup>1</sup> y Roberto Ramírez Leal<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Programa Educativo de Ingeniería Ambiental, Campus Hermosillo, Universidad Estatal de Sonora.

<sup>2</sup>Departamento de Investigación en Polímeros y Materiales, Universidad de Sonora.

**Responsable del trabajo:** Héctor Avitia Verdugo, Estudiante del Programa Educativo de Ingeniería Ambiental, Universidad Estatal de Sonora, Dirección: Ley Federal del Trabajo S/N, Colonia Apolo, C.P. 83100, Tel (662) 2110846, Correo electrónico: [hektorav@gmail.com](mailto:hektorav@gmail.com).

Modalidad: Cartel, Temática: Residuos

**Introducción.** El polietileno, al igual que otros plásticos, es un material demasiado valioso como para desecharlo; por lo que su valorización es siempre la opción preferible para su tratamiento. Es importante saber que los residuos de polietileno son absolutamente inocuos para el medio ambiente, por su naturaleza son inertes y no sufren degradación (Singh, 2011). Como objetivo general se tiene el estudiar el efecto del quitosano y poliácido láctico (PLA) en las propiedades de las películas de polietileno lineal de baja densidad al estar sometidas a un proceso de degradación acelerada.

**Objetivos.** Preparación y caracterización de películas extrudidas a partir de mezclas de polietileno lineal de baja densidad (PE) con quitosano y PLA utilizando anhídrido maléico (PEgMA) como compatibilizante.

**Metodología:** Se prepararon películas de Polietileno, Quitosano y PLA con y sin Polietileno injertado con Anhídrido Maleico (PEgMA) como compatibilizante por el método de extrusión a las composiciones en las películas de PE de 70 y 65, PLA 15 y 15, Ch 15 y 15 y PEgMA 0 y 5, respectivamente. Posteriormente se sometieron a degradación acelerada en cuatro periodos de 50, 100, 150 y 200 horas.

**Resultados y discusión:** Las películas mostraron una disminución en la elongación a la ruptura (ER) respecto al tiempo de degradación. También se observó que las películas sin compatibilizante tienen una mayor resistencia, por lo que podemos suponer que la adición de compatibilizante favorece el proceso de degradación. Las películas mostraron una disminución en la ER, sin embargo, después de las 200 horas se observa un aumento, que pudo ser causado por humedad retenida en las películas ya que la cámara de degradación presenta condiciones más agresivas que las naturales. Cuando la ER se midió en un tiempo bajo (50 horas) las películas con compatibilizante son más elásticas, ya que el PEgMA favorece la compatibilidad del Ch con el PE y PLA. Sin embargo a partir de las 100 horas tiene una afectación más severa que en la película sin PEgMA como sucedió en el caso anterior de ER, lo que soporta la idea de que eventualmente favorecerá la degradación.

**Conclusión:** Es evidente que al someter las películas a la degradación acelerada sus propiedades mecánicas son afectadas y bajo una investigación completa y adecuada pueden tener potencial para aplicaciones industriales contribuyendo con soluciones ambientales.

**Referencias relevantes :** Singh G, Bhunia H, Rajor A, Choudhary V (2011) "Thermal properties and degradation characteristics of polylactide, linear low density polyethylene, and their Blends". *Polymer Bulletin* 66, pp. 939–953.

The background image shows two mountain bikers riding on a dark, rocky trail. In the distance, there are large, rugged mountains covered in snow under a clear blue sky. A central white box with a green border contains the text 'SALUD AMBIENTAL'.

**SALUD  
AMBIENTAL**

# Determinación de la actividad catecol 2,3-dioxigenasa en *Pseudomonas spp*

Charytin González Avalos<sup>1</sup>, Jesús Bernardino Velázquez-Fernández\*<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Unidad Académica de Ciencias Químico-Biológicas y Farmacéuticas, Universidad Autónoma de Nayarit,

<sup>2,\*</sup>Profesor-Investigador, Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nayarit, [jesusbvf@gmail.com](mailto:jesusbv@gmail.com)

Modalidad: Cartel, temática: Salud ambiental.

**Introducción:** La biodegradación de algunos compuestos orgánicos persistentes (COPs) involucra la biotransformación por dioxigenasas (Hupert y cols. 2012). Catecol y sus derivados alquil sustituidos, son los intermediarios más comunes, y su anillo aromático es escindido por catecol 2,3-dioxigenasa C23O, que transforma catecol por escisión en posición meta al semialdehído 2-hidroxi-mucónico (Xie y cols., 2013) que puede ser fácilmente degradado en condiciones ambientales. Los genes de catecol 2,3-dioxigenasa han sido reportados en numerosas cepas Gram-negativas como en *Pseudomonas*, *Sphingomonas*, *Acinetobacter*, *Ralstonia*, *Burkholderia*, *Stenotrophomonas*). La cuantificación de la actividad catecol 2,3-dioxigenasa es el primer paso para identificar microorganismos que contengan los genes que codifican para esta enzima y así, en un futuro poder generar enzimas recombinantes con propósitos de biorremediación enzimática.

**Objetivos:** Cuantificar la actividad enzimática en *Pseudomonas spp.* en presencia de tóxicos.

**Resultados y discusión:** Se obtuvieron cepas (12 en total) del género *Pseudomonas* provenientes de distintos suelos: 1) suelo sin uso humano (bosque), sin exposición a contaminantes (sitio N, ubicación 21°28'33.6"N 104°59'53.7"W), 2) suelo con uso agrícola, con exposición a plaguicidas (sitio A, ubicación 21°10'00.4"N 104°52'57.2"W) y 3) suelo de taller mecánico, con exposición a hidrocarburos (sitio T; ubicación 21°31'03.9"N 104°52'34.7"W). Se determinó la actividad C23O mediante espectrofotometría utilizando un sustrato cromogénico. Dicha actividad se determinó en presencia o ausencia de los siguientes tóxicos: Acetona, fenol, benceno y un plaguicida organoclorado (POC). Como testigo positivo se utilizó la cepa *P. putida 700007* adquirida de ATCC de la que ya se ha reportado actividad C23O. *P. putida 700007* mostró mayor actividad que todas las cepas obtenidas del ambiente cuando no son expuestas a ningún compuesto o cuando se expusieron a acetona y fenol. La cepa N1.3, proveniente del sitio sin exposición a contaminantes, presentó mayor actividad al ser inducida por benceno, mientras que la cepa T3.2, del sitio con exposición a hidrocarburos, presentó una notable actividad enzimática en presencia del POC, aún mayor que el testigo positivo. El uso de solventes ha sido efectivo para mejorar la biodegradación en suelos altamente contaminados (García-Rivero, 2007), lo que sugiere que la exposición de las cepas a estos compuestos, induce la activación de enzimas degradadoras, como C23O, pues al no ser inducidas, la actividad es nula o baja en comparación a las tratadas con solventes como inductores. Resulta interesante que un POC, también pueda incrementar la actividad C23O en cultivos bacterianos de *Pseudomonas*. Si bien no es posible determinar si es inducción genética o algún otro mecanismo, dados las condiciones experimentales de los hallazgos, es posible descartar que se trate solamente de activación alostérica.

**Conclusiones:** Los microorganismos de sitios contaminados por adaptación pueden contener genes que codifican enzimas degradadoras. Aunque genéticamente estos microorganismos cuentan con dichas enzimas, en el caso de las dioxigenasas, es necesario inducir su expresión, mediante la exposición a contaminantes. La determinación de la actividad enzimática en conjunto con la detección de genes de catecol 2,3-dioxigenasa, nos dará una idea más clara de la manera de actuar de dichas enzimas.

## Referencias relevantes:

Hupert K., Guzik U., Wojcieszynska D. (2012) Characterization of catechol 2,3-dioxygenase from *Planococcus* sp. strain S5 induced by high phenol concentration. *Biochimica Polonica*. Poland. Xie Y., Yu F., Wang Q., Gu X. (2013) Cloning of catechol 2,3-dioxygenase gene and construction of a stable genetically engineered strain for degrading crude oil. *Indian J Microbiol*.

# Utilización de Compuestos Naturales Aislados de Camarón Blanco (*Litopenaeus vannamei*) como Métodos Antimutagénicos de Agentes Ambientales

Carmen-María López-Saiz<sup>1</sup>, Omar Arvizu-García<sup>1</sup>, Jesús-Iram Valencia-Maldonado<sup>1</sup>, Armando Burgos-Hernández<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Programa de Ingeniería Ambiental, Universidad Estatal de Sonora. Rosales No.189 Col. Centro; Hermosillo, Sonora, México

<sup>2</sup> Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos, Universidad de Sonora. Apartado Postal 1658, CP 83000 Hermosillo, Sonora, México

Modalidad: Ponencia, Temática: Salud Ambiental

**Introducción:** De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud, el cáncer es la primera causa de muerte a nivel mundial (World Health Organization, 2014), el cual puede presentarse debido a la exposición del ser humano a diferentes factores ambientales incluyendo radiación, y compuestos químicos presentes en agua, suelo y aire; por lo cual, la búsqueda de compuestos con actividad biológica en la prevención de esta enfermedad se ha convertido en prioridad a nivel mundial (Nerurkar and Ray, 2010).

**Objetivo:** El objetivo de este estudio fue el de aislar e identificar compuestos antimutagénicos aislados de músculo de camarón blanco

**Metodología:** La actividad antimutagénica fue establecida utilizando la inhibición del efecto mutagénico de aflatoxina B<sub>1</sub> en cepas TA98 y TA100 de *Salmonella* mutadas genéticamente siguiendo la técnica estándar de Ames (Maron and Ames, 1983). Los datos de estructura química se obtuvieron utilizando resonancia nuclear magnética de protón y de carbono.

**Resultados y Discusión:** La fracción metanólica fue la responsable de la actividad antimutagénica más elevada (95.6 y 95.9% para TA98 y TA100, respectivamente); esta fue separada en quince diferentes sub-fracciones (M1-M15). La fracción M8 ejerció la mayor inhibición de la AFB<sub>1</sub> (96.5 y 101.6% para TA98 y TA100, respectivamente) y fue sub-fraccionada secuencialmente en cuatro fracciones M8a, M8b, M8c y M8d. El análisis espectrométrico de RNM de protón y carbono de la fracción M8a (la que presentó la actividad antimutagénica más elevada), sugiere que los compuestos responsables de la antimutagenicidad es un apocarotenoide.

**Conclusiones:** La fracción soluble en cloroformo del músculo de camarón blanco es una fuente de compuestos capaces de evitar las mutaciones producidas por agentes ambientales, y a pesar de que se ha reportado que los compuestos responsables de la bioactividad en este organismo son del tipo carotenoide, el presente estudio demostró que los compuestos que ejercen la mayor actividad tienen una estructura del tipo apocarotenoide.

## Referencias Relevantes:

MARON, D. M. & AMES, B. N. 1983. Revised methods for the Salmonella mutagenicity test. *Mutat Res*, 113, 173-215.

NERURKAR, P. & RAY, R. B. 2010. Bitter melon: antagonist to cancer. *Pharm Res*, 27, 1049-53.

WORLD HEALTH ORGANIZATION 2014. Cancer. November 2014 ed.: WHO.

# Fitotoxicidad de un efluente biológico desinfectado con cloro y ozono sobre esquejes de Sauce (*Salix nigra*)

Paloma Álvarez Tostado Ríos<sup>1</sup> José Guadalupe Llanes Ocaña<sup>2</sup>,  
Otoniel Carranza Díaz<sup>2,3</sup>

Otoniel Carranza Díaz, doctor, profesor e investigador, Facultad de ciencias del mar, Paseo Claussen S/N, Mazatlán Sinaloa, ++521 6699 828656, otoniel.carranza@uas.edu.mx

<sup>1</sup>Escuela de Biología, Universidad Autónoma de Sinaloa. Calzada de las Américas y Universitarios, S/N, Ciudad Universitaria, 80040 Culiacán, Sinaloa, México. <sup>2</sup>Asesoría Científica en Estudios del Agua (ACEA). Privada Villa Dorada II, 1689, Las Quintas, C.P. 80060. Culiacán Sinaloa, México. <sup>3</sup>Laboratorio Ecofisiología y Cultivo de Organismos Acuáticos. Universidad Autónoma de Sinaloa. Paseo Claussen, S/N, Col. Centro, C.P. 82000. Mazatlán, Sinaloa, México.

Modalidad: Ponencia, Temática: Salud ambiental

Se investigó el efecto tóxico sobre esquejes de sauce (*Salix nigra*) del efluente biológico (EB) de la Planta de Tratamiento de Aguas de Costa Rica, Sinaloa desinfectado mediante la técnica tradicional empleando hipoclorito de sodio (NaClO) y se comparó con una desinfección innovadora empleando ozono (O<sub>3</sub>). Los esquejes fueron colectados de árboles de *Salix nigra* ubicados en la margen del río Culiacán. El cultivo de los esquejes y el experimento se llevó a cabo en las instalaciones de la empresa ACEA (Asesoría Científica en Estudios del Agua). Se siguió la metodología establecida por Trapp *et al.*, (2000) para este estudio. Los esquejes fueron colocados en matraces Erlenmeyer y se llenaron con 500 mL de EB desinfectado con NaClO (Tratamiento 1) y se comparó con un volumen similar pero desinfectado con O<sub>3</sub> (Tratamiento 2). El experimento se realizó por triplicado. Se calculó la NRT (Transpiración Relativa Normalizada) y se determinó la toxicidad en base a las diferencias de la NRT. La curva dosis respuesta se determinó empleando diluciones del EB (desinfectado con O<sub>3</sub> y NaClO) y una solución nutritiva (SN) hecha en base a la formula Steiner (Faulkner, 2000, p. 52). Se estudiaron las siguientes diluciones: 375 mL EB más 125 mL SN (Dilución 1), 250 mL EB más 250 mL SN (Dilución 2), 125 mL EB más 375 mL SN (Dilución 3). Los matraces que tuvieron únicamente SN fueron considerados controles. El experimento se corrió por 2 semanas (432 horas). Desde el inicio del experimento y hasta las 144 horas la toxicidad sobre los esquejes en contacto con el Tratamiento 1 fue similar a la del Tratamiento 2 (p = 0.8353). Gradualmente la NRT en el Tratamiento 2 disminuyó respecto al tratamiento 1 pero no llegó a ser significativa al final del experimento (p = 0.4658). A lo largo del experimento, la NRT en los matraces que tuvieron diluciones del Tratamiento 1 fue menor respecto al Tratamiento 2 indicando mayor toxicidad con la combinación solución nutritiva y O<sub>3</sub> que con la combinación solución nutritiva y NaClO. Estos resultados pudieron deberse a la formación de compuestos derivados de la oxidación con O<sub>3</sub> y la solución nutritiva y que pudieran ser más tóxicos que los generados por la combinación solución nutritiva y NaClO.

Faulkner S., (2000). Best of growing edge: Popular hydroponics and gardening for small commercial growers and hobbyists, New moon publishing. The modified steiner solution, pp. 52-55.

Trapp, S., Zambrano, K.C., Kusk, K.O., Karlson, U., (2000). A phytotoxicity test using transpiration of willows. *Archives of environmental contamination and toxicology*. 39, 154-160.

# Determinación de calidad microbiológica de una bebida refrescante consumida por los alumnos de ITESCA

\*Mendoza Dimas Nydia Fabiola, Camacho Carrera Diana Laura, Quintana Loya David, Rivera Castro Claudia Irene.

\*Datos contacto: Instituto Tecnológico Superior De Cajeme (ITESCA), Cd. Obregón, Son., México. Correo electrónico: [nydia\\_d94@hotmail.com](mailto:nydia_d94@hotmail.com).

Modalidad: cartel. Temática: Salud Ambiental.

## Introducción

El agua es uno de los vehículos de transporte de bacterias patógenas que contaminan el agua y causan enfermedades, estas se encuentran en las excretas de los seres humanos y de los animales de sangre caliente. Pueden transmitirse a través del agua, de los alimentos, de persona a persona y de animales a seres humanos. Las bacterias que más afectan la salud pública son *Vibrio cholerae*, causante del cólera; *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni* y *Yersinia enterocolitica*, causantes de gastroenteritis agudas y diarreas; *Salmonella typhi*, que produce fiebres tifoideas y paratifoideas; y *Shigella*, causante de disentería.

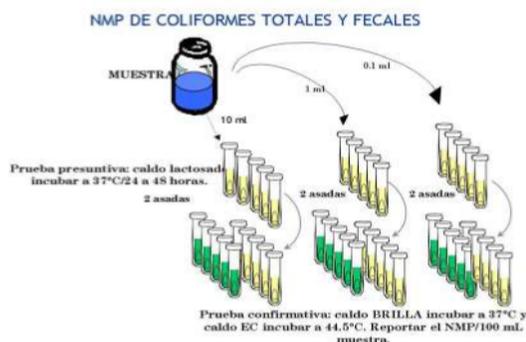
## Objetivo

Determinación de bacterias coliformes fecales y totales de una bebida expendida en un establecimiento de comida, mediante la técnica del número más probable (NOM-112-SSA1-1994) para la identificación de contaminación en la elaboración y manejo de dichas bebidas.

## Metodología

Se llevó a cabo la toma de muestras de limonada (según lo descrito en la NOM-110-SSA1-1994), provenientes de un establecimiento expendedor de alimentos del Instituto Tecnológico Superior De Cajeme a la cual se le realizó determinación de bacterias coliformes por la técnica de número más probable (NMP) siguiendo lo establecido en la NOM-112-SSA1-1994.

## Resultados y discusión



Muestreo	Presuntiva		Confirmativa		Blanco
	Turbidez	Gas	CT	CF	
1	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	Negativo
2	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	Negativo
3	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	Negativo

A base de la prueba realizada y pasado el tiempo de incubación y observación de 24-48 hrs, se determinó que en las muestras de cada tubo no había presencia de gas ni turbidez por lo que demuestra que la muestra de limonada estaba bajo lo establecido a la NOM-251-SSA1-2009 la cual establece la higiene que deben tener las bebidas al elaborarse y sus materias primas a fin de evitar su contaminación a lo largo del proceso.

## Conclusiones

Este trabajo demuestra que el agua de limonada consumida en el Instituto Tecnológico Superior De Cajeme, cuenta con la calidad establecida bajo la norma.

## Bibliografía

NOM-112-SSA1-1994 “Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable. NOM-110-SSA1-1994 “Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico“ NOM-251-SSA1-2009 “Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios”.

# Determinación de calidad microbiana en los alimentos consumidos por los alumnos de ITESCA

\*Camacho Carrera Diana Laura, Mendoza Dimas Nydia Fabiola, Quintana Loya David, Rivera Castro Claudia Irene.

\*Datos contacto: Instituto Tecnológico Superior De Cajeme (ITESCA), Cd. Obregón, Son., México. Correo electrónico: [diana\\_pdje@hotmail.com](mailto:diana_pdje@hotmail.com). Modalidad: Cartel. Temática: Salud Ambiental

## Introducción

Los alimentos ingeridos en establecimientos que están a la intemperie pueden presentar bacterias causantes de enfermedades como; *Vibrio cholerae*, causante del cólera; *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni* y *Yersinia enterocolitica*, causantes de gastroenteritis agudas y diarreas; *Salmonella typhi*, que produce fiebres tifoideas y *paratifoideas*; y *Shigella*, causante de disentería.

## Objetivo

Cuantificación de bacterias coliformes presentes en muestras de alimentos preparados en por medio de la determinación de la técnica de cuenta total viable de organismos mesófilos aerobios por la técnica de vaciado en placa, según lo establecido en la NOM-092-SSA1-1994 con el fin de establecer si existe un riesgo asociado a su consumo por los estudiantes de ITESCA.

## Metodología

Se llevó a cabo la toma de la muestra de alimento elaborado en ITESCA (según lo descrito en la NOM-110-SSA1-1994) a la cual se realizó la determinación total de organismos mesófilos aerobios, siguiendo lo establecido en la NOM-092-SSA1-1994.



## Resultados y discusión

A continuación se presentan los resultados obtenidos como UFC/g de muestra de bacterias mesófilas aerobias incubadas por 48 horas a 35 +/- 2 °C. Donde los tres periodos de muestreo cumplen con los rangos establecidos en NOM-093-SSA1-1994; alimentos cocinados a base de carne de mamíferos, pescado, aves; lo cual indica un correcto manejo y preparación de los alimentos, acorde con las buenas prácticas recomendadas en dicha legislación.

	Diciembre 2015	Febrero 2016	Marzo 2016	Límite máximo permisible NOM-093-SSA1-1994
<b>Alimento</b>	433	1190	263	150000 UFC/g
<b>Blanco</b>	Negativo	Negativo	Negativo	

## Conclusiones

Este análisis demuestra que el alimento analizado (tacos) consumido por los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior de Cajeme cumple con la calidad necesaria para ser consumido.

## Bibliografía

NOM-092-SSA1-1994 "Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa". NOM-110-SSA1-1994 "Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico". NOM-093-SSA1-1994 "Prácticas de higiene y sanidad en la preparación de alimentos que se ofrecen en establecimientos fijos".

# Mejores trabajos en Modalidad Ponencia

---

**1er lugar:** Quitosano enzimático, rendimiento a partir de exoesqueleto de camarón

**Autores:** Juan Bautista Ayar, Erika Laura Espinoza Fabián, Mayra Lucia Lara González,  
M. en C. Norma Sedano Torres y Angélica Villalvazo Espinoza

**Institución:** Instituto Tecnológico de Tlajomulco

**2do lugar:** Degradación Acelerada de Materiales Poliméricos Biodegradables

**Autores:** Jesús Manuel Quiroz Castillo, Dora Evelia Rodriguez Félix, María Mónica Castillo Ortega,  
Martín Eusebio Cruz Campas, Roberto Ramírez Leal y Daniel García Bedoya

**Institución:** Universidad Estatal de Sonora, Universidad de Sonora

**3er lugar:** Índices de eutrofización aplicados en lagunas costeras del Golfo de California

**Autores:** Thelma Michelle Ruiz Ruiz, José Alfredo Arreola Lizárraga y Lourdes Morquecho

**Institución:** Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

# Mejores trabajos en Modalidad Cartel

---

**1er lugar:** Estudio de las propiedades de la Zeolita F9 en la captación de Cobre y Plata

**Autores:** Lobelia Guadalupe Rivera Martínez, Miguel Ángel Esqueda Hernández, Luis Patricio Ramírez Rodríguez,  
Manuel Cortez Valadez, Humberto Arizpe Chávez y Daniel García Bedoya y Mario Flores Acosta

**Institución:** Universidad Estatal de Sonora, Universidad de Sonora

**2do lugar:** Cuantificación de la emisión de dióxido de carbono por la quema de espárrago en el Valle del Yaqui

**Autores:** Yedidia Villegas Peralta, Perla Alejandrina González Tineo, Joseline Benítez López,  
María del Rosario Martínez Macías y Adrian Félix Bobadilla

**Institución:** Instituto Tecnológico de Sonora

**3er lugar:** Tratamiento anaerobio de agua residual con residuos metanólicos usando un reactor UASB

**Autores:** Rocío García Castañeda, Belem Espinosa Chávez y Susana García Ortega

**Institución:** Universidad del Mar, Instituto de Ecología campus Puerto Ángel, Oaxaca