



# Revista de la Facultad de Ingeniería Química

**UADY**  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

**2° CONGRESO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE**

ING. INDUSTRIAL    ING. QUÍMICA    QUÍMICA    BIOTECNOLOGÍA    ALIMENTOS

★ **CAMPUS DE CIENCIAS EXÁCTAS E INGENIERÍAS. MÉRIDA, MÉXICO.**

**DEL 7 AL 9 DE MAYO DE 2014**  
PONENCIAS MAGISTRALES, PRESENTACIONES ORALES, POSTERS, CURSOS...

**CONFIQ 2**

[http://www.inquimica.uady.mx/sitios/confiq\\_2014/index.html](http://www.inquimica.uady.mx/sitios/confiq_2014/index.html)

**REVISTA DE LA FACULTAD DE  
INGENIERÍA QUÍMICA**

No. 54 Junio de 2014



**Directorio**

M. Phil. Alfredo F, J, Dájer Abimerhi  
Rector

Dr. José de Jesús Williams.  
Director General de Desarrollo Académico

Dr. Rodolfo Canto Saenz  
Coordinador General de Extensión

**Facultad de Ingeniería Química**

Dra. Marcela Zamudio Maya  
Directora

M. en C. Francisco Javier Herrera Rodríguez  
Secretario Administrativo

M. en C. María Dalmira Rodríguez Martín  
Secretaria Académica

Dr. Cristian Carrera Figueiras  
Jefe de la Unidad de Posgrado e Investigación

**Consejo Editorial**

Dr. Luis Antonio Chel Guerrero

QI. Miriam Chan Pavón, M. en C.

Dra. Adriana Esparza Ruiz

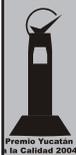
Editores

**Edición y Diseño Gráfico**

QI. Miriam Chan Pavón, M. en C.

LDGP. Luis Enrique Flores Rivero.

Br. Germán Jesús Tzuc López



Premio  
Nacional  
de Tecnología  
2 0 0 2

|  |           |
|--|-----------|
| <b>BIENVENIDA AL PRIMER CONGRESO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA (CONFIQ-2)</b> | <b>3</b>  |
| <b>ACERCA DEL CONGRESO</b>   | <b>4</b>  |
| <b>ALCANCE DEL CONGRESO</b>  | <b>5</b>  |
| <b>COMITÉ ORGANIZADOR</b>  | <b>6</b>  |
| <b>COMITÉ CIENTÍFICO</b>   | <b>6</b>  |
| <b>PROGRAMA COMPACTO</b>   | <b>7</b>  |
| <b>CURSOS</b>  | <b>8</b>  |
| <b>CONFERENCISTAS INVITADOS</b>  | <b>9</b>  |
| <b>SESIONES DE PONENCIAS EN CARTEL</b>   | <b>14</b> |
| <b>SESIONES DE PONENCIAS ORALES</b>  | <b>18</b> |
| <b>RESUMEN DE TRABAJOS ACEPTADOS</b>   | <b>19</b> |
| <b>INSTRUCCIONES A LOS AUTORES</b>   | <b>79</b> |

La Revista de la Facultad de Ingeniería Química es una publicación semestral relacionada con la Ingeniería Química Industrial, la Química Industrial, la Ingeniería Industrial Logística, la Ingeniería en Alimentos, la Ingeniería en Biotecnología y la Administración de Operaciones, vinculada con su enseñanza, investigación y aplicación en el sector productivo. Número 54. Todo material impreso puede reproducirse mencionando la fuente. Los artículos firmados expresan la opinión del autor y no necesariamente el de la dependencia. La correspondencia dirigirla a: Facultad de Ingeniería Química. Periférico Nte. Km. 33.5, Tablaje Catastral 13615, Col. Chuburná de Hidalgo Inn, Mérida, Yuc., Méx. C. P. 97203. Tels.+52 (999) 946-09-56, 946-09-93. Responsable de Edición: QI. Miriam Chan Pavón, M. en C. correo electrónico: revista@fiq.uady.mx ISSN 0188-5006. Recepción de trabajos junio de 2014. Fecha de publicación junio de 2016.



## BIENVENIDA AL CONFIQ-2: “INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE”

*Dra. Marcela Zamudio Maya  
Directora de la Facultad de Ingeniería Química*

*¿Qué sentido tiene la vida, si no es el de luchar por causas nobles y hacer de este mundo enredado un lugar mejor para aquellos que vivirán en él después de que nos hayamos ido?  
-winston churchill*

Sean todos bienvenidos a este segundo congreso de la facultad de ingeniería química (CONFIQ-2): “Innovación para el desarrollo sostenible”.

Nos da mucho gusto contar con la presencia de estudiantes, profesores e investigadores de otras instituciones y de nuestra universidad.

Agradezco la presencia del IQI. Carlos Alberto Estrada Pinto, Coordinador del Sistema de Licenciatura de nuestra universidad y exdirector de esta Facultad. Como siempre es un gusto saludarte y contar con tu presencia.

La palabra innovar la hemos escuchado y asociado a todas aquellas propuestas nuevas y diferentes que tratan de hacer que nuestro día a día sea mejor. La escuchamos en organizaciones sociales, en economía, en educación, en finanzas, en prácticamente todos los ámbitos del hombre donde se requieren nuevos productos, nuevos servicios, nuevos procesos, nuevas fuentes de abastecimiento, nuevas formas de organización, para atender necesidades específicas.

La ciencia y la innovación son motores importantes para impulsar el desarrollo social y económico. Un enfoque exclusivamente centrado en el desarrollo de la ciencia y la tecnología es poco probable que produzca los beneficios sociales y económicos necesarios. La ciencia, la innovación y la tecnología deben contribuir a la sostenibilidad y al desarrollo. La innovación debe estar dirigida a aliviar la pobreza, disminuir la severa desigualdad y contribuir a la sostenibilidad. La innovación debe ser responsable.

México es una nación con grandes perspectivas, sus potencialidades son realmente extraordinarias, sus recursos naturales y energéticos, su gente, su cultura y sus tradiciones. Nuestro país enfrenta muchos retos sociales, políticos y económicos.

La industria regional y nacional debe competir con empresas en el mercado global para lograr la supervivencia. Esto exige mejorar el aprovechamiento de los recursos regionales y los niveles de competitividad y productividad, por lo que es necesario que el personal que labora en dicha industria desarrolle nuevas competencias. Ante esto, nuestra universidad debe responder desarrollando programas de formación de profesionales altamente competentes, que apliquen los conocimientos para innovar o adaptar responsablemente sistemas tecnológicos avanzados.

Este congreso pretende establecer un espacio común para que los futuros profesionales de las áreas de ingeniería química industrial, ingeniería en alimentos, ingeniería en biotecnología, ingeniería industrial logística y química industrial, que se están formando en nuestras aulas y que son una de las apuestas universitarias para contribuir al desarrollo del país, conozcan el quehacer de la comunidad académica de la facultad y de otras instituciones, en los ámbitos de la innovación para el desarrollo sostenible.

Jóvenes: este evento es una buena oportunidad para nutrirse de nuevos conocimientos, y aunque dice el dicho que nadie aprende en cabeza ajena, si podemos aprender de las experiencias de otros. Podemos aprovechar esta oportunidad para intercambiar conocimientos y experiencias con colegas y otros profesionales que tal vez estén atendiendo problemáticas similares y que su experiencia nos facilite el camino.

Sirva este acto inaugural para invitar a todos los asistentes a participar en las distintas actividades del congreso: en las ponencias de los expertos, en los talleres y en la exposición de resultados de trabajos de investigación, en la modalidad oral y en cartel, de estudiantes e investigadores de diferentes instituciones de la región sureste.

A todas las personas que nos visitan de otras instituciones les deseamos que tengan una feliz estancia en nuestra universidad. Les agradecemos que hayan decidido participar en este congreso que esperamos cumpla y supere sus expectativas.

El comité organizador ha puesto mucho empeño y ha trabajado intensamente para ofrecerles un programa muy completo y de alta calidad, aprovecho para agradecerles a todos ellos su colaboración.

Muchas gracias a todos por su participación y esperamos que disfruten de todas las actividades de este congreso.

## INFORMACION GENERAL

### **Congreso dirigido a:**

A investigadores, profesores y estudiantes de Ingeniería Química, Ingeniería Industrial, Ingeniería en Alimentos, Ingeniería en Biotecnología, Licenciatura en Química y áreas afines.

### **Fecha y lugar de realización:**

Se llevó a cabo del 7 al 9 de mayo de 2014 en el Campus de Ciencias Exactas e Ingenierías de la Universidad Autónoma de Yucatán, en la ciudad de Mérida, Yucatán.

### **Trabajos presentados**

Hubo contribuciones en la modalidad de:

- a) Ponencias orales: 12
- b) Carteles: 46

Los trabajos se agruparon en las siguientes temáticas generales:

1. Alimentos
2. Biotecnología
3. Ingeniería Química
4. Ingeniería Industrial
5. Química

La fecha límite para la recepción de resúmenes fue el 4 de abril de 2014. La notificación de los trabajos aceptados se realizó el día 9 de abril de 2014. Los resúmenes fueron recibidos en el correo: [confiq@uady.mx](mailto:confiq@uady.mx)

## ALCANCE DEL CONGRESO

### **Alcance del congreso**

Regional (Península de Yucatán). Las instituciones de participantes en ponencias o carteles

1) Universidad Autónoma de Yucatán:

- a) Facultad de Ingeniería Química
- b) Facultad de Química
- c) Facultad de Contaduría y Administración
- d) Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias
- e) Facultad de Arquitectura y Diseño

2. Instituto de Biotecnología /UNAM

3. Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán

4. Instituto Tecnológico de Mérida

5. Universidad Autónoma de Ciudad del Carmen

### **Actividades extras:**

Presentación de líneas y proyectos de investigación de los cuerpos académicos de FIQ.

## ORGANIZACIÓN

### Comité Organizador

| Miembro                              | Puesto y Afiliación                   |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Dra. Adriana Esparza Ruiz            | Facultad de Ingeniería Química, UADY. |
| Dr. Cristian Carrera Figueiras       | Facultad de Ingeniería Química, UADY. |
| M. en C. Javier Valencia Méndez      | Facultad de Ingeniería Química, UADY. |
| Dra. Mónica Noel Sánchez González    | Facultad de Ingeniería Química, UADY. |
| Dr. Santiago Moisés Gallegos Tintoré | Facultad de Ingeniería Química, UADY. |
| Dr. Sergio Baz Rodríguez             | Facultad de Ingeniería Química, UADY. |

### Comité Científico

| Miembro                              | Puesto y Afiliación                   |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Dra. Adriana Esparza Ruiz            | Facultad de Ingeniería Química, UADY. |
| Dr. Sergio Baz Rodríguez             | Facultad de Ingeniería Química, UADY. |
| Dr. Santiago Moisés Gallegos Tintoré | Facultad de Ingeniería Química, UADY. |
| Dra. Mónica Noel Sánchez González    | Facultad de Ingeniería Química, UADY. |
| M. en C. Javier Valencia Méndez      | Facultad de Ingeniería Química, UADY. |

### Jurado de exposiciones orales y carteles

| Miembro                           | Puesto y Afiliación                   |
|-----------------------------------|---------------------------------------|
| Dr. Alejandro Ávila Ortega        | Facultad de Ingeniería Química, UADY. |
| M. en C. Araceli González Burgos  | Facultad de Ingeniería Química, UADY. |
| Dra. Claudia Araceli Ruiz Mercado | Facultad de Ingeniería Química, UADY. |
| M. en C. Delta María Sosa Cordero | Facultad de Ingeniería Química, UADY. |
| Dra. Fabiola Pereira Pacheco      | Facultad de Ingeniería Química, UADY. |
| Dr. Jorge Antonio Lechuga Andrade | Facultad de Ingeniería Química, UADY. |
| Dra. Jessica Canto Maldonado      | Facultad de Ingeniería Química, UADY. |
| Dra. Neyi Eloisa Estrella Gómez   | Facultad de Ingeniería Química, UADY. |

## PROGRAMA COMPACTO

| HORARIO      | MIÉRCOLES, 7 DE MAYO   | JUEVES, 8 DE MAYO  | VIERNES, 9 DE MAYO   |
|--------------|--|--|--|
| 8:30-08:9:00 |  |  |  |
| 9:00-10:00   | Registro e instalación de carteles   | Presentación de carteles   | Presentación de trabajos orales  |
| 10:00-10:30  | Inauguración   |  | Coffee break   |
| 10:30-10:45  | <b>CONFERENCIA PLENARIA</b><br>Dr. Jesús A. Royo Sánchez<br>Universidad de Zaragoza, España  |  | <b>CONFERENCIA PLENARIA</b><br>Dr. Brent E. Handy<br>Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México |
| 10:45-12:00  |  | Coffee break   |  |
| 12:00-12:15  | Coffee break   | Coffee break   | Coffee break   |
| 12:15-12:30  | Emprendedores: Casos de Exito  | Presentación de trabajos orales  | <b>CONFERENCIA PLENARIA</b><br>Dr. Horacio F. Olivo<br>Universidad de IOWA, E. U. A.                 |
| 12:30-13:30  |  |  | Clausura   |
| 13:30-14:30  | Comida   | Comida   |  |
| 14:30-15:30  | <b>CONFERENCIA PLENARIA</b><br>Dr. Alfredo Rafael Vilchis Néstor<br>Centro Conjunto de Investigación en Química Sustentable<br>UAEMex-UNAM, México | <b>CONFERENCIA PLENARIA</b><br>Dr. Alfredo Martínez Jiménez<br>IBT-UNAM, Morelos, México |  |
| 15:30-17:00  |  |  |  |
| 17:00-20:00  | Curso  | Curso  |  |

## CURSOS

| Instructor   | Nombre del Curso  |
|--|---|
| Dr. Jesús A. Royo Sánchez<br>Dra. María Pilar Lambán Castillo<br>Universidad de Zaragoza, España                       | La cadena de suministro y ciertos tópicos de vanguardia:<br>Huella de carbono, herramientas para la trazabilidad, hubs<br>logísticos        |
| Dr. Alfredo Rafael Vilchis Néstor<br>Centro Conjunto de Investigación en<br>Química Sustentable<br>UAEMex-UNAM, México | Nanotecnología: Propiedades ópticas y sensores  |
| Dr. Alfredo Martínez Jiménez<br>Instituto de Biotecnología de la<br>UNAM, Morelos, México                              | Biomasa y residuos agroindustriales como fuente de energía<br>e ingeniería metabólica de bacterias para la producción de<br>biocombustibles |
| M. C. María Elena Rodríguez Alegría<br>Instituto de Biotecnología de la<br>UNAM, Morelos, México                       | Biofábricas microbianas: El impacto de la biotecnología en<br>la química. Inmovilización de Enzimas   |
| Dra. María Eugenia Ramírez Ortiz<br>Facultad de Estudios Superiores-Cuau-<br>titlán- UNAM                              | Importancia de la textura en el desarrollo de nuevos produc-<br>tos alimenticios  |

Se invitó a oradores reconocidos por su trabajo e investigación en las áreas de ingeniería. Se impartieron cinco conferencias, dos internacionales y tres nacionales.

## **DR. JESÚS A. ROYO SÁNCHEZ**

Universidad de Zaragoza, España



**TEMA:** *La huella de carbono como instrumento para estandarizar las emisiones de CO<sub>2</sub> al ambiente de procesos productivos. Aplicación en un proyecto real.*

### **BIOGRAFIA CORTA**

El Prof. Royo cuenta con más de 25 años de experiencia laboral tanto en la academia como en la industria, en donde ha desempeñado diversos cargos asociados principalmente a la ingeniería industrial- área en la que obtuvo su grado doctoral. Actualmente es profesor de tiempo completo de la Universidad de Zaragoza donde imparte clases en diversos programas tanto de grado como de posgrado; previamente, paralelo a su labor de docencia, fue Director del Máster de Logística del Zaragoza Logistics Center.

En su haber cuenta con la dirección de más de 60 tesis y proyectos para la obtención de diversos grados tanto a nivel licenciatura como de posgrado. Así mismo, posee diversas publicaciones especializadas tanto en revistas indexadas como en congreso internaciones.

En lo relativo a la huella de carbono, es conocido por su activa participación en diversos foros especializados y por el conocimiento generado en el área. Como reconocimiento a su trabajo, en noviembre pasado el Dr. Royo recibió en Madrid el premio AECOC (el cual proporciona La Asociación Empresarial más importante de España) por la dirección del mejor proyecto universitario en temas de Cadena de Suministro, el cual versaba en temas de gestión de huella de carbono en entornos logísticos. Como dato adicional, cabe mencionar que dicho proyecto fue presentado en el Parlamento Europeo, en Estrasburgo Francia, por lo destacado del mismo..

**DR. HORACIO F. OLIVO**  
Universidad de IOWA, E.U.A.



**TEMA:** *Engineering microorganisms for syntheses of medically important molecules*

**DR. ALFREDO RAFAEL VILCHIS NÉSTOR**

Centro Conjunto de Investigación en Química Sustentable UAEMex-UNAM, México



**TEMA:** *Biosíntesis: La naturaleza al servicio de la nanociencia*

**DR. ALFREDO MARTÍNEZ JIMÉNEZ**  
IBT-UNAM, Morelos, México

**TEMA:** *Producción de lípidos y carbohidratos con la microalga *Neochloris oleobundans*: comparación entre cultivos en condiciones fototróficas Vs heterotróficas*

**BIOGRAFIA CORTA:**

Obtuvo los grados de Ingeniero Bioquímico por la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa (1981-1985), y de Maestro (1988-1990) y Doctor en Biotecnología (1993-1997) por el IBT-UNAM en Cuernavaca, Morelos. Fue Posdoctorante en el Laboratorio de “Metabolic Engineering” en el “Department of Microbiology and Cell Science” de la “University of Florida” en Gainesville, Florida, EUA (1998-2000). Ingresó al Instituto de Biotecnología en Octubre de 1985, donde actualmente es investigador titular C, definitivo, Pride nivel “D” y nivel II en el Sistema Nacional de Investigadores. Es experto en desarrollo de bioprocesos. Ha trabajado 28 años en el área de biotecnología y bioingeniería. Ha sido Jefe de la Unidad de Escalamiento y Planta Piloto del IBT-UNAM, Químico de Control de Calidad en Química Hoechst de México. Realizó una estancia Sabática: en el “Florida Center for Renewable Chemicals and Fuels” de la “University of Florida” en Gainesville, Florida, EUA (Agosto 2005 – Julio 2006) y fue Profesor Visitante en el “Department of Chemical and Biomolecular Engineering” de la “Rice University” en Houston, Texas, EUA (Agosto 2012 – Julio 2013). Ha publicado 59 artículos de investigación original en revistas indexadas de circulación internacional; 4 capítulos en libros internacionales; 4 capítulos en libros nacionales; 12 publicaciones en revistas nacionales arbitradas; 11 memorias en-extenso en español; y 14 publicaciones de divulgación en español. Además cuenta con dos patentes nacionales otorgadas y 3 aplicaciones, así como una PCT publicada y una patente otorgada en los EUA. Sus trabajos han sido acreedores a más de 2,150 citas bibliográficas. En octubre de 2012 se hizo acreedor al reconocimiento SCOPUS-ELSEVIER-MÉXICO en Biotecnología por sus publicaciones internacionales y citas a las mismas en los últimos cinco años. Fue vicepresidente (2008–2010) y presidente nacional (2010–2012) de la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería. Ha realizado investigación en: el escalamiento de procesos de fermentación y de recuperación y purificación de proteínas y productos biotecnológicos, alimenticios y farmacéuticos a nivel piloto; mezclado y transferencia de oxígeno en fluidos Newtonianos y no-Newtonianos; desarrollo de infraestructura para plantas piloto de bioprocesos; instrumentación, arranque, mantenimiento, supervisión y operación de equipos del área biotecnológica de nivel piloto. Su línea de investigación se centra en el desarrollo de procesos de fermentación e ingeniería de vías metabólicas de microorganismos (bacterias y microalgas) para la obtención de productos de interés industrial, a partir de residuos agroindustriales, con énfasis en plásticos biodegradables y en biocombustibles, como el etanol carburante, bio-hidrocarburos y biodiesel. Ha realizado trabajo de consultoría y coordinación de proyectos.

---

**DR. BRENT E. HANDY**

Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México



**TEMA:** *La Aplicación de Microcalorímetros tipo Tian-Calvet a la Ingeniería Química*

**BIOGRAFIA CORTA:**

El Dr. Brent Edward Handy cursó sus estudios de licenciatura en la Universidad Columbia, New York N.Y. EUA. 1982; obtuvo los grados de Doctor por parte de la Universidad de Wisconsin-Madison-México. 1988 y estudios de posdoctorado en Swiss Federal Institute of Technology-Zürich. 1991. Entre sus líneas de investigación se encuentran: “Desarrollo y Aplicación de Microcalorímetros Tian-Calvet en la Catálisis Heterogénea y en la Ingeniería Química.”, “Evaluación de Acidez, Basicidad y Propiedades Redox en Catalizadores Heterogéneos.”, “Análisis Cinética de Reacciones Catalíticas”. Ha realizado 30 publicaciones en revistas indizadas JCR (ISI Web of Knowledge) y ha sido asesor de 6 tesis de Doctorado y 8 tesis de maestría.

## SESIÓN DE CARTELES.

| Clave | #  | Título y Autor  |
|-------|----|---|
| CON-  | 1  | Efecto de nanopartículas de TiO <sub>2</sub> sobre un consorcio microbiano nativo del suelo”<br>E. Cetina-Mancilla, R. Rojas-Herrera, D. Escalante-Réndiz   |
|       | 2  | Producción y conservación de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> obtenida con un medio de cultivo artesanal”<br>L. Vázquez-Pérez, A. González-Burgos, A. Zepeda-Pedreguera  |
|       | 3  | Determinación del efecto de condiciones de cultivo sobre la productividad de ácidos grasos en un cultivo de <i>Chlamydomonas reinhardtii</i> ”<br>R. Garduño-Ríos, A. López-Serrano, B. Solís-Basto, F. Pereira-Santana, A. Corona-Cruz, J. Sacramento-Rivero             |
|       | 4  | Aislamiento de cepas bacterianas productoras de biosurfactantes a partir de un consorcio autóctono degradador de hidrocarburos del petróleo”<br>K. Pantoja-Alvarado, A. Espiritu-García, M. Sánchez-González, R. Rojas-Herrera, M. Canul-Chan                             |
|       | 5  | Producción de exopolisacáridos de la cepa V17 aislada de las costas de la Península de Yucatán”<br>C. Cauich-Córdova, R. Rojas-Herrera, M. Sánchez-González, N. Estrella-Gómez  |
|       | 6  | “Clonación de la región codificante de un gen de lipasa proveniente de <i>Trichoderma</i> SP”<br>E. J. Burgos-Valencia, B. H. Chi-Manzanero, B. Canto-Canché  |
|       | 7  | “Reacción en cadena de la polimerasa para la amplificación de un fragmento del Gen <i>bffAE</i> en <i>Bacillus flexus</i> (NJY2)”<br>I. Molina-Pereira, R. Rojas-Herrera, N. Estrella-Gómez, M. Sánchez-González  |
|       | 8  | Caracterización de exopolisacáridos producidos un consorcio microbiano”<br>M. A. Hernández-Zetina, A. González-Burgos, R. Rojas-Herrera, M. Sánchez-González  |
|       | 9  | Detección de la actividad de la catecol 1,2 y 2,3 dioxigenasa durante la degradación de hidrocarburos del petróleo”<br>S. García-Polanco, O. Casanova-Carvajal, M. Canul-Chan, M. Sánchez-González, R. Rojas-Herrera  |
|       | 10 | “El impacto de la biotecnología en la sociedad”<br>X. Ramírez-González, E. A. Uribe-Riestra, S. Cortés-Aguilar, G. Roberto Chalé-Can  |
|       | 11 | Producción de proteasas alcalinas para la obtención de péptidos bioactivos”<br>S. Uc-Collí, A. González-Burgos, S. Gallegos-Tintoré, M. Sánchez-González  |
|       | 12 | “Actividad antimicrobiana de <i>Actinomicetos</i> contra los fitopatógenos, <i>Clavibacter</i> subespecie <i>michiganensis</i> y <i>Xanthomona</i> subespecie <i>vesicatoria</i> ”<br>T. Contreras-Aguilar, D. Y. Escalante-Réndiz, R. Rojas-Herrera, E. Galindo-Fentanez |

## SESIÓN DE CARTELES CONTINUACIÓN

| Clave    | # | Título y Autor   |
|----------|---|--|
| <i>F</i> | 1 | “Péptidos inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina derivados de <i>Mucuna pruriens</i> : purificación y mecanismo de inhibición”<br>M. Osorio-Tuz, M. Segura-Campos   |
|          | 2 | “Evaluación fisicoquímica de miel melipona producida en el estado de Yucatán”<br>D. Muñoz-González, V. Pérez-Flores  |
|          | 3 | “Evaluación de películas antimicrobianas con péptidos activos de frijol lima ( <i>Phaseolus lunatus</i> )”<br>G. Garrido-Itza, D. Escalante-Réndiz, L. Chel-Guerrero   |
|          | 4 | “Elaboración de un helado apto para diabéticos utilizando Stevia rebaudiana como edulcorante”<br>M. Perera-Pacheco, E. Barbosa-Martín, D. Betancur-Ancona  |
|          | 5 | “Elaboración de golosinas tipo “gomita” baja en calorías usando Stevia Rebaudiana Bertoni, variedad morita”<br>O. Tamayo-Dzul, E. Barbosa-Martín, D. Betancur-Ancona   |
|          | 6 | “Estudio del potencial antidiabético, antioxidante y antimicrobiano de derivados proteínicos de <i>Mucuna pruriens</i> ”<br>R. Chin-Lizama, N. Estrella-Gómez, M. Segura-Campos  |
|          | 7 | “Reología dinámica-oscilatoria de almidones de fuentes no tradicionales”<br>G. Díaz-Martínez, A. Hernández- Hernández, A. Vega-Bote, O. López-Castillo, D. Betancur-Ancona   |
|          | 8 | Obtención de hidrolizados con actividad antioxidante a partir de las proteínas musculares del pez león ( <i>Pterois volitans</i> l.)”<br>C. Manzanero-Pérez, L. Chel-Guerrero, A. Aguilar-Perera, D. Betancur-Ancona y S. Gallegos-Tintoré |
|          | 9 | “Funcionalidad antidiabética del extracto de hojas de Stevia rebaudiana y su incorporación a productos de panificación de régimen especial para diabéticos”<br>A. Matus-Basto, R. Kantún-Paredes, M. Segura-Campos                         |
| <i>I</i> | 1 | Cost estimation for CO2 supercritical extraction systems and manufacturing cost for habanero chili”<br>J. A. Rocha-Uribe, J. I. Novelo-Pérez, C. A. Ruiz-Mercado   |
|          | 2 | “Estudio de la factibilidad del compuesto organometálico (IRMOF-1), en la adsorción de una mezcla binaria de cobre y plomo en medio acuoso”<br>C. Vera-Pech, A. Zepeda-Pedreguera, S. Rincon-Arriaga, A. Gonzáles-Burgos                   |
|          | 3 | “Determinación de la constante de tiempo (t) y la ganancia a lazo abierto del sistema (K) en un Microcalorímetro”<br>M. Medrano-Huchim, I. Cancino-Izquierdo, J. Castillo-Barrera, L. E. Vilchiz-Bravo                                     |

## SESIÓN DE CARTELES CONTINUACIÓN.

| Clave    | #  | Título y Autor   |
|----------|----|--|
| <i>I</i> | 4  | “Construcción y caracterización de un intercambiador de calor de tubos concéntricos (vapor-agua)”<br>W. Canul-Canché, L. Maldonado-Gómez, L. Flores-Prén   |
|          | 5  | “Efecto de una turbina en posición superior en un sistema múltiple mixto”<br>K. Cabrera-Pérez, E. Ku-Bonilla, M. D. Rodríguez-Martín, C. Rubio-Atoche  |
|          | 6  | “Reactor tubular con mezclado estático: una alternativa para la producción de biodiesel”<br>A. Santamaría-Ricci, M. Rodríguez-Novelo, K. Cervera-Chim, S. Baz-Rodríguez  |
|          | 7  | “Construcción de una torre de enfriamiento de agua de tiro inducido a escala laboratorio y determinación de sus coeficientes globales de transferencia”<br>O. Campos-Pérez, G. Coral-Coral, A. Pacheco-Escobedo, J. Zavala-Hernández, L. Flores-Prén       |
|          | 8  | “Implementación de un secador a partir de un sistema de calentadores de agua solares”<br>J. Gómez-Morales, R. Pérez-Canté, J. Gerónimo-García, J. Sacramento-Rivero  |
|          | 9  | “Síntesis de biodiesel bajo condiciones supercríticas en presencia y ausencia de catalizadores usando aceite de cocina residual”<br>C. Farfán-Ayuso, A. Canul-López, C. Chay-Solís, C. Casaos-Infante, J. Rocha-Uribe                                      |
|          | 10 | “Diseño conceptual de una biorrefinería de plataforma termoquímica y bioquímica para el aprovechamiento integral de <i>Jatropha curcas</i> ”<br>K. Chikani Cabrera, D. Perera-Solís, J. E. Ruiz-Espinoza, A. Zitlalpopoca-Soriano, J. C. Sacramento-Rivero |
|          | 11 | “Proceso de separación de aceites de semillas de chía producidos por medio de extracción con CO <sub>2</sub> supercrítico”<br>C. Farfán-Ayuso, J. A. Rocha-Uribe   |
|          | 12 | “Transferencia gas-líquido de dióxido de carbono en un bioreactor tipo airlift rectangular con medios acuosos”<br>R. Rivas-Interián, R. Dávalos-Rivera, D. Guillén-Duarte, S. Baz-Rodríguez  |
| <i>Q</i> | 1  | “Caracterización fitoquímica de extracto de <i>Caesalpinia Gaumeri greenm</i> ”<br>T. Ramos-Sosa, J. Tec-Pool, N. Estrella-Gómez   |
|          | 2  | “Evaluación de la factibilidad del uso de métodos gravimétricos para la cuantificación de hidrocarburos totales de petróleo en suelos contaminados”<br>L. Guin-Aguillón, E. Toy-Ramírez, D. Cabañas-Vargas   |
|          | 3  | “Desarrollo de una metodología para la determinación y cuantificación de antibióticos en tinturas de propóleos”<br>V. Solís-Uicab, D. Muñoz-Rodríguez, J. Barrón-Zambrano  |

## SESIÓN DE CARTELES CONTINUACIÓN.

| Clave | # | Título y Autor   |
|-------|---|--|
| Q     | 4 | “Estudio por HPLC de la eficiencia de métodos de extracción de ésteres de forbol en semillas de <i>Jatropha curcas</i> ”<br>L. Canché-Can, G. Rosado-Rubio, P. Acereto-Escoffie  |
|       | 5 | “Evaluación y comparación de tres procesos de extracción de aceite de <i>Jatropha curcas</i> ”<br>A. Ruíz-Cruz, R. Zaldivar-Rojas, C. Rubio-Atoche, J. Sacramento-Rivero   |
|       | 6 | “Determinación de isothermas de adsorción de fenantreno en lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales”<br>L. M. Vega-Méndez, C. M. Pacheco-Gómez, J. Terrazas-González, A. Novelo-Pérez, A. Espinoza, C. Ponce-Caballero |
|       | 7 | “Diseño de un catalizador bifuncional de platino-iridio para celdas de tipo URFC”<br>E. Uicab-Campos, D. Pacheco-Catalán, E. Escobedo-Hernández  |
| 2°    | 1 | “El GHG protocol”<br>J. Arjona-D’alva, M. I. Cahuich-Che, C. G. Chan-Rosado, R. E. Couoh-Poot, A. L. Pech-Gómez, I. A. Sabido-Polanco, I. A. C. Trejo-Ojeda  |
|       | 2 | “El PAS 2050”<br>E. R. Aguilar-Valdez, E. Alvarado-Daguer, E. R. Arguez González, P. González-García, J. Leandro-Vallado, F. A. Medina-Solis, T. F. Mezo-Uc, E. Magaña-Ake   |
|       | 3 | “La importancia de la huella de carbono en la gestión logística”<br>V. A. Basulto-Sosa, D. A. Flores-Canto, G. Jinez-Ortiz, D. A. Laines Aldana, D. F. Pereira-Campos, R. Ruiz-Calam   |
|       | 4 | “Las normas medio ambientales ISO 14064-14069”<br>I. Y. Barrera-Canche, D. J. Buenfil-Saenz, J. A. Castillo-Martínez, A. A. Cetina-Bautista, Y. F. Chuc-Sánchez, C. F. Pech-Poot, J. A. Uscanga-Campos   |
|       | 5 | “Diferencias entre la PAS 2050 y la PAS 2060”<br>R. A. Canto-Cruz, P. Hernández-Alpuin, C. G. Huchin-Albornoz, I. G. López Padilla, K. Moosa Hassankhani-Fuentes, B. Sánchez-Hernández   |
|       | 6 | “Los gases de efecto invernadero”<br>N. M. Abimerhi-Santos, J. Alcocer-Valle, O. J. Dzul-Sima, L. E. Gutiérrez-Ortiz, J. A. Moguel-Rivero, Y. E. Perera-Che, L. E. Sánchez-Padilla   |

## SESIÓN DE ORALES.

| Clave | Título y Autor   |
|-------|--|
| O1    | “Electrodeposición y caracterización de recubrimientos selectivos como absorbentes solares a base de níquel”<br>Manuel Alejandro Estrella-Gutiérrez, F. I. Lizama-Tzec, O. Arés, G. Oskam  |
| O2    | “Síntesis y caracterización de un recubrimiento polimérico para su aplicación potencial en la extracción por sorción en barra”<br>Marta Burgos-Tan, C. Carrera-Figueiras, Y. Pérez-Padilla, D. Muñoz-Rodríguez   |
| O3    | “Obtención de microesferas a partir de poliuretanos hidrofílicos con pluronic® para su uso en liberación controlada de un fármaco antidiabético”<br>Zenayda Aguilar-Jiménez, J. V. Cauich-Rodríguez  |
| O4    | “Desarrollo y validación de un modelo teórico para el diseño de polímeros electroactivos de interacción conformacional”<br>Jesús Iván Toto-Tun, A. Chi, A. Ávila-Ortega  |
| O5    | Elaboración y caracterización de materiales para uso biomédico basados en quitosano y extractos de plantas como agentes curativos”<br>Isabel Caamal-Herrera, J. Azamar-Barrios, T. Madera-Santana  |
| O6    | “Estudio de la factibilidad química de la producción de Mg(OH) <sub>2</sub> y CaCl <sub>2</sub> a partir de salmueras de desecho del proceso de obtención del NaCl”<br>Luis Alfredo Platas-Román, J. A. Barrón-Zambrano, A. Esparza-Ruiz                     |
| O7    | “Dinámica del nitrógeno en un sistema acuapónico de tilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) y pakchoi ( <i>Brassica chinensis</i> )”<br>Roger Domínguez-May, L. Silva Ledezma, E. Gasca-Leyva   |
| O8    | “Purificación de Aloína de una mezcla comercial. Biomolécula con actividad anticancerígena y antioxidante” Rocío Bolívar-Cimé, C. Carrera-Figueiras, A. Esparza-Ruiz   |
| O9    | “Evaluación del riesgo Genético a obesidad basado en el número de repeticiones variables en tándem (VNTR) del gen MAOA en niños mestizos de Yucatán”<br>Andrés Guzmán-Aguilar, G. Pérez-Mendoza, Z. Carballo-Cardena, A. Andrade-Olalde, L. González-Herrera |
| O10   | “Diseño, síntesis y caracterización de Bases de Schiff de Aloína, antraquinonas derivadas del Aloe vera”<br>María de Lourdes Sansores-Paredes, R. Marrero-Carballo, G. Mirón-López, C. Carrera-Figueiras, A. Esparza-Ruiz                                    |
| O11   | Electrospinning. Nueva alternativa para la obtención de fibras”<br>Ricardo Enrique Padilla-Hernández, Y. Pérez-Padilla, A. Ávila-Ortega, C. Carrera-Figueiras, D. Muñoz-Rodríguez.   |
| O12   | Evaluación, distribución e impacto de contaminantes orgánicos prioritarios y emergentes en costas españolas del Cantábrico y Mediterráneo”<br>Juan Sánchez Ávila, S. Lacorte-Bruguera.   |

# DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA CONDENSADOR DE HUMEDAD AMBIENTAL (CHAAC-HA© WATER COLLECTOR SYSTEM), ENFOQUE DE DISEÑO, FUNCIONALIDAD Y SUSTENTABILIDAD INSPIRADO EN LA BIOMIMESIS

A. J. Buenfil<sup>a</sup>, D. C. Vega<sup>a</sup>, A. F. Arjona<sup>b</sup>, L. D. Cox<sup>b</sup>, S. K. Molina<sup>b</sup>,  
C. B. Yam<sup>b</sup>, J. I. Toto<sup>c</sup>, M. E. Yerbes<sup>d</sup>,

<sup>a</sup>Facultad de Arquitectura y Diseño, <sup>b</sup>Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, <sup>c</sup>Facultad de Ingeniería Química, <sup>d</sup>Facultad de Contaduría y Administración

## Resumen

La biomimesis es una herramienta con siglos de uso en la historia del hombre, sin embargo es una disciplina de emergente al establecer recientemente una metodología científica para la abstracción de propiedades, comportamientos y funciones de organismos en la naturaleza para su emulación y aprovechamiento en nuevas tecnologías sustentables. El presente trabajo surge como parte de la participación del equipo Panteras de la UADY en el Biomimicry Student Design Challenge 2012 organizado por el 3.8 Biomimicry Institute, conformado por un grupo de estudiantes interesados en el desarrollo sustentable para la resolución de problemas de alto impacto en la comunidad, empleado las herramientas de la biomimesis. El proyecto fue dirigido a encontrar una solución sustentable a los problemas de falta de agua que aquejan a muchas comunidades rurales en diferentes regiones del mundo, delimitando la zona de prueba e impacto inmediato a municipios del estado de Yucatán. De la discusión y trabajo interdisciplinario, se eligió como organismo campeón emulado a las bromelias (*Bromelia hieronymi*) para aplicar sus características de recolección de agua al ser una planta epífita que vive sobre los árboles y no contar con raíz por lo que consigue el agua que necesita a través de la humedad condensada del medio ambiente. Estas estrategias se ven reflejadas en el diseño estructural con la forma cóncava de la hojas (Figura 1a) que optimizan captación y dirección del agua en el recolector al tener ondulaciones laterales equivalentes (Figura 1d). La estructura central fue inspirada en la ingeniería de las telarañas (Figura 1c) que permite una distribución equilibrada de las fuerzas y un sistema de montaje replegable sobre su eje que permite construir una estructura portable. Como parte de la visión sustentable, se evaluó y demostró el uso de bambú reciclado (que los pescadores de pulpo desechan al final de cada temporada en Yucatán) para la construcción de la estructura por sus propiedades mecánicas que facilitan la portabilidad y durabilidad del sistema, simulación estática fundamenta las hipótesis estructurales, SolidWorks®. La superficie de condensación fue diseñada atendiendo a los criterios de durabilidad, resistencia, salubridad y ecología<sup>2</sup>. Se empleó un soporte físico capado con un impermeabilizante desarrollado a partir de cera de abeja (recurso abundante en el estado). Los resultados de condensación y velocidad de acumulación superaron las expectativas de eficiencia<sup>3</sup> (Figura 2, línea B). El resultado final ha sido un sistema capaz de recolectar 2L de agua purificada por noche a un costo estandarizado de \$0.50, sin cargo energético adicional y sin generación de residuos contaminantes para su manufactura. En conclusión el trabajo coordinado de cuatro especialidades guiadas por las estrategias de la biomimesis, permitió la obtención de un sistema funcional y accesible como alternativa a los problemas de escases de agua, siendo acreedor al People Choice Award 2013. Actualmente el proyecto se encuentra en proceso de escalamiento y pruebas de certificación para su proceso de patente y comercialización.

## Reconocimientos

A todos los profesores asesores de cada una de las facultades y a los mecenas privados del proyecto.

## Referencias

1. M. Benyus-Janine, *Biomimesis* 2012 (1), 1-250
2. Fan Xia, Lei Jiang, *Adv. Mater.* 2008,(20), 2842–2858
3. Erik Dujarni, Stephen Mann, *Adv. Mater.*,2002, (1) 1-14

# DISEÑO DE PROCESOS PARA LA ELABORACIÓN DE QUESOS A PARTIR DE CORTE MENONITA PARA LA EMPRESA DER WAGEN

*Cristian Chan-Caballero,<sup>a</sup> Miroosslava López-Mendoza,<sup>a</sup> Diana Puente-Ramírez,<sup>a</sup> Rubén Ucmartin,<sup>a</sup> Jessica Canto-Maldonado.<sup>a</sup>*

<sup>a</sup>Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Ingeniería Química

## Resumen

El manual de procedimientos abarca una gran importancia en el actuar de las empresas ya que contiene información necesaria para llevar a cabo de manera precisa y secuencial las tareas y actividades operativas que son asignadas a cada una de las partes del proceso, de la misma forma determina las responsabilidades e identifica los mecanismos básicos para la instrumentación y el adecuado desarrollo, con el propósito de generalizar y unificar los criterios básicos para el análisis de los procedimientos que realicen las distintas unidades operativas de las empresas, señalando lo que se pretende obtener con la ejecuciones de los mismos.

Para dar comienzo a la elaboración del Manual de Procesos de la empresa DICK HARDER, se tuvo que definir primero una estructura de su contenido basado en la consulta, investigación y asesoramiento.

## Reconocimientos

Se le agradece a la FIQ-UADY por la infraestructura y por todo el apoyo que se otorgará para la realización de este proyecto.

## Referencias

1. Profeco. (30/08/13). Importante para la economía nacional la industria cervecera. URL: <http://www.profeco.gob.mx/prensa/prensa13/abril13/bol074.asp>

# EFFECTO DE NANOPARTÍCULAS DE TiO<sub>2</sub> SOBRE UN CONSORCIO MICROBIANO NATIVO DEL SUELO

*E. Cetina-Mancilla\**, *R. Rojas-Herrera*, *D. Escalante-Réndiza*, *J. Sacramento-Rivero*<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México.

## Resumen

El nanomaterial TiO<sub>2</sub> es producido a gran escala para muchas aplicaciones como en pinturas, cosméticos, bloqueadores solares, celdas solares, aditivos alimenticios, fotocatalizadores, etc. La producción del nanomaterial TiO<sub>2</sub> se encuentra en gran ascenso, tanto que se espera que en un futuro cercano la industria del TiO<sub>2</sub> sólo se produzca forma “nano” este material. Debido a sus propiedades físicas y químicas específicas (efectos fotobiológicos y capacidad desinfectante del nano-TiO<sub>2</sub>), se está encontrando un creciente uso en la agricultura<sup>3</sup>, por lo que la introducción de éste nanomaterial al suelo y su consecuente intervención con sus comunidades microbianas se encuentran en aumento.

Se desconoce el efecto que puede tener una formulación con suspensión de nanopartículas de TiO<sub>2</sub> de uso en la agricultura sobre las bacterias del suelo. Conocer el efecto de las nanopartículas sobre las bacterias del suelo es muy importante debido a que éstas inician la movilización de los nanomateriales a través de cadenas alimenticias y pueden alterar el ecosistema<sup>2</sup>. Se han realizado estudios de citotoxicidad de diferentes nanopartículas, entre ellas las de TiO<sub>2</sub>, empleando modelos constituidos por bacterias aisladas, no obstante, es importante conocer el efecto que tendrían sobre comunidades bacterianas, ya que en el suelo las bacterias están relacionadas metabólicamente y cada una es esencial para la sobrevivencia de la comunidad<sup>3</sup>.

En el presente estudio se pretende evaluar el efecto de nanopartículas de TiO<sub>2</sub> en un consorcio microbiano nativo del suelo, como modelo bacteriano complejo.

## Reconocimientos

Se le agradece al laboratorio de biotecnología de la Facultad de Ingeniería Química por el apoyo otorgado en sus instalaciones, equipos, materiales y reactivos.

De igual modo, se le agradece a la empresa Nanomateriales S.A de C.V. por la facilitación del nanomaterial TiO<sub>2</sub>.

## Referencias

1. R. Fries y M. Simkó (Nano-) Titanium dioxide (Part 1): Basics, Production, Applications, Institute of technology Assesment of the Austrian Academy of Sciences. (2012) 033, pp. 1.
2. P. A. Holden, R. M. Nisbet, H. S. Lenihan, R. J. Miller, G. N. Cherr Ecological Nanotoxicology: Integrating Nanomaterial Hazard Considerations Across the Subcellular, Population, Community, and Ecosystems Levels. *AccChem Res.* (2012)
3. L. Keller y M. G. Surette. Communication in bacteria: an ecological and evolutionary perspective. *Nat. Rev. Microbiol.* (2006) 4, pp. 249–258.

# PRODUCCIÓN Y CONSERVACIÓN DE SACCHAROMYCES CEREVISIAE OBTENIDA CON UN MEDIO DE CULTIVO ARTESANAL

*L. Vázquez-Pérez, A. González-Burgos, A. Zepeda-Pedreguera.*  
Facultad de Ingeniería Química,

## Resumen

En la actualidad las industrias cervecera y vinícola juegan un papel importante en la economía nacional debido al alto aporte económico que presentan. Ambas industrias son dependientes de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, siendo ésta el componente principal en el proceso de fermentación. La levadura es producida a nivel industrial a través de empresas especializadas, que la proveen como insumo a diferentes industrias, sin embargo, en las pequeñas empresas los ingresos obtenidos se ven reducidos debido a que resulta costoso adquirir las cantidades de levadura que satisfacen sus requerimientos, lo cual genera la necesidad de desarrollar nuevos procesos de producción de *S. cerevisiae* que involucren el uso de medios de cultivo de menor costo. Debido a esto, se pretende llevar a cabo la producción a nivel piloto de *S. cerevisiae* empleando un medio de cultivo artesanal basado en infusión de papa y azúcar comercial (sacarosa), además de la conservación de la biomasa obtenida por los métodos de refrigeración y liofilización, y finalmente realizar la medición de la viabilidad de dicha levadura. El proceso iniciará con la reactivación de una cepa comercial de *S. cerevisiae*, a partir de la cual se realizarán pruebas a nivel laboratorio, que consistirán en medir el aumento de biomasa bajo diferentes concentraciones de sacarosa y simultáneamente comparar dicho aumento con el obtenido en un medio de cultivo comercial bajo las mismas condiciones de cultivo, dicho medio servirá de control para determinar la eficiencia del medio artesanal. Posteriormente al encontrar la adecuada concentración de sacarosa, se proseguirá a realizar la producción de levadura a nivel piloto en un biorreactor, cuya levadura producida se dividirá en dos partes iguales, conservando la primera parte por refrigeración y la segunda por liofilización, para finalmente evaluar la viabilidad de dicha biomasa inoculándola en el medio de cultivo comercial y observando su comportamiento.

## Reconocimientos

Se le agradece a la FIQ-UADY por la infraestructura y por todo el apoyo que se otorgará para la realización de este proyecto.

## Referencias

1. Profeco. (30/08/13). Importante para la economía nacional la industria cervecera. URL: <http://www.profeco.gob.mx/prensa/prensa13/abril13/bol074.asp>

# DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE CONDICIONES DE CULTIVO SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE ÁCIDOS GRASOS EN UN CULTIVO DE CHLAMYDOMONAS REINHARDTII

*R. Garduño-Ríos, A. López-Serrano, B. Solís-Basto, F. Pereira-Santana, A. Corona-Cruz, J. Sacramento-Rivero*

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

## Resumen

El uso de combustibles fósiles ha sido muy importante para el desarrollo del hombre, industrias y del mundo, sin embargo, la crisis energética mundial y el cambio climático global demandan crear y usar fuentes alternas de energías renovables que minimicen los impactos ambientales y que sean sustentables<sup>1</sup>. Debido a la apremiante situación del calentamiento global y la disminución de las reservas de combustibles fósiles, se hace necesario el desarrollo de fuentes alternas de energía que sean renovables y que tengan un mínimo impacto ambiental.

Las microalgas son un prometedor recurso energético alternativo. Las algas han afirmado ser hasta 20 veces más productivas por unidad de área que el mejor cultivo de semillas oleaginosas.

Desafortunadamente, esta tecnología aún está en vías de desarrollo debido a los altos costos de producción asociados. Por esta razón, es importante la investigación de condiciones que aumenten la productividad de lípidos.

Para realizar el análisis de optimización de las condiciones de cultivo se realizó un diseño experimental de Box Behnken<sup>4</sup> de tres factores; se varió la concentración de CO<sub>2</sub> (C) en 2 %, 6 % y 8 % v/v, la iluminancia (I) en 150, 262.53 y 375  $\mu\text{mol mol}^{-2} \text{s}^{-1}$  y el fotoperiodo (f) en 12, 18 y 24 horas; lo anterior con el objetivo de establecer una superficie de respuesta que permitiera ubicar el punto donde se obtenga la máxima productividad de lípidos dentro de estos límites experimentales.

Para realizar las determinaciones se tomó una muestra del cultivo cada 24 h, con el propósito de cuantificar los lípidos contenidos en la misma.

Hasta el momento se han evaluado tres condiciones del diseño experimental, que incluyen los tres niveles de concentración de CO<sub>2</sub>, dos de fotoperiodo (18 y 24 h) y dos de iluminancia (262.5 y 375  $\mu\text{mol mol}^{-2} \text{s}^{-1}$ ). En todos los casos la duración del periodo de crecimiento exponencial es de 24 h. El contenido de lípidos se mantuvo constante alrededor de 11% para todos los casos. Las condiciones que provocaron la mayor tasa de crecimiento (1.12 h<sup>-1</sup>) y la mayor concentración de lípidos (0.104 gL<sup>-1</sup>) fueron: C = 2%, f = 18 h y I = 375  $\mu\text{mol mol}^{-2} \text{s}^{-1}$ . Sin embargo, para ubicar el óptimo de la productividad de lípidos con la metodología Box-Behnken se requiere llevar a cabo la evaluación de las condiciones experimentales restantes.

## Reconocimientos

Al CONACYT por el financiamiento otorgado a través del proyecto CONACYT 179857.

## Referencias

1. Razo, C. (2007) "Producción de biomasa para biocombustible líquidos: el potencial de América Latina y el Caribe"; CEPAL
2. Griffiths, M.; Harrison S.; (2009) "Lipid productivity as a key characteristic for choosing algal species for biodiesel production"; Springer Science
3. Mata T. M., Martins A. A., Caetano N. S. 2010. Microalgae for biodiesel production and other applications. En: Renewable and Sustainable Energy Reviews. pp 217-232
4. Ferreira, S. L. C., Bruns, R. E., Ferreira, H. S., Matos, G. D., David, J. M., Brandão, G. C., Da Silva, E. G. P., Portugal, L. A., dos Reis, P. S., Souza, A. S., y dos Santos, W. N. L. (2007). Box-behnken design: An alternative for the optimization of analytical methods. *Analytica Chimica Acta*, 597(2), 179-186.

# AISLAMIENTO DE CEPAS BACTERIANAS PRODUCTORAS DE BIOSURFACTANTES A PARTIR DE UN CONSORCIO AUTÓCTONO DEGRADADOR DE HIDROCARBUROS DEL PETRÓLEO.

*K. Pantoja-Alvarado, A. Espiritu-García, M. Sánchez-Gonzales, R. Rojas-Herrera, M. Canul-Chan*

Facultad de Ingeniería Química, Mérida, Yucatán, México.

## Resumen

Los microorganismos poseen la habilidad de tomar una variedad de compuestos orgánicos como fuentes de carbono y energía para su crecimiento<sup>1</sup>. Cuando estos sustratos son inaccesibles debido a su baja solubilidad u otro tipo de factor ambiental, sintetizan biosurfactantes (BS) como parte de su metabolismo para hacer biodisponible y accesible la fuente de carbono. Los BS son moléculas tensoactivas que en medios acuosos reducen la tensión superficial de emulsiones aceite/agua, su empleo en suelos contaminados incrementa la biodisponibilidad de los compuestos tóxicos fijados en las partículas del suelo<sup>2</sup>. Los BS tienen aplicación en el área ambiental, alimentaria, farmacéutica e industrial. El objetivo del presente trabajo fue aislar cepas bacterianas capaces de producir BS a partir de un consorcio bacteriano autóctono degradador de hidrocarburos del petróleo<sup>3</sup>. El consorcio degradador fue sembrado en agar nutritivo y cubierto con una fina capa de petróleo crudo. Seis aislados fueron obtenidos por su capacidad de producir BS, ya que fueron capaces de desplazar el petróleo crudo. La capacidad de producción de BS de los aislados fue evaluada empleando medio Bushnell-Haas<sup>4</sup> y petróleo crudo como única fuente de carbono y energía. El crecimiento microbiano fue evaluado mediante la cuantificación de proteína por el método de Bradford. La producción de los BS se determinó mediante el empleo de la técnica de colapso de gota, capacidad de emulsificación y desplazamiento de petróleo crudo<sup>2</sup>. Se obtuvo una concentración de 0.060 g equivalentes de Tween 20/L en medio de cultivo en un tiempo de 72 h. La caracterización de los aislados se realizó de forma presuntiva por medio de pruebas bioquímicas. Los resultados de la interpretación de las pruebas bioquímicas sugieren que los microorganismos aislados a partir del consorcio forman parte del género *Pseudomonas*, el cual ha sido reportado como productor de BS.

## Reconocimientos

Al laboratorio de biotecnología de la Facultad de Ingeniería Química de la UADY por las facilidades brindadas en la elaboración del proyecto.

## Referencias

1. I. Jiménez et al., *Revista internacional de Contaminación Ambiental* 2010 (26) 65-68.
2. O. Pornsunthorntawe et al., *Biochemical Engineering Journal*. 2008 (42) 172-179.
3. L.D. Bushnell, H.F. Hass, *Journal of Bacteriology*. 1941 (41) 653-673.
4. Bradford M., *Analytical Biochemistry*. 1976 (72) 248-254.

# PRODUCCIÓN DE EXPOLISACÁRIDOS DE LA CEPA V17 AISLADA DE LAS COSTAS DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN.

*C Cauich Córdova. Rojas-Herrera R, M. Sánchez González N. Estrella Gómez*  
Facultad de Ingeniería Química, Mérida, Yucatán, México.

## Resumen

El término “exopolisacárido” ha sido ampliamente usado para aquellos polisacáridos localizados en la superficie externa de las células microbianas, entre los que se ha encontrado polímeros de diversa composición química y propiedades físicas<sup>1</sup>. Los exopolisacáridos (EPS), son biopolímeros producidos y excretados por diferentes grupos bacterianos y poseen numerosas aplicaciones en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética. Los ambientes marinos son una alternativa para el aislamiento de microorganismos con potencial para producirlos en condiciones extremas de salinidad. Las bacterias marinas, debido al medio estresante donde se encuentran, excretan éstos polisacáridos como un mecanismo de defensa<sup>2</sup>. Resultados preliminares indican que los EPS producidos por la cepa V-17, aislada de ambientes marinos, están compuestos por monómeros como manosa la cual puede servir para la preparación de membranas que hasta ahora han sido preparadas a base de polímeros extraídos de plantas (almidón), algas (alginatos) o de fuentes animales (quitosano)<sup>3</sup>. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo es caracterizar los exopolisacáridos producidos por la cepa V-17 en términos de producción y composición para su aplicación en la preparación de membranas biotecnológicas.

## Reconocimientos

Se le agradece al laboratorio de biotecnología de la FIQ-UADY por la infraestructura y por todo el apoyo otorgado para la realización de este proyecto.

## Referencias

1. Mata J. 2006. Caracterización de los exopolisacáridos producidos por microorganismos halófilos pertenecientes a los géneros Halomonas, Alteromonas, Idiomarina, Palleronia y Sallipiger
2. Mota E. 2010. Aislamiento y caracterización de bacterias productoras de exopolisacáridos de pozas salinas de una laguna costera.
3. Filomena Freitas, Vitor D. Alves, Maria A. Reis, Joao G. Crespo, Isabel M. Coelho. J. APPL. POLYM. SCI. 2014, DOI:10.1002/APP.40047.

---

# CLONACIÓN DE LA REGIÓN CODIFICANTE DE UN GEN DE LIPASA PROVENIENTE DE TRICHODERMA SP.

*Eduardo José Burgos-Valencia, Bartolomé Humberto Chi-Manzanero,  
Blondy Canto-Canché*

Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C., Unidad de Biotecnología, Mérida, Yucatán, México.

## Resumen

Las lipasas son enzimas apreciadas en varias áreas de la industria y la investigación debido a su capacidad de catalizar reacciones de hidrólisis y síntesis donde estén involucrados grasas y aceites. Se usan en procesos del área de alimentos, detergentes, farmacéutica, obtención de biodiesel, etc. Pueden provenir de varias fuentes: bacterianas, fúngicas, vegetales y animales<sup>1</sup>. Entre los organismos de los cuales se han obtenido lipasas se encuentran los hongos del género *Trichoderma*, los cuales tienen una importancia biotecnológica debido a su alta capacidad de secreción de enzimas, entre ellas lipasas, varias de las cuales se han aislado y caracterizado<sup>2</sup>.

A pesar de sus múltiples usos, la producción de lipasas se ve limitada debido a la dificultad que representa purificar las enzimas. Además, en ocasiones, las propiedades catalíticas o la estabilidad de determinadas lipasas no son adecuadas para su uso industrial. Las tecnologías de ingeniería genética son una de las mejores herramientas para resolver éstos problemas, haciendo posible la modificación de las lipasas y el aumento de su producción. Dentro de estas tecnologías, la clonación ocupa un lugar importante, ya que permite obtener múltiples copias de los genes o regiones específicas de éstos, que quedan disponibles para ser empleadas en otras técnicas para el mejoramiento de sus propiedades<sup>3, 4</sup>.

En el Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), se han aislado cepas de *Trichoderma sp* provenientes de residuos agroindustriales en el estado de Yucatán con alta actividad lipolítica y se han propuesto estudios de expresión y de mejoramiento de las propiedades de las enzimas para obtener lipasas competitivas a nivel industrial; sin embargo, es necesario realizar la clonación de los genes correspondientes para conocer sus secuencias y realizar estudios de modificación y mejoramiento de las propiedades enzimáticas. Este trabajo tiene como objetivo clonar la región codificante de un gen de lipasa, misma que servirá para los estudios anteriormente indicados.

## Reconocimientos

Se le agradece al CICY por la infraestructura y por todo el apoyo otorgado para la realización de este proyecto.

## Referencias

1. Andualema, B.; Gessesse, A. Microbial lipases and their industrial application: review. *Biotechnol.*, 2012, Vol. 11, Num. 3, pp. 100-118.
2. Coradi, G.V.; Visitação, V.L.; Lima, E.A.; Saito, L.Y.T.; Palmieri, D.A.; Oliva-Neto, P.; Lima, V.M.G. Comparing submerged and solid-state fermentation of agro-industrial residues for the production and characterization of lipase by *Trichoderma harzianum*. *Ann. Microbiol.*, 2013, Vol. 63, Num. 2, pp. 533-540.
3. Vakhlu, J.; Kour, A. Yeast lipase: enzyme purification, biochemical properties and gene cloning. *Electronic. J. Biotechnol.*, 2006, Vol 9, Num. 1, pp. 69-85.
4. Zhang, H.M.; Wu, M.C.; Guo, J.; Li, J.F. Cloning and Sequence Analysis of Complete Gene Encoding an Alkaline Lipase from *Penicillium cyclopium*. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 2011, Vol. 47, Num. 6, pp. 586-593.

# REACCIÓN EN CADENA DE LA POLIMERASA PARA LA AMPLIFICACIÓN DE UN FRAGMENTO DEL GEN BFFAE EN *BACILLUS FLEXUS* (NJY2).

*I. Molina-Pereira, R. Rojas Herrera N. Estrella Gómez, M. Sánchez González*  
Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Ingeniería Química

## Resumen

Las feruloil esterases son enzimas hidrolíticas que actúan sobre los ésteres derivados del ácido hidroxicinámico (principalmente el ácido ferúlico). Este tipo de enzimas son producidas principalmente cuando algunos microorganismos utilizan una fuente de carbono compleja, como puede ser el pericarpio de maíz, el salvado de trigo, la cebada y la remolacha azucarera. Los ésteres de ácido cinámico dificultan la utilización de celulosa y hemicelulosa presentes en maderas y residuos agroindustriales, la aplicación de las feruloil esterases es importante en la producción de biocombustibles, industria de alimentos, textil, papelera, agroalimentaria y farmacéutica entre otras.

Sabiendo lo anterior es importante recalcar la aplicación que este mismo tiene, ya que es de gran interés debido a su empleo en muchos procesos biotecnológicos de diferentes sectores industriales (químico, combustibles, alimentación animal, textil, pulpa y papel, agroalimentaria y farmacéutica). Otro de sus intereses radica en su aplicación para la obtención de ácido ferúlico a partir de materiales de deshecho agro-industriales como los producidos por la industria harinera, cervecera o azucarera.

La mayoría de las enzimas identificadas con actividad feruloil esterasa tiene un origen fúngico, siendo el género *Aspergillus* el más predominante. Son escasas las enzimas de origen bacteriano identificadas y caracterizadas. A este respecto, *Bacillus flexus*, un microorganismo alcalófilo facultativo, aislado del nejayote de maíz, se identificó como productor de feruloil esterases. Las enzimas asociadas a las células de este microorganismo, fueron capaces de hidrolizar ésteres de ácido ferúlico en pH's alcalinos. Debido a que la pared celular de este tipo de células está diseñada para soportar alcalinidad y altas temperaturas, debido a la inestabilidad del ADN, los estudios moleculares son escasos.

En el presente trabajo, pretende establecer técnicas de extracción de ADN y de estandarización de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR por sus siglas en inglés), para el aislamiento y clonación del gen BffAE,

## Reconocimientos

Se le agradece a la FIQ-UADY por la infraestructura y por todo el apoyo otorgado para la realización de este proyecto, de igual manera al Dr. Rafael Rojas por proveernos de los materiales utilizados, la Dra. Mónica Sánchez y Dra. Neyi Estrella las cuales fueron guías y parte fundamental en la realización de este proyecto.

## Referencias

1. M. Sánchez González, A. Blanco Gámez, Letters in Applied Microbiology 2011 (vol 52) 431-417

# CARACTERIZACIÓN DE EXOPOLISACÁRIDOS PRODUCIDOS UN CONSORCIO MICROBIANO.

*Hernández Zetina, MA, González Burgos A, Rojas Herrera R, Sánchez González M*  
Facultad de Ingeniería Química. Mérida, Yucatán, México.

## Resumen

Los pepinos de mar son una fuente potencial de nuevos agentes terapéuticos contra enfermedades fúngicas, debido con el paso de los años los microorganismos han pasado a ser considerados como una fuente renovable de sustancias útiles como los polisacáridos y otros metabolitos empleados en la industria (Mata, 2006). Los exopolisacáridos (EPS) microbianos han despertado gran interés y algunos han sido comercializados aplicados en múltiples sectores industriales. La importancia de los EPS radica en que son productos naturales y su producción puede llevarse a cabo bajo condiciones controladas. Por otro lado, la manipulación genética de los microorganismos que los producen puede originar cambios no solo en su producción sino en su composición (Mata, 2006). Diversos microorganismos y consorcios microbianos sintetizan EPS en respuesta al estrés ambiental. Un consorcio microbiano es una asociación natural de dos o más especies, que actúan conjuntamente como una comunidad en donde todos se benefician de las actividades de los demás. El presente trabajo tiene como objetivo caracterizar un EPS producido por un consorcio microbiano. Los resultados obtenidos indican que el producto sintetizado por este consorcio es una mezcla de carbohidratos, lípidos y proteínas en donde la fracción mayoritaria la constituyeron los polisacáridos. Se establecieron las condiciones de hidrólisis ácida y de análisis por cromatografía en capa fina para poder determinar su composición monosacárida. En la mayor parte de los EPS bacterianos están presentes los azúcares D-glucosa, D-galactosa y D-manosa; y se encuentran también con gran frecuencia los monómeros L-fucosa, L-ramnosa y las 6-desoxihexosas (Jolly et al., 2002; Mata, 2006). El análisis por CCF indica la posible presencia de galactosa y manosa, en los hidrolizados. El análisis de la composición de estos polímeros es importante para determinar su posible función y uso potencial.

## Reconocimientos

Se le agradece a la FIQ-UADY y Laboratorio de Biotecnología, por el apoyo otorgado para la realización de este proyecto.

## Referencias

1. Mata. J, Caracterización de los exopolisacáridos producidos por microorganismos halófilos pertenecientes a los géneros Halomonas, Alteromonas, Idiomarina, Palleronia y Salipiger 2002 14 - 28 L. Jolly, Antonie van Leeuwenhoek 2002 (82) 367-374

# DETECCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LA CATECOL 1,2 Y 2,3 DIOXIGENASA DURANTE LA DEGRADACIÓN DE HIDROCARBUROS DEL PETRÓLEO.

*S. García-Polanco, O. Casanova-Carvajal, M. Canul-Chan, M. Sánchez-González, R. Rojas-Herrera*

Facultad de Ingeniería Química, Mérida, Yuc., México

## Resumen

Los hidrocarburos aromáticos (HA) presentes en el petróleo, también pueden ser encontrados en el medio ambiente como consecuencia de las actividades antropogénicas. Los HA poseen alta toxicidad y propiedades mutagénicas, teratogénicas y carcinogénicas<sup>1</sup>. Debido a lo anterior, la eliminación o remoción de estos contaminantes es de vital importancia. Los microorganismos han demostrado ser una herramienta eficiente ya que incorporan estas moléculas contaminantes en su metabolismo. En la degradación microbiana de los HA, la apertura oxidativa del catecol y de los catecoles sustituidos, constituye un paso estratégico. Este proceso es catalizado por las enzimas catecol 1,2 y 2,3 dioxigenasas a partir de dos vías metabólicas diferentes, orto y meta<sup>2</sup>. En la vía orto, el anillo es atacado por la catecol 1,2 dioxigenasa, mientras que en la vía meta el catecol es atacado por la enzima catecol 2,3 dioxigenasa<sup>3</sup>. La detección de las enzimas fue realizada durante la degradación del petróleo crudo en cultivos líquidos mediante un consorcio capaz de degradar los hidrocarburos del petróleo. Se empleó medio Bushnell-Hass, petróleo crudo al 0.5% (v/v) y 5% (v/v) de consorcio degradador de hidrocarburos del petróleo. La cantidad de biomasa se determinó mediante la cuantificación de proteína (Bradford<sup>6</sup>) y la actividad enzimática mediante un ensayo empleando la metodología descrita por Mars et al. (1997); donde la formación de 2-hidroxy-6-oxohepta-2,4-dienoato [HOMS] y de cis, cis-muconato originadas por la catecol 2,3 y 1,2 dioxigenasa, respectivamente, confirman dicha actividad. Estudios moleculares previos, indican la fuerte presencia del gen relacionado con la enzima catecol 1,2 dioxigenasa en comparación con el gen de la enzima catecol 2,3 dioxigenasa. Resultados similares se encontraron (Rivera et al) al identificar, en extractos proteicos microbianos, únicamente al ácido cis, cis-muconato, producto de la actividad de la 1,2 dioxigenasa. La detección de la actividad enzimática puede ayudar a comprender la manera de actuar del consorcio degradador de hidrocarburos del petróleo frente a los disturbios ocasionados por la adicción del petróleo crudo al medio de cultivo.

## Referencias

1. Singh S.N, Kumari S.K, Mishra S, Kumar D. *Biores Tech.* 2013. (133) 293-300.
2. I. Matera, M. Ferraroni, M. Kolomytseva, L. Golovleva, A. Scozzafava, F. Briganti. *J Estruc Biol.* 2009 (170) 548-564.
3. C. Silva, H. Hayden, T. Sawbridge, P. Mele, S. De Paula, L. Silva, P. Vidigal, R. Vicentini, M. Sousa, A. Torres, V. Santiago, V. Oliveira. *PLoS ONE* 2013, 8 (4), e61811.
4. A. Mars, T. Kasberg, S. Kaschabek, M. Van Agteren, D. Jassen, W. Reiecke, J. *Bacteriol.* 1997 (179) 4530-4537.
5. N. Rivera, M. Montes, F. Esparza, A. Ariza, O. Gómez, J. Pérez, G. Calva. 2010. (41) 7-8. M. Bradford, *ELSEVIER* 1976 (72) 248-254

# EL IMPACTO DE LA BIOTECNOLOGÍA EN LA SOCIEDAD

*Ximena Ramírez-González, Ema Alejandra Uribe-Riestra, Sandra Cortés-Aguilar,  
Genaro Roberto Chalé-Can*  
Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Ingeniería Química.

## Resumen

La biotecnología es una disciplina que en estas últimas décadas ha tenido un gran avance tanto tecnológico como en investigación. Esta tiene un amplio campo ya que interactúan varias disciplinas para un fin común; y tiene un gran potencial en el mejoramiento de la calidad de vida<sup>1</sup>. La investigación y desarrollo se considera fundamental en el progreso de una nación, por lo que es importante que sus habitantes, sin importar los estudios que tengan, el sexo o la edad, conozcan las aplicaciones y beneficios que la biotecnología puede traer.

En la actualidad existe muchas maneras de obtener información, libros, internet, conferencias, sólo por mencionar algunas; pero entre estas, la más fácil y usada por la mayoría de las personas en la actualidad es el internet, por lo tanto nos hicimos a la tarea de observar si se podría aprovechar este medio para difundir los avances de la biotecnología, utilizando una red social específica: “Facebook”.

Facebook nos permite mantenernos enterados de noticias y actualizarnos en segundos. Dentro de esta red, pueden interactuar cientos de personas al día, difundiendo la información de manera rápida y práctica. Por lo tanto creamos una página en Facebook con el objetivo de divulgar información básica sobre la biotecnología. Publicando así, datos curiosos, artículos de divulgación, imágenes, videos, algunas encuestas, entrevistas, etc.

Llamamos a esta “La biotecnología en tu vida”, donde cada dos o tres semanas seleccionábamos un ámbito o tema en específico para publicar. Se checaban las estadísticas continuamente y empezamos a notar ciertas tendencias hábitos de nuestros “fans”. De esta forma nos planteamos varias pruebas estadísticas: pruebas de hipótesis sobre las medias con ayuda de tablas de ANOVA y pruebas de independencia y homogeneidad con tablas de contingencia<sup>2</sup>. Concluyendo ciertos aspectos sobre la sociedad y su respuesta e interés por la ciencia.

## Reconocimientos

Se le agradece a la M.C. Delta Sosa Cordero y a la Dr. Mónica Sánchez por el apoyo y orientación en torno a este proyecto.

## Referencias

1. William J. Thieman, Michael A. Palla. Introducción a la biotecnología. 2010. (Segunda edición). Editorial Pearson Educación.
2. Wayne W. Daniel. Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud. 2004. Editorial Limusa Wiley.

# PRODUCCIÓN DE PROTEASAS ALCALINAS PARA LA OBTENCIÓN DE PÉPTIDOS BIOACTIVOS

S. Uc Colli, A. González Burgos, S. Gallegos Tintoré, M. Sánchez González  
Facultad de Ingeniería Química

## Resumen

Los péptidos bioactivos son fragmentos de proteínas que por lo general se derivan de la hidrólisis enzimática de proteínas 1,2. Estos péptidos han demostrado tener un impacto positivo sobre los sistemas cardiovascular, nervioso, inmune y gastrointestinal, además de poseer actividad antioxidante<sup>3</sup>. Su función exacta depende de la estructura que presenten y de la naturaleza de la proteína precursora <sup>2</sup>.

Las proteasas son enzimas que actúan sobre las proteínas hidrolizando enlaces peptídicos<sup>4</sup>. Existen proteasas con capacidad de actuar en condiciones alcalinas, es decir presentan altas actividades proteolíticas hasta pH 12, temperaturas relativamente altas y poseen un punto isoeléctrico extremadamente básico <sup>4</sup>.

En la producción de péptidos bioactivos se han utilizado diversas preparaciones de proteasas entre las que se encuentran tripsina, pancreatina, neutrasa, papaína, protamex MR y alcalasa MR. La alcalasa MR resulta ser una de las enzimas comerciales más utilizadas por su capacidad de actuar a pH alcalinos y altas temperaturas (50-70 °C), lo que disminuye la posibilidad de contaminaciones, además de poseer un alto rendimiento proteolítico (porcentaje de proteína antes y después de la hidrólisis).<sup>5</sup> Sin embargo, debido a su especificidad, ofrece un patrón delimitado de péptidos. La búsqueda de nuevas enzimas con propiedades fisicoquímicas similares a la alcalasa pero con diferente especificidad ofrecería una opción más en la producción de péptidos bioactivos

El presente proyecto se centra en la caracterización bioquímica de las proteasas producidas por *Bacillus flexus*, un microorganismo alcalófilo facultativo. Las proteasas producidas por este microorganismo serán utilizadas en la hidrólisis de las proteínas musculares del pez león (*Pterois volitans* L.), para la posible obtención de péptidos bioactivos, lo cual permitiría diversificar el uso y aplicación de la carne de este pez el cual, debido a su gran voracidad, alta tasa de crecimiento y la carencia de enemigos naturales presenta una amenaza al ecosistema y se considera una de las quince amenazas globales de la biodiversidad del mar caribe y golfo de México <sup>6</sup>.

## Reconocimientos

A la Facultad de Ingeniería Química, Laboratorio de Biotecnología, por el apoyo y la infraestructura prestada.

## Referencias

1. B. P. Singh, S. Vij, S. Hati, *Peptides* 2014 (54) 171-179
2. C. C. Udenigwe, *Trends in Food Science & Technology* 2014 (36) 137-143
3. H. Korhonen, A. Pihlanto, *International Dairy Journal*, 2006 (16) 945-960
4. A. Sáez Vega, *Ingeniería y ciencias* 2006 (2) 29-38
5. X. Yuan, X. Gu, J. Tang, *Food Chemistry* 2008 (111) 340-344
6. J. Morris, A Thomas Jr, A. Rhyne, N. Breen, L. Akins y B Nash. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation - International Journal of the Bioflux Society* 2011 (4) 21-26

# ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE ACTINOMICETOS CONTRA LOS FITOPATÓGENOS, *CLAVIBACTER* SUBESPECIE *MICHIGANENSIS* Y *XANTHOMONA* SUBESPECIE *VESICATORIA*.

Tarisha Contreras Aguilar<sup>a</sup>, Diana Yamily Escalante Rendíz<sup>a</sup>, Rafael Rojas Herrera<sup>a</sup>  
Enrique Galindo Fentanez<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Facultad de Ingeniería Química, Mérida, Yucatán.

<sup>b</sup>Instituto de Biotecnología /UNAM.Cuernavaca, Morelos

## Resumen

*Clavibacter* subespecie *michiganensis* es una bacteria pleomórfica, Gram-positiva y *Xanthomona* subespecie *vesicatoria* es una bacteria de forma bacilar, Gram-negativa [1]. *Clavibacter* subespecie *michiganensis* tienen como característica penetrar a los tejidos vasculares a través de heridas, estomas, tricomas e hidátides de la hoja. El Marchitamiento marginal de folíolos es uno de los primeros síntomas en plantas de todas las edades. Posteriormente aparecen estrías necróticas que se extienden desde la parte inferior del peciolo hasta el punto que se une con el tallo, ya que la bacteria es un invasor sistémico de tejidos del floema médula y corteza. Finalmente la planta se necrosa y se marchita [2]. *Xanthomona* subespecie *vesicatoria* forman en el fruto pequeñas manchas de aspecto acuoso de entre 2 y 4 mm de diámetro, que posteriormente evolucionan y se necrosan, se desecan y toman aspecto apergaminado, con el borde oscuro o negruzco, generalmente los frutos se agrietan tomando un aspecto reseco. Estos dos fitopatógenos suelen afectar a los cultivos de tomate y pimiento [3]. Actualmente no se cuentan con métodos o productos efectivos para la prevención o tratamientos de estas enfermedades causadas por dichos fitopatógenos. Los actinomicetos son bacterias filamentosas reconocidas debido a su capacidad de producción de antibióticos, tanto para la salud humana, animales y para la agricultura [4], por lo que el objetivo de esta investigación es analizar el potencial antimicrobiano de cepas de actinomicetos obtenidos de suelos de Yucatán, específicamente del municipio de Hunucmá. Para medir la actividad antimicrobiana de los actinomicetos frente a los dos fitopatógenos se reactivaron las cepas de actinomicetos que se conservaban en glicerol bajo nitrógeno líquido, la reactivación se realizó bajo condiciones de temperatura 28°C en medio de cultivo Nitrato-Almidón-Caseína, de 5 a 7 días hasta su esporulación. Posteriormente se empleó medio de cultivo Streptomycete antibiotic activity y por el método de estría cruzada se realizó la prueba de actividad antimicrobiana. De los 20 actinomicetos que se probaron, 11 presentaron inhibición contra los fitopatógenos *Clavibacter michiganensis* subespecie *michiganensis* y *Xanthomonas vesicatoria* de los cuales 2 de ellos contra *Xanthomonas* y *Clavibacter* (LC1706 y LB1706), 7 actinomicetos solo presentaron inhibición contra *Clavibacter* (LM1F09, LM1L09, LM2O09, LF1706, LM1706, LN1706, LO1706) y los 2 actinomicetos restantes presentaron inhibición contra *Xanthomona* (LM1N09 y LM2G09).

## Reconocimientos

A la FIQ-UADY por todo el apoyo otorgado para la realización de este proyecto; al Instituto de Biotecnología / UNAM por las cepas fitopatógenas enviadas; al Doctor Rafael Rojas por el financiamiento del proyecto y a la Maestra Diana Escalante, por la oportunidad de trabajar en este proyecto que pone en práctica mis conocimientos adquiridos hasta el momento.

## Referencias

1. Paloma Melgarejo, José García, María Yebes. Patógenos de plantas descritos en España (2da edición) 262-317.
2. J. Borboa Flores. E. Rueda Puente, E. Acedo. "Detección de *Clavibacter michiganensis* subespecie *michiganensis* En el tomate del estado de sonora, México". (revista fitotécnica Mexicana ) 1-5
3. J.Zuñiga, A. Lezáun, R. Biurrun, I. Garnica y M. Gurpegui "La sarna bacteriana del pimiento" (Navarra Agraria) 1-4.
4. Laura May, Tesis: AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE ACTINOMICETOS CON ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA PROVENIENTES DE SUELOS DE LA SELVA BAJA INUNDABLE DEL MUNICIPIO DE HUNUCMÁ, YUCATÁN 2014

# PÉPTIDOS INHIBIDORES DE LA ENZIMA CONVERTIDORA DE ANGIOTENSINA DERIVADOS DE MUCUNA PRURIENS: PURIFICACIÓN Y MECANISMO DE INHIBICIÓN

M. Osorio-Tuz<sup>a</sup>, M. Segura-Campos<sup>b</sup>  
<sup>a,b</sup>Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán

## Resumen

La hipertensión arterial (HTA) es un problema de salud generalizado a nivel mundial que afecta aproximadamente a 1,000 millones de personas y se ha convertido en la enfermedad crónica más frecuente. En años recientes, se ha estudiado la posibilidad de encontrar péptidos bioactivos de proteínas de la dieta con actividad inhibitoria de la enzima convertidora de angiotensina (ECA), enzima relacionada con la regulación de la presión arterial a través del sistema renina-angiotensina. La leguminosa *Mucuna pruriens* resulta una alternativa interesante para la obtención de péptidos bioactivos, por su contenido de proteína. Por lo que la obtención de péptidos de *Mucuna pruriens* con actividad inhibitoria de la ECA y la determinación de su mecanismo de acción podría permitir su utilización como aditivo en alimentos funcionales que promuevan la salud o reduzcan el riesgo de padecer enfermedades como la HTA. Por lo anterior, semillas de *M. pruriens* serán adquiridas de ejidos productores de Xmabén, Hopelchén, Campeche, México y de su harina se extraerá el concentrado proteínico el cual se hidrolizará enzimáticamente con el sistema secuencial pepsina-pancreatina<sup>1</sup>. La fracción soluble del hidrolizado se someterá a un fraccionamiento por ultrafiltración, utilizando membranas con diferente corte de peso molecular para obtener cinco fracciones peptídicas (>10 kDa, 5 - 10 kDa, 3 - 5 kDa, 1 - 3 kDa, < de 1 kDa) a las cuales se les determinará su contenido proteínico y la actividad inhibitoria de la ECA<sup>2</sup>. La fracción peptídica obtenida por ultrafiltración con mayor actividad biológica, se separará por cromatografía de filtración en gel, y a las fracciones seleccionadas se les determinará el porcentaje de inhibición de la ECA a una concentración de proteína de 5 µg/ml. Las fracciones peptídicas con mayor potencial antihipertensivo se purificarán mediante cromatografía de líquidos de alta resolución. Por último, se evaluarán las propiedades cinéticas de la ECA (100mU) con y sin presencia de las fracciones peptídicas de *M. pruriens* y se determinará el mecanismo de acción, usando diferentes concentraciones de hipuril histidil leucina. Así, los péptidos aislados de *M. pruriens* con mayor potencial inhibidor de la ECA podrán representar una alternativa en el tratamiento y/o prevención de la HTA.

## Reconocimientos

Se le agradece a la Facultad de Ingeniería Química-UADY y al proyecto CONACYT ciencia básica 154307 por el apoyo otorgado.

## Referencias

1. C. Megías, M. Yust, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2004 (52) pág. 1928-1932.
2. M. Hayakari, Y. Kondo y H. Izumi, *Analytical Biochemistry* 1978 (52) pág. 1928-1932.

# EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE MIEL MELIPONA PRODUCIDA EN EL ESTADO DE YUCATÁN

D. Muñoz-González<sup>a</sup>, V. Pérez-Flores<sup>b</sup>

<sup>a,b</sup>Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Ingeniería Química. Mérida, Yucatán, México

## Resumen

El desarrollo histórico de las sociedades humanas se ha sustentado en el uso y consumo de los recursos naturales. El caso de la miel no es la excepción, ésta es apreciada en todas partes del mundo y ocupa un lugar importante en la preparación de alimentos tradicionales. La producción y consumo de la miel data desde épocas anteriores a la llegada de los españoles, quienes introdujeron a la abeja europea *Apis mellifera*. Sin embargo, esta actividad ya era practicada en Yucatán por los mayas y en toda América, utilizando abejas autóctonas de distintas especies: Meliponas y Trigonas, caracterizadas por no tener aguijón. En México se han reportado 46 especies de abejas sin aguijón, de las cuales 15 son endémicas. A la abeja nativa de la península de Yucatán se le conoce como abeja Melipona o Xunaan-cab. En la actualidad, la Melipona *beecheii* es la más explotada y conocida por los habitantes de las zonas rurales. La miel de estas abejas tiene fama por su alto poder curativo, pues se ha empleado para tratar afecciones de los ojos, oídos, boca y garganta; en problemas respiratorios, digestivos, circulatorios, inmunológicos y de la piel<sup>3</sup>. Recientemente se ha incrementado la comercialización de los distintos productos de abeja sin aguijón debido a los grandes beneficios que aporta, elevando su valor comercial de 3 a 20 veces mayor al valor de la miel de *A. mellifera*, el precio promedio es de \$1000.00 el litro, por lo que algunos productores la adulteran con jarabes u otros tipos de mieles, engañando a los consumidores, pues a diferencia de la miel de *A. mellifera*, la de Melipona se comercializa sin algún control, ya que no se han establecido normas específicas en ningún país donde se determinen los parámetros de calidad, como tampoco las técnicas para detectar posibles fraudes. Esto ha despertado el interés de asegurar la autenticidad y calidad de la miel de Melipona, pues aunque algunos autores mencionan que el componente sensorial es la forma más útil para discriminarlas de las mieles de *Apis mellifera*, se debe ser conocedor de sus características organolépticas, por lo que se necesitan otros parámetros que permitan identificar una miel auténtica de Melipona. No obstante, se han desarrollado muy pocos estudios para establecer estos parámetros. En este trabajo se pretende caracterizar fisicoquímicamente cinco mieles de Melipona producidas en Yucatán y dos muestras control, una de miel de Melipona y otra de *Apis mellifera* para correlacionarlos e identificar los parámetros de calidad que determinen la autenticidad del producto de interés. Los análisis a realizar son: pH, humedad, acidez, cenizas, porcentaje de sacarosa, glucosa, azúcares reductores directos y totales, hidroximetil furfural, actividad diastásica y actividad de invertasa.

## Reconocimientos

A la Facultad de Ingeniería Química–UADY por las instalaciones prestadas y a la M. en C. Ana Isabel Burgos Pérez por su apoyo y conocimientos compartidos.

## Referencias

1. R. Villanueva-Gutiérrez., W. Colli-Ucán, M. Tuz-Novelo, M.A. Gracia, Recuperación de saberes y formación para el manejo y conservación de la abeja Melipona *beecheii* en la Zona Maya de Quintana Roo, México 2012. 1-8.
2. R. Ayala, Revisión de las abejas sin aguijón de México (Hymenóptera: Apidae Meliponini) 2010 123
3. J.J.G. Quezada-Euán, W. May-Itzá, J.A. González-Acereto, *BeeWorld* 2001 (82) 160-167.
5. S. Bogdanov, P. Martín, C. Lüllman, *Apidologie* 1997 1-59
- 6.. E. Enriquez, C. Maldonado, M. Dardón, V Congreso Mesoamericano Sobre Abejas Sin Aguijón...hacia el rescate de su biodiversidad 2008 40-44.
7. NMX-F-416-S-1982. Productos alimenticios para uso humano miel de abeja. Métodos de prueba.
- NMX-F-312-1978. Determinación de reductores directos y totales en alimentos. Dirección General Normas Mexicanas.
8. Chouchana, C. *Narjuz Aliment Pharmacol Ther* 2011 (35) 25-26.

# EVALUACIÓN DE PELÍCULAS ANTIMICROBIANAS CON PÉPTIDOS ACTIVOS DE FRIJOL LIMA (*PHASEOLUS LUNATUS*)

G. Garrido-Itza<sup>a</sup>, D. Escalante-Réndiz, L. Chel-Guerrero

<sup>a</sup>Universidad Autónoma de Yucatán; Facultad de Ingeniería Química; Mérida, Yucatán, México.

## Resumen

Las películas antimicrobianas son consideradas como un tipo de empaque el cual se le ha agregado un agente activo con la capacidad de inhibir el crecimiento de microorganismos patógenos o alterantes que se encuentran presentes en los alimentos. La eficacia de estos empaques radica en la migración gradual y selectiva del agente antimicrobiano desde el empaque hasta la superficie de los alimentos en donde la proliferación de los microorganismos se da con mayor intensidad, haciéndolo más eficaz que los agentes antimicrobianos tradicionales y retrasando el deterioro del alimento; además las películas constituyen una barrera semipermeable al vapor de agua y a los gases CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>, logrando mantener la integridad estructural del producto que envuelve<sup>1</sup>. Entre los agentes antimicrobianos más utilizados se encuentran los ácidos orgánicos y sus sales, nitritos, enzimas, entre otros; sin embargo, el uso de agentes antimicrobianos de origen natural representa una alternativa para la sustitución de dichos aditivos tradicionales. Tal es el caso de los péptidos obtenidos por la hidrólisis enzimática de la proteína del frijol lima (*Phaseolus lunatus*) que tiene el potencial de ser utilizado como un agente antimicrobiano contra microorganismos de interés en los alimentos<sup>2</sup>. Por otro lado, para que las películas sean consideradas como un empaque, éstas requieren tener buenas propiedades mecánicas y de permeabilidad al vapor de agua; para lograr esto, la adición de gomas como aditivo en la formación de la película que ha demostrado, en varios estudios, brindarles buenas propiedades a las películas<sup>3</sup>. Por tal motivo el objetivo de este trabajo es evaluar las propiedades antimicrobianas y mecánicas de películas elaboradas con goma de flamboyán (*Delonix regia*), almidón nativo y péptidos de frijol lima (*Phaseolus lunatus*).

## Reconocimientos

Se le agradece a la FIQ-UADY por la infraestructura y por todo el apoyo otorgado para la realización de este proyecto.

## Referencias

1. L. Hernández-Ochoa, A. Gonzales-Gonzales, N. Gutiérrez-Mendez, L. N. Muñoz-Castellanos, y A. Quintero-Ramos, Rev. Mexicana de Ingeniería Química 2011 (Vol. 10) 455-463.
2. E. Bojórquez-Balam, J. Ruiz-Ruiz, M. Segura-Campos, D. Betancur-Ancona y L. Chel-Guerrero, Revista de la Facultad de Ingeniería Química 2012 (Vol. 52) 11-18
3. C. Melo, M. Grossmann, F. Yamashita, E. Youssef, L. Dall'Antônia and S. Mali, J Polym Environ 2011 (Vol. 19) 739-749.

# ELABORACIÓN DE UN HELADO APTO PARA DIABÉTICOS UTILIZANDO STEVIA REBAUDIANA COMO EDULCORANTE

*M. Perera-Pacheco<sup>a</sup>, E. Barbosa-Martína, D. Betancur-Ancona<sup>a</sup>.*  
<sup>a</sup>Facultad de Ingeniería Química-UADY. Mérida, Yucatán, México.

## Resumen

Desde la antigüedad el hombre ha tenido una marcada preferencia por los alimentos dulces. La Stevia rebaudiana Bertoni (Figura 1) es un antiguo arbusto perenne de América del Sur, cuyos extractos, además de tener propiedades terapéuticas, contienen un alto nivel de compuestos edulcorantes (glucósidos) bajos en calorías y alrededor de 300 veces más dulce que la sacarosa (Kolb1). Este extracto es un sustituto del azúcar aceptado que puede contribuir al control de peso (no estimula el apetito) y también puede mejorar otros aspectos de la salud humana (especialmente en el manejo de la diabetes) (Ottmani2). Los efectos no tóxicos de la Stevia, comprobados en la salud humana, ha permitido recientemente un amplio uso en la industria alimentaria; siendo comparada con los principales edulcorantes aprobados a nivel industrial: Sucralosa, Acesulfamo K, Sacarina, Ciclamato, Aspartamo, etc. Destacando principalmente el riesgo por efectos secundarios (Sharma3). El siguiente trabajo busca realizar un helado apto para diabéticos utilizando extractos de la planta Stevia rebaudiana (en sus variedades: Morita II y Criolla) como edulcorante natural bajo en calorías, sin que se afecten las propiedades físicas o sensoriales del producto. Posteriormente analizar la composición química proximal (humedad, proteína cruda, grasa cruda, fibra cruda, cenizas y extracto libre de nitrógeno), así como los parámetros fisicoquímicos: viscosidad, masa derretida y % de rendimiento al batido. Por último, realizar la evaluación sensorial con ayuda de 80 jueces no entrenados. Para el análisis de los datos generados se utiliza un análisis de varianza de dos vías (ANOVA) y la comparación de medias por el método de Duncan. Se espera la utilización de extractos acuosos de Stevia rebaudiana como edulcorante natural bajo en calorías para la población diabética contribuyendo a la restricción de los carbohidratos en su dieta, para disfrutar el sabor dulce con un mínimo de calorías ayudando a tener un estilo de vida saludable.

## Reconocimientos

Se le agradece al proyecto de investigación “Caracterización química de las hojas de Stevia rebaudiana y su incorporación en alimentos” financiado por la Fundación Educación Superior Empresa (FESE).

## Referencias

1. N. Kolb, J. Herrera, Análisis de los glicósidos diterpenos dulces de Stevia rebaudiana: método HPLC. Revista de Agricultura y Comida, Química 2011 (Vol. 49) pág. 41-45.
2. S. Ottmani, M. Murray, Reunión de Consulta sobre la tuberculosis y la Diabetes Mellitus: Resumen de la reunión y las recomendaciones. Revista Internacional de Tuberculosis y Enfermedades Respiratorias 2010 (Vol. 14) pág. 1513-1517.
3. N. Sharma, N. Kaushal, Stevia rebaudiana-Una revisión. Rev. Agrobiol. 2010 (Vol. 5) pág. 8-46.

# ELABORACIÓN DE GOLOSINAS TIPO “GOMITA” BAJA EN CALORÍAS USANDO STEVIA REBAUDIANA BERTONI, VARIEDAD MORITA

*Oscar Tamayo Dzul, Enrique Barbosa Martín, David Betancur Ancona*  
Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Ingeniería Química. Mérida, Yucatán, México

## Resumen

Actualmente existe un mercado agresivo de la comida rápida, y las golosinas para niños tienen una fuerte influencia en las decisiones que diariamente toman respecto a su dieta desde muy temprana edad y los ponen en riesgo de padecer obesidad, sobrepeso o sus comorbilidades en su vida actual y posterior. Las golosinas forman parte de la ingesta alimentaria de los niños que para ellos, además de ser dulces y tener un sabor agradable, equivalen a la posibilidad de elegir un sinnúmero de variedades en un juego que les divierte. Uno de los riesgos más importantes es la diabetes infantil. Pediatras están detectando que niños han contraído diabetes tipo II, representando el 95% o más del total de casos de diabetes en el mundo, en México se presenta en más del 30% de niños con sobrepeso y 16% en niños con obesidad. La obesidad suele relacionarse al consumo no moderado de golosinas con cantidades elevadas de azúcares refinados<sup>2</sup>. La Stevia es una alternativa ideal frente a los otros sustitutos de azúcar. El edulcorante esteviósido, que se extrae de ella es aproximadamente 300 veces más dulce que el azúcar, y se puede utilizar para reemplazar el azúcar refinado<sup>3</sup>. Por lo tanto se desarrollarán golosinas tipo “gomita” baja en calorías mediante la sustitución de azúcares con *S. rebaudiana* Bertoni, variedad Morita. De acuerdo al grado de adición de Stevia en el producto se analizará su textura, elasticidad y resistencia con una máquina universal de pruebas Instron. Se demostrará con análisis químicos, el efecto de la incorporación de Stevia sobre su composición. Finalmente se examinará sensorialmente el producto en niños de primaria de 6 a 10 años de edad, que darán un informe sobre su satisfacción, en una escala no estructurada.

## Reconocimientos

Se le agradece al Lic. en Nutrición Enrique Barbosa Martín por todo el apoyo otorgado. Al proyecto de investigación “Caracterización química de las hojas de Stevia rebaudiana y su incorporación en alimentos” financiado por la Fundación Educación Superior Empresa (FESE), así también a la FIQ-UADY por la infraestructura y facilidades para la realización de este trabajo.

## Referencias

1. Bakan, J. (2009). *Capitalismo Canibal: La Corporacion*. España: Robinbook.
2. Sáez, E. (2007). *¿Qué le pasa a mi hijo?: Todas las preguntas y respuestas sobre el niño de 0 a 14 años*. España: EDAF.
3. Martínez, T. (2002). *La Hierba Dulce HISTORIA, USOS Y CULTIVO DE LA STEVIA REBAUDIANA BERTONI*. Argentina: Libros En Red.

# “ESTUDIO DEL POTENCIAL ANTIDIABÉTICO, ANTIOXIDANTE Y ANTIMICROBIANO DE DERIVADOS PROTEÍNICOS DE MUCUNA PRURIENS”

*R. Chin-lizama, N. Estrella-Gómez, M. Segura-Campos*

Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Ingeniería Química, Periférico Nte. Mérida, Yucatán, México.

## Resumen

En años recientes, se ha enfatizado la importancia que tiene el consumo de alimentos funcionales en la salud debido a que, estudios epidemiológicos han demostrado que existe una buena relación entre la dieta de las personas y la baja incidencia de enfermedades crónico degenerativas. Se ha demostrado mediante investigaciones realizadas que en la fisiología de las proteínas de ciertas leguminosas se encuentran fragmentos que se pueden liberar mediante hidrólisis y presentar actividad biológica. En este sentido, *Mucuna pruriens* (frijol terciopelo) ha demostrado ser fuente potencial de proteínas y por ende de péptidos biológicamente activos. Debido a esto, surge el interés de evaluar específicamente si dichos péptidos contenidos en esta leguminosa poseen actividad antioxidante, antimicrobiana y antidiabética. Para ello se obtendrán los granos de frijol terciopelo de la comisaria de Ixmabec, Holpechén en Campeche. Éstos serán limpiados, seleccionados, descascarillados y molidos para disponer de una harina a partir de la cual se obtendrá un concentrado proteínico<sup>1</sup>. Dicho concentrado se hidrolizará enzimáticamente con el sistema secuencial Alcalase®-Flavourzyme® y Pepsina-Pancreatina y las fracciones solubles de los hidrolizados se someterán a un fraccionamiento por ultrafiltración utilizando membranas de diferente corte de peso molecular para obtener cinco fracciones peptídicas (>10 kDa, 5 - 10 kDa, 3 - 5 kDa, 1 - 3 kDa, < de 1 kDa) a las cuales se les determinará su potencial actividad antidiabética, antioxidante y antimicrobiana<sup>2</sup>. Finalmente, la fracción ultrafiltrada con mayor potencial biológico se purificará por HPLC<sup>3</sup>. De esta manera, se contribuirá al estudio para obtener alternativas que puedan lograr una reducción de patologías generadoras de importantes problemas de salud.

## Reconocimientos

A la Facultad de Ingeniería Química, al proyecto CONACYT ciencia básica 154307 y a la beca tesis Priori por todo el apoyo brindado para la realización de este trabajo.

## Referencias

1. D. Betancur, S. Gallegos, L. Chel, *Journal of Science of Food and Agriculture* 2004 (84) 1193-1201.
2. M. Cho, N. Unklesbay, F. Hsieh, *Journal of Science of Agricultural and Food chemistry* 2004 (52) 5895-5901.
3. C. Megías, M. Yust, J. Pedroche, *Journal of Science of Agricultural and Food chemistry* 2004 (52) 1928-1932.

# REOLOGÍA DINÁMICA-OSCILATORIA DE ALMIDONES DE FUENTES NO TRADICIONALES

G. Díaz-Martínez<sup>a</sup>, A. Hernández- Hernández, A. Vega-Bote, O. López-Castillo, y D. Betancur-Ancona

<sup>a</sup>Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.

## Resumen

El almidón es un polímero que se obtiene exclusivamente de los vegetales que lo sintetizan a partir de glucosa que producen con el dióxido de carbono que toman de la atmósfera y del agua que toman del suelo. El almidón está realmente formado por una mezcla de dos polisacáridos, amilosa y amilopectina, que sólo difieren en su estructura: la forma en la que se unen las unidades de glucosa entre sí para formar las cadenas. Pero esto es determinante para sus propiedades. Así, la amilosa es soluble en agua y más fácilmente hidrolizable que la amilopectina (es más fácil romper su cadena para liberar las moléculas de glucosa).

El almidón tiene varios fines en la industria alimentaria según sean sus propiedades funcionales. Tiene múltiples aplicaciones entre las que cabe destacar: espesante adhesivo, ligante, enturbiantes, formador de películas, estabilizante de espumas, conservante para el pan, gelificante, aglutinante, etc.

Los modelos reológicos de un alimento permiten simular la respuesta del material a un esfuerzo o deformación aplicada, al igual que predecir el comportamiento del material de acuerdo a sus componentes moleculares y a su forma de preparación. Su aplicación se puede llevar a cabo cuando se tienen datos experimentales expresados en unidades fundamentales.

En el presente trabajo se busca la obtención del almidón para analizar sus características reológicas a través de pruebas dinámicas oscilatorias teniendo como parámetro de comparación las características del almidón de maíz que es el comúnmente usado. Los almidones a analizar se extraen de las semillas de aguacate (*Persea gratissima*), de las semillas del árbol de Ramón (*Brosimum alicastrum*) y de la raíz de malanga (*Xanthosoma sagittifolium*).

Al tener las muestras se procede a realizar las pruebas reológicas de dispersiones de dichos almidones usando un reómetro; la temperatura inicial de la muestra se fijó a 25° C, y los almidones se gelifican o pastifican in situ mediante la aplicación de una velocidad constante de calentamiento o enfriamiento del 2.5°C/min. Los barridos de amplitud de deformación se realizan para determinar la región visco elástica lineal (LVR) la cual nos dice el rango de porcentaje de deformación en el cual el almidón no ha perdido su estructura. Una vez que el LVR se determina, el reómetro es programado para barridos de frecuencia (0,1 a 20 Hz) para todas las dispersiones de almidón para obtener las medidas del módulo elástico y el módulo viscoso. La homogeneidad del gel es evaluada visualmente al final de cada prueba.

## Referencias

1. L. Chel, G. Cruz y D. Betancur, «Chemical composition, thermal and viscoelastic characterization of tuber starches growing,» *Journal of Food Process Engineering*, pp. 366-379.

2. C. Millán, *Estudios estructurales y moleculares del almidón de fuentes no convencionales*, Morelos, 2004.

# OBTENCIÓN DE HIDROLIZADOS CON ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE A PARTIR DE LAS PROTEÍNAS MUSCULARES DEL PEZ LEÓN (PTEROIS VOLITANS L.)

C. Manzanero-Pérez<sup>a</sup>, L. Chel-Guerrero<sup>a</sup>, A. Aguilar-Perera<sup>b</sup>, D. Betancur-Ancona<sup>a</sup> y S. Gallegos-Tintoré<sup>a</sup>.

<sup>a</sup>Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán,

<sup>b</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán,

## Resumen

El pez león (*Pterois volitans* L.) es un pez tropical originario del océano Indo-Pacífico, que fue introducido a la costa sudeste de los Estados Unidos a principios de los años ochenta. Actualmente este pez ha invadido gran parte del Océano Atlántico, el Mar Caribe y el Golfo de México. Para controlar su población se propone el consumo, comercialización y la pesca deportiva.<sup>1</sup> Por otra parte estudios epidemiológicos destacan la importancia de los antioxidantes naturales de manera especial en la prevención del cáncer y enfermedades cardiovasculares. Varios estudios han demostrado el alto potencial de la proteína hidrolizada proveniente de fuentes marinas para la obtención de péptidos antioxidantes<sup>2</sup>. Los péptidos bioactivos son fragmentos de proteínas que por lo general se derivan de la hidrólisis enzimática de proteínas<sup>3</sup>. Las funciones descritas para estos péptidos son diversas, pueden presentar actividad inmunomoduladora, inhibidora de la enzima convertidora de la angiotensina I (ECA-I), antioxidante, quelante, entre otras.<sup>4</sup>

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la actividad antioxidante de hidrolizados obtenidos a partir de las proteínas musculares del pez león. Los hidrolizados proteicos se obtuvieron a diferentes tiempos de hidrólisis (0, 15, 30, 45, 60 y 90 min) empleando la enzima alcalasaMR según la metodología propuesta por Megías et al.<sup>5</sup> Asimismo, se determinó el grado de hidrólisis (GH) según Nielsen et al.<sup>6</sup> y el efecto de la captación de radicales libres de los hidrolizados proteicos obtenidos a 60 y 90 min sobre 2,2-Diphenyl-1 Picrylhydrazyl (DPPH).<sup>7</sup> Los productos obtenidos a 60 y 90 min de digestión con alcalasaMR presentaron un GH de 36.8 y 44.9% respectivamente, con un valor de captación de radicales libres de alrededor de 22.3% para ambos hidrolizados y de 7.4% para la proteína no hidrolizada.

## Reconocimientos

Al programa para el mejoramiento del profesorado por el apoyo recibido para el desarrollo del proyecto PROMEP/103.5/13/6979.

## Referencias

1. J. Morris, A Thomas Jr, A. Rhyne, N. Breen, L. Akins y B Nash, *AAFL Bioflux* 2011 (4):21-26.
2. S. Kwon-Kim, I. Wijesekara, *J Funct Foods* 2010 (2)1-9.
3. B. P. Singh, S. Vij, S. Hati, *Peptides* 2014 (54) 171-179.
4. J. Vioque, F. Millán, *CTC Alimentación* 2005 (26) 103-107.
5. C. Megías et al. *J. Agric. Food Chem* 2007 (55) 6509-6514.
6. P. Nielsen, D. Petersen, C. Dambmann, *J. Food Sci* 2001 (66) 642-646.
7. K. Shimada, K. Fujikawa, K. Yahara, T. Nakamura, *J. Agric. Food Chem* 1992 (40) 945-948.

# FUNCIONALIDAD ANTIDIABÉTICA DEL EXTRACTO DE HOJAS DE STEVIA REBAUDIANA Y SU INCORPORACIÓN A PRODUCTOS DE PANIFICACIÓN DE RÉGIMEN ESPECIAL PARA DIABÉTICOS ”

*A. Matus-Basto<sup>a</sup>, R. Kantún-Paredes<sup>a</sup>, M. Segura-Campos<sup>a</sup>*

<sup>a</sup>Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México.

## Resumen

Durante las últimas décadas el número de personas que padecen diabetes en México se ha incrementado y actualmente figura entre las primeras causas de muerte en el país. Las personas que padecen diabetes requieren de un régimen especial de alimentación en particular con el consumo de azúcar. La industria panadera es considerada como una de las principales fuentes de calorías y de gran aceptación por parte de la población. Una alternativa para reemplazar a la sacarosa es la incorporación de Stevia rebaudiana, cuya característica es ser un edulcorante sin calorías<sup>1</sup>. El objetivo del presente estudio es evaluar la funcionalidad biológica antidiabética del extracto de hojas de Stevia rebaudiana y el efecto de su incorporación a productos de panificación. El desarrollo experimental iniciará con la obtención de extracto acuoso de *S. rebaudiana* al cual se le determinará la actividad inhibitoria de la  $\alpha$ -amilasa<sup>2</sup>. Posteriormente, se elaborarán panes con tres formulaciones diferentes, sustituyendo parcialmente el azúcar con 25%, 50% y 75% de extracto de Stevia<sup>3</sup>, a los cuales se les determinará la composición proximal<sup>4</sup>, aporte nutrimental<sup>5</sup>, potencial antidiabético<sup>2</sup> y evaluación sensorial<sup>6</sup>. Así, la producción de alimentos a base de Stevia y el conocimiento del potencial efecto antidiabético de los extractos de la misma representará una estrategia sanitaria y una alternativa factible en la prevención de una patología crónica importante como lo es la diabetes en México y en el Mundo.

## Reconocimientos

Se le agradece a la FIQ-UADY por la infraestructura y por todo el apoyo otorgado para la realización de este proyecto.

## Referencias

1. Hernández-Ávila, M.; Gutiérrez, J. P.; Reynoso-Noverón, N., Diabetes mellitus en México. El estado de la epidemia Salud Pública de México, vol. 55, núm. 2, 2013, pp. 129-136.
2. Dineshkumar, B., Mitra, A., Manjunatha, M. (2010). Studies on the anti-diabetic and hypolipidemic potentials of mangiferin (Xanthoneglucoside) in streptozotocin-induced Type 1 and Type 2 diabetic model rats. International Journal of Advances in Pharmaceutical Sciences, 1: 75-85.
3. Alvis, A., Pérez, L., Arrazola, G. (2009). Elaboración de panes con agregado de harina de arroz integral y modelación de sus atributos sensoriales a través de la metodología de superficie de respuesta. Información Tecnológica, 22(5): 29-38.
4. AOAC. 1997. Official Methods of analysis. Association of official analytical chemists, 15th ed. William Horwitz Editor. Washington, D. C. USA.
5. Norma Mexicana, NOM-051-SCF1/SSA1-2010. Alimentos y bebidas- etiquetado.
6. Torricella, M.R.; Zamora, U.E. y Pulido A.H. (1989). Evaluación sensorial aplicada al desarrollo de la calidad en la industria alimentaria. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. La Habana, Cuba.

# ESTIMACIÓN DE COSTOS PARA SISTEMAS DE EXTRACCIÓN SUPER-CRÍTICA Y COSTOS DE MANUFACTURA DE OLEORRESINA DE CHILE HABANERO

*K. Medina-Dzul, C. Carrera-Figueiras, D. Muñoz-Rodríguez*  
Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán., kati.medina@uady.mx

## Resumen

Ha sido correlacionada una ecuación para estimar costos de equipos de extracción super-crítica de tamaño industrial y se uso para determinar los costos de manufactura (COM) de oleorresina de chile habanero. La correlación se baso en cotizaciones de celdas de extracción super-crítica de 5, 12, 50, 200 y 400 litros y toma en consideración la inflación por medio del uso de índice de la revista Estadounidense Chemical Engineering. El COM para chile habanero se baso en experimentos realizados en una celda de extracción de 0.1 litro.

Palabras clave: Predicción de costos, equipo de extracción super-crítica, costos de manufactura, oleorresina de chile habanero

# ESTUDIO DE LA FACTIBILIDAD DEL COMPUESTO ORGANOMETÁLICO (IRMOF-1), EN LA ADSORCIÓN DE UNA MEZCLA BINARIA DE COBRE Y PLOMO EN MEDIO ACUOSO.

*Carlos Vera-Pech<sup>a</sup>, Alejandro Zepeda-Pedreguera<sup>a</sup>, Susana Rincon-Arriaga<sup>b</sup>, Araceli González-Burgos<sup>a</sup>.*

<sup>a</sup>Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Ingeniería Química. Mérida, Yucatán, México.

<sup>b</sup>Instituto Tecnológico de Mérida. Mérida, Yucatán, México

## Resumen

La contaminación del agua es una preocupación mundial en donde los efluentes domésticos, industriales y agrícolas son los principales contaminantes de los mantos acuíferos. Entre los contaminantes provenientes de la industria se encuentran: compuestos minerales, orgánicos, microbiológicos y térmicos. Uno de los contaminantes más importantes generados por la industria, son los metales pesados, debido a su alta toxicidad al ser humano, no son biodegradables y suelen bioacumularse en los organismos. Entre los más peligrosos destacan el plomo, mercurio, berilio, bario, cadmio, cobre, níquel, estaño, vanadio, zinc, entre otros. El plomo es uno de los cuatro metales que tiene un mayor efecto dañino sobre la salud, y junto con el cobre (nutriente esencial en pequeñas cantidades), son tóxicos para los animales y los seres humanos. Las tecnologías tradicionales para la eliminación de metales pesados, por lo general son métodos que pueden ser extremadamente caros o ineficaces cuando los metales se disuelven en grandes volúmenes a concentraciones relativamente bajas. La adsorción es utilizada a menudo para el tratamiento de aguas residuales, debido a que es un proceso menos costoso. En el presente trabajo se efectuara el estudio cinético de remoción de plomo y cobre aplicando el compuesto organometálico IRMOF-1 por un periodo de contacto de 6 horas a 25oC. Seguidamente se determinará la máxima capacidad de adsorción de plomo y cobre en la mezcla binaria mediante el estudio de las isothermas a tres temperaturas (25, 35 y 45oC) por medio de los modelos matemáticos de Freundlich, Langmuir y B.E.T. Se espera establecer las condiciones óptimas de adsorción de cobre y plomo en una mezcla binaria usando IRMOF-1 así como la caracterización termodinámica del proceso de adsorción.

## Reconocimientos

Se le agradece a CONACYT por el apoyo económico, así como a la Facultad de Ingeniería Química por la infraestructura y apoyo para el desarrollo de este proyecto.

# DETERMINACIÓN DE LA CONSTANTE DE TIEMPO (T) Y LA GANANCIA A LAZO ABIERTO DEL SISTEMA (K) EN UN MICRO-CALORÍMETRO

*M. Medrano-Huchim<sup>a</sup>, I. Cancino-Izquierdo<sup>a</sup>, J. Castillo-Barrera<sup>a</sup>, L.E. Vilchiz-Bravo*

<sup>a</sup>Facultad de Ingeniería Química, UADY. Mérida, Mexico.

## Resumen

Un microcalorímetro es un instrumento que sirve para medir los cambios térmicos debido a los procesos químicos, físicos y biológicos en donde el prefijo “micro” no implica que este instrumento sea pequeño, sino que es capaz de medir con exactitud cantidades de calor muy pequeñas, las cuales son menores a 1 Joule.

La calorimetría es una de las herramientas más empleadas dentro de la termodinámica para realizar la caracterización de los sistemas que generan o absorben energía térmica. Debido a la diversidad de sistemas y a la manera de como se generan los efectos térmicos, se han desarrollado una diversidad de equipos calorimétricos, y es prácticamente imposible tener un único tipo de calorímetro que sea útil para caracterizar todos los sistemas; es por ello que se realizan estudios, modificando, entre otras cosas, la posición de la termopila, para verificar las pérdidas de energía que pueden existir por los diferentes procesos de transferencia de calor.

En los procesos biológicos o industriales el control de la temperatura es uno de los factores importantes para que un proceso se mantenga estable, un sistema dinámico es estable si para cualquier entrada acotada se obtiene una salida acotada, independientemente de cual fuese su estado inicial.

Una de la manera más sencilla de establecer un control es mediante la obtención de la constante de tiempo ( $\tau$ ) y la ganancia a lazo abierto del sistema (K) mediante un experimento simple de cambio escalón y a partir de ella obtener la función de transferencia que relacione cómo se comporta el sistema, a partir de estas constantes es posible aplicar diversos tipos de heurísticas para establecer controladores de tipo P, PI, PID y de esta manera controlar la temperatura del sistema<sup>2</sup>.

## Referencias

1 A. Auroux, J. Fenyvesi, G. Bellusi, and A. Gervasini. Microcalorimetric and catalytic studies of the acidic character of modified metal oxide surface.

2 S.C. Chapra and R.P. Canale. Métodos Numéricos para Ingenieros. McGraw-Hill, México, 4<sup>a</sup> edición, 2003.

# CONSTRUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN INTERCAMBIADOR DE CALOR DE TUBOS CONCÉNTRICOS (VAPOR-AGUA)

*W. Canul-Canché, L. Maldonado-Gómez, L. Flores Prén.*  
Facultad de Ingeniería Química, Mérida, Yucatán, México.

## Resumen

El proceso de intercambio de calor es de los más aplicados en la industria, tanto para el acondicionamiento de aire de locales, en la producción de potencia, recuperación de calor de desecho, así como en algunos procesamientos químicos<sup>1</sup>; por ello es importante para la formación de Ingenieros Químicos contar con un equipo que permita complementar y aplicar en la práctica los conocimientos teóricos de transferencia de calor adquiridos en el aula. Es así, que se decidió construir un intercambiador de calor de tubos concéntricos en el Laboratorio de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Yucatán (FIQ-UADY) que caliente agua mediante vapor de agua. Para la construcción se utilizó material y accesorios reciclados de otros equipos fuera de servicio; el esquema del proceso se muestra en la figura 1. Aunado a ello, es necesario definir los parámetros nominales de eficiencia y coeficiente global de transferencia de calor que caractericen el equipo y permitan operarlo adecuadamente.

Los fenómenos que acontecen en el intercambiador de calor son afectados de forma importante por el régimen de flujo del agua a calentar<sup>1</sup> y es viable una eficiencia del equipo de al menos un 90%, pues son pequeñas las pérdidas que deben tenerse hacia el entorno, en comparación con el calor aprovechado en el sistema.<sup>2</sup> Dado esto, se ha de determinar el flujo de agua que permita obtener esa eficiencia y el valor más alto del coeficiente global de transferencia de calor. Para lograrlo, se deduce primeramente un modelo matemático del proceso de intercambio de calor que ocurre en el equipo, con el fin de predecir el comportamiento del sistema (perfil de temperaturas y flujo de condensado); posteriormente, se llevan a cabo corridas experimentales en las que, al variar el flujo volumétrico de agua, se mide a distintos periodos de tiempo la temperatura del agua en el tanque, así como la masa y la temperatura del agua condensada; esto durante los 40 minutos siguientes. Con ello, se calculan y comparan entre sí, mediante balances de energía, series de valores de eficiencia y coeficiente global de transferencia de calor para encontrar los que caractericen de forma adecuada el sistema desarrollado.

## Reconocimientos

Se le agradece a la FIQ-UADY por la infraestructura y el material financiado para la realización de este proyecto.

## Referencias

1. Frank, Incropera, “Fundamentos de transferencia de calor”; Editorial Pearson, Cuarta Edición, México, 1999.
2. Bermúdez, Vicente, “Tecnología energética”; Editorial Servicio de Publicaciones, Valencia, España, 2000.

---

# EFFECTO DE UNA TURBINA EN POSICIÓN SUPERIOR EN UN SISTEMA MÚLTIPLE MIXTO.

*K. Cabrera-Pérez, E. Ku-Bonilla, Rodríguez-Martín, C. Rubio-Atoche.*  
Facultad de Ingeniería Química de la UADY, Mérida Yucatán México.

## Resumen

Los sistemas múltiples y mixtos han despertado el interés en los sistemas de proceso por presentar una facilidad para las distintas operaciones que se dan en el interior de un tanque agitado con relación a los sistemas compuestos por un solo agitador. Se ha mostrado la conveniencia de su aplicación en biorreactores. Los sistemas mixtos favorecen el mezclado incrementando los valores de los coeficientes globales de transferencia. En este trabajo se caracterizan dos sistemas de agitación utilizando un tanque de acrílico de fondo plano de diámetro  $T=0.4$  m y  $H=1.5$  m con una capacidad de 150 litros. Se estudian dos sistemas cada uno compuesto por una hélice y dos turbinas (Rushton de 6 palas o Scaba 6SRGT). En ambos sistemas las turbinas son ubicadas en la parte inferior y superior del eje y la hélice en la parte intermedia. La caracterización del sistema se realiza a través de la medición de la potencia disipada, con y sin aireación, la tasa de retención ( $\square$ ) gaseosa, el tiempo de mezclado ( $t_m$ ) y el coeficiente global de transferencia de masa ( $kLa$ ) en cada sistema. Dichas mediciones se realizan variando la velocidad de agitación (100, 200, 300, 400 y 500 rpm) y el flujo de aire (0, 5, 10, 15 y 20 L/min) introducido al tanque.

De acuerdo con lo obtenido por Nienow<sup>1</sup> (1996) a iguales valores de potencia por unidad de volumen y velocidad superficial de gas, bajo condiciones de flujo turbulento llevan al mismo valor de  $k_L$  a sin importar el tipo de impulsor. De igual forma Saito<sup>2</sup> (1992) obtuvo que para condiciones iguales de flujo de gas la turbina scaba 6SRGT mantiene su capacidad para disipar la potencia sin embargo la turbina rushton presenta una caída en la potencia disipada. Lo que concuerda con nuestros resultados ya que el número de potencia encontrado para el sistema compuesto por la turbina Rushton fue de 12.2 para la configuración estudiada. Para el sistema compuesto por la turbina 6SRGT este valor es del orden de 4.3. En presencia de gas el sistema compuesto por la turbina Rushton presentó una disminución del orden del 45% en el valor mientras que el sistema compuesto por la 6SRGT conservó su capacidad de disipar potencia y presentando solamente una reducción del 3%, valor que puede ser asociado a un error en la lectura. La tasa de retención gaseosa, en función de la potencia volumétrica disipada, fue del mismo orden para todos los sistemas. Se logró establecer una correlación para el coeficiente global de transferencia de la forma  $kLa=C (v_{sup})^a (P_g/V)^b$  que presentó una muy buena correlación con los valores obtenidos experimentalmente. De los coeficientes obtenidos se pudo observar que el sistema compuesto por la turbina 6SRGT es menos sensible a la velocidad superficial del gas que aquel compuesto por las turbinas de Rushton.

## Referencias

- 1 A.W. Nienow "Gas-Liquid mixing studies: A comparison of Rushton turbines with some modern impellers" Chemical Engineering Research and Design Vol. 74, p. 417-423, 1996
- 2 Saito, F.; Nienow, A. W.; Chatwin, S.; Moore, I. P. T. Power, gas dispersion and homogenization characteristics of Scaba SRGT and Rushton turbine impellers. Journal of Chemical Engineering of Japan. Vol. 25 (3), p. 281-287, 1992

# REACTOR TUBULAR CON MEZCLADO ESTÁTICO: UNA ALTERNATIVA PARA LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL

*A. Santamaría-Ricci, M. Rodríguez-Novelo, K. Cervera-Chim, S. Baz-Rodríguez*  
Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México.

## Resumen

En la actualidad la búsqueda de energías alternativas que reduzcan el uso de combustibles fósiles y brinden una alternativa sustentable es un asunto de interés mundial; una de las alternativas que se han propuesto es el biodiesel, cuya producción se ha asociado a los sistemas de agitación mecánica, sin embargo se han evaluado otros sistemas de producción como lo es el uso de reactores de flujo tampón cuya eficiencia puede mejorarse con el uso de elementos que generen turbulencia en el flujo, provocando mejor mezclado. Estos reactores presentan un menor consumo energético debido a que se elimina el sistema de agitación mecánico. En el presente trabajo se diseñó y construyó un reactor tubular usando materiales económicos, para la reacción de transesterificación de aceite comercial. Como elemento de mezclado estático se utilizó una lámina helicoidal hecha de aluminio como la mostrada en la figura 1. Se comparó la eficiencia sin/con mezclador estático y se observó que la conversión de la reacción aumentaba debido a la presencia de los elementos de mezclado.

## Referencias

1. D. Frascari, A. Paglianti, D. Pinelli y M. Zuccaron, *Energy and Fuels* (22) 2008 pag. 1493-pag. 1501

# CONSTRUCCIÓN DE UNA TORRE DE ENFRIAMIENTO DE AGUA DE TIRO INDUCIDO A ESCALA LABORATORIO Y DETERMINACIÓN DE SUS COEFICIENTES GLOBALES DE TRANSFERENCIA.

*O. Campos-Perez, G. Coral-Coral, A. Pacheco-Escobedo, J. Zavala-Hernández y L. Flores-Prén*

Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México.

## Resumen

En la industria como en la academia, las torres de enfriamiento de agua son la aplicación más importante de la transferencia de masa y energía ocurrida en el contacto aire-agua. Este trabajo tiene como objetivo la construcción, caracterización y determinación del coeficiente global de transferencia de calor de una torre de enfriamiento de agua empacada, a escala laboratorio, así como la elaboración de un manual de prácticas.

El principio termodinámico con el cual se rige el funcionamiento de una torre de enfriamiento de agua se basa en la reducción de la temperatura del agua por la transferencia de calor sensible y latente del agua hacia el aire. La fuerza impulsora para la evaporación es la diferencia entre la presión de vapor del agua a las condiciones reales y su presión de vapor si estuviera a la temperatura húmeda del aire; por lo que no es posible que el agua se enfríe por debajo de la temperatura húmeda del aire. La torre de enfriamiento de agua construida es de tipo tiro inducido y está rellena de empaque construido a partir de madera dura "mora", de 6 x 50 x 590 mm. La función del empaque es aumentar el área de contacto aire-agua para lograr una mejor transferencia de masa y calor. La distribución de las maderas para el empaque se organizó en forma de planchas intercaladas a fin de evitar que las gotas de agua atravesen la torre sin tocar los empaques. La altura de la torre se fijó a 1 m.

La determinación del coeficiente de transferencia se realiza por medio de experimentos a 3 diferentes flujos de agua comprendidos entre 4300 kg/h-m<sup>2</sup> y 7500 kg/h-m<sup>2</sup> y a las temperaturas del agua fijadas a 40°C y 30 °C en la alimentación a la torre. El coeficiente de transferencia se mantiene constante entre los valores fijados de estas variables a controlar debido a que este depende de la construcción de la torre y no a las condiciones de operación, el cálculo del coeficiente se realiza a partir del despeje de la ecuación de determinación de altura de una torre de enfriamiento de agua.

El manual de prácticas contendrá 4 diferentes prácticas, 2 de determinación del coeficiente de transferencia de calor del empaque a diferentes flujos y temperaturas de entrada del agua a la torre y 2 para la estimación de condiciones de salida del agua fría.

## Referencias

1. Villa, J. S. (2008), "Determinación de correlaciones para tasa global de transferencia de calor y caída de presión en un determinado relleno de torre de enfriamiento utilizando un equipo experimental", Tesis de licenciatura de Ingeniero Mecánico, F I M CP-ESPL, Guayaquil pp 33.
2. McCabe W. L., Smith C. J. y Harriott P. (1996) Operaciones unitarias en ingeniería química, Miranda C. F. 4 ed. México, McGrawHill/Interamericana de España.

# IMPLEMENTACIÓN DE UN SECADOR A PARTIR DE UN SISTEMA DE CALENTADORES DE AGUA SOLARES.

*J. Gómez-Morales, R. Pérez-Canté, J. Gerónimo-García, J. Sacramento-Rivero*  
Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán.

## Resumen

El incremento en la demanda de productos industriales aunado al crecimiento poblacional mundial y a las tecnologías de conversión energéticas actuales han desencadenado la actual crisis energética, misma, que propicia la búsqueda de nuevas tecnologías competitivas, y el uso eficiente de las tecnologías existentes<sup>1</sup>. La remoción de agua en forma de vapor desde la superficie del sólido depende de condiciones externas de temperatura, flujo y humedad del aire, mientras que el movimiento del agua a través del sólido depende de su composición física, la temperatura y su porcentaje de humedad<sup>2</sup>. La operación de secado se encuentra dentro de casi todos los sectores de la industria, desde agrícolas hasta los farmacéuticos. La energía requerida para el secado puede representar la segunda fuente de egresos de una planta a nivel industrial. Debido a esta problemática se quiere demostrar la sustentabilidad utilizando calentadores solares se alcanza la misma cantidad de calor que usando un sistema convencional. La principal justificación en su utilización es la recuperación de calor, puesto que hace utilizables flujos de calor, que de otro modo serían disipados sin aprovechamiento. Es ideal para aquellos procesos que requieren un secado lento y sensible a altas temperaturas. Se diseñó y construyó el equipo de secado a utilizar, que opera con un flujo de aire de 160 m<sup>3</sup>/hr y el agua de los calentadores solares alcanza una temperatura de 60-70°C. En esta investigación se estudiará la eficiencia en la transferencia y sustentabilidad de un secador implementado a partir de calentadores solares, mediante la obtención de parámetros como temperaturas, flujos volumétricos, coeficientes de transferencia de calor y eficiencia de transferencia de calor. La realización de la corrida experimental se hará de 7am a 6pm. Se utilizarán los calentadores solares instalados en el techo de la bodega de mantenimiento de la Facultad de Ingeniería Química. Se utilizarán medidores de temperatura de la marca KIMO® y medidores de flujo para obtener los parámetros requeridos. Para determinar la viabilidad del proceso se hará la comparación de él calor transferido y el costo del sistema con un sistema de secado convencional.

## Referencias

1. EL-SAYED, Y.M. (2003) The Thermoconomics of Energy Conversions. Hungary, Elsevier.
2. MUJUMDAR, A. (2006). Principles, Classification, and Selection of Dryers. Handbook of Industrial Drying. 4 -31 p.

---

# SÍNTESIS DE BIODIESEL BAJO CONDICIONES SUPERCRÍTICAS EN PRESENCIA Y AUSENCIA DE CATALIZADORES USANDO ACEITE DE COCINA RESIDUAL.

*C. Farfán-Ayuso, A. Canul-López, C. Chay-Solís, C. Casaos-Infante, J. Rocha-Uribe.*  
Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Yucatán.

## Resumen

La obtención de polímeros tipo caucho funcionalizados con grupo amino, es importante para la transformación de El biodiesel está ganando cada vez más importancia debido a los recursos de combustibles fósiles agotan. El proceso de obtención de biodiesel se da mediante una reacción llamada transesterificación, que convierte los ésteres de ácidos grasos de cadena larga en ésteres mono alquílicos<sup>1</sup>. Los aceites vegetales pueden ser transesterificados por calentamiento de los mismos con exceso de metanol y un reactivo ácido o básico como catalizador. Se suele utilizar un catalizador para mejorar la velocidad de reacción y su rendimiento. Además en la reacción de transesterificación, se utilizó un exceso de metanol para desplazar el equilibrio de la reacción hacia el lado derecho y producir más metil-ésteres como el producto propuesto.

En esta investigación se ha desarrollado un proceso de producción de biodiesel libre de catalizadores usando metanol en condiciones supercríticas, estas condiciones permiten un proceso simple y de alto rendimiento debido a la transesterificación simultánea de triglicéridos y metil-esterificación de ácidos grasos. Además este método no requiere la separación de fases que es necesaria usando un proceso catalítico<sup>2</sup>. Por otro lado el aceite se sometió a la reacción de transesterificación con óxido de calcio (CaO) en metanol supercrítico para obtener biodiésel. El CaO mejoró considerablemente la reacción de transesterificación. Se investigaron y compararon el contenido de catalizador, la temperatura y presión de reacción ya que son variables que afectan la conversión de la reacción de transesterificación. Por último en este trabajo se muestra una comparación de los porcentajes de conversión obtenidos a partir de diferentes tipos de transesterificación. Usando óxido de calcio y metanol a condiciones supercríticas bajo un tiempo de residencia de 10 minutos se obtuvo una conversión de 84.5-92.8% dependiendo de las condiciones de presión y temperatura, mientras que en la transesterificación tradicional realizada con KOH las conversiones son de 62.5-88.7% manejando tiempos de residencia de 40-70 minutos<sup>3</sup>, finalmente la reacción supercrítica libre de catalizadores permite una conversión de 80-95% usando tiempos de residencia 3-4 minutos.

## Referencias

1. L.C. Meher, D. Vidya Sagar, S.N. Naik. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2006, (Volumen 10), págs. 248-268.
2. S. Eun-Seok, L. Jung-Won, L. Hong-Shik, L. Youn-Woo. *The Journal of Supercritical Fluids*, 2007 (Volumen 44), págs. 356-363.
3. A.N. Phan, T.M. Phan. *Fuel*, 2008, (Volumen 87), páginas 3490–3496.

# DISEÑO CONCEPTUAL DE UNA BIORREFINERÍA DE PLATAFORMA TERMOQUÍMICA Y BIOQUÍMICA PARA EL APROVECHAMIENTO INTEGRAL DE JATROPHA CURCAS.

*K. Chikani Cabrera, D. Perera Solís, J. E. Ruiz Espinoza, A. Zitalpopoca Soriano,  
J. C. Sacramento Rivero*

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán México.

## Resumen

En la actualidad los procesos para la producción de biocombustibles han sido muy estudiados debido a la emergente necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y preservar el medio ambiente<sup>1</sup>. La *Jatropha Curcas* al ser una planta no apta para el consumo humano, es una opción por demás interesante para utilizarla como fuente de biocombustible<sup>2</sup>. La *Jatropha Curcas* ha sido controversial, pues se ha demostrado que un esquema de biorrefinería que produzca únicamente biodiesel no es rentable. Es debido a esto que es necesario generar diferentes productos en la biorrefinería además del biodiesel que pudieran mejorar la rentabilidad del proceso<sup>3</sup>. Los desechos generados durante la producción del biodiesel a partir de *Jatropha Curcas* pueden dar como resultado productos de valor agregado si son sometidos a rutas de conversión termoquímica o bioquímica para su correcto aprovechamiento. Esto genera automáticamente un mayor margen de utilidad al proceso productivo. El objetivo general del proyecto es realizar un diseño conceptual de una biorrefinería termoquímica y biológica para el aprovechamiento integral de *Jatropha Curcas*, utilizando software especializado como Microsoft office Excel 2007, Microsoft Visio 2007 y el simulador Aspen Plus así como información de la literatura comparando las variables críticas de la plataforma que genere un mayor margen de utilidad al proceso de producción y sea sustentable.

## Reconocimientos

A la empresa Agroindustria Alternativa del Sureste, Grupo LODEMO por su importante ayuda durante el proceso de investigación, así como también a la FIQ-UADY por la infraestructura y el apoyo para la realización de este proyecto.

## Referencias

1. E. V., Putten, *The Jatropha Handbook* 2010
2. Chandra, V. P. y otros, 2012. *Jatropha Curcas: A potencial biofuel plant for sustainable environmental development*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volumen 16, pp. 2870-2883.
3. K. J. Hennenberg, C. D. S. H. J. H., 2010. *The Power of Bioenergy-Related Standards to Project Biodiversity*. *Conservation Biology*, 4(2), pp. 412-423.

# PROCESO DE SEPARACIÓN DE ACEITES DE SEMILLAS DE CHÍA PRODUCIDOS POR MEDIO DE EXTRACCIÓN CON CO<sub>2</sub> SUPERCRÍTICO.

*C. Farfán-Ayuso, J. A. Rocha-Uribe.*

Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Yucatán.

## Resumen

La Chía (*Salvia Hispanica*, L.) es un cultivo que se utilizó como alimento, medicina y pinturas de los indios aztecas en México antes de 1492, y ahora tiene un futuro promisorio en varios países. Sus semillas poseen un alto valor nutricional ya que contienen los ácidos grasos poli-insaturados (PUFAs): ácido linolénico omega-3 (54-67%), y ácido linoleico omega-6 (20-21%). Estos PUFAs tienen alta demanda internacional en el sector de la salud.<sup>1</sup>

En esta investigación se realiza una simulación con Aspen Plus, en la cual el aceite de las semillas obtenido mediante la extracción con CO<sub>2</sub> súper-crítico se trata de fraccionar con una serie de separadores operados a presión y temperatura controladas. En estos separadores se van eliminando los compuestos no deseados presentes después de la extracción (CO<sub>2</sub>, ácido palmítico, ácido esteárico, y el omega 9).

El objetivo de la separación es la concentración de los omegas 3 y 6 a partir de la semilla de chía, además de comparar diferentes solubilidades<sup>2</sup>.

Los resultados nos permitirán elegir el proceso que nos hagan obtener las presiones y temperaturas que nos resulten en mayor cantidad de omega-3 con los menores consumos energéticos.

## Referencias

1. J.A. Rocha-Uribe, J.I. Novelo-Pereza, H. Castillo-Kauil, G. Rosado-Rubio, C. Guillermo-Alcocer. *The Journal of Supercritical Fluids*, 2011, (Volumen 56), págs. 274-278.
2. M. Ash, I. Ash. *Handbook of Green Chemicals*, 2004, page. 2006.

# TRANSFERENCIA GAS-LÍQUIDO DE DIÓXIDO DE CARBONO EN UN BIOREACTOR TIPO AIRLIFT RECTANGULAR CON MEDIOS ACUOSOS

R. Rivas-Interián, R. Dávalos-Rivera, D. Guillén-Duarte, S. Baz-Rodríguez

Facultad de Ingeniería Química. Universidad Autónoma de Yucatán.

## Resumen

Los oxazoles son compuestos que presentan una gran variedad de bioactividades<sup>1</sup> y pueden ser sintetizados por varios. La transferencia de masa interfásica influye en el diseño de bioreactores, especialmente cuando los microorganismos que ahí se desarrollan requieren de un nutriente que se encuentra en una fase diferente a la del medio de cultivo. Tal es el caso de las microalgas, las cuales requieren del suministro de oxígeno o compuestos carbonatados, como el CO<sub>2</sub>, para producir metabolitos de interés vía fotosíntesis.

Los cálculos de la velocidad de transferencia permiten que pueda suministrarse CO<sub>2</sub> al medio de cultivo en la cantidad requerida y ajustando los parámetros de flujo. Los resultados pueden también ser extrapolados para dimensionar columnas de mayor tamaño, aprovechando emisiones industriales de CO<sub>2</sub>.

El marco teórico de este proyecto se sustenta en el modelo de la “doble capa” que explica la transferencia interfásica de masa entre dos fases fluidas. Para gases como el CO<sub>2</sub>, este modelo se ha simplificado al considerar la baja solubilidad del gas en el líquido permitiendo despreciar la resistencia del lado del gas, como se puede deducir a partir del valor de su constante en la ley de Henry<sup>1</sup>.

Se demostrará que la velocidad de transferencia de CO<sub>2</sub> a un medio acuoso es afectada por la presencia de solutos en el medio, la composición de la mezcla CO<sub>2</sub>-aire y la velocidad superficial de ésta. Para ello se recurrirá a la determinación del coeficiente volumétrico de transferencia en fase líquida (kLa) mediante mediciones dinámicas de concentraciones de CO<sub>2</sub> disuelto, O<sub>2</sub> disuelto y pH. Para dos diferentes medios, agua desionizada y un medio de cultivo, se evaluarán cuatro diferentes mezclas de CO<sub>2</sub>-aire, y en cada mezcla se probarán cuatro velocidades superficiales del gas de tal forma que el sistema permanezca en régimen laminar. Cada experimento será precedido por una desgasificación por burbujeo de nitrógeno. Se obtendrá el kLa del CO<sub>2</sub> ajustando los datos experimentales a un modelo matemático<sup>2</sup> y correlacionando el kLa del O<sub>2</sub> con el del CO<sub>2</sub>. Para ello se utilizarán sensores de oxígeno y dióxido de carbono disueltos, y de pH<sup>3</sup>.

## Reconocimientos

Se le agradece a la Facultad de Ingeniería Química (UADY) por la infraestructura y por todo el apoyo otorgado para la realización de este proyecto.

## Referencias

1. F. García-Ochoa, E. Gomez, *Biotechnol. Adv.* 2009 (27) 153-176.
2. R. Babcock, J. Malda, *J. Appl. Phycol.* 2002 (14) 169-184.
3. G.A. Hill, *Ind. Eng. Chem. Res.* 2006 (45) 5796-5800.

# CARACTERIZACIÓN FITOQUÍMICA DE EXTRACTO DE CAESALPINIA GAUMERI GREENM

*T. Ramos Sosa(a), J. Tec Pool(a), N. Estrella Gómez(a)*  
Facultad de Ingeniería Química-UADY, Mérida, Yucatán México.

## Resumen

Se estudió el efecto de la influencia de los iones  $Fe^{+3}$  la concentración inicial de acetaminofén sobre la velocidad de El uso de árboles y plantas medicinales ha jugado un papel muy importante en la vida de la gente de diversas comunidades, ya que al carecer de servicio médico utilizan estos recursos como única fuente para tratar diversas enfermedades. Existen diversas plantas que se utilizan para tratar enfermedades comunes, como son; dolores estomacales, diarreas, fiebre, malos olores entre otras<sup>1</sup>. En Yucatán se encuentra una gran variedad de plantas las cuales suelen tener muchos usos, entre ellas se encuentra el árbol de Kitinche (*Caesalpinia gaumeri* Greenm), él cual es característico de la selva baja caducifolia de la península de Yucatán, este árbol llega a crecer hasta 10 mts de altura, tiene copa irregular, corteza escamosa, madera de color crema-amarillenta, hojas compuestas imparipinnadas<sup>2</sup>. Debido a la importancia que representa el conocer el uso potencial de esta planta, en el presente trabajo se pretende, extraer los aceites esenciales de dicha planta y caracterizarlos fisicoquímicamente, así de esta manera conocer los componentes que actúan y de esta manera proponer su uso potencial en biotecnología<sup>2</sup>.

## Reconocimientos

Se le agradece al laboratorio de Química General de la FIQ-UADY por la infraestructura y por todo el apoyo otorgado para la realización de este proyecto.

## Referencias

1. B. De la Cruz Beranza. (2005). Caracterización de cinco extractos de plantas medicinales nativos de Guatemala
2. Varguez, C. (2007). Secretaria de desarrollo urbano y medio ambiente. Recuperado el 02 de abril de 2014, de <http://www.seduma.yucatan.gob.mx/fl>

# EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD DEL USO DE MÉTODOS GRAVIMÉTRICOS PARA LA CUANTIFICACIÓN DE HIDROCARBUROS TOTALES EN SUELOS CONTAMINADOS.

*D. Cabañas-Vargas, L. Guin-Aguillón, E. Toy-Ramírez*

Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Ingeniería Química, Mérida, Yucatán, México.

## Resumen

En México existe un gran número de sitios contaminados con hidrocarburos del petróleo. Esto ha generado, en los últimos años, interés de las instituciones gubernamentales y privadas por la legislación y remediación de estos sitios. La determinación de suelos contaminados por hidrocarburos es uno de los análisis más frecuentes en el estudio de sitios contaminados y también uno de los menos estandarizados.

El presente trabajo propone analizar muestras de suelo contaminado, utilizando técnicas de extracción de hidrocarburo diferentes, y cómo herramienta de cuantificación el método gravimétrico y comparar los resultados obtenidos con resultados de las mismas muestras de suelo pero analizados por el método establecido por norma.

La técnica de gravimetría mide el peso de los contaminantes totales extraídos con un solvente por medio de una balanza analítica. Ofrece una cuantificación gruesa que no requiere equipo sofisticado, es un procedimiento sencillo, barato y rápido. El método se basa en la cuantificación de los hidrocarburos que son extraídos dentro de un solvente adecuado. El solvente es evaporado y el extracto orgánico obtenido es pesado. Esta técnica para la extracción (agitación-centrifugación) de los hidrocarburos del petróleo del suelo se basa en los métodos 3500B y 3540C1, con algunas modificaciones en cuanto a la velocidad de agitación y volúmenes de solvente por utilizar.

El objetivo principal de este proyecto es evaluar la eficacia del uso de técnicas gravimétricas como una alternativa en la medición del contenido de Hidrocarburos Totales del Petróleo durante un proceso de biorremediación de suelos contaminados.

## Reconocimientos

Se le agradece a la FIQ-UADY por la infraestructura y por todo el apoyo otorgado para la realización de este proyecto.

## Referencias

1. US EPA (1996). Office of Solid waste and Emergency Response, Washington, DC., Publication 9355.4-23

# DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE ANTIBIÓTICOS EN TINTURAS DE PROPÓLEOS

V. Solís-Uicab<sup>a</sup>, D. Muñoz-Rodríguez<sup>a</sup>, J. Barrón-Zambrano<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Ingeniería Química, Mérida, Yucatán, México.

## Resumen

La apicultura<sup>1</sup> en México es una actividad que representa un papel fundamental dentro del sector agropecuario del país, tanto por la generación de importantes volúmenes de empleo, como por constituirse en la tercera fuente captadora de divisas. Los propóleos son un producto obtenido a partir de sustancias resinosas, gomosas y balsámicas, recogidas por las abejas de las yemas, flores y exudados de plantas<sup>2</sup>. La composición química de los propóleos varía de acuerdo con la región geográfica y climática, pero sobre todo con la fuente vegetal. Disolviéndolo en alcohol se produce una tintura con excelentes propiedades medicinales, que se usa como: cicatrizante antiparasitaria, regeneradora de tejidos, antiinflamatoria, anestésico, antipsoriásico y analgésico. Los productos apícolas, como la tintura de propóleos, tienen el perfil de ser naturales, sanos y limpios de contaminantes. Sin embargo, por el uso inadecuado de medicamentos como los antibióticos, utilizados para controlar algunas enfermedades de las abejas, es posible que se contaminen dando lugar a problemas de calidad que limitan su comercialización internacional, ya que en la mayoría de los países está prohibido el uso de estas sustancias<sup>3</sup>. La determinación de antibióticos es de suma importancia debido a su acumulativa toxicidad, efectos biológicos adversos o reacción alérgica<sup>4</sup>. Además, varios de estos medicamentos, una vez que se aplican y pasan a la miel y a otros productos de la colmena, con el transcurso del tiempo disminuyen su concentración, por lo que su determinación es complicada, pues se requieren métodos analíticos bastantes sensibles para poder detectarlos. Por lo que el objetivo de este trabajo, es desarrollar una metodología analítica para la determinación y cuantificación de antibióticos en tinturas de propóleos por HPLC, mediante la técnica microextracción líquido – líquido dispersiva (MDLL)<sup>5</sup>, con la cual se espera obtener porcentajes de recuperación > 90%.

## Reconocimientos

Se le agradece a la FIQ-UADY por la infraestructura y por todo el apoyo otorgado para la realización de este proyecto.

A CONACYT por su apoyo en el proyecto Ciencia Básica 167800.

Al pasante Robert Sosa por su apoyo en el laboratorio.

## Referencias

1. ASERCA (2010). Situación actual y perspectiva en México. Claridades agropecuarias, No. 199, pág. 3-33.
2. Y. Moguel, J. Vivas, A. Martínez, M. López, L. Mex y K. Alcalá (2010). Tecnologías para obtener productos de la colmena. Yucatán, INIFAP, pág. 63-68. C.
3. L. Medina y W. May (2005). Enfermedades de las abejas. UADY, Yucatán, pág. 16-19.
4. F. Ordonez (2005). Métodos de purificación del propóleos para su posterior aplicación en sanidad Facultad politécnica de Chimborazo. Tesis de grado, pág. 20.
5. C. Bosch y F. Sánchez (2009). Separation and preconcentration by dispersive liquid-liquid microextraction procedure: a review. Analytical Chemistry, No. 69 pág. 1149-1159.

# ESTUDIO POR HPLC DE LA EFICIENCIA DE MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE ÉSTERES DE FORBOL EN SEMILLAS DE *JATROPHA CURCAS*

*L. Canché-Can, G. Rosado-Rubio, P. Acereto-Escoffie*  
Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Ingeniería Química, Mérida, Yucatán.

## Resumen

El aceite extraído de las semillas de *Jatropha curcas* se emplea para la producción de biodiesel, la pasta de semillas desengrasadas es un residuo que contiene un alto porcentaje de proteínas (entre 50 – 64 %) por lo que es susceptible de ser empleada en alimentación animal<sup>4</sup>. La utilización de este subproducto está limitada debido a la presencia de factores antinutricionales y tóxicos como saponinas, fitatos, glucósidos cianogénicos y ésteres de forbol, este último es co-carcinógeno y es considerado el principal agente tóxico reportándose casos de intoxicación en ratas, rumiantes y humanos provocando vómitos, diarrea, deshidratación e inclusive la muerte<sup>2,3</sup>. Con relación al contenido de los ésteres de forbol, las semillas de *Jatropha curcas* se han clasificado como tóxicas o no tóxicas, esta última con ésteres de forbol menor o igual a 0.11 mg/g. En Yucatán se ha registrado la presencia de *Jatropha curcas* pero no se han publicado datos referentes a la toxicidad de la harina de semillas desengrasadas provenientes de plantas cultivadas en el estado<sup>1</sup>.

Para determinar el contenido de los ésteres de forbol se requiere seleccionar un método de extracción que permita la mayor recuperación de estos agentes tóxicos, por ello se propone evaluar tres métodos (por soxhlet, vórtex y por sonicación) para elegir la metodología adecuada para este fin. La cuantificación será realizada por cromatografía de líquidos de alta resolución seleccionando las condiciones cromatográficas que permitan la separación de los picos de los ésteres de forbol. Este estudio permitirá obtener información referente a la toxicidad (de acuerdo al contenido de ésteres de forbol) de la harina de semillas desengrasadas de *Jatropha curcas* provenientes del estado de Yucatán.

## Reconocimientos

Se le agradece a la Universidad Autónoma de Yucatán, específicamente a la Facultad de Ingeniería Química por la infraestructura y por todo el apoyo otorgado para la realización de este proyecto.

## Referencias

1. H. Makkar, K. Becker, F. Sporer, M. Wink, *J. Agric. Food Chem.* 1997 (Vol. 45) 3152-3157.
2. J. Martínez, P. Siddhuraju, G. Francis, G. Dávila, K. Becker, *Food Chem* 2006 (Vol. 96) 80-89.
3. M. Insanu, C. Dimaki, R. Wilkins, J. Brooker, P. Linde, O. Kayser, *Phytochem. Rev.* 2013 (Vol. 12) 107-119.
4. S. Chikpah, B. Demuyakor, *Sci. J. Agr.* 2013 (Vol. 2) 36-46.

# EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE TRES PROCESOS DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE JATROPHA CURCAS.

*A. Ruíz Cruz, R. Zaldívar Rojas, C. Rubio Atoche, J. Sacramento Rivero*  
Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México

## Resumen

La mayor parte de los aceites vegetales se usan para alimentar el ganado. El aceite vegetal más usado para consumo humano es el de girasol. El aceite de palma, que es sólido a temperatura ambiente, se usa especialmente para jabones y cosméticos. Es por ello que se prefiere que sean aceites no comestibles, para evitar competencias y una crisis mundial alimentaria.

Las semillas de *Jatropha curcas* cumplen con muchas cualidades que se buscan en un aceite vegetal: su alto contenido de aceite, su gran valor agregado en ácidos grasos y los usos medicinales que han sido usados tradicionalmente. La combinación de los dos procesos de extracción (mecánica y por solventes) son frecuentemente utilizados en las fábricas de aceites para obtener mayores rendimientos. Es por ello que se propone el estudio en la combinación de estos procesos para la extracción de aceite de semillas de *Jatropha curcas*.

Se extrajeron lotes de semillas de *Jatropha curcas* plantados en el municipio de Tizimín, Yucatán. Como métodos de extracción se utilizaron extracción sólido-líquido (hexano), prensado en frío y la combinación de ambas.

De acuerdo a los resultados, el método por prensado presenta ciertas ventajas ya que no usa solventes tóxicos que causen daños al ambiente, así como, ser un método de extracción rentable. Sin embargo el método por extracción por solvente tiene altos rendimientos, aunque es costoso y tiene un concepto dañino. Se reportan los promedios de porcentaje de aceite obtenido mediante los tres métodos de extracción que son para P= 23.5%, H= 56% y PH=37%.

## Reconocimientos

Se le agradece a la FIQ-UADY por la infraestructura y por todo el apoyo otorgado para la realización de este proyecto, a los encargados del Laboratorio de Ciencias de Alimentos, Laboratorio de Tecnología de Alimentos, a Ricardo May Abán, a Lauren Alejandrina Manzanero Hoyos, a Pablo Góngora Gómez, al M en C. Gilberto Canto Burgos y al Proyecto CONAYCT 163502.

## Referencias

1. M. Rodríguez, J. Sandoval, 2010 J. Mex. Chem. Soc., 52(2), pág. 88-91.
2. A. Joshi, P. Singhal, Int. J. App. Bio Pharm. Techn. 2011 (2) pág. 123-127.

# DETERMINACIÓN DE ISOTERMAS DE ADSORCIÓN DE FENANTRENO EN LODOS PROVENIENTES DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

*L. M. Vega-Méndez, C. M. Pacheco-Gómez, J. Terrazas-González, A. Novelo-Pérez,  
A. Espinoza, C. Ponce Caballero*

Facultad de Ingeniería Química, UADY, Mérida, Yucatán, México.

## Resumen

Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) constituyen una clase de químicos orgánicos tóxicos y peligrosos con una alta persistencia en los ecosistemas. El fenantreno está clasificado entre los 16 HAPs contaminantes prioritarios y es frecuentemente usado como modelo para el estudio del comportamiento éstos en ambientes acuáticos<sup>1</sup>. El fenantreno se ha encontrado frecuentemente en el agua residual de la ciudad de Mérida, Yucatan<sup>2</sup>, por su naturaleza lipofílica e hidrofóbica entra a los sistemas de tratamiento de aguas residuales y se asocia a la materia orgánica particulada. El comprender el comportamiento de los HAPs en estos sistemas permitirá poder desarrollar métodos de tratamiento más eficientes para la eliminación de los mismos disminuyendo de esta manera los efectos negativos que causan al medio ambiente y la salud. El objetivo de este estudio fue estudiar la capacidad de adsorción de fenantreno en los lodos de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) modelando los resultados con las isotermas de Freundlich y Langmuir. El estudio se realizó contaminando muestras con fenantreno a diferentes concentraciones y realizando extracciones líquido-líquido asistidas por ultrasonido cuantificando las muestras por CG-masas. La concentración máxima de equilibrio fue de  $q_{max}=120.01$  mg Phe/kg Lodo (Figura 1), concentración mayor a la encontrada en las PTARs de la ciudad de Mérida, Yucatán. La concentración máxima de equilibrio resulta en una caracterización del sistema estudiado y pueden ser utilizadas en el diseño de adsorbedores para la remoción de HAP's así como para proponer el diseño de sistemas más efectivos en la remoción HAP's.

## Reconocimientos

Al laboratorio de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la UADY por el préstamo de sus instalaciones.

## Referencias

1. S.M. Yakout, A. A. M. Daifullah & S.A. El-Reefy, Adsorption Science & Technology 2013 pag. 293-302.
2. Cecilia Morales Juárez, María del Carmen Ponce Caballero, David Muñoz Rodríguez, AIDIS, AMICA 2013

---

# DISEÑO DE UN CATALIZADOR BIFUNCIONAL DE PLATINO-IRIDIO PARA CELDAS DE TIPO URFC

*E. Uicab-Campos<sup>a</sup>, D. Pacheco-Catalán<sup>b</sup>, E. Escobedo-Hernández<sup>b</sup>.*

<sup>a</sup>Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Ingeniería Química

<sup>b</sup>Centro de Investigación Científica de Yucatán, Mérida, Yucatán México.

## Resumen

Una Celda de Combustible Regenerativa Unitaria o URFC por sus siglas en inglés (Unitized Regenerative Fuel Cell), es un dispositivo que por su configuración puede actuar tanto como una celda de combustible y un electrolizador de agua, produciendo hidrógeno y oxígeno por medio de la electrólisis y generando una corriente eléctrica aprovechable.

La búsqueda de mejoras continuas hacia las celdas de combustible ha originado que su desarrollo se enfoque en la elección de los catalizadores. En las URFC, la selección del Pt como electrocatalizador es sencilla, ya que es un excelente catalizador para la asociación y disociación del hidrogeno, por lo que el platino soportado sobre carbón vulcan (Pt/C) se utiliza comúnmente en el ánodo y el cátodo1. Sin embargo, en modo electrolizador en la sección del cátodo ocurren reacciones de oxidación al aplicar voltajes, limitando el uso del carbón como soporte ya que éste comienza a degradarse2 y como resultado el desempeño de la celda va disminuyendo significativamente con cada ciclo de operación.

Así, además de contar con un catalizador activo de alta área para la reacción de evolución del oxígeno (modo electrolizador), es necesario diseñar un electrodo que consiga una alta concentración de gas reactante en la interfase triple: catalizador/electrolito/gas en modo celda de combustible. Por lo que un catalizador bifuncional altamente efectivo para el lado del oxígeno puede desarrollarse con una combinación de platino y derivados de iridio3, 4 y un catalizador basado en Negro de Pt para el lado del ánodo

## Reconocimientos

Se agradece al Centro de Investigación Científica de Yucatán por el préstamo de los materiales y equipos, así como a la Dra. Daniella Pacheco y al M.C. Enrique Escobedo por todo el apoyo otorgado para la realización de este proyecto.

## Referencias

1. N. Alonso-Vante, *Electroquímica y Electrocatalisis* 2004. Vol 1b., pag. 64-74.
2. Y. Zhang, Jiujun (Ed.). Springer 2008. *PEM Fuel Cell Electrocatalysts and Catalyst Layer: Fundamentals and Applications*.
3. J., Humphreys, D., & Guo, S., *J.F.C.S.* 2009. Design and testing of a unitized regenerative fuel cell.
4. S. Yim, G. Park, Y. Sohn, et. al., *J.H.E.I.* 2005. Optimization of PtIr electrocatalyst for PEM URFC.
5. Adams, R., Voorhees, et. Al., *Org. Synth.* 1928. Platinum catalyst for reductions, pag. 8, 92.

## EL GHG PROTOCOL

*J. Arjona-D'alva, M. I. Cahuich-Che, C. G. Chan-Rosado, R. E. Couoh-Poot,  
A. L. Pech-Gómez, I. A. Sabido-Polanco, I. A. C. Trejo-Ojeda*  
Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.

### Resumen

La norma “GHG Protocol” referenciada en el documento1 constituye uno de los documentos de referencia más importantes hoy en día en lo que respecta a huella de carbono. En este documento se proporciona información relativa a esta norma.

Una de las principales contribuciones a la literatura existente de este documento es que es uno de los primeros trabajos relacionados con esta norma en idioma Español.

### Referencias

1. World Business Council for Sustainable Development, World Resources Institute, The Greenhouse Gas Protocol 2002, pag. 1-111.

## EL PAS 2050

*E. R. Aguilar-Valdez, E. Alvarado-Daguer, E. R. Arguez González, P. González-García,  
J. Leandro-Vallado, F. A. Medina-Solis, T. F. Mezo-Uc, E. Magaña-Ake*  
Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México.

### Resumen

La norma “PAS 2050” referenciada en el documento<sup>1</sup> es, en conjunto con el GHG Procol<sup>2</sup> y ciertas normas ISO, el fundamento para el cálculo de la huella de carbono. En este documento se proporciona información relativa a esta norma, concluyéndose los puntos más significativos para el cálculo de de GEI (Gases de Efecto Invernadero) emitidos a la atmósfera.

### Referencias

1. The British Standards Institution, PAS 2050-Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services, 2011, pág. 5-77.
2. World Business Council for Sustainable Development, World Resources Institute, The Greenhouse Gas Protocol 2002, pág. 1-111.

# LA IMPORTANCIA DE LA HUELLA DE CARBONO EN LA GESTIÓN LOGÍSTICA

*V. A. Basulto-Sosa, D. A. Flores-Canto, G. Jinez-Ortiz, D. A. Laines Aldana,  
D. F. Pereira-Campos, R. Ruiz-Calam*  
Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México.

## Resumen

En este trabajo se muestra la importancia de la gestión logística en lo relativo a las emisiones de GEI (Gases de Efecto Invernadero) a la atmósfera y, por ende, a la huella de carbono.

Para mostrar cómo afecta la logística a las emisiones de Dióxido de Carbono de una organización es que ésta se ha desagregado en sus diferentes áreas, considerándose literatura especializada. Así mismo, se ha consultado literatura especializada tal como la detallada en 1 y 2 para alinear las actividades logísticas a las emisiones de GEI.

## Referencias

1. World Business Council for Sustainable Development, World Resources Institute, The Greenhouse Gas Protocol 2002, pág. 1-111.
2. The British Standards Institution, PAS 2050-Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services, 2011, pág. 5-77.

## LAS NORMAS MEDIO AMBIENTALES ISO 14064-14069

*I. Y. Barrera-Canche, D. J. Buenfil-Saenz, J. A. Castillo-Martínez, A. A. Cetina-Bautista,  
Y. F. Chuc-Sánchez, C. F. Pech-Poot, J. A. Uscanga-Campos*  
Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México.

### Resumen

En este trabajo se detallan las normas ISO 14064-14069. Dichas normas forman parte de la literatura obligada no solo para cuantificar sino para reducir y comunicar las emisiones de GEI (Gases de Efecto Invernadero) a la atmósfera. En los diferentes apartados de este trabajo se muestran las características de cada una de las ya mencionadas normas, proponiéndose cuándo deben ser utilizadas cada una de ellas. Para la elaboración de este documento se consultó diversa literatura especializada como la detallada en los documentos 1-3.

### Referencias

1. The British Standards Institution. Huella de Carbono de Productos ISO 14067. Recuperado el 25 de Abril de 2014 de BSI Group: <http://www.bsigroup.es/certificacion-y-auditoria/Sistemas-de-gestion/estandares-esquemas/Huella-de-Carbono-de-Productos-ISO-14067/>
2. Carbon Action. What is ISO 14064? Recuperado el 25 de Abril de 2014 de Carbon Action: <http://www.carbonaction.co.uk/carbon-action-climate-change/what-is-iso-14064/>
3. ComunicaRSE. ISO publica una norma para validar mediciones de carbono. Recuperado el 25 de Abril de 2014 de ComunicaRSE: <http://comunicarseweb.com.ar/?page=ampliada&id=4137>

## DIFERENCIAS ENTRE LA PAS 2050 Y LA PAS 2060

*R. A. Canto-Cruz, P. Hernández-Alpuin, C. G. Huchin-Albornoz, I. G. López Padilla,  
K. Moosa Hassankhani-Fuentes, B. Sánchez-Hernández*  
Facultad de Ingeniería Química, Mérida, Yucatán, México

### Resumen

Las normas PAS 20501 y PAS 20602, ambas relacionadas con la huella de carbono, tienden a ser confundidas y entendidas como equivalentes, esto constituye un pobre juicio respectivo a tales documentos pues si bien ambas normas son complementarias, no son equivalentes. El motivo de lo anterior es que éstas se enfocan en diferentes aspectos de la huella de carbono.

En este trabajo se detallan tales diferencias y se concluyen cuándo deben ser usados cada uno de estos documentos.

### Referencias

1. The British Standards Institution, PAS 2050-Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services, 2011, pág. 5-77.
2. The British Standards Institution. Huella de Carbono de Productos ISO 14067. Recuperado el 25 de Abril de 2014 de BSI Group: <http://www.bsigroup.es/certificacion-y-auditoria/Sistemas-de-gestion/estandares-esquemas/Huella-de-Carbono-de-Productos-ISO-14067/>

## LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO

*N. M. Abimerhi-Santos, J. Alcocer-Valle, O. J. Dzul-Sima, L. E. Gutiérrez-Ortiz,  
J. A. Moguel-Rivero, Y. E. Perera-Che, L. E. Sánchez-Padilla*  
Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México.

### Resumen

En este trabajo se detallan cuáles son los principales Gases de Efecto Invernadero (GEI) de acuerdo con documentos tales como las normas PAS 20501. Más aún, se proporcionan las principales características de cada uno de ellos, tales como su potencial de calentamiento global.

La principal aportación de este artículo consiste en la conclusión de que en función de cada GEL unas medidas u otras deben ser tomadas.

### Referencias

1. The British Standards Institution, PAS 2050-Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services, 2011, pág. 5-77.

# ELECTRODEPÓSITO Y CARACTERIZACIÓN DE RECUBRIMIENTOS SELECTIVOS COMO ABSORBEDORES SOLARES A BASE DE NÍQUEL.

*M. A. Estrella-Gutiérrez, F. I. Lizama-Tzec, Oscar Arés, G. Oskam*

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Mérida. Departamento de Física Aplicada. Mérida, Yucatán México.

## Resumen

El uso de recubrimientos selectivos se ha establecido ampliamente como una práctica industrial para mejorar la eficiencia de los colectores solares, los cuales se utilizan para absorber energía solar y convertirla en energía térmica. Estos recubrimientos selectivos solares se preparan principalmente mediante conversión química y sputtering, sin embargo, la técnica más sencilla para la obtención de un recubrimiento selectivo absorbente con buenas propiedades ópticas es el electrodeposición. Para aplicaciones prácticas, un recubrimiento absorbente solar debe ser fácilmente aplicable, de bajo costo y síntesis rápida<sup>2,3</sup>. Los recubrimientos formados a partir de metales, como el níquel, cromo y cobalto, han demostrado ser eficientes para formar superficies colectoras de energía solar<sup>4</sup>. El llamado níquel negro se utiliza comúnmente como recubrimiento selectivo solar en sistemas de colectores solares para la conversión eficiente de la energía solar en energía térmica. Estos recubrimientos se caracterizan por una elevada absorción solar y baja emisividad térmica. Para este trabajo, se electrodepositaron recubrimientos de níquel brillante y níquel negro sobre sustratos de cobre y aluminio con una superficie de 16 cm<sup>2</sup> utilizando acero inoxidable como contraelectrodo y un electrodo de referencia de Ag/AgCl. Los experimentos se realizaron a temperatura ambiente usando electrolitos de sales de sulfato de níquel y cloruro de níquel. Para la caracterización de los recubrimientos, se utilizaron varias técnicas, como la microscopía electrónica de barrido (SEM), difracción de rayos X (DRX) y espectroscopia de fotoelectrones de rayos X (XPS). Las propiedades ópticas de los recubrimientos se midieron por espectroscopia de reflectancia.

## Referencias

1. K. N. Srinivasan, N. V. Shanmugam, M. Selvam, S. John, B. A. Sheno, Energy Conversion Management, 24 (1984) 255.
2. S. K. Sharma, N.C.Mehra, Thin solid films, 213 (1992) 80.
3. M. Koltun, G. Gukhman, A. Gavrilina, Solar Energy Materials and Solar Cells, 33 (1994) 41.
4. M.A.M. Ibrahim, Journal of Applied Electrochemistry, 36 (2006) 295.

# SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO POLIMÉRICO PARA SU APLICACIÓN POTENCIAL EN LA EXTRACCIÓN POR SORCIÓN EN BARRA.

*M.Burgos-Tan, C. Carrera-Figueiras, Y. Pérez-Padilla, D. Muñoz-Rodríguez*  
Facultad de Ingeniería Química, UADY, Mérida, Yucatán México.

## Resumen

Debido al limitado número de recubrimientos poliméricos comerciales existentes para su aplicación en extracción por absorción en barra (SBSE) y a las dificultades a las que aún se enfrentan frente a la extracción de diversos analitos, es importante el desarrollo de nuevos recubrimientos que permitan la recuperación de un mayor número de compuestos.

En este trabajo se sintetizó un material híbrido orgánico-inorgánico a partir de polidimetilsiloxano con hidroxilos terminales (PDMS-OH) y cianopropiltrietoxisilano (CNPrTEOS) empleando la técnica de sol-gel. El material fue caracterizado de manera superficial mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) y espectroscopía de infrarrojo por transformada de Fourier en modo reflectancia (FTIR-ATR); también se determinó la estabilidad térmica mediante análisis termogravimétrico (TGA), y química frente a distintas condiciones de pH (ácidas y básicas).

El análisis morfológico mostró un recubrimiento homogéneo, sin poros y libre de fracturas. Como se aprecia en la figura 1, mediante IR se identificó la banda característica del grupo ciano ( $C\equiv N$ ) provista por el CNPrTEOS, así como los enlaces propios de los siloxanos.<sup>2</sup> El análisis termogravimétrico reveló que el material desarrollado es estable hasta los 400°C. En la prueba de resistencia a diversas condiciones de pH, no se presentaron cambios de masa significativos, lo que sugiere que el material híbrido sintetizado es estable a las diferentes condiciones evaluadas.

Estos resultados sugieren que el material polimérico sintetizado tiene potencial para ser empleado como recubrimiento en SBSE.

## Reconocimientos

Al Centro de Investigación Conjunta en Química Sustentable AUEM-UNAM (CICQS) Al Dr. Alfredo Vilchis, por el apoyo otorgado en la caracterización del material.

A la M. en C. Alejandra Núñez por su apoyo en los análisis termogravimétricos.

A la FIQ-UADY por la infraestructura otorgada para la realización de este proyecto.

## Referencias

1. A. Prieto, R. Rodil, A. Usobiaga, L.A. Fernández, N. Etxebarria, O. Zuloaga, *J Chromatogr A* 2010 (1217) 2642-2666.
2. W. Ibrahim, N. Prastomo, A. Matsuda, *J Sol-Gel Sci Technol*, 2011 (59) 128-134.

# “OBTENCIÓN DE MICROESFERAS A PARTIR DE POLIURETANOS HIDROFÍLICOS CON PLURONIC® PARA SU USO EN LIBERACIÓN CONTROLADA DE UN FÁRMACO ANTIDIABÉTICO”.

Zenayda Aguilar-Jiménez, Dr. Juan V. Cauich-Rodriguez  
Facultad de Ingeniería Química, Mérida, Yucatán, México.

## Resumen

Los poliuretanos segmentados (PUs) son conocidos por sus diversos usos tanto en la industria como en el mundo de la medicina. Por su parte los PUs hidrofílicos pueden tener diversas aplicaciones, tales como andamios para ingeniería de tejidos, y la administración de fármacos. En este trabajo se sintetizaron PUs con carácter hidrofílico y fueron caracterizados mediante espectroscopía de infrarrojo por transformada de Fourier (FTIR, por sus siglas en inglés), calorimetría diferencial de barrido (DSC), análisis termogravimétrico (TGA), análisis dinámico mecánico (DMA), microscopía electrónica de barrido (SEM), ángulo de contacto, ensayos de tensión, así como su capacidad de absorción de agua a diferente pH y temperatura. Por último, se prepararon microesferas cargadas con un fármaco antidiabético (metformina) y se evaluó el perfil de liberación. Mediante FTIR se demostró la presencia de los grupos característicos de los PUs. Los resultados de TGA, DSC y DMA mostraron que estos polímeros, tienen dos temperaturas de descomposición con una estabilidad térmica hasta 280 °C; una fusión alrededor de 48 °C y temperaturas de transición vítrea entre - 62 y - 40 °C. Las micrografías demostraron superficies lisas, mientras que su ángulo de contacto fue cercano a 90°. Pruebas de tensión demuestran pobres propiedades mecánicas para P61 con deformaciones hasta 500 % y módulos elásticos menores a 0.79 MPa, mientras que para 22P127 se obtuvieron deformaciones de hasta 500 % y módulos de hasta 32 MPa. Las pruebas de absorción de agua demostraron la capacidad hidrofílica del polímero con absorciones de 40 a 350 %; siendo estos valores dependientes del pH y la temperatura. Fueron obtenidas microesferas cargadas con metformina y se evaluó su liberación in vitro, alcanzando liberaciones del 80 % hasta por 22 horas.

## Reconocimientos

Se agradece al Centro de Investigación Científica de Yucatán, a la unidad de materiales, por el apoyo otorgado y por la infraestructura utilizada para realizar este trabajo de investigación.

# DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE UN MODELO TEÓRICO PARA EL DISEÑO DE POLÍMEROS ELECTROACTIVOS DE INTERACCIÓN CONFORMACIONAL.

*Toto Jesús Iván, Chi Ángel de Jesús y Ávila Alejandro*

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán México.

## Resumen

Los polímeros electroactivos (EAP) son materiales inteligentes que desarrollan movimiento mecánico frente a estímulos eléctricos<sup>1</sup>, por lo que han sido un área de gran estudio en las tres últimas décadas debido a sus potenciales aplicaciones para locomoción análoga al comportamiento de los músculos humanos. Sin embargo su optimización para aplicaciones de alto rendimiento en fuerza y velocidad aun no ha sido posible principalmente porque se desconoce su mecanismo de acción a nivel molecular<sup>2</sup>. El objetivo de este trabajo fue desarrollar un modelo atomístico capaz de predecir cinco propiedades macroscópicas de dichos materiales: Módulo elástico, velocidad, estiramiento, fuerza y ciclos de trabajo. Para su validación, estas propiedades fueron correlacionadas con datos experimentales y obtenidos en estudios anteriores.<sup>3,4,5</sup>

La metodología de trabajo consistió en partir de una estructura monomérica A (derivados tiofénicos, pirrolicos y sus copolímeros), definirla en una matriz M, obtener su celda primaria, establecer la función de estímulo eléctrico E para generar la función de deformación de celda, encontrar la función de transferencia de masa FM(A,M,E) resultante y de ella extraer las propiedades macroscópicas. Finalmente mediante un análisis correlacionar PCR se realizó la validación del modelo. Se evaluaron 10 familias de compuestos con variaciones para completar un total de 265 ensayos. Los cálculos, simulaciones y análisis de datos fueron realizados empleando los paquetes de software GAMES, MATLAB y ANSYS. Se empleó una computadora de 10 Núcleos a 3.33 GHz y 16GB de RAM, haciendo tiempos promedios de corridas de entre 2 y 48 horas por estructura propuesta.

Entre los principales resultados del trabajo se encuentran valores superiores al 90% que demuestra correlación suficiente para la validación del modelo, así como el hallazgo de relaciones estructura-dinámica de alta significancia experimental.

## Reconocimientos

Se le agradece a la FIQ-UADY por todo el apoyo otorgado para la realización de este proyecto al facilitar las instalaciones del laboratorio de simulación

## Referencias

1. William Kaal, Sven Herold, IEEE/ASME TRANSACTIONS ON MECHATRONICS, 2011 (16-1) 24-32
2. Tsao-Cheng Huang, Shih-Ting Lin, Lu-Chen Yeh, Chun-An Chen, Hsiu-Ying Huang, Zheng-Yong Nian, Hsin-Han Chen, Jui-Ming Yeh, POLYMER 2012 (53) 4373-4379
3. Philippe Metza, Gürsel Alici, Geoffrey M. Spinks, SENSORS AND ACTUATORS A 2006 (1-11) 130-131
4. James Biggs, Karsten Danielmeier, ANGEW. CHEM. INT. ED. 2013 (52) 9409 – 9421
5. Yoann Olivier, Dorota Niedzialek, Vincent Lemaur, et al. ADV. MATER. 2014, (26), 2119–2136.

# “ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES PARA USO BIOMÉDICO BASADOS EN QUITOSANO Y EXTRACTOS DE PLANTAS COMO AGENTES CURATIVOS”

I. Caamal-Herrera<sup>a</sup>, J. Azamar-Barrios<sup>a</sup>, T. Madera-Santana<sup>b</sup>

<sup>a</sup>CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida, Mérida, Yucatán, México.

<sup>b</sup>Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. Hermosillo, Sonora, México

## Resumen

En la última década, se ha incrementado el interés en el estudio y desarrollo de materiales para curación de heridas a base de quitosano dado que tiene características como son la porosidad, facilidad para la formación de geles, biodegradabilidad, actividad antimicrobiana y alta afinidad por macromoléculas in vivo, que lo vuelven un biomaterial viable e interesante en el área biomédica<sup>1</sup>. Asimismo, también ha resultado ser un biopolímero atractivo en el campo de transporte de compuestos activos como son los antibióticos, fármacos quimioterapéuticos, antioxidantes, agentes cicatrizantes, agentes antiinflamatorios y agentes antimicrobianos.

Las plantas poseen propiedades medicinales debido a sus metabolitos secundarios y que éstos se pueden encontrar tanto en hojas, flores, tallos, semillas o raíces; las diversas actividades biológicas que poseen como son antimicrobianas, antioxidantes, cicatrizantes, antiinflamatorias han mostrado un efecto positivo sobre el proceso de curación de heridas<sup>3</sup>. Entre los extractos de plantas con propiedades curativas de interés se encuentran los extractos de caléndula (*Calendula officinalis*), tepezcohuite (*Mimosa tenuiflora*), Neem (*Azadirachta indica A. Juss*) y de albahaca silvestre (*Ocimum micranthum Willd*).

El propósito de adicionar extractos de plantas en los materiales elaborados a base de quitosano, radica en potencializar el efecto curativo de estos y poder emplearlos en el tratamiento de heridas crónicas como es el caso de pacientes con diabetes. Por lo que se refiere a las complicaciones más frecuentes relacionadas con la diabetes, se encuentran el desarrollo de pie diabético y amputaciones, ocasionadas por los niveles altos de azúcar en sangre que dañan los vasos sanguíneos que transportan el oxígeno y los nutrientes hasta las piernas y los pies.

## Referencias

1. D. Altiook, E. Altiook y E. Tihminlioglu. J. Mater. Sci. Mater. Med. 2010. 21(7): 2227-2236.
2. Noel, S., Courtney, H., Bumgardner, J. y Huggard, W. Clin. Orthop. Relat. Res. 2008. (466): 1377-1382.
3. M. González-Elizondo, L. López-Enríquez, S. González-Elizondo y J.Tena-Flores. CIIDIR Durango. Instituto Politécnico Nacional. 2004.
4. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. Instituto Nacional de Salud Pública. Secretaría de Salud. 2012.

# ESTUDIO DE LA FACTIBILIDAD QUÍMICA DE LA PRODUCCIÓN DE $Mg(OH)_2$ Y $CaCl_2$ A PARTIR DE SALMUERAS DE DESECHO DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DEL $NaCl$

*Luis Alfredo Platas-Roman, Jesús Alberto Barrón-Zambrano, Adriana Esparza-Ruiz*  
Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán. México.

## Resumen

El proceso de obtención de  $NaCl$  en ISYSA genera como residuo una salmuera agotada, que contiene  $MgCl_2$ ,  $MgSO_4$  y  $KCl$ , entre otras sales. Este residuo es reincorporado al mar, y no hay reglamentación en materia ambiental que prohíba o tenga normas para los límites permisibles de salmueras vertidas al mar. Asimismo, no se conoce cuál es el impacto de las descargas industriales sobre los ecosistemas y las comunidades de la Reserva.

Una forma en la cual se pueden minimizar los impactos negativos hacia el medio ambiente que genera la obtención de  $NaCl$ , es disminuyendo los volúmenes y concentración de la salmuera residual. Los amargos tienen alto contenido en sales de  $MgCl_2$  y  $MgSO_4$ , que pueden ser aprovechados como materia prima para la producción de las sales de alto valor agregado [ $Mg(OH)_2$  y  $CaCl_2$ ] al hacerlos reaccionar con cal viva. Representando una oportunidad para la empresa para participar en nuevos mercados y diversificar sus productos. Así, al extraer otras sales de los amargos, no sólo se disminuirá el impacto al medio ambiente sino que permitirá a la empresa adaptarse con mayor facilidad a futuras reglamentaciones en materia ambiental.

En este trabajo se presentan los análisis pertinentes para la caracterización cuantitativa de los amargos de ISYSA. A partir de los resultados obtenidos se planteará el esquema de reacciones necesarias, para la producción de dos compuestos inorgánicos de interés:  $Mg(OH)_2$  y  $CaCl_2$ .

## Reconocimientos

Se le agradece a FIQ-UADY e Industria Salinera de Yucatán (ISYSA) por la infraestructura, así como a la Fundación Educación Superior-Empresa A. C. (FESE) por el financiamiento para la realización de este proyecto.

# DINÁMICA DEL NITRÓGENO EN UN SISTEMA ACUAPÓNICO DE TILAPIA (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) Y PAKCHOI (*BRASSICA CHINENSIS*)

Roger Domínguez-Maya, Laura Silva Ledezma y Eucario Gasca-Leyva  
Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional  
Departamento de Recursos del Mar, Mérida, Yucatán, México.

## Resumen

La acuaponía es la integración entre un componente acuícola (cultivo de peces) y uno hidropónico (cultivo de plantas) en un sistema de recirculación (SR). Parte del éxito de este sistema de cultivo es por mantener la calidad del agua en condiciones óptimas, es decir, libre de desechos tóxicos. Compuestos físico-químicos generados en el tanque de los peces como nitrogenados ( $\text{NH}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ), a diferentes concentraciones pueden llegar a inhibir el crecimiento o ser letales para los mismos peces. El  $\text{NH}_3^-$  se compone de amonio no ionizado ( $\text{NH}_3^-$ ) y amonio ionizado ( $\text{NH}_4^+$ ), originado en el proceso del metabolismo de las proteínas que consumen los peces y la descomposición orgánica de los desechos en el sistema. El amonio no ionizado es tóxico para los peces y su concentración depende del pH y la temperatura del agua. Los nitritos ( $\text{NO}_2^-$ ) son un producto intermedio en el proceso de nitrificación y llegan a ser tóxicos en concentraciones relativamente bajas. Por último, los nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) son el producto final del proceso de nitrificación y es la forma nitrogenada menos tóxica para los peces. Sin embargo, en cultivos comerciales desarrollados en SR, se requiere de un biofiltro que acelere el proceso de nitrificación. Este trabajo contribuye a modelizar la capacidad de remoción de compuestos nitrogenados por el pakchoi (planta comestible), como agente biofiltrante en el sistema acuapónico, originado por la tilapia en el sistema de producción.

## Referencias

1. M.B. Timmons, J.M. Ebeling, F.W. Wheaton, S.T. Summerfelt, B.J. Vinci. Recirculating Aquaculture Systems. NRAC Publication 2002 (1/2) 769 pág.
2. A.C. Anthonisen, R.C. Loehr, T.B.S. Prakasam, E.G. Srinath. Inhibition of nitrification by ammonia and nitrous acid. Journal WPCF 1976 (48/5) 835-852.
3. J.E. Rakocy, M.P. Maser, T.M. Losordo 2006. Recirculating Aquaculture Tank Production Systems: Aquaponics-Integrate Fish and Plant Culture. SARC publication 2006 (454) 1-6.

# PURIFICACIÓN DE ALOÍNA DE UNA MEZCLA COMERCIAL. BIOMOLÉCULA CON ACTIVIDAD ANTICANCERÍGENA Y ANTIOXIDANTE

R. Bolívar-Cimé, C. Carrera-Figueiras, A. Esparza-Ruiz  
Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México.

## Resumen

El cáncer es una de las principales causas de mortalidad. En la mayoría de los países desarrollados, es la segunda causa principal de mortalidad después de las enfermedades cardiovasculares, y los datos epidemiológicos muestran el comienzo de esta tendencia en países menos desarrollados.

Se ha reportado que múltiples hidroquinonas son capaces de producir la apoptosis (muerte celular inducida), al causar daño al ADN uniéndose fuertemente a él. Entre este grupo de moléculas se encuentra la aloína, una antraquinona, que además de tener propiedades anticancerígenas probadas tiene actividad antioxidante, por lo que se ha buscado potenciar su actividad biológica a través de modificaciones a su estructura. Aunque la aloína es una biomolécula que se encuentra en una planta que abunda en México (*Aloe vera* o sábila), se elevan sus precios debido a su baja biodisponibilidad y difícil purificación. Se consigue económica sólo en mezcla, Aloína (50 %) marca Aldrich.

Con el fin de obtener aloína con una pureza adecuada para realizar investigaciones sobre su potencial como metalofármaco, se estudiaron dos métodos, cromatografía de columna fase reversa y espectrometría. La columna cromatográfica se realizó a microescala, los parámetros que se exploraron para realizarla fueron la cantidad de fase estacionaria, la proporción de disolventes en la fase móvil, y el pH. Una combinación de disolventes efectiva para una columna con un diámetro de 5 mm y con la fase estacionaria con una altura de 3 cm (0.7 g), fue metanol:agua 50:50. La composición de las fracciones se siguió por medio de espectroscopía UV-VIS, y cromatografía de capa fina.

Por otro lado, debido a que el compuesto presenta tautomería, se realizó una caracterización de su comportamiento a diferentes pH para conocer el conveniente para la columna; para ello se realizó un barrido con un espectrofotómetro Shimadzu UV-1700, de 200 a 500 nm, empleando una solución de 10 ppm en el rango de pH de 2 a 12 (buffer Britton-Robinson). De esta forma, y considerando información disponible sobre la estabilidad del compuesto, se determinó que el pH conveniente para la columna era 10, sin embargo, el almacenamiento debería realizarse a pH inferior a 3.

## Referencias

1. World Health Organization, World Health Organization 2013 (En línea) <http://www.who.int/features/qa/15/es/index.html>
2. D. Morreal, R. Bernacki, M. Hillman, A. Atwood, D. Cartonia, J. Med. Chem. 1990 (33) 490-492.
3. H. Britton, R. Robinson, J. Chem. Soc. 1931 (0) 1456-1462.
4. W. Ding, X. Wu, J. Zhong, J. Wan, J. Food Sci. Technol. 2014 DOI: 10.1111/ijfs.12500

# EVALUACIÓN DEL RIESGO GENÉTICO A OBESIDAD BASADO EN EL NÚMERO DE REPETICIONES VARIABLES EN TÁNDEM (VNTR) DEL GEN MAOA EN NIÑOS MESTIZOS DE YUCATÁN

Guzmán-Aguilar Andrés<sup>a</sup>, Pérez-Mendoza Gerardo<sup>b</sup>, Carballo-Cardena Zenda<sup>b</sup>, Andrade-Olalde Ana<sup>b</sup> y González-Herrera Lizbeth<sup>b</sup>.

<sup>a</sup>Facultad de Ingeniería Química-UADY, Mérida, Yucatán, México.

<sup>b</sup>Laboratorio de Genética, CIR-UADY "Dr. Hideyo Noguchi", Mérida, Yucatán, México.

## Resumen

El gen Monoamino oxidasa A (MAOA) modula el metabolismo de la serotonina y dopamina, neurotransmisores implicados en la regulación del apetito y la ingesta de alimentos. Contiene un polimorfismo de repetición en tándem de 30 pb (u-VNTR) en su región del promotor, variando entre dos y cinco repeticiones. Los alelos son clasificados típicamente como de baja (2R, 3R) y alta actividad (3.5, 4R, 5R) según su eficiencia al metabolizar estos neurotransmisores, siendo los alelos 3R y 4R los más frecuentes.

Este estudio determinó si existe una asociación significativa entre la obesidad y la variabilidad del gen MAOA en 311 niños escolares, mestizos-mayas de Yucatán de entre 6 y 15 años de edad.

El 54.34% de la población de estudio mostró un Índice de Masa Corporal (IMC) mayor o igual a 85 percentiles. Las frecuencias genotípicas no se distribuyeron de acuerdo al equilibrio de Hardy-Weinberg ( $p < 0.001$ ), obteniendo las frecuencias del 26.58% para el genotipo 3R/3R, 30.69% para 3R/4R y 41.14% para 4R/4R (ver Figura 1). Los valores obtenidos para los marcadores de la obesidad, así como la comparación de las frecuencias genotípicas y alélicas, de acuerdo con el genotipo para el gen MAOA-uVNTR, no mostraron valor significativo ( $p < 0.05$ ), sugiriendo que este gen no se asocia con un aumento del IMC en escolares yucatecos con alelos menos activos, sin embargo, no se descarta la posibilidad de que los niños que presenten el alelo 5R en su genotipo sean más propensos a sufrir condiciones de sobrepeso u obesidad.

## Reconocimientos

Agradezco a la Dra. Lizbeth González por permitirme trabajar en su proyecto de investigación bajo su tutoría, al CONCIyTEY y al CIR-UADY por la infraestructura, equipos y por todo lo brindado para la realización de mi estancia en dicho proyecto.

## Referencias

1. Jacob, C; Muller, J; Schmidt, M; et al. Cluster B personality disorders are associated with allelic variation of monoamine oxidase A activity. *Neuropsychopharmacology*. 2005;4:1–8
2. Walsh, A; Beaver, K. *Biosocial Criminology New directions I theory and reseach* 2014. Pág. 68.

---

# DISEÑO, SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE BASES DE SCHIFF DE ALOÍNA, ANTRAQUINONAS DERIVADAS DEL ALOE VERA.

*María de Lourdes Sansores-Paredes,<sup>a,b</sup> Rubén Marrero-Carballo,<sup>b</sup>  
Gumersindo Mirón-López,<sup>b</sup> Cristian Carrera-Figueiras,<sup>a</sup> Adriana Esparza-Ruiz,<sup>a</sup>*  
<sup>a</sup>Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán México.  
<sup>b</sup>Facultad de Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán México.

## Resumen

El Aloe vera (sábila) es una planta conocida por tener sustratos biológicamente activos. Entre ellos se encuentra un grupo de antraquinonas, siendo una de las más destacadas la Aloína [10-glucopiranosil-1,8-dihidroxi-3-(hidroximetil)-9(10H)-antracena], una hidroxiantraquinona que ha mostrado gran actividad antitumoral y actividad contra el carcinoma uterino de las células HeLaS3, entre otros.

Por otro lado, las Bases de Schiff se usan para obtener un gran número de sustancias con actividad antimicrobiana, antifúngica, antitumoral y herbicida. Además, son usadas como precursores de reacciones de ciclación y ligantes en la complejación de iones metálicos. La obtención de Bases de Schiff a partir de la Aloína incrementa el número de sitios de coordinación, lo que hace a las nuevas moléculas excelentes ligantes para obtener nuevos complejos metálicos.

En este trabajo, se presenta el diseño, síntesis y caracterización de antraquinonas multinucleares con aminas puentes. Su síntesis se realizó a partir de la aloína con etilendiamina y 1,3 diaminopropano. Los compuestos fueron purificados por columna cromatográfica y caracterizados por diferentes técnicas espectroscópicas.

## Reconocimientos

Se agradece a la Facultad de Ingeniería y a la Facultad de Química de la Universidad Autónoma de Yucatán por la infraestructura prestada, así como al Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PROMEP/103.5/13/6979), por el financiamiento de este proyecto.

## Referencias

1. Claudio Tabolacci, Stefania Rossi, Alessandro Lentini, Bruno Provenzano, Lorenzo Turcano, Francesco Facchiano, Simone Beninati, *Amino Acids* 2013 (44) 293-300.
2. Hamid Latif, Amjid Iqbal, Saeed Ahmad, George Weaver, *Molecules* 2006 (11) 206-211.

# ELECTROSPINNING. NUEVA ALTERNATIVA PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRAS

*R. Padilla-Hernandez<sup>a</sup>; Y. Pérez-Padilla<sup>b</sup>; A. Avila-Ortega<sup>b</sup>;  
C. Carrera-Figueiras<sup>b</sup>; D. Muñoz-Rodríguez<sup>b</sup>.*

<sup>a</sup>Universidad de La Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo, Michoacán, México.

<sup>b</sup>Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

## Resumen

El proceso por electrospinning es una técnica muy utilizada en la actualidad debido a su alcance en la tecnología de desarrollo de fibras con diámetros muy pequeños en el orden de hasta nm. Los tipos de materiales electrohilados pueden ser polímeros, compósitos, y cerámicos. El control sobre las dimensiones de las fibras, la viabilidad de escalarlo a un nivel industrial y su versatilidad han sido unas de las ventajas más destacadas.

Esta técnica, está constituida principalmente por una aguja donde fluye una solución hacia el exterior, la cual es atraída por la acción de las fuerzas electrostáticas hacia un colector (por lo general, el colector es el electrodo aterrizado) cerrando de esta manera el circuito. La solución para electrohilar debe estar en los solventes adecuados que permitan la disolución del mismo y a la vez promuevan la formación de las fibras homogéneas. Una vez colocada la solución en la jeringa, se inicia la aplicación de voltaje, lo que promueve la formación de una gota en la punta de la aguja la cual comenzará a alargarse para crear la forma cónica conocida como cono de Taylor. Al salir expulsada de la aguja, la solución cargada electrostáticamente se separa en forma de hebras muy finas por repulsión de cargas. Las características físicas y químicas del material depositado dependen de los factores que intervienen en el sistema y pueden ser divididos en tres grupos: parámetros de la solución, del proceso, y ambientales.

Las aplicaciones de los materiales obtenidos por esta técnica abarcan muchos campos de estudio y comerciales, pueden ser empleadas en aplicaciones analíticas, medios de filtración, ropa de protección química y biológica, sensores, membranas de afinidad, liberación de fármacos, ingeniería de tejidos, remplazo de hueso, implantes dentales, injertos vasculares, entre otros. Debido a su alta relación área/volumen presentan un alto potencial para servir como materiales sorbentes para extracción en fase sólida.

El trabajo llevado a cabo ha consistido en la obtención y caracterización de fibras mediante la técnica de electrohilado utilizando soluciones tipo Sol-Gel para su posible aplicación en métodos de extracción.

## Reconocimientos

A la Facultad de Ingeniería Química-UADY, por la infraestructura y por todo el apoyo otorgado para la realización de este proyecto.

Al proyecto 167800 por la beca otorgada para la realización de Tesis de Licenciatura.

## Referencias

1. L. M. Duque Sanchez, L. Rodríguez, M. López, Rev. Iber. Polimeros 2013 (Vol 14) 10-27.
2. S. Ramakrishna, K. Fujihara, W. Teo, T. Lim, Z. Ma, An introduction to Electrospinning and Nanofibers 2005, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.
3. S. Chigome, G. Darko, N. Torto, Analyst 2011 (Vol 136) 28879-2889.

# EVALUACIÓN, DISTRIBUCIÓN E IMPACTO DE CONTAMINANTES ORGÁNICOS PRIORITARIOS Y EMERGENTES EN COSTAS ESPAÑOLAS DEL CANTÁBRICO Y MEDITERRÁNEO

*J. Sánchez-Avila<sup>a</sup>, S. Lacorte-Bruguerab*

<sup>a</sup>CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida. Yucatán, México.

<sup>b</sup>Instituto de Diagnóstico Ambiental y de Estudios del Agua (IDAEA-CSIC). Barcelona, España.

## Resumen

Las zonas costeras son las más vulnerables del medio marino debido a su frontera con las zonas de desarrollo humano. Actualmente los estudios relacionados con la presencia, distribución y el impacto de los contaminantes orgánicos son muy escasos. Este trabajo contribuyó a incrementar el conocimiento sobre el comportamiento y los efectos de los contaminantes orgánicos prioritarios y emergentes en las zonas costeras.

Tres metodologías multiresiduales fueron desarrolladas para el seguimiento de 51 contaminantes emergentes y prioritarios (PAHs, alquilfenoles, PCBs, PBDEs, pesticidas organoclorados, ftalatos y bisfenol A) en agua de mar río y residuales; sedimentos y mejillones. Diferentes técnicas de preconcentración/aislamiento fueron utilizadas, tales como extracción en fase sólida (SPE), extracción por adsorción con barras agitadoras (SBSE) o extracción por ultrasonidos (UAE). Para la determinación de los contaminantes se empleó la cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS) y espectrometría de masas en tándem (GC-MS/MS). Las metodologías desarrolladas mostraron un rendimiento excelente y una buena sensibilidad.

Las técnicas se aplicaron posteriormente para el análisis de muestras recolectadas en el litoral catalán y del Mar Cantábrico. Además se evaluó la presencia de compuestos perfluorados en la región costera catalana.

Se detectaron 47 contaminantes orgánicos en las aguas costeras, siendo en los estuarios y puertos. Las concentraciones detectadas estuvieron por debajo de las normas de calidad ambiental establecidas por la Directiva 105/2008/CE, excepto en los sitios con un mayor impacto industrial, portuario y urbano. Las descargas de efluentes y el transporte fluvial fueron identificados como las principales fuentes de contaminación de las aguas costeras. Se comprobó que las descargas de las estaciones depuradoras de agua residual (EDAR) se diluyen tanto horizontal como verticalmente y los contaminantes se difunden en las aguas costeras. Los contaminantes orgánicos se acumulan en sedimentos. En mejillones trasplantados se demostró la bioacumulación de contaminantes cancerígenos y disruptores endocrinos. El análisis de riesgo se evaluó a través de "Cocientes de Riesgo" y del procedimiento COMMPS. La distribución del riesgo fue indicada gráficamente.

## Reconocimientos

Al CONACYT por la beca predoctoral para el período oct. 2007- sep. 2010 (No. Becario 180701). Al AGAUR de la Generalitat de Catalunya y el Fondo Social Europeo por la beca predoctoral para el período nov. 2010- jul. 2012 (2010FI\_B00525 y 2011FI\_B100178). Al IDAEA-CSIC por las facilidades para desarrollar esta investigación.

## INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

La Revista de la FIQ es una revista multidisciplinaria de difusión científica y tecnológica que considera para publicación trabajos originales y revisiones en cualquier área de la ciencia o la tecnología. Los ARTÍCULOS describen un estudio completo y definitivo. Una NOTA un proyecto completo, pero más corto, que se refiere a hallazgos originales o importantes modificaciones de técnicas ya descritas. Un ENSAYO trata aspectos relacionados con la ciencia pero no está basado en resultados experimentales originales. Una REVISION es un artículo que comenta la literatura más reciente sobre un tema especializado. La sección AVANCES DE INVESTIGACIÓN esta dirigida a comunicaciones cortas de resultados que requieran una publicación rápida. Las secciones EDITORIAL y OPINION están abiertas a toda la comunidad científica.

Los trabajos deberán ser enviados a Periférico Nte. Km 33.5, Tablaje Catastral 13615, Col. Chuburna de Hidalgo Inn, C.P. 97203. Mérida, Yucatán México, Facultad de Ingeniería Química o al correo electrónico revista@fiq.uady.mx. La aceptación de los trabajos esta basada en el contenido técnico-científico y sobre la presentación del material de acuerdo a las normas editoriales de la revista. Se aceptarán trabajos escritos en español. Todos los artículos deben tener un resumen.

Someter un trabajo a publicación implica que el mismo no ha sido publicado ni ha sido enviado en revistas de impacto similar. Se publican preferentemente artículos inéditos; sin embargo podrán ser considerados también, los artículos que hayan sido presentados en congresos, seminarios, o convenciones, siempre y cuando cumplan con los lineamientos. Los autores deben enviar una copia del texto aceptado y corregido en formato electrónico con su correspondiente medio de almacenamiento y una copia impresa indicando el lugar exacto de los Cuadros y Figuras.

Los trabajos que se publican en la Revista de la FIQ deberán contener los componentes que a continuación se indican, empezando cada uno de ellos en página aparte: Página del título, Resumen en español, Texto, Agradecimientos, Literatura citada, Cuadros y Figuras

**PÁGINA DEL TÍTULO.** Debe contener a) el título del trabajo, que debe ser conciso pero informativo; b) nombre(s) y apellidos de cada autor, acompañados de su afiliación institucional; c) nombre del departamento o departamentos y la institución o instituciones a los que se debe atribuir el trabajo; d) declaraciones de descargo de responsabilidades, si las hay; e) nombre y dirección del autor y correo electrónico a quien deben dirigirse las solicitudes de separatas, y f) origen del apoyo recibido en forma de subvenciones, equipo y otros.

**RESUMEN EN ESPAÑOL.** Los artículos de difusión científica y notas de investigación deberán incluir un resumen que no pase de 250 palabras. Se indicarán los propósitos del estudio o investigación; los procedimientos básicos y la metodología empleada; los resultados más importantes encontrados, y de ser posible, su significación estadística y las conclusiones principales. A continuación del resumen, en punto y aparte, agregue debidamente rotuladas, de 3 a 10 palabras o frases cortas clave que ayuden a los indicadores a clasificar el trabajo, las cuales se publicarán junto con el resumen.

**TEXTO.** Las tres categorías de trabajos que se publican en la revista de la FIQ consisten en lo siguiente:

a) **ARTÍCULOS CIENTÍFICOS.** Deben ser informes de trabajos originales derivados de resultados parciales o finales de investigaciones. El texto del Artículo científico se divide en secciones que llevan estos encabezados:

Introducción

Materiales y Métodos

Resultados y discusión

Conclusiones o implicaciones

En los artículos que así lo requieran puede ser necesario agregar subtítulos dentro de estas divisiones a fin de hacer más claro el contenido, sobre todo en las secciones de Resultados y Discusión, las cuales pueden presentarse como una sola sección.

b) **NOTAS DE INVESTIGACIÓN.** Deben ser breves, pueden consistir en modificaciones a técnicas, informes de casos de interés especial, preliminares de trabajos o estudios en desarrollo; así como resultados de investigación que a juicio de los editores deban así ser publicados. El texto contendrá la misma información del método experimental señalado en el inciso a), pero su redacción será corrida del principio al final del trabajo; esto no quiere decir que sólo se supriman los subtítulos, sino que se redacte en forma continua y coherente.

c) **REVISIONES BIBLIOGRÁFICAS.** Consisten en el tratamiento y exposición de un tema o tópico relevante, actual e importante. Su finalidad es la de resumir, analizar y discutir, así como poner a disposición del lector información ya publicada sobre un tema específico. El texto se divide en: Introducción, (las secciones que correspondan al desarrollo del tema en cuestión) y Discusión.

**AGRADECIMIENTOS.** Siempre que corresponda, se deben especificar las colaboraciones que necesitan ser reconocidas, tales como a) la ayuda técnica recibida; b) el agradecimiento por el apoyo financiero y material, especificando la índole del mismo; c) las relaciones financieras que pudieran suscitar un conflicto de intereses. Las per

---

sonas que colaboraron pueden ser citadas por su nombre, añadiendo su función o tipo de colaboración; por ejemplo: “Asesor científico”, “revisión crítica de la propuesta para el estudio”, “recolección de datos”, etc.

**LITERATURA CITADA.** Las referencias a trabajos publicados deberán ser indicadas en el lugar apropiado en el texto, empleando el apellido del autor (es) y el año de publicación. Sólo utilice dos apellidos como máximo. En caso de existir más de dos autores, utilice el apellido del primer autor seguido de la abreviación et al. Liste las referencias en riguroso orden alfabético por autor al final del texto y antes de las ilustraciones. Los títulos abreviados de las revistas periódicas deberán seguir el formato usado en el Chemical Abstracts.

Para algunos ejemplos de referenciación solicitar la presentación electrónica a la siguiente dirección electrónica revista@fiq.uady.mx.

**CUADROS, GRÁFICAS E ILUSTRACIONES.** Es preferible que sean pocos, concisos, contando con los datos necesarios para que sean autosuficientes, que se entiendan por sí mismos sin necesidad de leer el texto. Se presentarán uno en cada hoja. Para las notas al pie se deberán utilizar los símbolos convencionales.

**VERSIÓN FINAL.** Es el documento en el cual los autores ya integraron las correcciones y modificaciones indicadas por el Comité Revisor. Se deberá entregar un solo original en hojas blancas, así como en un medio de almacenamiento. Los trabajos deberán ser elaborados con el procesador de texto de su preferencia en formato rtf. Las gráficas y figuras se deberán entregar como imagen en formato tiff por separado con una resolución mínima de 150 dpi.

Los trabajos no aceptados para su publicación se regresarán al autor, con un anexo en el que se explicarán los motivos por los que se rechaza o las modificaciones que deberán hacerse para ser reevaluados.

**UNIDADES.** Deberán ser expresadas de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana: NOM-008-SCFI-2002.

Cualquier otra abreviatura se pondrá entre paréntesis inmediatamente después de la(s) palabra(s) completa(s).

Los nombres científicos y otras locuciones latinas se deben escribir en cursivas.

Algunos Ejemplos Formato de Referencias:

**Libro**

Autor/editor (año de publicación). Título del libro (edición) (volumen). Lugar de publicación: editor o casa publicadora.

Ejemplo: Selltiz, C., Jahoda, M., Deutsch, M. y Cook, S. W. (1976). Métodos de investigación en las relaciones sociales (8a. ed.). Madrid: Rialp.

**Artículo o capítulo dentro de un libro editado**

Autor/editor (año de publicación). Título del artículo o capítulo. En Título de la obra (números de páginas) (edición) (volumen). Lugar de publicación: editor o casa publicadora.

Ejemplo: Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (1998). Recolección de los datos. En Metodología de la investigación (pp. 233-339). México: McGraw-Hill.

**Artículo en un libro de congreso:**

Marsh, S. (1994). Optimism and pesimism in trust. En Iberamia 94. IV Congreso de Inteligencia Artificial (Comp.)(pp. 286-297). Caracas: McGraw-Hill.

**Artículo de revista científica**

Autor (año de publicación). Título del artículo. Título de la revista, volumen (número de la edición), números de páginas.

Ejemplo: Parra, R. E. y González, A. (1994). Magnetismo en aleaciones metálicas diluidas. CIENCIA, 3(2), 67-74.

**Documentos electrónicos, bases de datos y programas de computadoras**

Autor/responsable (fecha de publicación). Título (edición), [tipo de medio]. Lugar de publicación: editor. Disponible en: especifique la vía [fecha de acceso].

Ejemplo: Hernández, M. E. (1998). Parque Nacional Canaima, [en línea]. Caracas: Universidad Central de Venezuela. Disponible en: <http://cenamb.rect.ucv.ve/siamaz/dicciona/canaima/canaima2.htm> [2000, 3 de junio].

El editor en jefe revisará los trabajos recibidos y aquellos trabajos que no cumplan con el formato solicitado no serán enviados a revisión de texto hasta que no cumplan con el mismo. El comité editorial revisará el contenido del trabajo y determinará la aceptación del mismo de acuerdo con los lineamientos de la revista. Cuando así lo requieran se solicitarán modificaciones a la forma de la presentación y se harán sugerencias al fondo del contenido. Los autores revisarán estas sugerencias y en caso de considerar que son pertinentes, harán las correcciones necesarias y enviarán el trabajo corregido. en caso de considerar que las sugerencias no son pertinentes, los autores enviarán por escrito los comentarios y la justificación por la cual no consideran hacer las correcciones y quedará a juicio del comité editorial la aceptación del trabajo. el contenido de los trabajos es responsabilidad de los autores.

