



# Revista de la Facultad de Ingeniería Química

**CONFIQ**  
"A la vanguardia en ciencia y tecnología"

**4° Congreso de la Facultad de Ingeniería Química**

**"Tendencias actuales en investigación e innovación"**

**Del 15 al 17 de junio de 2016  
Mérida, Yucatán**



[www.confq.ingquimica.uady.mx](http://www.confq.ingquimica.uady.mx)

**REVISTA DE LA FACULTAD DE  
INGENIERÍA QUÍMICA**

No. 56 Junio de 2016



**Directorio**

Dr. José de Jesús Williams  
Rector

IQI. Carlos A. Estrada Pinto, M. en C.  
Director General de Desarrollo Académico

Dr. Javier Becerril García  
Coordinación General de Posgrado,  
Investigación y Vinculación

**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 7

<b>BIENVENIDA AL PRIMER CONGRESO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA (CONFIQ-4)</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>10</b>
<b>SESIÓN DE PONENCIAS EN CARTEL</b>	<b>17</b>
<b>SESIÓN DE PONENCIAS ORALES</b>	<b>20</b>
<b>RESUMEN DE TRABAJOS ACEPTADOS</b>	<b>21</b>
<b>INSTRUCCIONES A LOS AUTORES</b>	<b>91</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 56. 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 mayo de 2016. Fecha de publicación junio de 2016.



## BIENVENIDA AL CONFIQ-4: “TENDENCIAS ACTUALES EN INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN”

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

Buenos días, sean todos bienvenidos.

Desde su inicio en 2013, este congreso “CONFIQ” se diseñó con la idea de crear un espacio para compartir y dar a conocer las experiencias adquiridas durante la generación del conocimiento y del desarrollo tecnológico en los ámbitos de interés de la Facultad de Ingeniería Química de la UADY. No menos importante es promover la colaboración con otras instituciones y despertar también el interés de los estudiantes de participar en actividades de ciencia, investigación e innovación.

Parte de los compromisos que tenemos es proporcionar a los estudiantes ambientes académicos propicios para crecer e intercambiar conocimientos y experiencias. El año pasado señalaba que esperábamos la consolidación de este espacio académico, que queríamos que los estudiantes y egresados lo hicieran suyo. A cuatro años de haber iniciado, este congreso está en pleno proceso de maduración y se perfila como uno de los eventos permanentes en la vida académica de la FIQ.

El mercado global impone retos que exigen a nuestro país buscar el uso sustentable de los recursos regionales y maximizar los niveles de competitividad y productividad de la industria.

Ante esto, nuestra universidad responde desarrollando programas de formación de profesionales altamente competentes, innovadores, capaces de adecuar responsablemente a las condiciones locales sistemas tecnológicos avanzados, y socialmente responsables que saben contribuir al desarrollo, progreso y bienestar de la humanidad.

Para ello las universidades propiciamos ambientes de colaboración en los que la academia y la industria trabajan para lograr avances estratégicos en sistemas tecnológicos complejos; avances con el potencial de generar nuevas industrias o transformar de manera importante productos, procesos o servicios en empresas existentes.

En congruencia con esto, el comité organizador ha preparado un programa académico que incluye conferencistas de instituciones académicas y de la industria privada con un alto reconocimiento. Ellos impartirán ocho interesantes conferencias de las áreas de Química Industrial y Aplicada, Ingeniería Química, Ingeniería en Alimentos, Ingeniería en Biotecnología, desarrollo sustentable e ingeniería industrial logística.

Durante el evento se impartirán 10 talleres, se expondrán 70 trabajos de investigación, 15 en modalidad oral y 55 carteles. Contaremos con participantes de otras instituciones de Campeche, Coahuila, Morelos, Guanajuato, Veracruz, Cd. de México, así como con la presentación de proyectos de investigación en los que participan profesores investigadores de la Facultad.

Aprovecho para agradecer y reconocer especialmente al comité organizador que ha puesto mucho empeño y ha trabajado para ofrecer un programa muy completo y de alta calidad.

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 nuestro evento.

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 15 al 17 de junio de 2016 en el Aula Magna “Joaquín Ancona Albertos” e instalaciones de la Facultad de Ingeniería Química. Campus de Ciencias Exactas e Ingenierías de la Universidad Autónoma de Yucatán Mérida, Yucatán, México

### Trabajos presentados

Hubo contribuciones en la modalidad de:

- a) Ponencias orales: 15
- b) Carteles: 55

Los trabajos aceptados se agruparon en las siguientes temáticas generales:

Temática	No de trabajos
Logística	2
Ingeniería Industrial	3
Alimentos	8
Biotecnología	18
Ingeniería Química	19
Química	20

La fecha límite para la recepción de resúmenes fue el 20 de mayo de 2016. La notificación de los trabajos aceptados se realizó el día 25 de mayo de 2016. Los resúmenes fueron recibidos a través de la plataforma **EasyChair.org**

## ALCANCE DEL CONGRESO

### **Alcance del congreso:**

Nacional. Las instituciones de participantes en ponencias o carteles

1. Universidad Autónoma de Yucatán
  - a) Facultad de Ingeniería Química
  - b) Facultad de Química
  - c) Centro de Investigaciones Regionales “Dr. Hideyo Noguchi”
2. Laboratorio Nacional CONACYT en Sistemas de Transporte y Logística.
3. Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY).
4. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN:
  - a) Unidad Mérida
  - b) Unidad Saltillo
5. Universidad Autónoma del Carmen.
6. Centro de Investigaciones Químicas-IICBA, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
7. Escuela Superior de Ingeniería, Coatzacoalcos, Veracruz.
8. Universidad de Guanajuato.
9. Department of Chemical Engineering & Sustainable Futures Institute, Michigan Technological University

### **Estados Participantes:**

1. Yucatán
2. Campeche
3. Coahuila
4. Morelos
5. Guanajuato
6. Veracruz
7. Cd. de México

### **Países:**

México  
Estados Unidos

### **Actividades extras:**

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

## ORGANIZACIÓN

### Comité Organizador

Miembro	Puesto y Afiliación
Dra. Marcela Zamudio Maya	Facultad de Ingeniería Química, UADY.
Dr. Cristian Carrera Figueiras	Facultad de Ingeniería Química, UADY.
Dra. Adriana Esparza Ruiz	Facultad de Ingeniería Química, UADY.
Dra. Maira Rubí Segura Campos	Facultad de Ingeniería Química, UADY.
M. en C. Miriam Chan Pavón	Facultad de Ingeniería Química, UADY.
Dr. Eduardo Castañeda Pérez	Facultad de Ingeniería Química, UADY.

### Comité Científico

Miembro	Puesto y Afiliación
Dra. Adriana Esparza Ruiz	Facultad de Ingeniería Química, UADY.
Dra. Maira Rubí Segura Campos	Facultad de Ingeniería Química, UADY.
M. en C. Miriam Chan Pavón	Facultad de Ingeniería Química, UADY.
Dr. Eduardo Castañeda Pérez	Facultad de Ingeniería Química, UADY.

### Jurado de exposiciones orales y carteles

Miembro	Puesto y Afiliación
Dr. Arturo Castellanos Ruelas	Facultad de Ingeniería Química, UADY.
M. en C. Alejandra Huerta Abrego	Facultad de Ingeniería Química, UADY.
M. en C. Alejandro Estrella Gutierrez	Facultad de Ingeniería Química, UADY.
Dra. Alma Irene Corona Cruz	Facultad de Ingeniería Química, UADY.
Dr. Luis Fernando Morales Mendoza	Facultad de Ingeniería Química, UADY.
Dr. Santiago Gallegos Tintoré	Facultad de Ingeniería Química, UADY.
Dra. Diana Cabañas Vargas	Facultad de Ingeniería Química, UADY.
Dra. Beatriz Rodas Junco	Facultad de Ingeniería Química, UADY.
Dr. Juan Enrique Ruiz Espinoza	Facultad de Ingeniería Química, UADY.
Dra. Leydi Maribel Carrillo Cocom	Facultad de Ingeniería Química, UADY.
Dra. Yamile Pérez Padilla	Facultad de Ingeniería Química, UADY.

# PROGRAMA COMPACTO

HORARIO	MIÉRCOLES, 15 DE JUNIO	JUEVES, 16 DE JUNIO	VIERNES, 17 DE JUNIO
08:30 - 09:00 am	Registro	Registro	Registro
09:00 - 09:30 am	Registro	Curso-Taller	Curso-Taller
09:30 - 10:00 am	Inauguración		
10:00 - 10:30 am	<b>CONFERENCIA PLENARIA</b> Dr. Eusebio Juaristi CINVESTAV-Miembro de El Colegio Nacional		
10:30 - 11:00 am	De 0 a 100: Construyendo una empresa Patito, Cerveza Independiente Galletera Dondé		
11:00 - 11:30 am	De 0 a 100: Construyendo una empresa Patito, Cerveza Independiente Galletera Dondé	FIQ, a la vanguardia de la investigación	<b>CONFERENCIA PLENARIA</b> Dra. Ixchel Gijón Arreortúa Universidad Nacional Autónoma de México
11:30 - 12:00 am	De 0 a 100: Construyendo una empresa Patito, Cerveza Independiente Galletera Dondé		
12:00 - 12:30 pm	Coffee break	Coffee break	Receso
12:30 - 13:00 pm	<b>CONFERENCIA PLENARIA</b> Dra. Cristina Rodríguez Rodríguez University of British Columbia, Canada	<b>CONFERENCIA PLENARIA</b> Ing. Rodolfo López Cerdán Presidente del Consejo Nacional de Ejecutivos en Logística y Cadena de Suministro A.C.	<b>CONFERENCIA PLENARIA</b> Dr. Martín Hernández Valdez Resirene S.A. de C.V.
13:00 - 13:30 PM	RECESO	RECESO	Premiación y Clausura
13:30 - 14:00 pm	RECESO	RECESO	Premiación y Clausura
14:00 - 14:30 pm	RECESO	RECESO	Premiación y Clausura
14:30 - 15:00 pm	Presentación de ponencias Orales	Presentación de Presentaciones Cartel	Premiación y Clausura
15:00 - 15:30 pm		Presentación de Presentaciones Cartel	
15:30 - 16:00 pm		<b>CONFERENCIA PLENARIA</b> Dr. Javier Becerril García UADY	
16:00 - 16:30 pm		<b>CONFERENCIA PLENARIA</b> Dr. Iván Salmerón Ochoa Universidad Autónoma de Chihuahua	
16:30 - 17:00 pm	<b>CONFERENCIA PLENARIA</b> Dr. Iván Salmerón Ochoa Universidad Autónoma de Chihuahua	<b>CONFERENCIA PLENARIA</b> M. en C. Ana Arjona Sosa GS1 México	Premiación y Clausura
17:00 - 17:30 pm	<b>CONFERENCIA PLENARIA</b> Dr. Iván Salmerón Ochoa Universidad Autónoma de Chihuahua	<b>CONFERENCIA PLENARIA</b> M. en C. Ana Arjona Sosa GS1 México	
17:30 - 18:00 pm	<b>CONFERENCIA PLENARIA</b> Dr. Iván Salmerón Ochoa Universidad Autónoma de Chihuahua	<b>CONFERENCIA PLENARIA</b> M. en C. Ana Arjona Sosa GS1 México	
18:00 - 18:30 pm	Noche Cultural CONFIQ		
18:30 - 19:00 pm	Noche Cultural CONFIQ		

---

## CURSOS

Instructor	Nombre del Curso
Dra. Adriana Esparza Ruiz	Serendipias que cambiaron el mundo
LMNI. Giovanni Ávila Gómez	Manejo correcto de estándares para el Comercio electrónico en los sistemas Retail
Dr. Ángel Guillermo Zitalpopoca Soriano	Control de Procesos Químicos con ASPEN Dynamics
Christian Javier Cabello Alvarado	“Métodos para la caracterización de compuestos inorgánicos
M.en C. María Alejandra Huerta Abrego	Elaboración de productos de origen vegetal
Dra. Beatriz Adriana Rodas Junco	Extracción de ADN en dos modelos biológicos
Q.I. Felipe Flores Dra. Maira Segura Campos	Análisis Proximales
Ing. Carlos Peraza Lizama	Seguridad en la operación de plantas de proceso
Dr. Jesús Alberto Barrón Zambrano	Espectroscopia de emisión atómica de plasma por microondas: Principios y Aplicaciones
M.en C. Guillermo Conde Medina M.en C. Francisco Hernández Vázquez Mellado.	Reingeniería de Procesos

Se invitó a oradores reconocidos por su trabajo e investigación en las áreas de ingeniería. Se impartieron ocho conferencias, una internacional y siete nacionales.

## **DR. EUSEBIO JUARISTI** CINVESTAV-IPN



**TEMA:** *Tendencias Actuales de la Investigación Química: Organocatálisis y Química Verde.*

### **CURRICULUM CORTO**

Licenciado en Ciencias Químicas (1974) del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey y de doctor en Ciencias Químicas (Ph.D., 1977) de la Universidad de Carolina del Norte en Chapel Hill, NC, E.U.A. Trabajó como investigador posdoctoral en la Universidad de California, Berkeley (1977-1978) y como investigador asociado en la División de Diagnósticos de Syntex en Palo Alto, California (1978-1979). Actualmente es Profesor Titular e Investigador en el Departamento de Química del CINVESTAV-IPN. El Dr. Juaristi fue Profesor Visitante del Politécnico (E.T.H.) de Zurich durante 1985-1986 y durante 1992-1993, de la Universidad de California en Berkeley (1999-2000) y de la Universidad Técnica (RWTH) de Aachen, Alemania (mayo-julio, 2013). Ha supervisado el desarrollo de 38 tesis Doctorales, 23 de Maestría y 57 de Licenciatura. Es autor ó coautor de 386 publicaciones en el área de la química, incluyendo 211 trabajos de investigación original, 27 libros, 38 capítulos en libros, 22 artículos de revisión, 30 artículos de docencia y 58 artículos de difusión. Estas publicaciones han recibido más de 8,200 citas por otros autores, incluyendo aproximadamente 800 en libros. Es miembro de la Academia Mexicana de Ciencias, Investigador Nacional en el Sistema Nacional de Investigadores. Coordinador y fundador de la Red Latinoamericana de Química a partir de 1995. Premio de la Academia de la Investigación Científica en Ciencias Exactas (ahora Academia Mexicana de Ciencias) 1988. Premio Interamericano de Ciencia y Tecnología 1990, otorgado por la Organización de Estados Americanos. Premio Nacional de Química “Andrés Manuel Del Río”, otorgado por la Sociedad Química de México, 1994. Premio Nacional de Ciencias y Artes 1998 en el Área de las Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales. Miembro de El Colegio Nacional, a partir del 13 de febrero de 2006. Vice-Presidente de la Sociedad Química de México 2007-2008 y Presidente 2009-2010. Jefe del Departamento de Química del Cinvestav-IPN del 7 de agosto de 2007 al 31 de mayo del 2013. Nombrado “Fellow” (Miembro Honorario) de la American Chemical Society, agosto 17, 2009. Nombrado Profesor Emérito del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV), 4 de diciembre de 2009. Miembro Titular de la Academia Mexicana de Ciencias (2012) y ese mismo año obtuvo el premio de investigación alemán Georg Forster de la Fundación Alexander von Humboldt

## **ING. RODOLFO LÓPEZ**

Consejo Nacional de Ejecutivos en Logística y Cadena de Suministro, A. C.

**TEMA:** *Innovación en la Cadena de Suministro.*



### **CURRICULUM CORTO**

Con una formación académica vasta y completa con estudios base en Ingeniería Industrial y estudios de posgrado en disciplinas de Mercadeo, Operaciones, Logística y Dirección de Empresas ha desarrollado una carrera de más de 30 años cubriendo exitosamente posiciones en toda la cadena Logística y Cadena de Valor (Cadena de Suministro, Servicio a Clientes, Distribución, Planeación de la Demanda, Gestión de almacenes, Control de Producción, Importaciones / exportaciones) además de Servicios Comerciales y Dirección/Ejecución de Grandes Proyectos en área internacionales, tanto en Europa como en América, colaborando con multinacionales líderes en productos de consumo como The Gillette Co., Apple Inc. y P&G así como en empresas nacionales de Retail, de Comunicaciones y de Servicios. En esta trayectoria ha participado en cambios masivos de procesos, técnicas de gestión y aplicación de tecnologías, gestión de personal y creación de talento además de operaciones de reestructuración y separación de líneas de negocio para diferentes geografías. Participa activamente en charlas y conferencias en foros académicos e industriales. En el año 2011 fue doblemente reconocido con el Premio Nacional de Logística en las categorías Ejecutivo y Empresa. Es Presidente actual del CSCMP capítulo México, Pdte. Del Consejo Nacional de Ejecutivos en Logística y Cadena de Suministro (CONALOG) y ha dirigido, entre otros, el Comité de Logística de la Asociación Nacional de Tiendas de AutoServicio y Departamentales para el período 2012-2013. Actualmente se desempeña como Consultor Independiente en Gestión de Alto Nivel para Cadenas de Suministro.

**DRA. CRISTINA RODRÍGUEZ**  
University of British Columbia, CANADA



**TEMA:** *La producción de proteínas heterólogas: Enfoque ingenieril y molecular*

**CURRICULUM CORTO**

Dr. Cristina Rodríguez-Rodríguez obtained her PhD in Medicinal Chemistry from the Universitat Autònoma de Barcelona in Spain. Subsequently, she was awarded with the PostDoctoral Fellowship Beatriu de Pinós and joined the lab of Prof. Chris Orvig at the Department of Chemistry (University of British Columbia (UBC), Vancouver BC, Canada) between 2010 - 2014. Her research is at the interface between Medicinal Chemistry and Drug Discovery focused on the discovery and development of small molecules that combine both therapeutic and diagnostic (PET or SPECT) capabilities for Alzheimer's Disease and their subsequent target and cell-based assays. She also demonstrated enthusiasm and motivation by incorporating Molecular Modelling into her research to assist drug design and predict interactions between several drugs and their targets. During her postdoctoral studies, she collaborated with Prof. Urs Hafeli at Faculty of Pharmaceutical Sciences (UBC) in the development of novel pain-relieving drugs using computer-aided drug discovery studies. Currently, Cristina holds a joint appointment at UBC (Department of Physics and Astronomy and Faculty of Pharmaceutical Sciences) as a Research Associate and Lab Manager of the PET/SPECT/CT Imaging Facility located at the Centre of Comparative Medicine (CCM). She is responsible for the coordination and performance of preclinical and Imaging Projects.

**DR. JAVIER BECERRIL**  
Universidad Autónoma de Yucatán



**TEMA:** *Desarrollo Económico y Sustentabilidad.*

**CURRICULUM CORTO:**

Estudio Economía en la Universidad Autónoma Metropolitana (1995 Realizó estudios de Maestría en Urbanismo, Economía y Ambiente en la Universidad Nacional Autónoma de México (2003). Realizó también estudios de Maestría en Economía Ecológica en la Universidad Autónoma de Barcelona, España (2005). Es doctor en Economía Agrícola por la Universidad de Kiel, Alemania (2008). Ha trabajado en diferentes instituciones mexicanas y organismos internacionales. Desde 2008 es Profesor – Investigador de Tiempo Completo en la Facultad de Economía de la Universidad Autónoma de Yucatán.

Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, CONACYT. Miembro del Consejo Consultivo Científico (CCC) de la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM). CONACYT & Gobierno de la República.

Reconocimiento Perfil Deseable (Programa de Mejoramiento del Profesorado, PROMEP) 2013-2016. Es miembro del comité académico del Doctorado en Ciencias Sociales de la UADY. Colaborado del Programa de Estudios del Cambio Económico y la Sustentabilidad del Agro – Mexicano del Centro de Estudios Económicos del El Colegio de México.

Actualmente es Coordinador General del Sistema de Posgrado, Investigación y Vinculación de la UADY desde 2015.

---

**M. EN C. ANA ARJONA SOSA**  
GS1 Mérida



**TEMA:** *Más allá del código de barras.*

**CURRICULUM CORTO:**

Egresada del Instituto Tecnológico de Mérida en la Licenciatura en Administración, cuenta con dos especialidades, una en Mercadotecnia y una en Comercio Exterior, y la Maestría en Ciencias de la Educación, por la Universidad Anáhuac Mayab.

Desde hace más de 12 años trabaja en el área de consultoría para PyMes, trabajó durante 5 años en la Secretaría de Fomento Económico en el área de capacitación para el Comercio Exterior, en enero del 2011 tomó el cargo de Coordinadora Regional de GS1 México – AMECE, atendiendo empresas de todos los giros en los estados de Yucatán, Campeche, Quintana Roo, Tabasco y Chiapas.

## **DR. IVAN SALMERÓN OCHOA**

Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua



**TEMA:** *Estudio de la Aplicación del Suero de Queso como Plataforma Para el Desarrollo de una Biorefinería.*

### **CURRICULUM CORTO:**

Ingeniero Químico con Especialidad en Alimentos  
Doctorado en Ingeniería Química y Ciencias Analíticas

#### **EXPERIENCIA LABORAL:**

Como académico se ha desenvuelto en el área de Licenciatura como profesor titular de las materias: Maquinas Térmicas y Refrigeración, Operaciones Unitarias II, Tópicos Selectos de Ing. Química, Inocuidad Alimentaria, Mecánica de Fluidos y Reactores Químicos. En el área de posgrado ha participado como docente de los cursos de Diseño Experimental y Microbiología de Alimentos.

#### **Investigación**

Investigador integrante del cuerpo académico UACH-CA-71 Procesos Alternativos En Ingeniería De Biosistemas (status: consolidado)

#### **Líneas de investigación:**

- a) Propiedades de materiales biológicos y su relevancia en procesos.
- b) Tecnologías alternativas y desarrollo sustentable en sistemas biológicos.

#### **DIRECCION DE TESIS:**

10- Licenciatura 5- Master

**PUBLICACIONES EN REVISTAS ARBITRADAS/INDEXADAS: 15**

---

**DRA. IXCHEL GIJÓN ARREORTÚA**  
Universidad Nacional Autónoma de México



**TEMA:** *Polvos Alimentarios: Propiedades y Comportamiento Mecánico.*

**CURRICULUM CORTO:**

Posgrado: Doctorado en Ingeniería Química (Bioingeniería-Alimentos).

Posgrado: Maestría en Ingeniería Química (Bioingeniería-Alimentos).

Posgrado: Especialidad en Control de Calidad

Licenciatura en: INGENIERIA EN ALIMENTOS

DESEMPEÑO PROFESIONAL EXPERIENCIA LABORAL

Vitamédica

La Pastora

Procesadora de Confituras.

El Globo (Prácticas profesionales)

PUBLICACIONES

Ixchel Gijón-Arreortúa, Alberto Tecante. 2015. Mixing time and power consumption during blending of cohesive food powders with a horizontal helical double-ribbon impeller. *Journal of Food Engineering*. 149, 144–152.

Ixchel Gijón-Arreortúa, Alberto Tecante. 2015. Mixing Performance of a Curved-Ribbon Impeller during Blending of Food Powders. *Chemical Engineering & Technology*. 38 (4), 734–740.

DOCENCIA

Procesos de alimentos. Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Química. Licenciatura.

Laboratorio de Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Química. Licenciatura.

**DR. MARTÍN HERNÁNDEZ VALDEZ**  
Resirene S.A. de C.V.



**TEMA:** *Aplicaciones Industriales de la Polimerización Radicálica Viva.*

**CURRICULUM CORTO:**

Martín Hernández es Gerente de Innovación y Desarrollo de Resirene, S.A. de C.V., empresa 100% mexicana que produce y comercializa plásticos, y que forma parte del grupo KUO, uno de los grupos industriales más grandes de México. Martín es Ingeniero Químico egresado de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana, y tiene una maestría en Ingeniería Química por parte de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, y cuenta con más de 20 años de experiencia en el campo de desarrollo de nuevos materiales, gestión de tecnología, e innovación.

Actualmente tiene bajo su responsabilidad las actividades de innovación tecnológica en la empresa, que incluye el desarrollo de más de 10 nuevos productos plásticos de alto desempeño.

Es Co-autor de 8 artículos en el tema de Ciencia de Materiales, publicados en revistas arbitradas, y ha sido miembro del grupo gerencial que ha ganado el Premio Nacional de Tecnología en dos empresas distintas, caso único en la historia de esta distinción. Además, ha sido distinguido con otros reconocimientos en el área de la innovación tecnológica, como el “Premio INTERDESC de Tecnología”, y el “Premio ADIAT a la Innovación Tecnológica”.

## SESIÓN DE CARTELES

Clave	#	Título y Autor
<b>A</b>	27	Actividad inhibitoria de la enzima convertidora de angiotensina-I de fracciones peptídicas de frijol lima ( <i>Phaseolus lunatus</i> )
	40	Evaluación de la calidad nutrimental de aislado proteico y subproductos de cultivos de brócoli ( <i>Brassica oleracea itálica</i> ).
	41	Diseño prototipo de una planta procesadora de mantecadas con zanahoria endulzadas con Stevia rebaudiana BERTONI
	44	Perfil lipídico de productos de panificación formulados a base de harina y semilla entera de Chía ( <i>Salvia hispánica</i> ).
	83	Diseño de una planta procesadora de mayonesa
	48	Evaluación de la actividad antioxidante e inhibitoria de la eca de hidrolizados proteínicos de <i>Mucuna pruriens</i> .
	57	Análisis del contenido de ácidos grasos en carne de cordero por cromatografía de gases acoplada al detector de ionización de llama.
	68	Hidrólisis enzimática de almidón de yuca ( <i>Manihot esculenta</i> Crantz)
<b>B</b>	5	Evaluación del efecto de las condiciones ambientales en el crecimiento de <i>Lactobacillus casei</i> .
	6	Establecimiento de un cultivo primario a partir de la pulpa dental humana como modelo de estudio para la diferenciación celular
	7	Estandarización de la RT-PCR para el análisis de la expresión de los genes amo, hao y nor en un consorcio nitrificante.
	10	Exploración metagenómica de la biodiversidad microbiana presente en la laguna de Bacalar
	12	Análisis taxonómico de lodos porcícolas
	13	Pretratamiento ultrasónico para mejorar la producción de biogás en la digestión anaerobia de lodos activados
	24	Actividad antifúngica de triterpenos glicosilados de la pared corporal del pepino de mar <i>Holothuria floridana</i>
	33	Arranque y estabilización de un biorreactor metanogénico para la degradación de excretas porcícolas
	37	Estudio cinético de <i>Burkholderia</i> sp. durante la producción de biosurfactantes usando aceite de soya como sustrato.
	42	Identificación de genotipos CYP2D6 (*3, *4 y *6) para metabolizadores pobres en población abierta de Yucatán
51	Corrosion inducida por microorganismos en el subsuelo del estado de Yucatán.	

## SESIÓN DE CARTELES CONTINUACIÓN.

Clave	#	Título y Autor
<b>B</b>	54	Análisis de la capacidad de producción de ácido láctico a partir de xilano y carboximetilcelulosa de bacterias ácido lácticas aisladas de sedimentos costeros.
	65	Análisis de actividades enzimáticas producidas por un consorcio microbiano degradador de pericarpio de maíz nixtamalizado
	71	Escrutinio y selección de microorganismos con capacidad de producir ácido láctico a partir de azúcares presentes en el pericarpio de maíz.
	32	Implementación y calibración del ADM-1 de la digestión anaeróbica de lodos residuales en Matlab
	58	Estudio de la presencia de Cu, Fe y Zn en lodos y aguas residuales generadas en la granja santa maría de las rosas para el establecimiento de su sistema percolador fisico-biológico
	62	Caracterización de exopolisacáridos producidos por un consorcio microbiano nativo aislado de pozas salinas de Yucatán
<b>Q</b>	20	Síntesis de compuestos híbridos de interés en química medicinal mediante RMC/ciclación
	22	Estudio fitoquímico del extracto diclorometánico de las hojas de <i>Elaeodendron trichotomum</i>
	23	Aislamiento y oxidación de Lupeol a partir de la cáscara de <i>Chrysophyllum cainito</i>
	26	Estudio fitoquímico de los frutos de <i>Chrysophyllum cainito</i> L.
	28	Aislamiento de damnacantal de la raíz de <i>Morinda panamensis</i>
	29	Obtención e identificación de terpenoides de la corteza de <i>elaedendron trichotomum</i>
	30	Comparación de dos métodos para la extracción de aceite esencial de la hoja de albahaca ( <i>Ocimum basilicum</i> )
	31	Aplicación del método convencional en la síntesis de 2-amino-4-aryl-1,3-Tiazoles
	38	Estudio teórico de las propiedades electrónicas y estructurales de helicenos
	39	Cuantificación por RMN de damnacantal en extractos orgánicos de la raíz de <i>Morinda Panamensis</i> Seem.
	47	Caracterización estructural de saponinas obtenidas de algunos holotúridos por Resonancia Magnética Nuclear
	59	Evaluación de las capacidades de adsorción del arsénico sobre un bio-material dióxido de titanio-alginato de calcio
	60	Efecto curativo de los derivados proteínicos de <i>Mucuna puriens</i> sobre heridas en modelos diabéticos
	84	Obtención de nanofibras de biopolímeros y evaluación de la influencia de pH en la adsorción de metales pesados en soluciones acuosas.

## SESIÓN DE CARTELES CONTINUACIÓN.

Clave	#	Título y Autor
<b>Q</b>	86	Síntesis y caracterización $MFe_2O_4$ ( $M = Cu, Mn, Zn, Co$ ) por el método de mecano-síntesis
	87	Remoción de metales pesados de soluciones acuosas mediante zeolita natural tipo clinoptilolita modificada.
<b>IQI</b>	11	Obtención de aceites esenciales mediante destilación por arrastre de vapor aplicados a <i>Jatropha curcas</i> y <i>Lippia graveolens</i>
	14	Síntesis del 4-Bromo-Difeniletileno en atmósfera inerte
	16	Propuesta de una biorrefinería para el aprovechamiento integral de biomasa microalgal.
	18	Escalamiento Matemático del Transporte de Especies Químicas con Bioreacción en Fotobioreactores de Columna de Burbujeo
	19	Análisis de huella de carbono de la pirolisis de residuos sólidos municipales (RSM) en México
	35	Conversión de trazas de ácido sulfhídrico $H_2S$ (aq) a azufre comercial, bajo NOM 148 – SEMARNAT- 2006, bajo la planta recuperadora de azufre de la refinería Ing. Antonio Dovalí Jaime, con el catalizador alúmina activa ( $Al_2O_3$ ).
	61	Placa de calentamiento: determinación del coeficiente de conductividad en una placa con dos resistencias.
	64	Obtención experimental de la elevación en el punto de ebullición de una solución NaOH- $H_2O$ , mediante un tanque a presión.
	67	Parafina como solución al sobrecalentamiento de agua doméstica.
	69	Extracción de glucósidos de las hojas de <i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni cultivadas en México utilizando extracción con fluidos supercríticos (SFE).
70	Determinación de la velocidad de absorción de $CO_2$ en agua e hidróxido de sodio en columna de absorción de lecho empacado.	
<b>II</b>	85	Heat dissolution.
	45	Implementación de un sistema de gestión ambiental para el manejo integral de los residuos sólidos basado en la mejora continua KAIZEN en una planta embotelladora de refrescos.
<b>L</b>	1	Diseño de un sitio de eCommerce con enfoque B2C para la comercialización de carne de carnero.

## SESIÓN DE ORALES.

Clave	Título y Autor
36	Actividad inhibitoria de la enzima convertidora de la angiotensina-1 y antioxidante de hidrolizados proteicos del músculo de pez león ( <i>Pterois volitans, L.</i> ). Azucena Chuc, Santiago Gallegos, Luis Chel and David Betancur
21	Desarrollo de un vehículo aéreo no tripulado (VANT) para realizar operaciones relacionadas con logística humanitaria. Eduardo Iván Quiñones Zubieta, Rigel Andrés González Valdemar and Javier Ernesto Valencia Méndez.
43	Flujo de intensidad de luz media en fotobiorreactores con cultivo de <i>Scenedesmus obliquus</i> . Ángel De Jesús Quijano Armengol, Alejandro Ruiz Marín and Yunuen Canedo López.
50	Influencia de la fuente de luz en el crecimiento y carotenoides en cultivo de <i>Chlorella vulgaris</i> . Irina Guadalupe Espinosa Espinoza, Alejandro Ruiz Marín, Yunuen Canedo López, Asteria Narváez García, Juan Carlos Robles Heredia, Ángel Del Jesús Quijano Armengol and Ana Laura López Palmer.
25	Diseño y simulación de un bioproceso en régimen continuo para la producción de 1,3-propanodiol a partir de glicerol puro. Sebastián Espinel Ríos and Juan Enrique Ruiz Espinoza
9	Diseño conceptual y análisis tecno-económico de una biorrefinería de plataforma bioquímica a partir de <i>Jatropha Curcas</i> . Karla Daniela Chikani Cabrera, Julio C. Sacramento Rivero and Juan Enrique Ruiz Espinoza
3	Design and assessment of a whole-crop biorefinery based on <i>Jatropha Curcas</i> using sustainability criteria. Freddy Segundo Navarro-Pineda, Robert Handler and Julio C. Sacramento Rivero
79	Análisis no lineal de un proceso de digestión anaerobia en un biorreactor agitado continuo. Misael J. Díaz-Braga, Ángel G. Zitalpopoca-Soriano and Sergio A. Baz-Rodríguez
80	Desarrollo de un sencillo planteamiento experimental para evaluar el efecto del mezclado estático en ingeniería de reacciones químicas. Juana A. Guillén-Francisco, Natali C. Herrera-Soberanis, Miguel Rodríguez-Novelo, José A. Rocha-Urbe and Sergio A. Baz-Rodríguez.
17	Síntesis de nuevas poli(amida-imida)s a partir de un nuevo monómero asimétrico. Javier Canto, Manuel Aguilar, María Isabel Loria and José Luis Santiago.
2	Estudio teórico de la cicloadición [4+2] en la síntesis biomimética de la grandiona. Carolina Stepahía Castro Segura, Gonzalo Mena Rejón and Ramiro Quijano Quiñones.
8	Cambios de fase del óxido de titanio aplicando plasma de gas nitrógeno. Liliana Caballero Espada
15	Estudio teórico de la tautomerización ceto-enólica de la antrona de crisofanol. Fernando Tun Rosado, Rubén Marrero Carballo, Gonzalo Mena Rejón and Ramiro Quijano Quiñones.
52	Liberación controlada de alicina a partir de nanopartículas de TiO <sub>2</sub> . Marlene Lariza Andrade Guel, Lourdes Díaz Jiménez and Dora Alicia Cortes Hernández.
34	Síntesis de aductos nitrógeno-boro y estudio en la extracción de hidrocarburos aromáticos policíclicos. Ángel Daniel Herrera España, Herbert Höpfl and Hugo Morales Rojas.

# Actividad inhibitoria de la enzima convertidora de la angiotensina-I y antioxidante de hidrolizados proteicos del músculo de pez león (*Pterois volitans*, L.)

<sup>1</sup> Chuc-Koyoc Azucena,<sup>1</sup> Gallegos-Tintoré Santiago,<sup>1</sup> Chel-Guerrero Luis,<sup>1</sup> Betancur-Ancona David

<sup>1</sup> Laboratorio de Ciencia de los Alimentos, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

Email: [azucena-chuc@hotmail.com](mailto:azucena-chuc@hotmail.com), [santiago.gallegos@correo.uady.mx](mailto:santiago.gallegos@correo.uady.mx), [cguerrer@correo.uady.mx](mailto:cguerrer@correo.uady.mx), [bancona@correo.uady.mx](mailto:bancona@correo.uady.mx)

## Resumen

El pez león (*Pterois volitans*, L.), es un invasor en el caribe y golfo de México, como estrategia de control esta su consumo. Pudiendo ser una fuente de obtención de compuestos bioactivos para la prevención de enfermedades cardiovasculares. En este estudio se evaluó la actividad inhibitoria de la ECA-I (IECA) y antioxidante por decoloración del radical ABTS•+ de hidrolizados obtenidos cada 30 min a partir de la hidrólisis secuencial de las proteínas musculares del pez león empleando pepsina (60 min) y pancreatina (120 min). Determinando el grado de hidrólisis (GH), el perfil de aminoácidos y electroforético del músculo e hidrolizados. El hidrolizado de 60 min con GH de  $16.85 \pm 0.48\%$ , presentó mayor IECA de  $68.80 \pm 0.28\%$  con 28.79% de aminoácidos con propiedad antihipertensiva (Hys, Leu, Phe, Arg, Ala, Pro). El de 30 y 120 minutos presentaron GH de  $18.38 \pm 0.24\%$  y  $66.15 \pm 0.96\%$ , con mayor actividad TEAC de  $60.33 \pm 1.00$  y  $53.51 \pm 0.66$  mM/mg de proteína, con 18.83% y 16.56% de aminoácidos con propiedad antioxidante (Tyr, Trp, Met, Lys, Cys), respectivamente. El músculo contiene  $91.50 \pm 0.22\%$  de proteína y aminoácidos esenciales (Thr, Val, Leu, Phe) mayor al recomendado por la FAO. El perfil electroforético evidenció el mayor GH de la proteína a los 120 min encontrando polipéptidos con PM entre 41kDa-6kDa, en el músculo entre 10.6kDa a >225kDa, pudiendo ser mayormente proteínas miofibrilares y sarcoplásmicas. Las fracciones obtenidas por FPLC podrían tener mayor bioactividad debido a su PM (39.96kDa-10.24Da) y contenido de aminoácidos. El pez león podría ser considerado una fuente rica de péptidos bioactivos.

**Palabras clave:** Pez león; Péptidos; Hidrolizados; Antioxidante; Antihipertensivo.

# Desarrollo de un Vehículo Aéreo No Tripulado (VANT) para realizar operaciones relacionadas con la logística humanitaria.

Quiñones-Zubieta Eduardo,<sup>1,3</sup> Valencia-Méndez Javier,<sup>1,2</sup> Gonzalez-Valdemar Andres,<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería Química, Campus de Ingenierías y Ciencias Exactas, Mérida, Yucatán, México.

<sup>2</sup> Laboratorio Nacional CONACYT en Transporte y Logística (SiT Log-LAB), Mérida, Yucatán, México.

Email: zubieta\_55@hotmail.com, javier.valencia@correo.uady.mx, andresgonzalezvaldemar@outlook.com

## Resumen

El presente trabajo muestra el desarrollo de un Vehículo Aéreo No Tripulado (VANT), los cuales han están siendo utilizados para diversos fines tanto militares como civiles, incluyendo labores propias de la logística humanitaria. Paralelo a lo anterior, debe hacerse mención que si bien los VANT, cuentan con diversas bondades, también presentan algunos desafíos los cuales invitan a seguir investigando en ellos. Esto es lo que motiva el presente trabajo, el cual busca superar una de las principales limitantes de los drones: la imposibilidad de realizar diversas actividades, enfocándose particularmente en una en específico. Como objetivo específico de este proyecto, tenemos el desarrollo de un VANT, que pueda ser útil en labores de logística humanitaria al realizar lo siguiente: trasladar mercancía, iluminar, fumigar y capturar imágenes. La metodología incluyó el desarrollo del cuerpo motriz del VANT; del software controlador y de las herramientas a acoplar al dron. Hasta el momento, se tiene el dron así como su software controlador- ya que, como se ha mencionado, un VANT que incorpore diversas aplicaciones a partir de un único cuerpo motriz es algo de lo que no se tiene evidencia actualmente. Un trabajo a futuro es estudiar la factibilidad de realizar un dron multitarea, que sea una herramienta valiosa para las labores de logística humanitaria.

**Palabras clave:** Logística; Logística Humanitaria; Dron; VANT.

# Flujo de intensidad de luz media en fotobiorreactores con cultivo de *Scenedesmus obliquus*

Quijano Armengol Angel de Jesus<sup>1</sup>, Marín Ruiz Alejandro<sup>1</sup>, Canedo López Yunuen<sup>1</sup>, Aguilar Arcos Jonathan, López<sup>3</sup> Pérez Daniela Angélica<sup>4</sup>, Román Luna Diana Fernanda<sup>5</sup>, Alvarado Hernández Nancy<sup>6</sup>, Perera Morales Gloria Guadalupe<sup>7</sup>, López Palmer Ana Laura<sup>8</sup>.

<sup>1</sup>Laboratorio de biotecnología. Universidad Autónoma del Carmen, Facultad de Química. Ciudad del Carmen, Campeche, México.

Email: [quijano\\_angel@hotmail.com](mailto:quijano_angel@hotmail.com), [aruiz@pampano.unacar.mx](mailto:aruiz@pampano.unacar.mx), [ycanedo@pampano.unacar.mx](mailto:ycanedo@pampano.unacar.mx)

## Resumen

En el estudio de foto-biorreactores, la relación de luz radiante disponible en el cultivo debe ser la suficiente para satisfacer el crecimiento algal. En cultivo de células libres, la intensidad de luz media no es un criterio suficiente ya que esta depende de factores como la iluminación externa y superficie del reactor, la concentración y morfología de la célula, nivel de pigmentación celular y características de absorción. Un gran número de modelos han sido descritos en la literatura, donde los más empleados son los modelos mono-dimensionales (Lambert-Beer), ya que estos resultan más atractivos, especialmente para simulación dinámica o modelos basados en control predictivo. Mediciones de intensidad de luz fueron obtenidas en diversas ubicaciones dentro del foto-biorreactor con iluminación externa, determinando el coeficiente de extinción ( $K_a$ ) en relación con el incremento de la densidad celular de *S. obliquus* en agua residual artificial. Por otro lado, los datos obtenidos permitieron el cálculo de diferentes  $K_a$  en relación a la distancia de propagación dentro del foto-biorreactor, así como evaluar la tasa fotosintética (P) y Constante de saturación (Km). Los resultados sugieren que el valor promedio de extinción de luz en el cultivo de *S. obliquus* fue de 1.327; sugiriendo un máximo diámetro de 10.5 cm, lo cual resulta una adecuada condición alcanzando una máxima densidad celular de  $10.3 \times 10^6$  cel ml<sup>-1</sup>. Similar, valores de  $K_a$  fueron obtenidos en un rango de 0.904 – 1.854 con respecto al radio del fotobiorreactor (10.5 cm), sugieren que la propagación decae dentro del fotobiorreactor con respecto al incremento de la biomasa. El rango de máxima tasa de aprovechamiento lumínica ( $q_e$ ) de  $3.522 \times 10^{-4}$  a  $3.958 \times 10^{-4}$   $\mu\text{E cel}^{-1} \text{s}^{-1}$ , sugiere un mayor aprovechamiento de energía luminosa en las primeras 10 horas de cultivo, alcanzando una máxima densidad celular de  $3 \times 10^6$  cel ml<sup>-1</sup>. La curva Fotosíntesis vs Intensidad propone que en cultivo suspendido es posible emplear intensidades en un rango de 50 a 1000  $\mu\text{E cel}^{-1} \text{s}^{-1}$ , con satisfactorio crecimiento.

**Palabras clave:** Coeficiente de extinción, modelo mono-dimensional, *S. obliquus*, tasa fotosintética, tasa de iluminación aprovechable. Curvas Fotosíntesis vs Intensidad de luz.

# Influencia de la fuente de luz en el crecimiento y carotenoides en cultivo de *Chlorella vulgaris*.

Espinosa Espinoza Irina Guadalupe<sup>1</sup>, Ruiz Marín Alejandro<sup>1</sup>, Canedo López Yunuen<sup>1</sup>, Narváez García Asteria<sup>1</sup>, Robles Heredia Juan Carlos<sup>1</sup>, Quijano Armengol Ángel del Jesús<sup>1</sup>, López Palmer Ana Laura<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Laboratorio de Biotecnología. Universidad Autónoma del Carmen, Facultad de Química. Ciudad del Carmen, Campeche, México.

Email: [irina\\_espinos@hotmail.com](mailto:irina_espinos@hotmail.com), [aruiz@pampano.unacar.mx](mailto:aruiz@pampano.unacar.mx), [ycanedo@pampano.unacar.mx](mailto:ycanedo@pampano.unacar.mx), [anarvaez@pampano.unacar.mx](mailto:anarvaez@pampano.unacar.mx), [jrobles@pampano.unacar.mx](mailto:jrobles@pampano.unacar.mx), [quijano\\_angel@hotmail.com](mailto:quijano_angel@hotmail.com), [laura\\_palmer92@outlook.com](mailto:laura_palmer92@outlook.com)

## Resumen

La fotosíntesis y producción de biomasa depende directamente del tipo de fuente de luz y distribución de la misma dentro del foto-biorreactor. Estudios han evaluado el efecto de la intensidad de luz sobre el crecimiento algal y escasos estudios se han enfocado al efecto del tipo de fuente de luz sobre la remoción de nutrientes y contenido de carotenoides. El presente trabajo evaluó el crecimiento y contenido de pigmentos-carotenoides en cultivos a dos intensidades de luz (70 y 140  $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) y fuentes de luz: Blanca, Azul, Amarilla y Violeta. Registro de biomasa ( $\text{g L}^{-1}$ ), densidad celular ( $\text{cel ml}^{-1}$ ), clorofila y carotenoides, en un medio equivalente al agua residual fueron obtenidos. El contenido de biomasa y densidad celular a 70  $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$  mostró una mayor concentración de biomasa y densidad celular bajo luz blanca ( $0.3 \text{ g L}^{-1}$  y  $6.0 \times 10^6 \text{ cel ml}^{-1}$ , respectivamente); seguido por luz azul con  $0.4 \text{ g L}^{-1}$  y  $4.5 \times 10^6 \text{ cel ml}^{-1}$ , respectivamente. Cultivos a 140  $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , la biomasa y densidad celular mostró diferencias significativas a diferentes tipos de fuentes de luz, con mayor concentración de  $0.6 \text{ g L}^{-1}$  y  $8.0 \times 10^6 \text{ cel ml}^{-1}$  (Luz azul), respectivamente; seguido por luz blanca, similar, el contenido de clorofila a 70 y 140  $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$  fue mayor ( $7,000$  y  $5,000 \mu\text{g L}^{-1}$ ), respectivamente; comparado con luz violeta y blanca ( $4000 - 4500 \mu\text{g L}^{-1}$ ). Similar tendencia fue para carotenoides. Concluyendo que la luz azul proporciona los requerimientos para la producción de clorofila a y carotenoides, sin afectar negativamente al crecimiento.

**Palabras clave:** Intensidad- Fuentes de luz, carotenoides, clorofila, *C. vulgaris*

# Diseño y Simulación de un Bioproceso en Régimen Continuo para la Producción de 1,3-propanodiol a partir de Glicerol Puro

Espinel-Ríos Sebastián,<sup>1</sup> Ruiz-Espinoza Juan Enrique<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

Email: [s.espinelrios@gmail.com](mailto:s.espinelrios@gmail.com), [juan.ruiz@correo.uady.mx](mailto:juan.ruiz@correo.uady.mx)

## Resumen

Se realiza el diseño y simulación de un bioproceso en régimen continuo para la producción de 1,3-propanodiol (1,3-PDO) grado polimérico, empleando glicerol puro como sustrato y *Clostridium diolis* DSM 15410 como sistema biológico. Se demuestra su viabilidad técnica y económica, mediante el empleo del simulador SuperPro Designer. La secuencia del diseño planteado fue: preparación del medio de cultivo en tanque agitado, esterilización por calor del mismo, fermentación, floculación para la remoción de los biocoloides, intercambio iónico para la remoción de las sales inorgánicas, evaporación para concentrar el producto, y destilación para terminar de purificarlo. Para la simulación del bioproceso se utilizó una tasa de dilución de  $0.52 \text{ h}^{-1}$ , equivalente a una concentración de sustrato de  $51.2 \text{ g/L}$ . La producción crítica (costos de producción igual a ganancias) se ubicó en  $472 \text{ kg/h}$ , y se seleccionó una meta de producción de  $1,700 \text{ kg/h}$ . A este valor, el tiempo de amortización fue 2.98 años, el índice RSI 33.51% y la TIR 24.77%. La inversión requerida se ubicó en US\$54.9 millones, para producir un estimado anual de 13,464 toneladas métricas de producto. El 1,3-PDO se encontró a una concentración de 2.5% a la salida del biorreactor, y se logró purificar hasta un 99.8%. El rendimiento global del proceso fue de  $0.47 \text{ kg 1,3-PDO/kg glicerol}$ , y cerca del 4% de 1,3-PDO se perdió en las bioseparaciones. El 52.64% de los costos operacionales correspondieron a las materias primas, siendo el glicerol el factor más importante, representando el 60.4% de dichos costos.

**Palabras clave:** 1,3-Propanodiol; Glicerol; *Clostridium diolis*; Simulación; SuperPro Designer.

# Diseño conceptual y análisis tecno-económico de una biorrefinería de plataforma bioquímica a partir de *Jatropha curcas*.

**Karla Daniela Chikani Cabrera<sup>1</sup>, Dr. Julio C. Sacramento Rivero<sup>2</sup>, Dr. Juan Enrique Ruiz Espinoza<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

<sup>3</sup> Laboratorio de Biotecnología y Microbiología, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

Email: karla.chikani@hotmail.com, julio.sacramento@correo.uady.mx, juan.ruiz@correo.uady.mx

## Resumen.

El presente trabajo propone un diseño conceptual de biorrefinería de plataforma bioquímica para la producción de biodiesel, pellets, electricidad y glicerol a partir de *Jatropha curcas* en el estado de Yucatán. Para el diseño se utilizaron condiciones de cultivo reales en el municipio de Tizimín, Yucatán, considerando 5000 ha con un rendimiento anual de 2 t/ha. Se plantean 5 diseños de proceso, 4 casos base y la biorrefinería, se obtuvieron los balances de materia y energía, así como el dimensionamiento de los equipos. Se utilizó el simulador Aspen Plus y hojas de cálculo y se realizó el análisis tecno-económico. En el caso base se producen  $2.62 \times 10^6$  L de biodiesel y 229,094 L de glicerol crudo mientras que en la biorrefinería, además del biodiesel obtenido en el caso base, se producen 200,405 L de glicerol purificado, 5,829.44 toneladas de pellets, 19,423.07 toneladas de digestato,  $1\text{MW}_e$  y 44,779 kg de  $\text{K}_3\text{PO}_4$ .

Como resultado se obtuvo que ninguno de los casos sea rentable. El 91 % de la inversión inicial equivalen a los costos agrícolas, mientras que un 63 % del costo de producción equivale al mantenimiento del cultivo. Con un análisis de sensibilidad se verificó que el proceso comienza a ser rentable con una productividad igual o mayor a 3.6 t/ha/a siendo la biorrefinería la mejor opción. Para que el esquema de biorrefinería sea rentable se requiere lograr una productividad de semillas de al menos 3.6 t/ha/a por lo tanto la selección y el mejoramiento genético es primordial para alcanzar la rentabilidad del biodiesel de jatrofa en la península.

# Design and assessment of a *Jatropha curcas*-based whole-crop biorefinery using sustainability criteria

Navarro-Pineda Freddy Segundo,<sup>1</sup> Handler Robert,<sup>2</sup> Sacramento-Rivero Julio Cesar<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

<sup>2</sup> Sustainable Futures Institute, Michigan Technological University, Michigan, United States.

Email: fredonava@gmail.com, rhandler@mtu.edu, Julio.sacramento@correo.uady.mx

## Resumen

A *Jatropha*-based whole-crop biorefinery was designed and assessed the sustainability framework developed by Sacramento-Rivero (2012, <http://dx.doi.org/10.1002/bbb.335>). This framework involves techno-economic analysis, along with environmental life cycle assessment, into a set of indicators whose values are normalized and range between zero to infinity. Indicators that range between 0 and 1 are considered sustainable. The indicators are gathered into 5 categories including renewability, economics, fossil-based products displacement, biodiversity protection, environmental mitigation, and community development. Information regarding the cultivation of *Jatropha* was collected and two potential scenarios to harness the *Jatropha* biomass were identified, simulated, and assessed. The first scenario (BPP) refers to a standalone biodiesel production process which does not harness the lignocellulosic residual biomass, while the second (IBP-2) uses it for the production of bio-oil, bio-char, and the internal heat and power requirements. Results indicate that the biorefinery scenario (IBP-2) performs better than the standalone biodiesel production (BPP) due to a more diverse portfolio of products that allows for a better sustainability performance. However, the use of pesticides and fertilizers, along with an intense water consumption for the *Jatropha* crops, make the system unsustainable in the fossil-based products displacement and environmental-mitigation categories.

**Keywords:** *Jatropha curcas*; Sustainability; Biorefinery; Process design.

# Análisis no lineal de un proceso de digestión anaerobia en un bioreactor agitado continuo

**Díaz-Braga Misael Javier, Zitlalpopoca-Soriano Ángel Guillermo, Baz-Rodríguez Sergio Antonio**

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

Email: [misael\\_db@outlook.com](mailto:misael_db@outlook.com), [angel.zitlalpopoca@correo.uady.mx](mailto:angel.zitlalpopoca@correo.uady.mx), [sergio.baz@correo.uady.mx](mailto:sergio.baz@correo.uady.mx)

## Resumen

En este trabajo se empleó el modelo de Hill en estado transitorio para analizar el comportamiento no lineal de un proceso de digestión anaerobia de residuos orgánicos diluidos en un bioreactor agitado continuo. Se evaluó el efecto del tiempo espacial y la temperatura de operación sobre la multiplicidad de estados estacionarios y la ubicación de puntos de bifurcación. El análisis se llevó a cabo empleando el programa MatCont, el cual es compatible con la paquetería de Matlab. Dicho programa permite detectar los estados estacionarios correspondientes a un barrido de las condiciones de operación en el modelo matemático, y aplicar criterios de estabilidad para cada uno de ellos de acuerdo a los eigenvalores de la matriz Jacobiana. En el caso particular del sistema que interesa en este trabajo, se empleó el algoritmo de longitud de pseudo-arco, que evita la singularidad durante la evaluación de la matriz Jacobiana. Se encontró que el sistema presenta multiplicidad en casi todo el rango de operación evaluado, así como distintos tipos de puntos de bifurcación: Hopf, Fold y Branch Points. Finalmente, se discutió la naturaleza matemática de las soluciones en cada región contenida entre los puntos de bifurcación, y su relación con los fenómenos físicos implicados en el proceso.

**Palabras clave:** análisis no-lineal, digestión anaerobia, multiplicidad de estados estacionarios.

# Desarrollo de un sencillo planteamiento experimental para evaluar el efecto del mezclado estático en ingeniería de reacciones químicas

**Guillén-Francisco Juana Alejandra, Herrera-Soberanis Natali Consuelo, Rodríguez-Novelo Miguel, Rocha-Urbe José Antonio, Baz-Rodríguez Sergio Antonio**

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

Email: [ju\\_alebrilliantmind@hotmail.com](mailto:ju_alebrilliantmind@hotmail.com), [nataly\\_s92@hotmail.com](mailto:nataly_s92@hotmail.com), [miguelrodriguez209@hotmail.com](mailto:miguelrodriguez209@hotmail.com), [antonio.rocha@correo.uady.mx](mailto:antonio.rocha@correo.uady.mx); [sergio\\_baz@correo.uady.mx](mailto:sergio_baz@correo.uady.mx)

## Resumen

Se propone un experimento para evaluar la intensificación del mezclado en ingeniería de reactores. Para esto, se construyó un reactor tubular usando segmentos de manguera de poliuretano de ¼ NPT. Estos segmentos fueron unidos mediante racores rectos (uno a uno) entre los distintos segmentos, y racores (en T) para 4 puntos de toma de muestras en diferentes longitudes del equipo. El reactor tubular, una vez armado, fue arreglado helicoidalmente en 16 ciclos, teniendo una longitud total de 15.79 m y un volumen interno total de 0.22 L. Se construyeron 32 elementos de mezclado estático de 0.205 m de longitud a partir de tiras rectangulares de lámina de acero inoxidable calibre 28, mismos que fueron insertados en secciones rectas del reactor (modo reactor de mezclado estático). Con fines de comparación, el mismo equipo, pero sin los elementos de mezclado, se operó como reactor de flujo laminar (modo reactor de flujo laminar). Debido a su facilidad de monitoreo y su tiempo característico de reacción, la saponificación de acetato de etilo fue empleada para las pruebas de mezclado estático con reacción. Una vez validado el experimento en el equipo construido, se pudo observar una conversión más elevada cuando se opera en modo reactor de mezclado estático al igual que una mayor caída de presión; se compararon los resultados experimentales de conversión y caída de presión con predicciones teóricas o correlaciones, y se analizó el comportamiento observado en función de los cambios en el macromezclado dentro del equipo.

**Palabras clave:** reactor de mezclado estático; reactor de flujo laminar; intensificación de procesos; saponificación de acetato de etilo.

# Síntesis de nuevas poli(amida-imida)s a partir de un nuevo monómero asimétrico

**Canto-Acosta Rodrigo Javier; Aguilar-Vega Manuel de Jesús; Bastarrachea-Loria María Isabel, Santiago-García José Luis**

Unidad de Materiales, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Calle 43. No. 130. Col. Chuburna de Hidalgo, C.P. 97200.

Email: rodrigo.canto@cicy.mx, mjav@cicy.mx, marisa@cicy.mx, jlsantia@cicy

## Resumen

Las poli(amida-imida)s (PAIs) son consideradas como materiales poliméricos de alto rendimiento (HPP), porque combinan las excelentes propiedades físico-químicas de las poliimidas y la versatilidad en términos de solubilidad de las poliamidas. En el presente trabajo, se realizó la síntesis y caracterización (FTIR,  $^1\text{H-NMR}$ , DSC) de un nuevo monómero, el diácido (3-trimelítimida-4-metoxi) benzoico (TMBA). El cual es responsable de la funcionalidad *imida*, por lo que se polimerizó con seis diaminas estructuralmente diferentes, para obtener la funcionalidad *amida*. El proceso de polimerización se llevó a cabo por el método de Yamazaki. Las nuevas PAIs fueron caracterizadas por su solubilidad, viscosidad inherente ( $\eta_{inh}$ ), FTIR,  $^1\text{H-NMR}$ , TGA, DSC y DRX. Los resultados de FTIR y  $^1\text{H-NMR}$  confirmaron la estructura química tanto del monómero TMBA ( $T_m = 312\text{-}317^\circ\text{C}$ ), como de las PAIs resultantes. El monómero TMBA presentó bandas de absorción a  $1780\text{ cm}^{-1}$  característicos del enlace *imida* ( $1714\text{ cm}^{-1}$  C=O;  $3400\text{-}3100\text{ cm}^{-1}$  -COOH), el cual se encontró también en las PAIs sintetizadas. Además, la presencia de una banda de absorción a  $3300\text{ cm}^{-1}$  en el espectro de FTIR y las señales a 10.4 y 10.6 ppm en el espectro de  $^1\text{H-NMR}$  de las PAIs confirmaron que la polimerización se llevó a cabo, con la subsecuente formación del enlace *amida*. Por otra parte, todas las PAIs fueron solubles en NMP, DMAc, DMF y DMSO; y sus  $\eta_{inh}$  estuvieron en el intervalo de 0.32 a  $0.54\text{ dL}\cdot\text{g}^{-1}$ , mostrando también la capacidad de formar membranas. Además, las PAIs mostraron elevada estabilidad térmica, identificándose dos pérdidas de masa,  $T_1=350^\circ\text{C}$  y  $T_2=575^\circ\text{C}$ .

**Palabras clave:** Poli(amida-imida)s, monómero asimétrico, polimerización por condensación.

# Estudio teórico de la cicloadición [4+2] en la síntesis biomimética de la grandiona

Castro-Segura Carolina-Stephanía,<sup>1</sup> Mena-Rejón Gonzalo<sup>2</sup>, Quijano-Quiñones Ramiro<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Laboratorio de Química Teórica, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

<sup>2</sup> Laboratorio de Química Farmacéutica, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

Email: stephania.castro.segura@gmail.com, mrejon@correo.uady.mx, ramiroquijano17@gmail.com.

## Resumen

La grandiona es un dímero de diterpeno tipo icetexano aislado por primera vez en 1999 a partir de la *Torreya grandis* por Riccio y colaboradores. En 2005 Takeya *et al.*, propusieron una ruta biomimética para la biosíntesis de la grandiona, que consistió en la oxidación de un monómero y su consiguiente dimerización por una posible hetero-Diels-Alder. Con el fin de explicar la estereo- y regio- selectividad observada en los resultados experimentales reportados por Riccio y Takeya y analizar la ruta biomimética propuesta, se llevó a cabo un estudio teórico de la reacción de formación de la grandiona basado en la teoría del funcional de la densidad (DFT) utilizando la base 6-31G(d,p) y el funcional híbrido M06-2X para la energía de intercambio y correlación. Se localizaron los estados de transición (ET), en su aproximación *exo*, pertenecientes a cada uno de los posibles isómeros, incluida la grandiona y se caracterizó el ET de cada isómero a través del análisis de la transferencia de carga y la asincronía. También se llevó a cabo el análisis termodinámico y cinético, donde los resultados de las energías de activación de gibbs indican que la grandiona es el producto cinéticamente preferido entre todos los posibles isómeros, coincidiendo con los resultados experimentales. Del análisis energético concluimos que una reacción de tipo hetero-Diels-Alder de demanda inversa es un mecanismo factible para la reacción de formación de la grandiona.

**Palabras clave:** grandiona; biosíntesis; hetero-Diels-Alder; estereoselectiva; regioselectiva; DFT; M06-2X; Estado de transición; Cinética.

# Cambios de fase del óxido de titanio aplicando plasma de gas nitrógeno

R. Trejo-Tzab,<sup>1</sup> Liliana Caballero,<sup>1</sup> P. Quintana,<sup>2</sup> Alejandro Ávila<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Ingeniería Química.

<sup>2</sup>Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN Unidad Mérida.

Email: rudy.trejo@correo.uady.mx

## Resumen

En el presente trabajo se reporta la obtención de anatasa y rutilo nanoestructurado aplicando plasma (AC) de gas nitrógeno sobre óxido de titanio (TiO<sub>2</sub>) amorfo. El TiO<sub>2</sub> amorfo nanoestructurado fue obtenido por el método sol-gel y posteriormente sometido a descargas de plasma (AC) de gas nitrógeno a presión controlada aplicando diferentes potencias de energía y tiempos de tratamiento. Las muestras obtenidas fueron caracterizadas utilizando difracción de rayos-X (DRX), análisis termogravimétrico (TGA) y espectroscopia de fotoelectrones emitidos por rayos X (XPS). Los resultados obtenidos revelan la cristalización en paralelo de las fases anatasa y rutilo con una razón de proporción que es directamente controlado con la potencia utilizada en el plasma y el tiempo de tratamiento. Se demuestra la obtención de las fases anatasa y rutilo en crecimiento paralelo con tamaño de cristal más pequeño que los obtenidos por los tratamientos térmicos clásicos. Se demuestra que la aplicación de plasma AC es una nueva e innovadora metodología que se propone para obtener cambios de fase en la titania sin necesidad de aplicar tratamientos térmicos prolongados a altas temperaturas. Por tal razón, puede considerarse como una técnica de bajo costo energético en comparación con las metodologías térmicas clásicas.

**Palabras clave:** Óxido de titanio, anatasa, nanoestructuras, sol-gel.

# Estudio teórico de la tautomerización ceto-enólica de la Antrona de Crisofanol

Tun-Rosado Fernando,<sup>1</sup> Marrero-Carballo Rubén,<sup>2</sup> Mena-Rejón Gonzalo,<sup>2</sup> Quijano-Quiñones Ramiro<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Química Teórica, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

<sup>2</sup> Laboratorio de Química Farmacéutica, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

Email: fernandotunr@gmail.com, ruben.marrero@correo.uady.mx, mrejon@correo.uady.mx, ramiro.quijano@correo.uady.mx

## Resumen

La tautomerización presenta un papel fundamental en los procesos químicos y bioquímicos así como en los mecanismos de reacción. En el caso de los productos naturales las moléculas de agua pueden influenciar la estabilidad de cada tautómero y reducir la energía de activación ( $E_a$ ) afectando la estructura y las propiedades del soluto. La enolización de las antronas se caracteriza por involucrar la transferencia de un protón gamma y por ser fuertemente dependiente del solvente. Se ha postulado que el mecanismo de transferencia de protón en las antronas asistida por agua, requeriría al menos dos moléculas del solvente formando un puente entre el C-9 y el C=O. Se estudió la tautomerización de la Antrona de Crisofanol(AC) asistida por  $nH_2O$  ( $n=0,1,2,3$ ), todos los cálculos se realizaron en el programa Gaussian09 a nivel de cálculo M06-2X/6-31+G(d,p). Los resultados del estudio conformacional muestran que existe un total de cuatro conformeros para la AC, siendo el más estable el que presenta los grupos OH formando puentes de hidrógeno con el grupo carbonilo. En el mecanismo de la tautomerización del conformero de mínima energía, se encontró que el mecanismo de transferencia del protón asistida por agua se puede dar con sólo una molécula de solvente formando un puente entre el C-9 y el C=O. Los resultados del cálculo de la energía total muestran que la forma ceto es 14kcal/mol más estable que la forma enol, y que la presencia de moléculas de agua reduce la  $E_a$  de la tautomerización de 100kcal/mol ( $n=0$ ) hasta 25kcal/mol ( $n=3$ ).

**Palabras clave:** Tautomerización ceto-enólica, Antrona de Crisofanol, Química Computacional, Teoría Funcional de la Densidad (DFT).

# Liberación controlada de alicina a partir de nanopartículas de TiO<sub>2</sub>

Andrade-Guel Marlene Lariza,<sup>1</sup> Díaz-Jiménez Lourdes,<sup>1</sup> Cortés-Hernández Dora,<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Coahuila, México.

Email: [lariza.andrade00@gmail.com](mailto:lariza.andrade00@gmail.com), [lourdes.diaz@cinvestav.edu.mx](mailto:lourdes.diaz@cinvestav.edu.mx), [dora.cortes@cinvestav.edu.mx](mailto:dora.cortes@cinvestav.edu.mx),

## Resumen

En los últimos años el desarrollo de productos a partir de principios activos naturales ha crecido y se ha centrado en el estudio de los metabolitos, tales como la alicina el cual es principal metabolito del ajo. Este compuesto es inestable debido a que tiende transformarse rápidamente en otra sustancia biológicamente inactiva. En el presente trabajo se presenta una alternativa para la conservación de alicina y su liberación controlada, al emplear nanopartículas de TiO<sub>2</sub> como vehículo. La síntesis de nanopartículas de TiO<sub>2</sub> se realizó mediante la técnica sol-gel asistida por ultrasonido, utilizando como precursor isopropóxido de titanio y ácido acético como catalizador. El material obtenido fue caracterizado mediante técnicas de difracción de rayos X, microscopía electrónica de barrido, microscopía electrónica de transmisión, espectroscopía de infrarrojo y análisis termogravimétrico. Los resultados de DRX indican la presencia de la fase anatasa, con un tamaño de cristalita de 12 nm, además las micrografías muestran una morfología de aglomerados y nanopartículas esféricas. La introducción del principio activo a las nanopartículas se llevó a cabo por el método de impregnación a partir de una solución saturada de alicina natural y sintética. El proceso de liberación de alicina de las nanopartículas de TiO<sub>2</sub> se realizó en fluidos simulados (gástrico e intestinal) y se midió la cantidad de alicina liberada mediante espectroscopia de UV-Vis. Los resultados revelaron una cinética de orden cero para la alicina natural y una cinética de primer orden para la liberación de alicina sintética. TiO<sub>2</sub> es una opción para la liberación de alicina.

**Palabras clave:** Alicina, Liberación, TiO<sub>2</sub>

# Síntesis de aductos nitrógeno-boro y su estudio en la extracción de hidrocarburos aromáticos policíclicos

Herrera-España Angel D.,<sup>1</sup> Höpfl Herbert,<sup>2</sup> Morales-Rojas Hugo,<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Química Farmacéutica, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones Químicas-IICBA, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Morelos, México.

Email: adherrerae@gmail.com, hhopfl@uaem.mx, hugom@uaem.mx

## Resumen

La formación de ésteres borónicos a partir de la condensación de ácidos borónicos y dioles, y la subsecuente formación de aductos de Lewis Nitrógeno-Boro (N→B) intra o intermoleculares con aminas, ha sido ampliamente empleado en el reconocimiento de carbohidratos y en la obtención de estructuras supramoleculares. En este último caso se puede describir la formación de un gran número de estructuras por auto-organización que involucran macrociclos, jaulas, cápsulas, polímeros y sólidos porosos. En este trabajo se presenta el estudio sobre la formación de aductos N→B entre ésteres arilborónicos y diaminas aromáticas en solución y en estado sólido; así como el diseño y obtención de estructuras supramoleculares tipo "pinza" con la capacidad de extraer selectivamente moléculas aromáticas en solución. Los resultados obtenidos de titulaciones isotérmicas por UV-vis indicaron la formación preferente de aductos 1:1 (éster arilborónico/diamina); a pesar de ello, fue posible obtener aductos 2:1 en estado sólido. El análisis de las estructuras obtenidas por DRX y el cálculo de sus superficies de potencial electrostático permitieron el diseño de aductos 2:1 en estado sólido con potenciales sitios de reconocimiento molecular situados en el fragmento de la diamina empleada. La interacción de los aductos 2:1 con moléculas aromáticas huéspedes condujo a la generación de clatratos, los cuales se evidenciaron por la estructura en estado sólido del complejo de inclusión ANT@A1. Finalmente, los aductos mostraron la capacidad de llevar a cabo ciclos de "captura-liberación" de HAPs mostrando selectividad en la extracción de pireno de una mezcla de HAPs.

**Palabras clave:** Aductos N-B; autoensamble; clatratos orgánicos; hidrocarburos aromáticos policíclicos.

# Actividad inhibitoria de la enzima convertidora de angiotensina-I de fracciones peptídicas de frijol lima (*Phaseolus lunatus*)

Fernández-Martínez Lizbeth,<sup>1</sup> Ciau-Solis Norma,<sup>1</sup> Betancur-Ancona David<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Ciencia de los alimentos, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

Email: [lizbeth.f.m02@gmail.com](mailto:lizbeth.f.m02@gmail.com), [normisciau\\_21@hotmail.com](mailto:normisciau_21@hotmail.com), [bancona@correo.uady.mx](mailto:bancona@correo.uady.mx)

## Resumen

La hipertensión arterial anualmente causa la muerte de 9.4 millones de personas en el mundo, 45 % de los infartos al miocardio y 51 % de los derrames cerebrales. Para el control, es común el uso de medicamentos sintéticos que han demostrado ser eficaces pero que tienen la desventaja de producir efectos secundarios a corto y largo plazo. Una alternativa es la generación de péptidos con actividad inhibitoria frente a la enzima convertidora de angiotensina-I (ECA-I) a partir de una fuente vegetal de alta disponibilidad y bajo costo como el *Phaseolus lunatus*, cuyo contenido de proteína alcanza hasta 76 %. Para obtener los péptidos se llevó a cabo una hidrólisis enzimática secuencial de 90 minutos con dos sistemas: pepsina-pancreatina y Alcalasa®-Flavourzima®. Estos hidrolizados alcanzaron grados de hidrólisis de 32.33 % y 77.31 % respectivamente. La inhibición *in vitro* de la ECA-I fue de 10.53 % y 29.66 % respectivamente. La separación y purificación de péptidos aumenta la actividad biológica por unidad de peso, por lo que se procedió a separarlos por ultrafiltración de acuerdo a pesos moleculares. Los resultados mostraron que las fracciones pepsina/pancreatina 3-5 kDa y Alcalasa®/Flavourzima® 5-10 kDa presentaron mayor actividad para inhibir la ECA-I con valores de 60.15 % y 35.57 %. A la fracción pepsina/pancreatina 3-5 kDa que presentó la más alta inhibición, se le determinó la concentración mínima de fracción peptídica capaz de inhibir en un 50% la actividad de la ECA-I (IC50) esta fue de 172 µg/mL de proteínas, se determinó el perfil de HPLC y se purificó por CFG.

**Palabras clave:** *Phaseolus lunatus*; Angiotensina-I; Ultrafiltración.

# Evaluación de la calidad nutrimental de aislado proteico y subproductos de cultivos de brócoli (*Brassica oleracea*).

Raúl Cortez-Aguilar,<sup>1</sup> Pamela Perry-Villalobos.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Estudiante de la licenciatura en Química Industrial Logística, Facultad de Ingeniería Química, UADY, Yucatán, México.

Email: alejandro\_cortez\_aguilar@hotmail.com, pamelaxiomara\_1993@hotmail.com

## Resumen

Las actividades agrícolas industriales son muy importantes para el desarrollo social y económico en México y el mundo. Sin embargo, la cantidad de residuos producidos por estas actividades compromete la seguridad del medio ambiente debido al poco o nulo tratamiento y manejo que reciben.

En México se siembran alrededor de 40 mil hectáreas de brócoli, de las cuales únicamente un 50% del producto final cosechado es aprovechable. Debido a esto los residuos de brócoli son potencialmente útiles para la elaboración de aislados proteicos, los cuales además de poder ser utilizados como fuente alimentaria alterna, contribuyen a la disminución de contaminación.

En el presente trabajo se pretende evaluar la composición y el grado de toxicidad de aislados proteicos de brócoli para determinar si son aptos para el consumo humano. Por tal motivo el objetivo del trabajo es evaluar la calidad nutritiva y la presencia de componentes no nutritivos en aislados proteicos foliares de brócoli. Para ello se determinará la composición proximal de acuerdo a los métodos oficiales de la AOAC y la composición nutrimental de hojas y aislado proteico. Los diversos métodos nutrimentales que se llevaran a cabo son cuantificación de aminoácidos, según el método de Alaiz et al., digestibilidad in vitro, según el método de Hsu et al., glucósidos cianogénicos, según el método de la AOAC, fitatos, según el método de la AOAC, taninos, según el método de Método de Krishna y Ranjhan, saponinas, según el método de Hiai et al. y glucosinolatos, según el método de Michinton et al.

**Palabras clave:** aislados proteicos; antinutrientes; residuos agroindustriales.

# Diseño prototipo de una planta procesadora de mantecadas con zanahoria endulzadas con *Stevia rebaudiana* BERTONI

Katya Franco-Carrillo<sup>1</sup>, David Betancur-Ancona<sup>1</sup>, Eduardo Castañeda-Pérez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Ciencias de los alimentos, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

<sup>2</sup> Laboratorio de tecnología de alimentos, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

Email: [kat.franco28@gmail.com](mailto:kat.franco28@gmail.com), [bancona@correo.uady.mx](mailto:bancona@correo.uady.mx), [eduardo.castaneda@correo.uady.mx](mailto:eduardo.castaneda@correo.uady.mx)

## Resumen

La estevia (*Stevia rebaudiana*), es una planta con un poder edulcorante 300 veces mayor que la sacarosa y se le han adjudicado propiedades diversas biofuncionales. Sus principios activos son los esteviósidos y los rebaudiósidos, que son los glicósidos responsables del sabor dulce de la planta, siendo los que se encuentran en mayor cantidad el esteviósido y rebaudiósido A. El objetivo de esta investigación fue desarrollar el diseño prototipo de una empresa productora de mantecadas con zanahoria y con estevia, como edulcorante, y evaluar la calidad química de las mismas. La composición química de las mantecadas fue: carbohidratos 17.8 %, grasa 34.25 %, fibra cruda 0.73 %, proteína 8.44 % y cenizas 2.52 %. El diseño de la empresa incluye los equipos principales del proceso así como su distribución para una producción óptima, a partir de los costos variables y costos fijos se determinó el precio aproximado final del producto siendo este de \$10.50.

**Palabras clave:** Stevia rebaudiana; edulcorante; mantecadas; rebaudiósido A; esteviósido.

# Perfil lipídico de productos de panificación formulados a base de harina y semilla entera de Chía (*Salvia hispánica*).

Javier A. Gutiérrez-Ramírez<sup>1</sup> y Maira R. Segura-Campos<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Estudiante de la licenciatura en Ingeniería Industrial Logística, Facultad de Ingeniería Química, UADY, Yucatán, México.

<sup>2</sup> Profesor Investigador, Facultad de Ingeniería Química -UADY, Yucatán, México.

Email: javier.gutierrez.r@hotmail.com, [maira.segura@correo.uady.mx](mailto:maira.segura@correo.uady.mx)

## Resumen

México ha sufrido grandes incrementos en la mortalidad producida por enfermedades crónicas, rebasando incluso la mortalidad provocada por enfermedades infecciosas y parasitarias, esto como producto del estilo de vida actual (sobrepeso, obesidad, disminución del trabajo físico, sedentarismo, etc.). Una alternativa para prevenir dicha problemática es mediante el consumo de alimentos funcionales; en este sentido, los productos elaborados a base de chía (*Salvia hispánica*) representan una buena opción para la elaboración de dichos alimentos, debido a que el aceite presente en las semillas de chía representa la mayor fuente vegetal de ácidos grasos omega-3, con base en lo anterior, en este trabajo se elaboran galletas a base de harina y semilla entera de chía manejando 6 formulaciones; así mismo, se evaluó su porcentaje relativo de ácidos grasos por cromatografía de gases, teniendo como resultado la presencia de los ácidos palmítico ( $\omega 7$ ), oleico ( $\omega 9$ ), linoleico ( $\omega 6$ ) y linolénico ( $\omega 3$ ), mismos que han sido previamente identificados en la composición de aceite de chia. Obteniendo como componentes mayoritario el ácido linolénico y linoleico independientemente de la formulación. Finalmente se observó que la cantidad de ácidos grasos esenciales es indiferente del tipo de formulación y/o presentación (harina y/o semilla) de la materia prima y que a su vez, por debajo de temperaturas inferiores a 180 °C no se encontró evidencia que señale que la presentación de la materia prima aporte protección o afecte a los ácidos grasos.

**Palabras clave:** *Salvia hispánica*, ácidos grasos, Omega 3, Alimentos funcionales.

# Diseño de una planta procesadora de mayonesa.

Raul Alberto Balam-May,<sup>1</sup> Eduardo Castañeda-Pérez.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Estudiante de la licenciatura en Ingeniería en Alimentos, Facultad de Ingeniería Química, UADY, Yucatán, México.

<sup>2</sup> Profesor e integrante del GD de Ingeniería en Sistema de Producción y Logística, Facultad de Ingeniería Química -UADY, Yucatán, México.

Email: raul.balamay@outlook.com, [eduardo.castaneda@correo.uady.mx](mailto:eduardo.castaneda@correo.uady.mx)

## Resumen

En México, en la actualidad se presenta un alto índice de sobrepeso, enfermedades cardiovasculares y crónicas a causa de la alimentación basada en comidas rápidas o excesivamente grasosas, por lo que se propone una opción más sana y agradable para nuestro organismo. El presente trabajo se centra en el diseño de un sitio de comercio electrónico (eCommerce) basado en el modelo: negocio a consumidor (B2C) para la comercialización de carne de carnero en diferentes presentaciones. El mercado a quién va dirigido el producto son personas de 18 años en adelante (hombre/mujer) con poder de compra, consumidores de productos de origen animal, supermercados y restaurantes. Mediante la implementación del sitio se pretende resolver la falta de disponibilidad este tipo de carne así como hacer uso de las herramientas informáticas para el diseño de la arquitectura de información y usabilidad del sitio. Se evaluó a los competidores utilizando la metodología de las 113 directrices de Nielsen y Tahir. Como resultado se presenta el sitio diseñado mediante la plataforma de desarrollo gratuito Jimdo donde se pueden adquirir los productos, utilizando medios electrónicos de pago, así como visualizar el catálogo de productos, contactar a la empresa, y conocer sobre la misión y visión del sitio. (<http://amogahubis.jimdo.com/contacto-kriari/>)

**Palabras clave:** Mayonesa; indicadores; aguacate; diseño de plantas.

# Evaluación de la actividad antioxidante e inhibitoria de la eca de hidrolizados proteínicos de *m. Pruriens*.

Ferraez Canul Luis,<sup>1</sup> Segura Campos Maira,<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Ciencia de los alimentos, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

Email: [ferra\\_Ez18@hotmail.com](mailto:ferra_Ez18@hotmail.com), [maira.segura@correo.uady.mx](mailto:maira.segura@correo.uady.mx)

## Resumen

Las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) son la principal causa de mortalidad; principalmente enfermedades cardiovasculares, cáncer, diabetes y enfermedades pulmonares crónicas. En este sentido, el desarrollo de alimentos funcionales es una alternativa factible en la prevención de padecimientos relacionados con el sobrepeso y la obesidad. De los muchos compuestos bioactivos descritos en la literatura, los péptidos biológicamente activos, obtenidos de la hidrólisis de las proteínas muestran efectos positivos a la salud al funcionar como antihipertensivos, antioxidantes o anticancerígenos. *M. pruriens*, sembrada en el sureste mexicano, ha demostrado ser una buena fuente de proteína (23-38%) y por lo tanto de péptidos con actividad biológica a través de la hidrólisis enzimática, resultando una alternativa en el tratamiento y/o prevención de diversas enfermedades metabólicas asociadas al sobrepeso y la obesidad. En el presente estudio se obtuvieron concentrados proteicos a partir de semillas de *M. Pruriens*, los cuales se sometieron a hidrólisis enzimática durante utilizando secuencias Alcalase®-Flavourzyme® y Pepsina-Pancreatina. Los hidrolizados proteicos de *M. Pruriens* obtenidos mediante la secuencia Alcalase®-Flavourzyme® (HPMAF) y Pepsina-Pancreatina (HPMPP), generaron grados de hidrólisis de 16.07% y 13.69% respectivamente. Se determinó la actividad inhibitoria de la ECA, ambos hidrolizados presentaron actividad inhibitoria de la ECA *in vitro*, de 76% para HPMAF y 66.62% para HPMPP. Se utilizó el ensayo químico de inhibición del radical ABTS para evaluar la actividad antioxidante obteniendo un porcentaje de inhibición de 78.23 % y 63.71% para HPMAF y HPMPP respectivamente. Ambos concentrados proteínicos presentan ambas actividades biológicas.

**Palabras clave:** Hidrólisis enzimática; *M. Pruriens*; Antioxidante; Antihipertensivo; ECNT; Péptidos.

# Análisis del contenido de ácidos grasos en carne de cordero por cromatografía de gases acoplada al detector de ionización de llama.

Ulises Flores<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Estudiante de la Facultad de Ingeniería Química, UADY, Yucatán, México.

Email: [smct.0893@gmail.com](mailto:smct.0893@gmail.com), [A12215741@alumnos.uady.mx](mailto:A12215741@alumnos.uady.mx), [cpavon@correo.uady.mx](mailto:cpavon@correo.uady.mx)

## Resumen

En el presente proyecto se realizó la extracción líquido – líquido de la fracción lipídica en base húmeda empleando el método de Bligh Dyer utilizando muestras obtenidas de la carne de cordero. Posteriormente se realizó la esterificación de los ácidos grasos para obtener esteres metílicos, los cuales fueron inyectados en un cromatógrafo de gases para obtener el perfil de los ácidos grasos. Tomando como muestras 40 cortes de carne de cordero (provenientes de la cruce de hembras pelibuey (Pb) con machos katahdín (Kt) y Dorper Blanco (DpB)) provenientes de Veracruz

**Palabras clave:** Ácidos grasos; carne de cordero; CG-FID; Método Bligh Dyer.

# Hidrólisis enzimática de almidón de yuca (*Manihot esculenta* Crantz)

Sansores-Montejo Jennefer,<sup>1</sup> Gallegos-Tintoré Santiago,<sup>1</sup> Sanchez-Gonzalez Mónica,<sup>1</sup>

<sup>1</sup>, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

Email: [jennefer\\_xiomara@hotmail.com](mailto:jennefer_xiomara@hotmail.com), [santiago.gallegos@correo.uady.mx](mailto:santiago.gallegos@correo.uady.mx), [monica.sanchez@correo.uady.mx](mailto:monica.sanchez@correo.uady.mx)

## Resumen

La yuca es un tubérculo con alto contenido en carbohidratos, por lo que se convierte en una alternativa para la producción de jarabes glucosados, a través de hidrólisis enzimática ofreciendo así a los productores locales oportunidades económicas. En el proceso de obtención de un hidrolizado enzimático de yuca (*Manihot esculenta* Crantz), el almidón se extrajo empleando la metodología descrita por Hernández *et al.* (2008). Se determinó el rendimiento del proceso de extracción del almidón así como su contenido de humedad y fibra cruda según la AOAC (1997). Para el proceso de hidrólisis se emplearon 0.76 y 1.56 U/ml de dispersión de almidón de la enzima  $\alpha$ -amilasa de *Bacillus Licheniformis* (Sigma A-3306), dispersión de almidón (30% p/v). La reacción se realizó en presencia y ausencia de un amortiguador. En la reacción con amortiguador, el pH de una solución de fosfato de sodio 0.1 M. En la reacción sin amortiguador, tanto la enzima como el almidón reaccionaron en agua destilada pH 6. En ambos casos las reacciones se realizaron a 65 °C por 4h de reacción. Se determinó el contenido de azúcares reductores y equivalentes dextrosa (ED) en los jarabes obtenidos (Miller, 1959). En la licuefacción utilizando 0.76 U/ml de  $\alpha$ -amilasa, se obtuvieron jarabes edulcorantes intermedios con un ED del 26.42% empleando regulador y 15.49% empleando agua. Por otro lado al utilizar 1.56 U/ml de enzima, se obtuvieron jarabes tipo 1 con un ED de 32.75% empleando regulador y 36.7 % empleando agua.

**Palabras clave:** Hidrólisis enzimática; Equivalentes de dextrosa; Licuefacción.

## Evaluación del efecto de las condiciones ambientales en el crecimiento de *Lactobacillus casei*

Ortega-Arceo JC,<sup>1</sup> Pérez-Argueta E,<sup>1</sup> Morales-Díaz R,<sup>1</sup> Contreras-Vallejo JH<sup>1</sup>, Tosca-Cardoza ME, Zambrano-Sandoval VI<sup>2</sup>, Canul-Chan M<sup>1</sup>, González-Burgos A<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California, Baja California, México.

Email: erickperezargueta@gmail.com

### Resumen

El crecimiento microbiano no sólo depende de los requerimientos nutricionales, como lo son los macronutrientes, micronutrientes y factores de crecimiento, sino que también se ve afectado por factores ambientales. En algunos casos ya se han determinado las mejores condiciones en las cuales crecen microorganismos específicos, sin embargo es necesario realizar una evaluación de los principales parámetros asociados al crecimiento microbiano con el objetivo de corroborar la información que ofrece la literatura, verificar si existen variaciones para que posteriormente se puedan optimizar los procesos experimentales e industriales en los que se aplican. Es por ello que en el presente trabajo se procedió a evaluar el efecto del pH, temperatura y oxigenación en el desarrollo del microorganismo *Lactobacillus casei*.

La metodología empleada consistió en incubar 24 tubos distribuidos uniformemente en tres diferentes temperaturas (25, 35 y 45 °C), bajo dos condiciones diferentes de pH (5 y 7) y con diferentes niveles de agitación (0 y 200 rpm), tomando muestras a los 0 y 4 días, con el objetivo de estimar de manera indirecta el crecimiento microbiano a través de turbidimetría.

Los resultados obtenidos mediante un análisis de varianza indicaron que no había diferencia significativa entre los dos niveles de agitación empleados y que tanto la temperatura como el pH tienen un papel importante en el crecimiento del microorganismo. Además, se determinó que las mejores condiciones de temperatura y pH para el crecimiento de *L. casei* fueron de 35°C y 5, respectivamente.

**Palabras clave:** Factores Ambientales; Microbiología Industrial; *Lactobacillus*.

# Establecimiento de un cultivo primario a partir de la pulpa dental humana como modelo de estudio para la diferenciación celular

González-López Cristina de Fátima<sup>1</sup>, Rivas-Aguayo Ángel Gabriel,<sup>1</sup> Puc-Sosa Andrés Armando,<sup>1</sup> Fócil-Espinosa Carlos Abraham<sup>1</sup>, Villicaña-Torres María Claudia<sup>1\*</sup>, Nic-Can Geovanny<sup>1\*</sup> y Rodas-Junco Beatriz Adriana<sup>1\*</sup>.

<sup>1</sup> Laboratorio de Biotecnología, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

<sup>1\*</sup> Cátedra-Conacyt- Laboratorio de Biotecnología, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

Email: beatriz.rodas@correo.uady.mx

## Resumen

Numerosos estudios avalan el potencial de las células madre en el área de la medicina regenerativa y la ingeniería de tejidos. Estas células pueden ser obtenidas de la pulpa dental humana. Dicho tejido, contiene células madre definidas como células madre de la pulpa dental (CMPD), las cuales son capaces de diferenciarse en diferentes linajes celulares. El objetivo del presente estudio es aislar y cultivar células de la pulpa dental humana a partir de premolares utilizando dos métodos de aislamiento (enzimático y por explante). Las piezas dentales fueron donadas por pacientes con tratamiento odontológico, previo consentimiento informado. Una vez extraída la pulpa dental, ésta se sometió a dos métodos de aislamiento: siembra por explante y el otro por digestión enzimática (solución de 3 mg/ml de colagenasa tipo I y 4 mg/ml de dispasa) durante dos tiempos de incubación: 30 y 60 minutos. Posteriormente, las células se cultivaron en medio DMEM, suplementado con 10% de suero fetal bovino y una solución de antibióticos [penicilina (100 UI/mL) y estreptomycin (100 µg/mL)] incubadas a 37°C y 5% de CO<sub>2</sub>. Los resultados obtenidos, muestran que las células aisladas mediante digestión enzimática son capaces de formar colonias clonogénicas después de 4 semanas de cultivo celular, presentando células con morfologías alargadas, aplanadas y similares a fibroblastos a diferencia de las células sembradas por explante. En conclusión, nuestros resultados muestran que es posible obtener un cultivo primario a partir de pulpas dentales de premolares con características clonogénica mediante el método de digestión enzimática.

**Palabras clave:** célula madre, pulpa dental, explante, clonogénica.

# Estandarización de la rt-pcr para el análisis de la expresión de los genes *Amo*, *Hao* Y *Nor* en un consorcio nitrificante.

Sosa-Farfán Adriana<sup>1</sup>, Rivas-Aguayo Ángel, Rivera-Solís<sup>1</sup> Rodrigo Arturo<sup>1</sup>, Zepeda-Pedreguera Alejandro<sup>1</sup> y Rodas-Junco Beatriz Adriana<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Biotecnología, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

<sup>1\*</sup> Cátedra-Conacyt- Laboratorio de Biotecnología, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

Email: beatriz.rodas@correo.uady.mx

## Resumen

Los genes *Amo*, *Hao* y *Nor*, codifican para las enzimas amonio mono-oxigenasa, hidroxilamina mono-oxigenasa y nitrito oxido reductasa respectivamente. Dichas enzimas participan en el proceso de nitrificación biológica llevado a cabo por los consorcios bacterianos, sin embargo, poco se sabe de la regulación génica que sufren ante la presencia de diversos contaminantes. En el laboratorio de Biotecnología, se cuenta con un consorcio nitrificante con potencial para ser utilizado en la biorremediación de los suelo y agua, por lo que es importante conocer el efecto que tienen diversos contaminantes orgánicos sobre la expresión de éstos genes. En este trabajo se diseñaron oligonucleótidos degenerados para cada gen, se optimizó el proceso de extracción de ARN total del consorcio bacteriano así como también la síntesis de ADN complementario. Finalmente, se optimizaron las condiciones de la RT-PCR para evaluar los niveles de expresión de cada gen ante la presencia de diversos compuestos orgánicos.

**Palabras clave:** consorcio microbiano; amonio oxigenasas; nitrificación

# Exploración metagenómica de la biodiversidad microbiana presente en la laguna de Bacalar

Avilés-Alpuche Daniel<sup>1</sup>; González-Burgos Araceli<sup>1</sup>; Rojas-Herrera Rafael<sup>1</sup>; Rivera-Solís Rodrigo<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Laboratorio de Biotecnología, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

Email: [leinadavi@hotmail.com](mailto:leinadavi@hotmail.com); [araceli.gonzalez@correo.uady.mx](mailto:araceli.gonzalez@correo.uady.mx); [rafael.rojas@correo.uady.mx](mailto:rafael.rojas@correo.uady.mx); [rodrigo.rivera@correo.uady.mx](mailto:rodrigo.rivera@correo.uady.mx).

## Resumen

La laguna de Bacalar es uno de los mayores cuerpos de agua dulce superficial de la península de Yucatán. En ella se han estudiado los microorganismos que forman parte de los estromatolitos, sin embargo, poco se sabe acerca de la diversidad microbiana que habita sus aguas. El objetivo de este proyecto es generar conocimiento sobre los microorganismos que forman parte de sus aguas mediante el uso de técnicas metagenómicas, ya que permiten obtener mejores resultados que las técnicas tradicionales de cultivo. El análisis de la biodiversidad permitirá conocer la población que habita dichas aguas, y además permitirá identificar nuevas especies de microorganismos con potencial de producir algún compuesto de valor biotecnológico. Para lograr el objetivo planteado, se colectó agua en la laguna de Bacalar y posteriormente se separó la biomasa en base a su tamaño celular empleando un sistema de filtración seriado. Se estandarizó el protocolo de extracción de ADN. Se realizó una PCR empleando los iniciadores GC338 y 518 y se visualizó en un gel de electroforesis con gradiente desnaturante (DGGE). Como resultado de este proceso se observaron 26 unidades de taxonómicas operacionales (OTU's) y actualmente se está en espera de los resultados de secuenciación del gen 16S.

**Palabras clave:** metagenómica; 16S; Bacalar, biodiversidad.

## Análisis taxonómico de lodos porcícolas

Pacheco -Silveira Adriana,<sup>1</sup> Estrella-Gómez Neyi,<sup>1</sup> Ruiz-Espinoza Juan,<sup>1</sup> Canul-Chan Michel<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Lab. de Biotecnología, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

Email: [adrisps95@gmail.com](mailto:adrisps95@gmail.com), [neyi.estrella@correo.uady.mx](mailto:neyi.estrella@correo.uady.mx), [juan.ruiz@correo.uady.mx](mailto:juan.ruiz@correo.uady.mx), [michel.canul@correo.uady.mx](mailto:michel.canul@correo.uady.mx)

### Resumen

La porcicultura es la tercera actividad generadora de ingresos en el sector agropecuario para Yucatán, por ende, los lodos generados a partir de excretas, han sido perjudiciales en términos ecológicos, los problemas más graves son tanto la transmisión de gérmenes patógenos que contaminan las aguas subterráneas y superficiales, así como la intoxicación del suelo superficial, por lo tanto el objetivo de este trabajo es analizar la taxonomía de los microorganismos presentes en lodos, con el fin de caracterizarlos y poder conocer más a fondo el tipo de papel que desempeñan los microorganismos en la contaminación del suelo, y si alguno pudiera tener una aplicación biotecnológica en el futuro. Para este análisis se arrancó un biorreactor de digestión anaerobia, se monitorearon sus parámetros cinéticos como sólidos totales, sólidos volátiles, alcalinidad, pH, etc., y una vez que se hubiera estabilizado se llevó a cabo una serie de muestreos, a los 7, 14, 21, 36 y 43 días, a cada uno de éstos muestreos se le aplicaron técnicas moleculares, para extraer el ADN, mediante técnica de PCR, usando primers se amplificó el gen 16s ribosomal y por último, se llevó a cabo un estudio preliminar de las posibles poblaciones bacterianas con un ensayo de un DGGE. Los resultados que se obtuvieron fueron que para los tiempos de muestreo se presentó una estabilidad en la comunidad presente en el digestor anaerobio, y se obtuvo un número de unidades taxonómicas operacionales de 35, que representan un total de 12 presuntas especies.

**Palabras clave:** Biotecnología ambiental; Lodos porcícolas; Técnicas moleculares; Taxonomía; Poblaciones bacterianas.

# Pre tratamiento ultrasónico para mejorar la producción de biogás en la digestión anaerobia de lodos activados

Córdova-Lizama. A. J<sup>1</sup>, Carrera-Figueiras. C<sup>1</sup>, Zepeda-Pedreguera. A<sup>1</sup>, Ruiz-Espinoza. J. E<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán., Mérida, Yucatán México.

Email: alfredo.cordova@correo.uady.mx, cristian.carrera@correo.uady.mx, alejandro.zepeda@correo.uady.mx, juan.ruiz@correo.uady.mx

## Resumen

De las variedades de recursos renovables para generar energía, la biomasa es una alternativa que podría ayudar a mitigar el cambio climático y mejorar la seguridad energética. Dentro de la biomasa, el uso de residuos agrícolas y forestales, son de las opciones más importantes (RMB 2016). La digestión anaerobia (DA) puede emplear diversos residuos orgánicos para obtener energía a partir del biogás generado, la estabilización de dichos residuos y su potencial aplicación en actividades agrícolas (Harris & McCabe 2015). Los lodos activados procedentes de plantas de tratamiento de aguas tienen propiedades y características de peligrosidad que requieren tratamientos eficientes de estabilización. Éstos, han sido empleados como sustratos en la DA. En Europa, la estabilización de lodos por DA es la más empleada y se estima que su potencial en la producción anual de biogás podría ser de más de 200 billones de m<sup>3</sup> (Souza *et al.* 2013). A pesar del potencial, existen limitantes considerables, puesto que sólo entre el 40 y 50% de la fracción orgánica del lodo es convertida a metano, dando bajos rendimientos de biogás. En este sentido, surgen diversos pretratamientos para acelerar la hidrólisis, que de acuerdo a múltiples autores (Carrère *et al.* 2010; Martín *et al.* 2015; Kim *et al.* 2015) es la etapa limitante de la velocidad del proceso y donde tienen lugar tanto la solubilización de la materia orgánica particulada y la descomposición biológica de polímeros orgánicos que sirven para disminuir el tiempo de retención hidráulico (TRH) de la digestión y consecuentemente, aumentar la producción de biogás. Entre esos pretratamientos emergentes que actualmente están en estudio, se encuentra el ultrasónico (Martín *et al.* 2015; Pilli *et al.* 2016).

**Palabras clave:** Digestión anaerobia; lodos activados residuales; pre-tratamiento ultrasónico, biogás.

## Actividad antifúngica de triterpenos glicosilados de la pared corporal del pepino de mar *Holothuria floridana*

Salazar-Mendoza Jasmín,<sup>1</sup> Padilla-Montaño Nayely del S., León-Deniz Lorena V.,<sup>2</sup> Mena-Rejón Gonzalo J.,<sup>1</sup> Mirón.López Gumersindo,<sup>1</sup> Graniel-Sabido Manlio J.,<sup>1</sup> Quijano Leovigildo<sup>3</sup>

1 Laboratorio de Farmacéutica, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

2 Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

3 Instituto de Química, Universidad Autónoma de México, D. F., México.

Email: jassmn\_bm@yahoo.com.mx, nayelypadilla@hotmail.com, lorena.leon@correo.uady.mx, mrejon@correo.uady.mx, gmiron@correo.uady.mx, manlio.graniel@correo.uady.mx, quijano@unam.mx

### Resumen

El pepino de mar *Holothuria floridana* pertenece a la familia Holothuriidae que a diferencia de otros miembros su diversidad química no ha sido estudiada de manera exhaustiva, así mismo debido al posible interés comercial que se podría generar por sus características de abundancia en el litoral yucateco y a la utilización como remedio tradicional en el continente asiático, es de suma importancia conocer los metabolitos que pudieran ser los posibles responsables de los efectos biológicos que le son atribuidos a esta especie marina. En el presente trabajo, se aislaron dos glicósidos triterpénicos con actividad antifúngica, a partir del extracto metanólico de la pared corporal del pepino de mar *Holothuria floridana*. El extracto metanólico fue sometido a una extracción líquido-líquido, obteniéndose entre otros, un extracto butanólico. El extracto butanólico fue fraccionado empleando columnas empacadas con C<sub>18</sub> o gel de sílice; las fracciones obtenidas se purificaron por cromatografía de líquidos de alta eficiencia, dando como resultado dos glicósidos triterpénicos. El análisis de resonancia magnética nuclear permitió identificarlos como holothurina B<sub>1</sub> y B<sub>2</sub>; reportándose por primera vez la presencia de holothurina B<sub>2</sub> en *H. floridana*. Los ensayos para determinar la actividad antifúngica de los compuestos aislados, se realizaron mediante la técnica de microdilución en caldo utilizando microplacas de 96 pozos. La holothurina B<sub>1</sub> presentó actividad significativa contra *Cryptococcus neoformans* con CMI igual a 1.8 µM. Además las holothurinas B<sub>1</sub> y B<sub>2</sub> fueron activos contra *Candida albicans*, *C. parapsilosis* y *Aspergillus niger* a concentraciones entre 56.6 a 1.3 µM.

**Palabras clave:** Triterpenos glicosilados; actividad antifúngica; pepino de mar; holothurina.

# Arranque y estabilización de un biorreactor metanogénico para la degradación de excretas porcícolas.

Jesús Gómez-López.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Estudiante de la licenciatura en Ingeniería Industrial Logística, Facultad de Ingeniería Química, UADY, Yucatán, México.

Email: [jesus.gomez19@hotmail.com](mailto:jesus.gomez19@hotmail.com)

## Resumen

La porcicultura es una actividad de alta productividad que se ha intensificado en los últimos años. Su problemática es la generación de una gran cantidad de residuos con alta carga orgánica. Debido a su disposición y al tipo de suelo en Yucatán, la problemática se agrava ya que los contaminantes pueden migrar al acuífero. La digestión anaerobia (DA) es el principal proceso aplicado para la estabilización de biomasa, su importancia es la generación de bioenergía (biogás). El presente trabajo tiene por objeto estudiar el comportamiento de la DA de excretas porcícolas a diferentes cargas orgánicas.

Se inició un biorreactor metanogénico con una relación  $S_0/X_0=1$ , inoculado con el exceso de biomasa de un biorreactor que degrada excretas porcícolas. La excreta fue colectada de una granja en Sierra Papacal, se llevó a cabo una dilución de la excreta a 3%ST y CVA= 1kgSV/m<sup>3</sup>.d. La caracterización de la excreta se realizó mediante la determinación de NTK, proteína cruda, nitrógeno amoniacal, sólidos totales y sólidos volátiles, pH y alcalinidad de acuerdo a los métodos estándar. El biorreactor se monitoreó diariamente para la determinación de la eficiencia de remoción de SV, pH, la alcalinidad, producción de biogás y metano. Un incremento a 2 kgSV/m<sup>3</sup>.d fue aplicado posterior a la estabilización. 30 días fueron necesarios para la estabilización del biorreactor, posteriormente se obtuvo una eficiencia de remoción de SV de 50%, pH 7.06 y 0.32 L/d de biogás. Para una carga de 2kgSV/m<sup>3</sup>.d se obtuvo una remoción de 46.73%, pH 6.98 y 0.38 L/d de biogás.

**Palabras clave:** Digestión anaerobia; biogás; excretas porcícolas.

# Estudio cinético de *Burkholderia sp.* durante la producción de biosurfactantes usando aceite de soya como sustrato..

Genaro Chalé-Can,<sup>1</sup> Michel Canul-Chan<sup>2</sup> y Alejandro Zepeda-Pedreguera.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Estudiante de la licenciatura en Ingeniería Industrial Logística, Facultad de Ingeniería Química, UADY, Yucatán, México.

<sup>1</sup> Profesor Investigador, Facultad de Ingeniería Química, UADY, Yucatán, México.

Email: [gchalecan@gmail.com](mailto:gchalecan@gmail.com), [michel.canul@correo.uady.mx](mailto:michel.canul@correo.uady.mx), [alejandro.zepeda@correo.uady.mx](mailto:alejandro.zepeda@correo.uady.mx)

## Resumen

Los biosurfactantes son moléculas que presentan una alta actividad de superficie y propiedades emulsificantes, producidos por microorganismos pertenecientes a diversos géneros. Generalmente son metabolitos secundarios excretados por los microorganismos, siendo su principal función la reducción de la tensión superficial de sustratos inmiscibles. Todos los biosurfactantes constan de dos partes una hidrófila y un grupo no polar hidrófobo. Debido a esta estructura anfifílica los biosurfactantes aumentan la biodisponibilidad de sustancias insolubles en agua y cambian las propiedades de la superficie de la célula bacteriana. Por lo cual, en años recientes el interés por la producción de estos compuestos ha incrementado por su aplicación en la biorremediación de suelos y aguas contaminadas. Otras ventajas que poseen los biosurfactantes son su baja toxicidad, su alta tasa de biodegradabilidad, su compatibilidad ambiental y su actividad en condiciones extremas. El uso de cepas con un alto rendimiento de producción, la optimización de los parámetros cinéticos y el uso de sustratos baratos, podrían ayudar a mejorar la producción de biosurfactantes de forma eficiente. El presente proyecto pretende estudiar la producción de biosurfactantes usando aceite de soya como sustrato y una cepa de *Burkholderia sp.*, la información obtenida podría ser empleada para el establecimiento de sistema de producción en biorreactores.

**Palabras clave:** Parámetros cinéticos; biosurfactantes; burkholderia; aceite de soya.

## Identificación de genotipos CYP2D6 (\*3, \*4 y \*6) para metabolizadores pobres en población abierta de Yucatán.

López-González P.N.<sup>1,2</sup>; Lopez-González M.J.<sup>2</sup>, Acosta-Tun A.<sup>2</sup>, Muñoz-Santos E.<sup>1,2</sup>, Sosa-Escalante J.<sup>2</sup>, González-Herrera, L.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Licenciatura en Ingeniería en Biotecnología, Facultad de Ingeniería Química, UADY, Yucatán, México.

<sup>2</sup> DIMYGEN Laboratorio S.C.P Yucatán, México.

<sup>3</sup> Laboratorio de Genética. Centro de Investigaciones Regionales "Dr. Hideyo Noguchi"-UADY, Yucatán, México.

Email: [paolalopezglz@outlook.com](mailto:paolalopezglz@outlook.com), [jeseara@prodigy.net.mx](mailto:jeseara@prodigy.net.mx), [lizabeth@uady.mx@uady](mailto:lizabeth@uady.mx@uady)

### Resumen

El gen CYP2D6 (locus 22q13.1) es responsable del metabolismo oxidativo del 25% de los medicamentos recetados: antidepresivos, antipsicóticos, antiarrítmicos y tamoxifeno. CYP2D6 es altamente polimórfico con más de 90 variantes alélicas, a partir de estas, las personas pueden clasificarse en cuatro categorías basándose en su mayor o menor habilidad para metabolizar determinados sustratos: metabolizadores pobres, intermedios, rápidos o ultra-rápidos. Los metabolizadores pobres tienen dos alelos nulos responsables de la ausencia de actividad enzimática. Los alelos nulos más comunes son el CYP2D6 \*3, \*4, \*6. El objetivo del trabajo fue determinar la distribución genotípica de CYP2D6 \*3 (2549delA), \*4 (C2938T) y \*6 (1707delT) en una población abierta de Yucatán. Se incluyeron 126, 70 y 87 muestras de ADN para identificar los alelos nulos CYP2D6 \*3, \*4 y \*6, respectivamente; mediante PCR en tiempo real por discriminación alélica con sondas TaqMan. Las frecuencias genotípicas se distribuyeron de acuerdo al equilibrio de las poblaciones para \*3 y \*6 ( $p > 0.05$ ), excepto \*4 ( $p = 0.072$ ). Los genotipos encontrados para \*3 fueron: 98% para homocigotos silvestres, 2% para heterocigotos, en ausencia (0%) de mutantes. Para \*4 se encontraron los tres genotipos: 51% para silvestres, 30 % para heterocigotos y 19% para mutantes. Para \*6 se encontró 92% de silvestres, 8% de heterocigotos y 0% de mutantes. Las frecuencias alélicas respectivas fueron 1%, 34% y 4%. La identificación de genotipos CYP2D6 es una herramienta diagnóstica para detectar a pacientes en alto riesgo de ineficacia para metabolizar o toxicidad y una guía determinante para terapia farmacológica personalizada.

**Palabras clave:** CYP2D6, \*3, \*4, \*6, metabolizadores pobres, terapia farmacológica personalizada

# Corrosion inducida por microorganismos en el subsuelo del estado de Yucatán.

Pablo Wilkerson<sup>1</sup>; Javier Alberto-Chale<sup>1</sup>, Humberto Álvarez-Urbe<sup>2</sup>, Alejandro Estrella<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería Química, UADY, Yucatán, México.

<sup>2</sup> Profesor de Carrera, Facultad de Ingeniería Química-UADY

Email: [pjwilkerson0@gmail.com](mailto:pjwilkerson0@gmail.com), [javi-0310@hotmail.com](mailto:javi-0310@hotmail.com), [humberto.alvarez@correo.uady.mx](mailto:humberto.alvarez@correo.uady.mx), [alejandro.estrella@uady.mx](mailto:alejandro.estrella@uady.mx)

## Resumen

La corrosión microbiológica (MIC) ocasiona anualmente un daño aproximado de 2000 millones de dólares a la industria petrolera y de gas tan sólo en Estados Unidos, siendo la causa de este daño, un conjunto de bacterias oxidantes, bacterias reductoras y otras que secretan ácidos orgánicos.

En este trabajo, se estudió el efecto que tienen las bacterias sulfatoreductoras del género *Desulfovibrio*, aisladas de diferentes tipos de lodos del estado de Yucatán, sobre los procesos de corrosión microbiológica.

Para esto, se expusieron cinco piezas de acero al bajo carbón a los consorcios microbianos aislados y se analizó la velocidad de corrosión mediante métodos gravimétricos y de curvas de polarización electroquímica.

Con base en los resultados, se pudo realizar una comparación entre las velocidades de corrosión inducida por consorcios microbianos aislados de diferentes tipos de suelo del estado de Yucatán y determinar qué tipo de suelo presenta una mayor tendencia para corroer al acero. Se encontró que la velocidad de corrosión máxima obtenida fue 0.1744 mm/año correspondiente al consorcio aislado de un lecho acuático subterráneo.

**Palabras clave:** Corrosion; microorganismos; Yucatán; suelos; acero de bajo carbon

# Análisis de la capacidad de producción de ácido láctico a partir de xilano y carboximetilcelulosa de bacterias ácido lácticas aisladas de sedimentos costeros.

Medina-Ojeda Martín<sup>1</sup> y Sánchez-Gonzales Mónica,<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

<sup>2</sup> Laboratorio de biotecnología, facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán México.

Email: [omjm1993@hotmail.com](mailto:omjm1993@hotmail.com) [monica.sanchez@correo.uady.mx](mailto:monica.sanchez@correo.uady.mx)

## Resumen

Los residuos lignocelulósicos constituyen una fracción importante de la biomasa residual de carácter renovable, para su aprovechamiento se suelen utilizar métodos químicos y biotecnológicos, estos últimos conducen a la obtención de metabolitos de interés comercial como son etanol, ácido láctico y enzimas.

Los hongos filamentosos producen una gran cantidad de enzimas capaces de degradar residuos agroindustriales en comparación con las levaduras y bacterias. Reportes en la literatura indican que bacterias del género *Actinomicetos*, *Bacillus*, *Cellulomonas*, *Micrococcus* y *Staphilococcus* degradan residuos lignocelulósicos. Por otro lado los actinomicetos y el género *Clostridium* son sistemas bacterianos que se destacan por su capacidad degradadora de celulosa.

El análisis de nuevos nichos ecológicos abre oportunidades para el aislamiento de microorganismos con nuevas capacidades biocatalíticas. Por tal motivo en este trabajo se determinó la capacidad de degradación de bacterias aisladas de sedimentos costeros para producir ácido láctico a partir de la degradación de carbohidratos complejos presentes en residuos lignocelulósicos. Se utilizó como sustratos xilano por ser el polisacárido hemicelulósico más abundante en las paredes celulares de las plantas y carboximetilcelulosa por ser de naturaleza conocida y para obviar la complejidad de un sistema heterogéneo; finalmente se encontró tres bacterias ácido lácticas con capacidad degradadora y con actividad xilanasa y celulasa.

**Palabras clave:** Ácido láctico; Bacterias ácido lácticas; Xilano; Carboximetilcelulosa.

# Análisis de actividades enzimáticas producidas por un consorcio microbiano degradador de pericarpio de maíz nixtamalizado.

García González Maritza,<sup>1</sup> Sánchez González Mónica,<sup>2</sup> y González Burgos Araceli.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

<sup>2</sup> Laboratorio de Biotecnología, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

Email: magg2590@gmail.com, monica.sanchez@correo.uady.mx, araceli.gonzalez@correo.uady.mx, diana@dps.uminho.pt, anabela@dps.uminho.pt, rms@dps.uminho.pt, fmoreira@dps.uminho.pt, agcmenezes@dps.uminho.pt

## Resumen

La utilización de biomasa lignocelulósica para la obtención de biocombustibles y otros productos biotecnológicos implica su sacarificación a través de procesos físicoquímicos y químicos. Estos procesos requieren de condiciones de temperatura y presión elevada, las cuales ocasionan altos costos de producción. La hidrólisis biológica a través del uso de extractos enzimáticos comerciales producidos por microorganismos axénicos, limita el número de enzimas sintetizadas. Los consorcios microbianos son una asociación natural de dos o más poblaciones microbianas de diferentes especies que actúan conjuntamente como una comunidad en un sistema complejo generando un arsenal de enzimas para lograr la degradación de los materiales lignocelulósicos; sin embargo, son pocos los consorcios estudiados. Este trabajo tiene como objetivo analizar sistemas enzimáticos producidos por un consorcio, vinculados con la degradación de hemicelulosa y celulosa. Para el estudio de los sistemas biocatalíticos, se analizó un consorcio microbiano degradador de pericarpio de maíz nixtamalizado (PMN). Se determinó la actividad amilasa, celulasa y xilanasas producidas por el consorcio después de 7 días de crecimiento. Las actividades se midieron a pH 4, 6.5 y 7 y temperatura de 40, 60 y 70 °C para establecer las condiciones óptimas de actividad. Las amilasas no fueron detectadas en el sobrenadante. La actividad óptima de la xilanasas (15.05 U/ml) se obtuvo a pH 6.5 y 60 °C, mientras que la celulasa (3.3 U/ml) a pH 4 y 40°C. El consorcio produce altas cantidades de xilanasas, superiores a los datos reportados en la literatura tanto para bacterias y hongos.

**Palabras clave:** Pericarpio, Lignocelulosa, actividad enzimática, amilasas y celulasas.

# Escrutinio y selección de microorganismos con capacidad de producir ácido láctico a partir de azúcares presentes en el pericarpio de maíz..

Mónica Sánchez González,<sup>1</sup> Daniela Pérez Varguez,<sup>2</sup> Aracely González Burgos.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Profesor de Carrera Facultad de Ingeniería Química-UADY, Yucatán, México.

<sup>2</sup> Estudiante de Química Industrial, Facultad de Ingeniería Química, UADY, Yucatán, México.

Email: monica.sanchez@correo.uady.mx, d.perezvarguez@hotmail.com, araceli.gonzalez@correo.uady.mx

## Resumen

El ácido láctico es un producto de fermentación ampliamente utilizado en la industria alimenticia, química, farmacéutica, del plástico, textil, la agricultura, alimentación animal entre otros, Kourkoutas et al. (2004).

El ácido láctico es producido a partir de la glucosa presente en el almidón. El almidón es un ingrediente importante en la industria alimentaria y en la producción de biocombustibles por lo que la competencia en el uso de este componente incrementa los precios de producción de ácido láctico. Por lo anterior, se ha creado la necesidad de utilizar nuevas fuentes de azúcares fermentables, diferentes al almidón y de bajo costo.

El presente trabajo brinda como alternativa al uso del almidón, las grandes cantidades de residuos ricos en material lignocelulósico que las industrias procesadoras de maíz generan. El pericarpio de maíz (material lignocelulósico) está compuesto principalmente por hemicelulosa y celulosa, polisacáridos cuyos monómeros pueden ser fermentados por bacterias para la generación de ácido láctico, brindándole a esta materia un valor agregado implicando el uso de diferentes especies microbianas ácido lácticas (BAL).

Debido a la compleja estructura de la lignocelulosa y a los resultados de crecimiento de microorganismos, degradación de pericarpio y generación de acidez obtenidos, se concluye que son necesarios pre tratamientos al pericarpio antes de la inoculación de BAL, ya que estas bacterias por sí solas no son capaces de degradar azúcares complejos.

**Palabras clave:** Ácido láctico; residuo lignocelulósico; pericarpio de maíz; BAL; azúcares complejos.

# Implementación y calibración del adm-1 de la digestión anaeróbica de lodos residuales en matlab

Contreras-Aguilar Tarisha Atzin,<sup>1</sup> Zitlalpopoca-Soriano Angel Guillermo,<sup>2</sup> Sacramento-Rivero Julio César,<sup>2</sup> Ruiz-Espinoza Juan Enrique<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Lab. de Biotecnología, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

Email: tarisha93@hotmail.com, angel.zitlalpopoca@correo.uady.mx, julio.sacramento@correo.uady.mx, juan.ruiz@correo.uady.mx

## Resumen

Entre los procedimientos de estabilización de biomasa, la digestión anaeróbica es aplicada comúnmente, con ventajas que incluyen menores costos y la conversión de materia orgánica a metano, el cual es usado para generación de energía. En este estudio, se llevó a cabo la implementación en MATLAB del modelo ADM-1 (Anaerobic Digestion Model No.1) el cuál es un modelo con 35 variables de estado, 4 ecuaciones algebraicas, 19 procesos bioquímicos, 6 procesos ácido-base y 3 procesos de transferencia gas-líquido, para ello se llevaron a cabo ensayos para el análisis del potencial de biometano (BMP) como prueba para la calibración del ADM-1, los ensayos se llevaron a cabo en biorreactores de 500 mL con una relación  $S_0/X_0$  0.5 g SV/g SV, se utilizó nitrógeno gas para favorecer la atmósfera anaerobia, la prueba duró 30 días y se monitoreó diariamente la producción de biogás, los ensayos se realizaron por triplicado y un blanco que consistió en sólo inóculo. Como sustrato se utilizaron lodos activados municipales y como inóculo el exceso de biomasa de un reactor metanogénico que degrada lodos activados. Un reactor anaerobio Applikon de 5L fue utilizado a 35°C, 150 rpm, los parámetros de monitoreo fueron: DQOt, DQOs, ST, SV, AGVs, pH y alcalinidad. El modelo matemático y la calibración se implementaron usando m-files de la plataforma MATLAB 7.11. La producción máxima de metano en la BMP fue de 216.15 ml/ g SV. Se obtuvo un índice de biodegradabilidad de 0.43 y fueron calibrados cinco parámetros cinéticos ( $k_{m\_pro}$ ,  $k_{dis}$ ,  $k_{S\_pro}$ ,  $k_{S\_pro}$ ,  $k_{S\_ac}$ ).

**Palabras clave:** Biochemical Methane Potential(BMP); ADM1; lodos activados; biogás.

# Estudio de la presencia de Cu, Fe y Zn en lodos y aguas residuales generadas en la granja Santa María de las Rosas para el establecimiento de su sistema percolador físico-biológico.

Neyi Estrella-Gómez,<sup>1</sup> Juan Rejon-May,<sup>2</sup> José Tec-Pool.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Profesor de Carrera Facultad de Ingeniería Química-UADY, Yucatán, México.

<sup>2</sup> Estudiante de Química Industrial, Facultad de Ingeniería Química, UADY, Yucatán, México.

Email: neyi.estrella@correo.uady.mx, jadidi\_1993@hotmail.com, jose.tec@correo.uady.mx

## Resumen

El presente trabajo de investigación consiste en el análisis de los lodos y aguas residuales generados por la granja santa maría de las rosas que se encuentra ubicado en el municipio de conkal en el estado de Yucatán, estos residuos están constituidos por materia orgánica, microorganismos patógenos y materia inorgánica, el manejo que se la ha dado a los lodos y aguas residuales ha sido perjudicial tanto en términos ecológicos como sanitarios, debido al escaso o nulo tratamiento y a su inadecuada disposición final es por esto que el objetivo del estudio es caracterizar los lodos y aguas residuales generados por la granja porcicola para posteriormente establecer una pauta que permita realizar una mitigación de la contaminación ocasionada por medio de un filtro filtro-biológico. La investigación se realizó en base a las metodologías estandarizadas por las normas oficiales mexicanas llevando acabo determinaciones físico-químicas como son alcalinidad, pH, solidos totales, DQO, temperatura, de igual manera se realizó las determinaciones de materia inorgánica (metales) presente en los residuos por medio de emisión atómica. Los resultados obtenidos de concentración de metales en los lodos fue de 0.270 ppm de Cu, 0.079 ppm de Zn y 0.199 ppm de Fe, en las aguas residuales la concentración fue de 0.200 ppm de Cu, 0.056 ppm de Zn y 0.229 ppm de Fe con estos valores obtenidos y el de los parámetros físico-químicos (T=250C, pH=7.73, alcalinidad=1700 mg/l, ST=48322 mg/l y DQO=433133 mg/l) se determinara los agentes (condiciones) apropiadas para tratar los residuos generados por la granja.

**Palabras clave:** lodos; aguas residuales; filtro percolador; porcicola.

# Caracterización de exopolisacáridos producidos por un consorcio microbiano nativo aislado de pozas salinas de Yucatán.

Martha Adriana Hernández Zetina<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Estudiante de Ingeniería en Biotecnología, Facultad de Ingeniería Química-UADY, Yucatán, México.

Email: adrianahedzetina@hotmail.com

## Resumen

Con el paso de los años los microorganismos han pasado son 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 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 de la composición de estos polímeros es importante para determinar su posible función.

**Palabras clave:** Exopolisacáridos; microbiano; carbohidratos.

# Síntesis de compuestos híbridos de interés en química medicinal mediante RMC

Delit-García Wendy Carolina,<sup>1</sup> Gámez-Montaño María del Rocío,<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

<sup>2</sup> División de ciencias exactas y naturales. Departamento de Química, Universidad de Guanajuato, Guanajuato, México.

Email: [caro\\_dg94@hotmail.com](mailto:caro_dg94@hotmail.com), [rociogm@ugto.mx](mailto:rociogm@ugto.mx)

## Resumen

El objetivo del proyecto fue la síntesis de compuestos de interés en química medicinal en una etapa de reacción.

Se empleó una metodología novedosa para la síntesis de derivados de tetrazol a partir del 9-antracenaldehído, 2-furfurilamina, trimetilsililazida y un isonitrilo. La estrategia de síntesis incluyó un proceso *one pot* mediante la reacción de multicomponentes (RMC) Ugi-Azida. Esta reacción inicia con la condensación entre el aldehído y la amina para formar la imina, en la cual ocurre la protonación del nitrógeno por el ácido hidrazoico generado *in situ* para formar un ion iminio. Por último se lleva a cabo la adición nucleofílica del isonitrilo al centro electrofílico del ion iminio para dar el ion nitrilo, que reacciona con la azida mediante una reacción de electrociclación 1,5-dipolar para dar el anillo de tetrazol.

El tetrazol 1,5-disustituido obtenido fue caracterizado por análisis espectroscópico de resonancia magnética nuclear de protón y de carbono. El rendimiento del producto obtenido fue del 93 %. El compuesto sintetizado se utilizará como plataforma sintética para acceder a moléculas de mayor complejidad estructural.

**Palabras clave:** Reacciones de multicomponentes, Ugi-azida, tetrazol, química medicinal.

# Estudio fitoquímico del extracto diclorometánico de las hojas de *Elaeodendron trichotomum*

Sosa-Balam Jorge<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Química Farmacéutica, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

Email: jorge\_marcelo\_sosa@outlook.com

## Resumen

La especie *Elaeodendron trichotomum* (Turcz.) Lundell comúnmente conocido como *Cheechem* blanco, es un arbusto o árbol pequeño perene. *E. trichotomum*, se encuentra distribuida en nuestro país, en los estados de Chiapas, Guerrero, Jalisco, Nayarit, Querétaro, Veracruz, Campeche, Quintana Roo y Yucatán. En la medicina tradicional maya se ha reportado el uso de la planta como agente contra enfermedades inflamatorias. Sin embargo, son pocos los estudios fitoquímicos realizados hasta el momento, por lo que se llevó a cabo por primera vez los estudios fitoquímicos del extracto diclorometánico de las hojas. Teniendo como objetivo aislar triterpenos pentacíclicos con esqueletos de tipo oleano, ursano y friedelano. Como parte de la metodología el extracto obtenido fue fraccionado por medio de cromatografía en columna (CC) con gel de sílice, las fracciones obtenidas se agruparon de acuerdo a su composición, y fueron fraccionadas haciendo uso de Sephadex LH-20 lipofílico. Las fracciones obtenidas a través de la cromatografía de exclusión fueron vueltas a fraccionar en columnas empacadas con gel de sílice para placa, sin aglutinante y sin indicador. Las nuevas fracciones fueron agrupadas de acuerdo a su similitud en composición. La purificación de los compuestos se realizó por medio de cromatografía en capa delgada. A partir del estudio de las fracciones obtenidas, se logró el aislamiento e identificación, mediante Resonancia Magnética Nuclear, de cinco triterpenos pentacíclicos: lupeol, lupenal, 3- $\beta$ -hidroxi-D:B-friedo-olean-5-eno,  $\alpha$  y  $\beta$  amirina. Lo anterior reafirma que esta especie presenta el metabolismo característico de la familia Celastraceae y es un productor de triterpenos pentacíclicos.

**Palabras clave:** *Elaeodendron trichotomum*; triterpenos.

# Aislamiento y oxidación de Lupeol a partir de la cáscara de *Chrysophyllum cainito*

Basto-Mijangos Harold Noe,<sup>1</sup> Herrera-España Angel,<sup>1</sup> Marrero-Carballo Rubén,<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Química Farmacéutica, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

Email: [haroldnoe14@hotmail.com](mailto:haroldnoe14@hotmail.com), [adherrerae@gmail.com](mailto:adherrerae@gmail.com), [ruben.marrero@correo.uady.mx](mailto:ruben.marrero@correo.uady.mx).

## Resumen

Entre las fuentes vegetales usadas para la obtención de sustancias químicas con actividad biológica se encuentra *Chrysophyllum cainito*, del cual se ha aislado lupeol. Se encuentra documentado en la literatura que esta molécula posee actividad farmacológica como antiinflamatorio, antiprotozoario, antitumoral, entre otras. En el presente trabajo se obtuvo un derivado del lupeol, acetato de lupeol, en escala de gramos a partir de la cáscara del fruto de *Chrysophyllum cainito*; y tras una serie de modificaciones químicas se transformó a lupenona. El método experimental consistió en una primera instancia, en la recolecta del fruto del caimito para posteriormente secarlo y macerarlo en diclorometano. La adición de metanol al extracto obtenido condujo a un precipitado; del cual a partir de RMN-1H se identificó al acetato de lupeol como componente mayoritario. La purificación de este producto natural se realizó por cromatografía en columna. Finalmente, el compuesto se sometió a una hidrólisis básica con KOH, seguida de una reacción de oxidación, empleando el reactivo de Jones, hasta la obtención de la lupenona con buenos rendimientos. Los productos obtenidos fueron identificados por RMN-1H.

**Palabras clave:** *Chrysophyllum*, cainito, lupeol, lupenona.

## Estudio Fitoquímico de los frutos de *Chrysophyllum cainito* L.

Castillo-Canché Lourdes Magaly,<sup>1</sup> Palacios-Cornejo Marco Antonio,<sup>1</sup> Brito-Loeza Wendy Fanny,<sup>1</sup> Mena-Rejón Gonzalo Joaquín,<sup>1</sup> Mirón-López Gumersindo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Química Farmacéutica, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

Email: [lulucastillo613@gmail.com](mailto:lulucastillo613@gmail.com), [mapc\\_1992@yahoo.com](mailto:mapc_1992@yahoo.com), [bloeza@correo.uady.mx](mailto:bloeza@correo.uady.mx), [mrejon@correo.uady.mx](mailto:mrejon@correo.uady.mx), [gmiron@correo.uady.mx](mailto:gmiron@correo.uady.mx)

### Resumen

El presente estudio tiene como objetivo evaluar el contenido de metabolitos secundarios de tipo triterpénico de la cáscara del fruto de *Chrysophyllum cainito* L. Las muestras de material vegetal seco y molido fueron extraídas sucesivamente con hexano, diclorometano y acetato de etilo mediante un equipo Soxhlet. Los extractos fueron llevados a sequedad a presión reducida y se determinó el peso de cada uno de ellos. El extracto de diclorometano fue analizado por medio de cromatografía de gases-espectrometría de masas y resonancia magnética protónica. Se determinó que el componente mayoritario es el acetato de lupeol y en menor proporción los acetatos de alfa y beta amirina.

**Palabras clave:** *Chrysophyllum*; *cainito*; triterpenos; lupeol.

# Aislamiento de damnacantal de la raíz de *Morinda panamensis*

Carrillo-Uicab Jessica,<sup>1</sup> Mirón-López Gumersindo,<sup>1</sup> Cáceres-Castillo David.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Química Farmacéutica, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

Email: jessica\_alejandra5@hotmail.com, gmiron@correo.uady.mx, david.caceres@correo.uady.mx

## Resumen

Dentro de las antraquinonas mayoritarias de las raíces de *Morinda panamensis* se puede contar al damnacantal, una 1,3-dimetoxiantraquinona sustituida con una función aldehído en la posición 2 del sistema antracénico. El interés por esta antraquinona se debe a las diferentes propiedades farmacológicas que presenta. Debido a esto se pretende aislar e identificar el damnacantal, a partir del extracto con diclorometano de las raíces de *M. panamensis*. La recolecta de las raíces de *M. panamensis*, se realizó en la ex-Facultad de Química de la UADY en septiembre de 2015. Las raíces secas y molidas (3987g) se sometieron a una extracción por soxhlet con diclorometano. El extracto se concentró en un evaporador rotatorio a presión reducida obteniéndose 90.8 g de extracto diclorometánico. Una porción del extracto (10 g) fue fraccionada por cromatografía en columna empacada con SiO<sub>2</sub> (70-230 μm) e impregnada con Et<sub>3</sub>N al 5%, y eluída con mezclas de hexano-diclorometano en gradiente como fase móvil. Las 25 fracciones obtenidas se compararon por CCD con un estándar de damnacantal, lo que permitió identificar esta antraquinona en las fracciones 21-25. La purificación se hizo mediante precipitación con una mezcla de hexano-diclorometano (3:1) y se obtuvieron 1.5 g de damnacantal como un sólido amorfo de color amarillo, identificado por RMN-<sup>1</sup>H. De acuerdo a lo anterior se desarrolló un método para el aislamiento rápido del damnacantal a partir del extracto diclorometánico de la raíz de *M. panamensis*, con un rendimiento del 15%.

**Palabras clave:** Antraquinona, Rubiaceae, *Morinda*

# Obtención e identificación de terpenoides de la corteza de *Elaeodendron trichotomum*

Us-Martin Jenner<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Química, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

Email: [Jenner\\_Us@hotmail.com](mailto:Jenner_Us@hotmail.com)

## Resumen

Yucatán es una de las regiones del país con mayor diversidad botánicas, y también cuenta con conocimientos ancestrales sobre plantas medicinales propios de la cultura maya. La especie *Elaeodendron trichotomum*, distribuida en los estados de Jalisco, Nayarit, Guerrero, Chiapas, Campeche, Quintana Roo, Veracruz y Yucatán, se utiliza contra enfermedades infecciosas y como antitumoral. Esta especie no ha sido estudiada desde el punto de vista químico por lo que se planteó como objetivo aislar e identificar compuestos presentes en su corteza. Como parte de la metodología la corteza de tallo seca y molida se sometió a una extracción exhaustiva con diclorometano en un equipo Soxhlet. El extracto obtenido fue fraccionado mediante técnicas cromatográficas convencionales. Como resultado del fraccionamiento del extracto se obtuvo un sólido cristalino, el cual se analizó por RMN <sup>1</sup>H y <sup>13</sup>C; determinándose que el compuesto se trata de un triterpeno llamado 3-oxolup-20(29)-en-30,21 $\alpha$ -olide mejor conocido como Ochraceolide A

**Palabras clave:** *Elaeodendron trichotomum*; corteza de tayo; Triterpenos; Ochraceolide A.

## Comparación de dos métodos para la extracción de aceite esencial de la hoja de albahaca (*ocimum basilicum*).

José Tec Pool,<sup>1</sup> Santiago Calderón Guillemot,<sup>2</sup> Javier Chalé Pisté,<sup>2</sup> Pablo Wilkerson Medina,<sup>2</sup> Zanoni Amezcua Zapata.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Profesor de Carrera, Facultad de Ingeniería Química-UADY, Yucatán, México.

<sup>2</sup> Estudiante de Ingeniería en Alimentos, Facultad de Ingeniería Química-UADY, Yucatán, México.

Email: jose.tec@correo.uady.mx,A14115705@alumnos.uady.mx,A14115708@alumnos.uady.mx, A14115732@alumnos.uady.mx

### Resumen

Los Aceites Esenciales se definen como mezclas de componentes volátiles, productos del metabolismo secundario de las plantas. Se encuentran muy difundidos en el reino vegetal, de las 295 familias de plantas, de 60 a 80 producen aceites esenciales. Las principales plantas que contienen aceites esenciales, se encuentran en familias como: compuestas, labiadas, lauráceas, mirtáceas, rosáceas, rutáceas, umbelíferas, pináceas. Estos tienen usos en diferentes industrias, como: la farmacéutica, alimenticia, perfumería, dermatología, entre otros. Actualmente plantas como la albahaca contribuyen en productos alternativos para la elaboración de biopesticidas o bioherbicidas.

La extracción de aceites esenciales puede ser mediante métodos como: prensado, arrastre de vapor de agua, solventes volátiles y con fluidos supercríticos.

En el presente trabajo se evaluaron dos métodos de extracción para determinar la pureza y el rendimiento de las sustancias obtenidas. Los métodos empleados fueron: la destilación por arrastre de vapor y el método de extracción por solventes empleando diclorometano como medio de arrastre. Ambos productos resultantes se les midieron diferentes características como: el rendimiento, índice de refracción y densidad. Finalmente se determinó que el método por arrastre de vapor con agua resultó ser el más puro con características más aceptables y que lo categorizan como un aceite de esencias fluidas, sin embargo es de importancia mencionar que en el proceso de arrastre con solventes se obtuvieron otros productos como ceras aromáticas, obteniéndose también un aceite con impurezas.

**Palabras clave:** Aceites esenciales; extracción; albahaca; fluidos supercríticos.

## Aplicación del método convencional en la síntesis de 2-amino-4-aril-1,3-Tiazoles.

Angulo Rodríguez Edith,<sup>1</sup> Us Martín Neira,<sup>1</sup> Cáceres Castillo David,<sup>1</sup> Marrero Carballo Rubén.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Química Farmacéutica, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

Email: edith\_rodriguez95@outlook.com; neirausmartin@hotmail.com, david.caceres@correo.uady.mx; ruben.marrero@uady.mx

### Resumen.

El grupo 2-aminotiazol está presente en múltiples fármacos y compuestos en fases preclínicos, estos compuestos presentan una amplia aplicación en el tratamiento de las alergias, hipertensión, inflamación, infecciones bacterianas. La síntesis del anillo tiazólico se puede realizar a través de diferentes métodos expresados por la literatura, sin embargo el método más común es la de Hantzsch, la cual consiste en la condensación de  $\alpha$ -haloacetona con tiourea y tioamidas a reflujo. Para la realización de este trabajo se sintetizó el anillo a partir de una acetofenona-p-sustituida con tiourea, empleando una catálisis con yodo bajo condiciones de reflujo durante dos horas a 120°C, hasta obtener un sólido y posteriormente basificarlo hasta un pH 10 con Hidróxido de Amonio. Esta metodología permitió realizar la reacción en ausencia de disolvente y se logró acortar considerablemente el tiempo de reacción, así mismo el método empleado permitió obtener rendimientos entre 50 y 90% de los siete 2-amino-4-aril-1,3-Tiazoles. Todos los compuestos fueron caracterizados por experimentos de RMN-1H y por espectrometría de masas. Los tiazoles sintetizados serán el punto de partida para la síntesis de nuevos compuestos, ya que se le realizará una modificación estructural, introduciendo nuevos sustituyentes con la finalidad de aumentar su actividad biológica.

Palabras clave: 2-amino-4-aril-1,3-tiazoles; modificación; actividad biológica.

# Estudio teórico de las propiedades electrónicas y estructurales de helicenos.

Alberto Trejo Avila,<sup>2</sup> Romeo de Coss Gómez,<sup>1</sup> Carlos Manuel Ramos Castillo.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Profesor Investigador, CINVESTAV-IPN Unidad Mérida, Yucatán, México.

<sup>2</sup> Estudiante de Química Industrial, Facultad de Ingeniería Química-UADY, Yucatán, México.

Email: a.trejoavila@gmail.com, decoss@mda.cinvestav.mx, cm.ramoscastillo@gmail.com.

## Resumen

En éste trabajo se estudió la geometría molecular y la estructura electrónica de los helicenos que contienen entre cuatro y doce anillos de benceno. Mediante cálculos basados en la teoría del funcional de la densidad, se estudió la dependencia con el número de anillos del paso de hélice y de la brecha de energía entre los orbitales frontera. Así mismo, se estudió el efecto de las fuerzas de dispersión en la predicción de la geometría molecular y las propiedades electrónicas. Se encontró que las fuerzas de dispersión no juegan un papel determinante en la magnitud de la brecha de energía entre orbitales frontera, pero sí para el cálculo del paso de hélice. Además, tanto la brecha de energía entre orbitales frontera como el paso de hélice tienden a disminuir al aumentar el número de anillos en los helicenos, y al llegar a cierto número de unidades, ambas cantidades se vuelven prácticamente constantes. Las tendencias obtenidas son independientes a la aproximación del funcional de correlación de intercambio empleada.

**Palabras clave:** Helicenos; cálculos ab initio; química teórica.

# Cuantificación por RMN de damnacantal en extractos orgánicos de la raíz de *Morinda panamensis* Seem.I

Moguel-Pardío Fernando,<sup>1</sup> Mirón-López Gumersindo,<sup>1</sup> Cáceres-Castillo David.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Química Farmacéutica, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

Email: [feer12\\_avm@hotmail.com](mailto:feer12_avm@hotmail.com), [gmiron@correo.uady.mx](mailto:gmiron@correo.uady.mx), [david.caceres@correo.uady.mx](mailto:david.caceres@correo.uady.mx)

## Resumen

Cuantificar el damnacantal presente en los extractos hexánico y diclorometánico, obtenidos por dos métodos de extracción, a partir de la raíz de *Morinda panamensis* Seem por Resonancia Magnética Nuclear (RMN). La especie *Morinda panamensis* Seem, es nativa de la región sureste de México, y a partir del estudio fitoquímico se han reportado el aislamiento de triterpenos, iridoides y antraquinonas; de este último grupo se conocen actividades biológicas importantes, como antioxidante y antitumoral, ejemplo de ello es el damnacantal, una 1,3-dimetoxiantraquinona sustituida con una función aldehído en la posición 2 del sistema antracénico, esta es de gran interés debido a sus aplicaciones químicas e industriales. Su cuantificación se realizó a cabo por el método de patrón interno mediante RMN. El proceso de preparación de la muestra consistió en pesar 5 mg de la muestra y disolverla en 0.5 mL de CDCl<sub>3</sub>, se añadió 1 mg de nicotinamida como estándar interno (EI) y se obtuvo el espectro de RMN-1Hq. Mediante el análisis de las integrales del EI y muestra en dicho espectro se determinó que el damnacantal, se encontraba presente en un porcentaje de 18.12%.

**Palabras clave:** Cuantificación; Damnacantal; Resonancia Magnética Nuclear; Estandar interno.

# Caracterización estructural de saponinas obtenidas de algunos holotúridos por Resonancia Magnética Nuclear

Medina-Gómez Sara<sup>1</sup>, Mena-Rejón Gonzalo<sup>2</sup>, Mirón-López Gumersindo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Resonancia Magnética Nuclear, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México

<sup>2</sup> Laboratorio de Química Farmacéutica, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

Email: sara.medinagom@gmail.com, mrejon@correo.uady.mx, gmiron@correo.uady.mx

## Resumen

El objetivo del presente trabajo consiste en establecer una metodología para la caracterización estructural de saponinas de manera inequívoca empleando Resonancia Magnética Nuclear. Se trabajó con una mezcla simple de sales previamente obtenidas de la especie *Holothuria floridana*. Los compuestos en mezcla fueron purificados empleando Cromatografía Líquida de Alta Eficiencia (HPLC). Se purificó y analizó un compuesto. El análisis se llevó a cabo empleando experimentos de RMN unidimensionales como RMN-1H, RMN-13C, DEPT90°, DEPT135° y bidimensionales (COSY, TOCSY, NOESY, HSQC Y HMBC). Así mismo se establecieron los parámetros para el experimento TOCSY 1D, para asignación secuencias de unidades monoméricas de carbohidratos. A partir de dicho análisis se logró la caracterización de un triterpeno glicosilado, previamente reportado en la literatura como Holoturina A1.

**Palabras clave:** Resonancia Magnética Nuclear; Saponinas; Triterpenos Glicosilados; Holoturina A1.

# Evaluación de las capacidades de adsorción del arsénico de un biomaterial de dióxido de titanio-alginato de calcio

Soulard Valentine,<sup>1</sup> Barrón-Zambrano Jesús Alberto<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Análisis Instrumental, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

Email: [Valentine.Soulard@enscbp.fr](mailto:Valentine.Soulard@enscbp.fr), [autor2jesus.barron@correo.uady.mx](mailto:autor2jesus.barron@correo.uady.mx)

## Resumen

Debido a la naturaleza geológica del subsuelo mexicano y a las actividades industriales se ha incrementado la cantidad de arsénico presente en los mantos acuíferos. La ingestión de arsénico puede provocar enfermedades tales como cáncer de pulmón y gangrenas, por lo que es necesario desarrollar métodos que permitan su remoción del agua. Así, en este trabajo se evalúa la adsorción de arsénico contenido en el agua sobre un biomaterial formado de alginato de calcio y dióxido de titanio. Se estudió la influencia del pH, tiempo de contacto y concentración de arsénico sobre la capacidad de adsorción del biomaterial. Los resultados muestran que el biomaterial tiene una mayor capacidad de adsorción que los materiales precursores, la explicación de este fenómeno puede residir en la estructura del material que es muy porosa. Se observó además que la capacidad de adsorción depende del pH. El pH de máxima adsorción fue de 6 para el biomaterial y de 4 para el dióxido de titanio. Los datos cinéticos se ajustaron mejor al modelo cinético de pseudo-segundo orden, lo que corresponde a una adsorción por quimisorción. Finalmente se obtuvieron las isotermas de adsorción y los datos experimentales se ajustaron a los modelos de Langmuir y Freundlich, obteniéndose un mejor ajuste con éste último, lo que indica que el biomaterial tiene una superficie heterogénea. De acuerdo con el modelo de Langmuir las capacidades máximas de adsorción para el biomaterial y el dióxido de titanio fueron de 40.81 y 34.96 mg/g respectivamente

**Palabras clave:** arsénico, adsorción, alginato de calcio, dióxido de titanio, materiales biohíbridos

# Efecto curativo de los derivados proteínicos de *Mucuna pruriens* sobre heridas en modelos diabéticos

Castillo-Burgos Karla,<sup>1</sup> Segura-Campos Maira,<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Ciencia de los Alimentos, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

Email: karliita\_91@hotmail.com, maira.segura@correo.uady.mx.

## Resumen

En la diabetes melitus(DM), las fases involucradas en la reparación de heridas se alteran debido a la desregulación de ciertos factores celulares y moleculares que controlan el proceso de curación. Esto ha motivado al estudio de las plantas medicinales con propiedades que presentan una mayor eficacia y menos efectos secundarios, así como la curación de bajo coste. El objetivo del estudio fue investigar el efecto de cicatrización de las heridas de los derivados de *M. pruriens* en modelos diabéticos. El efecto de curación de los hidrolizados de *M. pruriens* obtenidos con los sistemas enzimáticos pepsina-pancreatina, así como sus fracciones peptídicas ultrafiltradas (UF), se evaluó en ratones diabéticos tratados contra no tratados. El análisis estadístico de los datos fue analizado con ANOVA, la prueba de T de student y análisis de Dunnett. Los resultados mostraron que los derivados de proteínas de *M. pruriens* obtenidos con pepsina-pancreatina tuvieron potenciales efectos curativos, ya que redujo el área de la herida y el tiempo de cicatrización en ratones diabéticos. Este estudio demostró que la aplicación tópica de los hidrolizados de *M. pruriens* tiene una influencia positiva en la cicatrización de heridas. Los derivados de *M. pruriens* podrían ser propuestos como productos naturales para el tratamiento de heridas crónicas en la diabetes.

**Palabras clave:** *M. pruriens*; Ratones diabéticos; Hidrolizados de proteína de *M. pruriens*; Sistema enzimático pepsina-pancreatina.

# Obtención de nanofibras de biopolímeros y evaluación de la influencia de pH en la adsorción de metales pesados en soluciones acuosas.

Joaquín Fernández,<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Estudiante de Química Industrial, Facultad de Ingeniería Química-UADY, Yucatán, México.

Email: jose\_joaquin\_fernandez@hotmail.com

## Resumen

Los metales pesados están considerados como uno de los grupos más peligrosos debido a su nula biodegradabilidad, su alta toxicidad a bajas concentraciones y su capacidad bioacumulativa uno de los procesos más utilizados como remediación es el proceso adsorción que consiste en la captación de sustancias solubles presentes en una solución mediante una interface adecuada, sin embargo el precio de la regeneración y el poder adsortivo de los materiales como el carbón activado hacen que esta técnica sea ineficiente para la necesidad del tratamiento de aguas. Los investigadores han propuesto el uso de materiales a base de biopolímeros para eliminar los inconvenientes de los materiales convencionales ya que son macromoléculas que se sintetizan de algún proceso biológico tal como el alginato. Se obtuvieron nanofibras de alginato/PEO por la técnica del electrohilado realizando diferentes pruebas de condiciones para su elaboración, se eliminó el soporte de las nanofibras (PEO) y se caracterizó la influencia del pH en el poder adsortivo del material, dando como resultado que se puede utilizar en un rango entre 4.04 y 9 de pH para tener la mayor adsorción del metal (cadmio), se concluyó que el poder adsortivo de las nanofibras de alginato dependerá de las condiciones moderadas de pH en un rango amplio de uso.

**Palabras clave:** Metal pesado; biopolimero; alginato; nanofibra; electrohilado; poder adosortivo; pH.

# Síntesis y caracterización $MFe_2O_4$ (M=Cu, Mn, Zn, Co) por el método de mecano-síntesis

Castro-Cisneros Ivan,<sup>1</sup> Barron-Zambrano Jesus,<sup>1</sup> Avila-Ortega Alejandro,<sup>2</sup> Abatal Mohamed<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Análisis Instrumental, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

<sup>2</sup> Laboratorio de Química de Materiales. Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

<sup>3</sup> Lab. de invest. en materiales cerámicos y poliméricos, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma del Carmen, Campeche, México.

Email: iecastro@yahoo.com, jesus.barron@uady.mx, alejandro.avila@uady.mx, mabatal@pampano.unacar.mx

## Resumen

Los metales pesados son contaminantes tóxicos que se encuentran presentes en las aguas de desecho. Existen muchos métodos para la remoción de los metales pesados, Sin embargo, la preparación de nuevos materiales que hagan posible la remoción y que sean de bajo costo es una línea de investigación que tiene gran interés actualmente.

Las ferritas las cuales en su mayoría son espinelas de fórmula general de  $AFe_2O_4$ . Cuando estas espinelas magnéticas se hacen como nanopartículas, al reducir el tamaño de partícula y el área superficial se aumenta, incrementando su capacidad para la remoción de los metales pesados.

En este trabajo se sintetizaron Ferritas nanométricas ( $MFe_2O_4$ , M = Co, Zn y Mn) por el método de mecano síntesis. Estas ferritas son de interés práctico para aplicaciones en remoción de metales pesados en soluciones acuosas. Los productos se caracterizaron estructuralmente por difracción de rayos-X (DRX), obteniendo patrones de difracción correspondientes al sistema cubico con grupo espacial  $Fd-3m$ . Posteriormente se realizaron estudios morfológicos por microscopia electrónica de barrido (SEM) y la composición elemental fue obtenida por espectroscopia de dispersión de energía (EDS).

**Palabras clave:** Ferritas, Mecano-síntesis, Materiales nanométricos.

# Remoción de metales pesados de soluciones acuosas mediante zeolita natural y clinoptilolita modificada.

César Cimá Mukul,<sup>1</sup> Jesús Barrón Zambrano,<sup>1</sup> Mohamed Abatal,<sup>2</sup> Alejandro Ávila Ortega,<sup>1</sup> María Olguín Gutiérrez.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Profesor Investigador, Facultad de Ingeniería Química-UADY, Yucatán, México.

<sup>2</sup> Estudiante, Facultad de Ingeniería Química-UADY, Yucatán, México.

Email: cimacsar@hotmail.com, jesus.barron@correo.uady.mx, mabatal@pampano.unacar.mx,  
alejandro.avila@uady.mx, teresa.olguin@inin.gob.mx

## Resumen

Las zeolitas naturales modificadas presentan potencialidad para remover metales pesados de aguas contaminadas, presentando mejores propiedades adsorbentes e intercambio iónico, respecto a las no modificadas. Este trabajo pretende modificar la superficie de una clinoptilolita natural con solución sódica y ácida, para evaluar su potencialidad como nuevo material con propiedades de adsorción hacia metales pesados en agua, partiendo de soluciones acuosas preparadas en el laboratorio.

Se determinó la capacidad de intercambio catiónico, (CEC: 78 meq/100 g) y la capacidad de intercambio catiónico externa, (ECEC: 17 meq/100 g) de la zeolita natural. Los materiales obtenidos (clinoptilolita limpia y modificada con sodio) se caracterizaron por difracción de rayos-X (DRX), observando fases cristalinas de clinoptilolita con máximas reflexiones a  $2\theta = 9.92^\circ$ ,  $22.43^\circ$ , y  $30.50^\circ$  que corresponden a Ca-clinoptilolita; Otros componentes de menor importancia fueron observados, identificándose a  $2\theta = 25.8^\circ$  y a  $20.8^\circ$ , que corresponden a fases de mordenita y cuarzo respectivamente, ambas asociadas a la roca zeolítica madre. La microscopía electrónica de barrido (MEB) mostró dos fases: una fase de cristales de clinoptilolita con formas de ataúd y formas cúbicas, exhibiendo una simetría monoclinica característica y una segunda fase identificada como una mordenita, con presencia de fibras. La espectroscopía de dispersión de energía (EDS) sirvió para analizar la composición química de la clinoptilolita natural y su forma sódica.

Posteriormente se modificará la superficie de la zeolita con ácido para medir la adsorción de metales con AAS; se realizará la cinética e isothermas de adsorción, empleando ecuaciones de Freundlich, Lagergren, Redlich y Peterson.

Palabras clave: zeolita; clinoptilolita; difracción de rayos x; microscopía electrónica de barrido.

# Obtención de aceites esenciales mediante destilación por arrastre de vapor aplicados a *Jatropha curcas* y *Lippia graveolens*

Soto-Armenta Laura Catalina,<sup>1</sup> Rocha-Uribe José Antonio,<sup>1</sup> Sacramento-Rivero Julio César,<sup>1</sup> Acereto-Escoffíé Pablo Oscar,<sup>2</sup> Peraza-González Enrique Eduardo,<sup>2</sup> Reyes-Sosa Carlos Francisco<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Ingeniería Química de Procesos, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

<sup>2</sup> Laboratorio de Análisis Instrumental, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

<sup>3</sup> Departamento de Ingeniería Química, Instituto Tecnológico de Mérida, Yucatán México

Email: [catysoto\\_85@hotmail.com](mailto:catysoto_85@hotmail.com), [antonio.rocha@correo.uady.mx](mailto:antonio.rocha@correo.uady.mx), [julio.sacramento@correo.uady.mx](mailto:julio.sacramento@correo.uady.mx), [acesco@correo.uady.mx](mailto:acesco@correo.uady.mx), [dzilamtemax57@hotmail.com](mailto:dzilamtemax57@hotmail.com), [carlos.reyes.sosa@hotmail.com](mailto:carlos.reyes.sosa@hotmail.com)

## Resumen

En este estudio se evalúa el proceso de destilación por arrastre de vapor a escala laboratorio y escala planta piloto, para la obtención de aceite esencial a partir de hojas de *Jatropha curcas* y *Lippia graveolens*. Los parámetros que se analizaron fueron diferentes valores de caudal de vapor y porosidad, se observaron los efectos que poseen con respecto su rendimiento. Las condiciones óptimas para conseguir un mayor rendimiento es compactando la muestra vegetal en ambas escalas. Para el equipo escala laboratorio el mayor rendimiento se obtuvo con el caudal mayor, mientras que para el equipo escala planta piloto ocurrió lo contrario, al conseguir el mayor rendimiento a un menor caudal de vapor. Los extractos obtenidos se analizaron mediante CG-EM. Los resultados del modelo mostraron un ajuste apropiado de los datos simulados y experimentales para *L. graveolens*, sin embargo, se requiere otro tipo de modelo cinético para la obtención del aceite esencial de aquellas plantas cuyo aceite esencial no se pueda separar por simple decantación, o que se encuentra en pequeña cantidad en el hidrolato.

**Palabras clave:** Aceite esencial; *Jatropha curcas*; *Lippia graveolens*; Destilación por arrastre de vapor.

## Síntesis del 4-bromo-difeniletieno en atmósfera inerte

Hernández-Lozano Laura,<sup>1</sup> Ávila-Ortega Alejandro,<sup>1</sup> Barrón-Zambrano Jesús,<sup>2</sup> Muñoz-Rodríguez David<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Química de Materiales, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

<sup>2</sup> Laboratorio de Análisis Instrumental, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

Email: [laura\\_hkitty@outlook.com](mailto:laura_hkitty@outlook.com), [alejandro.avila@correo.uady.mx](mailto:alejandro.avila@correo.uady.mx), [jesus.barron@correo.uady.mx](mailto:jesus.barron@correo.uady.mx), [david.mr@uady.mx](mailto:david.mr@uady.mx).

### Resumen

Uno de los precursores más utilizado en las polimerizaciones aniónicas es el 4-bromo-difeniletieno, debido a su estructura que permite controlar el crecimiento de diferentes cadenas poliméricas. La síntesis de este compuesto se desarrolló mediante una serie de procedimientos minuciosos sobre atmósfera de Nitrógeno. Mediante el uso de sistemas de alto vacío se consiguió reaccionar la 4-bromo-benzofenona con Ioduro de metiltrifenilfosfina en THF siguiendo la reacción de Wittig. Esta reacción permitió obtener un alto rendimiento del producto y por su especificidad se aseguró la obtención de un solo compuesto. Utilizando cromatografía en columna y cromatografía de capa fina se realizó la cuantificación del producto y su purificación. La caracterización de este compuesto se realizó mediante la Espectroscopía de Infrarrojo, Cromatografía de Gases-Masa y Resonancia Magnética Nuclear de Protón y Carbono, obteniéndose las señales significativas que indicaron la presencia del producto esperado. Esto con la finalidad de mejorar el proceso y posteriormente obtener diferentes precursores para su aplicación en el desarrollo de nuevos materiales poliméricos.

**Palabras clave:** Síntesis; Reacción de Wittig; 4-bromo-difeniletieno; Atmósfera inerte.

# Propuesta de una biorrefinería para el aprovechamiento integral de biomasa microalgas

Gabriela Cuevas-Castillo,<sup>1</sup> Julio Sacramento-Rivero.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán México.

Email: [julio.sacramento@correo.uady.mx](mailto:julio.sacramento@correo.uady.mx), [gabycuevas-c@hotmail.com](mailto:gabycuevas-c@hotmail.com)

## Resumen

Las microalgas han recibido especial atención en la última década como una fuente alternativa de biocombustibles y energía, aunque la totalidad de su biomasa también se puede aprovechar para obtener un rango de productos de valor agregado como pigmentos, proteínas, químicos, fertilizantes, solventes, entre otros, bajo el concepto de biorrefinería. Sin embargo, para guiar el escalamiento de este modelo hacia un esquema de proceso sostenible, aún se requieren estudios integrados que permitan mejorar su factibilidad económica, energética y ambiental de manera simultánea. Como primer paso hacia dicho esquema de diseño sostenible, el presente trabajo propone un esquema de biorrefinería de microalgas basado en una revisión crítica de cada uno de los procesos individuales para obtener biocombustibles y productos de alto valor agregado, tomando en cuenta la eficiencia probada, el grado de madurez de las tecnologías y la disponibilidad de datos para el diseño.

**Palabras clave:** Microalgas; Biorrefinería; Biocombustibles; Diseño.

# Escalamiento Matemático del Transporte de Especies Químicas con Biorreacción en Fotobiorreactores de Columna de Burbujeo

Luna-Brito Manuel Jesús, Sacramento-Rivero Julio César, Baz-Rodríguez Sergio Antonio

1Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán México.

Email: [luna\\_brito@live.com](mailto:luna_brito@live.com), [julio.sacramento@correo.uady.mx](mailto:julio.sacramento@correo.uady.mx), [sergio.baz@correo.uady.mx](mailto:sergio.baz@correo.uady.mx)

## Resumen

En este trabajo se desarrolló un modelo matemático que describe la transferencia de masa y la biorreacción global en las que participan los componentes principales de un cultivo fotoautotrófico de microalgas en fotobiorreactores gas-líquido. Para ello, se modeló matemáticamente el transporte interfacial y consumo en fase acuosa de un soluto gaseoso ( $\text{CO}_2$ ), así como el transporte y biorreacción de microorganismos (considerándolos una pseudo-especie química) y un sustrato principal en la fase acuosa (fuente de nitrógeno o fósforo). Empleando el método del promedio volumétrico, y a partir de las ecuaciones de conservación de especies químicas a escala local, se obtuvo un modelo de dos fluidos para el transporte de los componentes generales mencionados en su forma cerrada. Finalmente, se plantean los problemas de cerradura a resolver de acuerdo al método del promedio volumétrico. El modelo representa el comportamiento de un cultivo fotoautotrófico de microalgas, pero puede aplicarse en general al crecimiento de microorganismos aerobios y fotosintéticos en modo fotoautotrófico. Los perfiles de concentración para los otros componentes del sistema (sales y metabolitos), pueden obtenerse a partir de estequiometrías de caja negra. El interés próximo de este trabajo se centra en emplear el modelo cerrado para el ajuste de parámetros ( $k_L a$  o  $k_G a$ ) y en analizar las predicciones teóricas con respecto a los ajustes experimentales a partir de nuestros datos de laboratorio.

**Palabras clave:** escalamiento matemático, transferencia de masa, fotobiorreactores, microalgas.

# Análisis de Huella de Carbono de la Pirólisis de Residuos Sólidos Municipales (RSM) en México

Gracida-Álvarez Ulises,<sup>1</sup> Keenan Lauren,<sup>1</sup> Sacramento-Rivero Julio,<sup>2</sup> Shonnard David<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Chemical Engineering Department, Michigan Technological University, Michigan, USA.

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

<sup>3</sup> Sustainable Futures Institute, Michigan Technological University, Michigan, USA.

Email: urgracid@mtu.edu, lmkeenan@mtu.edu, julio.sacramento@correo.uady.mx, drshonna@mtu.edu

## Resumen

La creciente urbanización en México está provocando un acelerado incremento en la generación de RSM. En el periodo comprendido entre 2003 y 2011 la cantidad de RSM generados aumentó un 25%, lo cual ha provocado que las áreas destinadas para su disposición final estén alcanzado su capacidad límite. Esta situación aunada al incremento de emisiones de gases de efecto invernadero (33.4% de 1990 a 2010), ha motivado la búsqueda de alternativas que mejoren los métodos de disposición final de los RSM. La pirólisis es una tecnología con el potencial de generar combustibles alternativos, evitando el uso de suelo y reduciendo las emisiones de carbono. Por consiguiente, en el presente trabajo se evaluó la huella de carbono de dos rutas para el manejo de RSM (residuos orgánicos y poliolefinas) por medio del análisis de ciclo de vida. Ambas rutas incluyeron las etapas de recolección, separación, reducción de tamaño, transporte a la refinería, pirólisis, transporte de combustibles y combustión. Sin embargo, para la ruta orgánica se consideraron además una etapa de hidroprocesamiento y otra que evaluara la huella de carbono producida por el almacenamiento en tiraderos. De acuerdo a los resultados obtenidos, en la ruta orgánica se logran secuestrar 9.5 g CO<sub>2</sub> equivalente por MJ de combustible (por emisiones eliminadas en tiraderos), mientras que la pirólisis de poliolefinas emite 88 g CO<sub>2</sub> equivalente por MJ de biocombustible, valor 7.6% menor que el reportado para la producción de combustibles fósiles. Estos resultados incentivan una investigación más profunda sobre esta tecnología.

**Palabras clave:** Análisis de Ciclo de Vida; Pirólisis; Residuos Sólidos Municipales.

# Conversión de trazas de ácido sulfhídrico $H_2S$ (aq) a azufre comercial, bajo NOM-148-Semarnat-2006, bajo la planta recuperadora de azufre de la refinería Ing. Antonio Dovali Jaime, con el catalizador alúmina active ( $Al_2O_3$ ).

Benito Jimenez Rios,<sup>1</sup> Noe Hidalgo Fajardo,<sup>1</sup> Jonatan Alcocer Sáenz,<sup>1</sup> Benjamín Li Pérez.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Escuela Superior de Ingeniería, Veracruz, México.

Email: bjrcool81@gmail.com, neohifar\_92@hotmail.com.

## Resumen

Muchos materiales utilizados en la industria química se encuentran en forma de mezclas. Usualmente se ponen en contacto fases de diferente naturaleza para separar uno de los componentes de la mezcla original aprovechando diferencias en alguna propiedad en especial. Las fases en contacto podrían ser, por ejemplo, gas-líquido, gas-sólido, líquido-líquido, etc.

La absorción se encuadra dentro de las operaciones de separación por transferencia de materia, las cuales se basan en el fenómeno de difusión, según el cual un componente de una mezcla se desplaza en el seno de un absorbente debido a un gradiente de concentración o presión. Por lo que la absorción es una operación de transferencia de materia que consiste en poner un gas en contacto con un líquido para que queden retenidos ciertos componentes de la corriente gaseosa.

Muchos procesos industriales de absorción van acompañados de reacción química; así se pueden eliminar gases ácidos -tales como  $H_2S$ ,  $CO_2$ ,  $SO_2$ - de distintas corrientes gaseosas, empleando ya sea agua a presión, soluciones de hidróxidos alcalinos o de etanolaminas. El motivo de este diseño experimental es obtener los coeficientes de velocidad de absorción para probar la eficiencia del método de absorción en la eliminación del  $CO_2$  generado por distintas industrias.

**Palabras clave:** Absorción, coeficiente de absorción, velocidad de absorción, constante de proporcionalidad de la ley de Henry.

## Placa de Calentamiento: determinación del coeficiente de conductividad en una placa con dos resistencias.

Anahy Hoil Centeno,<sup>1</sup>Olivia Kantún Jiménez,<sup>1</sup>Jonatan Alcocer Sáenz,<sup>1</sup>Benjamín Li Pérez.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Estudiante, Facultad de Ingeniería Química-UADY, Yucatán, México.

Email: benjamin.li915@gmail.com,hony\_Leo1996@hotmail.com, oly.kantun\_@hotmail.com, ahy\_a96@hotmail.com.

### Resumen

El objetivo de esta experimentación fue conseguir aproximaciones del coeficiente de difusividad térmica de una placa con dos resistencias laterales, esto es para la simulación de los perfiles de temperatura en diferentes puntos de la placa en diversos tiempos y a diversas condiciones. La elección de los tipos de termopares, fue considerando las características que estos poseen especialmente el rango de temperaturas. Se estimó un intervalo de temperaturas entre 25°C y 600°C. En el software, se puede seleccionar el tipo de termopar para obtener una interpretación deseada del diferencial de potencial a esa temperatura. Se colocaron cinco termopares en forma de cruz, alejados de las resistencias y alejados del termopar central por 10 cm; se utilizó una distancia corta para evitar pérdidas de calor por radiación o convección del aire y así obtener mediciones más precisas del coeficiente de difusividad térmica. Al comenzar la ejecución del software se observó en las gráficas el aumento gradual de la temperatura de la placa con el paso del tiempo. El software hizo un muestreo de las temperaturas cada 30 segundos durante 10 minutos en cada placa y luego estimó una aproximación del coeficiente de difusividad térmica.

**Palabras clave:** Coeficiente de difusividad, placa, termopares, software.

# Obtención experimental de la elevación en el punto de ebullición de una solución NaOH-H<sub>2</sub>O, mediante un tanque a presión.

Cázares-Escalante Karla Mariana,<sup>1</sup> Flores-Prén Luis Alberto.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

<sup>2</sup>Profesor de Carrera, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

Email: [karla.cazarez94@hotmail.com](mailto:karla.cazarez94@hotmail.com), [fpren@correo.uady.mx](mailto:fpren@correo.uady.mx)

## Resumen

El objetivo principal fue poder calcular la elevación en el punto de ebullición para diferentes soluciones y a diferentes condiciones de concentración y presión, puesto que en la literatura no hay mucha información al respecto. Así mismo, actualmente en la Facultad no se cuenta con un equipo para realizar este tipo de mediciones, por lo que su elaboración será de gran utilidad para el desarrollo de prácticas futuras en diferentes cursos, así como trabajos de investigación.

Para el presente proyecto se llevó a cabo la fabricación de un tanque a presión para la medición de la temperatura del punto de ebullición, a diferentes concentraciones y a diferentes presiones, para una solución de NaOH-H<sub>2</sub>O.

El experimento consistió en el calentamiento de la solución, utilizando un baño maría con aceite térmico, fijando la presión y la concentración, hasta alcanzar el punto de ebullición de la solución; mediante la comparación de esta temperatura contra el punto de ebullición del agua pura a la presión de trabajo, se obtiene la elevación en el punto de ebullición. Se trabajó a tres presiones, con tres concentraciones en cada caso. Con los datos obtenidos se determinó la gráfica de Dühring, la cual tuvo una relación lineal entre la temperatura de ebullición de la sustancia de referencia y la temperatura de ebullición de la solución.

**Palabras clave:** Dühring; Evaporación; Punto de ebullición; Solución; Elevación del punto de ebullición.

# Parafina como solución al sobrecalentamiento de agua doméstica.

Abraham Ake<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Estudiante, Facultad de Ingeniería Química-UADY, Yucatán, México.

Email: abraham\_ake@hotmail.com.

## Resumen

Investigación y metodología para el diseño experimental de un sistema que tiene como objetivo evitar el sobrecalentamiento de agua doméstica almacenada en tanques Rotoplas®, para ello se utilizó material de cambio de fase, ya que este permite la disipación del calor del agua en él. Para el siguiente artículo, se utilizó la parafina de cera de abeja como material de cambio de fase.

Primeramente se determinó el punto de fusión de la parafina, utilizando el equipo Mel-Temp®, posteriormente se determinó experimentalmente el calor sensible y el calor latente de la sustancia, utilizando principios de termodinámica, equilibrio de fases, balance de energía y transferencia de calor, cuya metodología de experimentación será descrita posteriormente en este artículo.

Finalmente se propuso la geometría de un contenedor para la parafina en el tanque, junto con el material del mismo, para ello se consideraron propiedades físicas del material tales como: dureza, resistencia al calor, conductividad térmica, entre otras.

**Palabras clave:** Balance de energía, calor latente, calor sensible, cambio de fase, conductividad térmica, parafina.

# **Extracción de glucósidos de las hojas de Stevia rebaudiana Bertoni cultivadas en México utilizando extracción con fluidos supercríticos (SFE)**

Tun-Navarrete A. Betancur-Ancona D. A. Ruiz-Mercado C. A. Rocha-Uribe J. A.

Canul-López A. J. Hinojosa-González J. J

<sup>1</sup> Laboratorio de Ciencias de los alimentos, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

Email: ananavarreteqi@gmail.com, bancona@correo.uady.mx, claudia.ruiz@correo.uady.mx, rochaja21@hotmail.com, jesus3091@hotmail.com, juanjosehinojosa@gmail.com.

## **Resumen**

En este trabajo se evalúa el método de extracción con dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) supercrítico y dióxido de carbono supercrítico con adición de cosolvente al sistema (mezcla agua:etanol); para la obtención de los glicósidos mayoritarios a partir de las hojas de Stevia rebaudiana Bertoni variedad Morita II. Las composiciones químicas de los extractos de la Stevia se analizaron por Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC). El objetivo de este trabajo fue optimizar la extracción de glucósidos de Stevia rebaudiana variedad Morita II, mediante extracción con fluidos supercríticos (SFE) con y sin cosolvente. Los principales resultados indican que la presión y el aumento en el suministro de cosolvente favorece la extracción, además que la extracción por fluidos supercríticos es selectiva en la obtención del Rebaudiósido A. El CO<sub>2</sub> supercrítico con etanol-agua como cosolvente tienen dificultades para extraer el esteviósido polar y el rebaudiósido A. Este modo de operación extrae preferentemente el Rebaudiósido A que es más dulce que el esteviósido.

**Palabras clave:** Glucósidos, Fluidos supercríticos, cosolvent.

# Determinación de la velocidad de absorción de CO<sub>2</sub> en agua e hidróxido de sodio en columna de absorción de lecho empacado.

Jason Pinelo Hau,<sup>1</sup>Jordan Martinez Ávila,<sup>1</sup>Fernando Ávila Storey,<sup>1</sup>Neiby Canul Ku,<sup>1</sup>  
Luis Fernando Flores.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Estudiante de Ingeniería Química. Facultad de Ingeniería Química-UADY Yucatán México.

Email:jasonpinelo@gmail.com,jordan\_fabian1996@hotmail.com,ferstorey1004@hotmail.com,  
canul.mel12@gmail.com,luisflores\_9996@hotmail.com

## Resumen

Muchos materiales utilizados en la industria química se encuentran en forma de mezclas. Usualmente se ponen en contacto fases de diferente naturaleza para separar uno de los componentes de la mezcla original aprovechando diferencias en alguna propiedad en especial. Las fases en contacto podrían ser, por ejemplo, gas-líquido, gas-sólido, líquido-líquido, etc.

La absorción se encuadra dentro de las operaciones de separación por transferencia de materia, las cuales se basan en el fenómeno de difusión, según el cual un componente de una mezcla se desplaza en el seno de un absorbente debido a un gradiente de concentración o presión. Por lo que la absorción es una operación de transferencia de materia que consiste en poner un gas en contacto con un líquido para que queden retenidos ciertos componentes de la corriente gaseosa.

Muchos procesos industriales de absorción van acompañados de reacción química; así se pueden eliminar gases ácidos -tales como H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>- de distintas corrientes gaseosas, empleando ya sea agua a presión, soluciones de hidróxidos alcalinos o de etanolaminas. El motivo de este diseño experimental es obtener los coeficientes de velocidad de absorción para probar la eficiencia del método de absorción en la eliminación del CO<sub>2</sub> generado por distintas industrias.

**Palabras clave:** Absorción, coeficiente de absorción, velocidad de absorción, constante de proporcionalidad de la ley de Henry.

## Heat dissolution

Anna Taboada,<sup>1</sup> Irving Negroe,<sup>1</sup> Marcos Vela.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Estudiante de Ingeniería Química. Facultad de Ingeniería Química-UADY Yucatán México.

Email: annacaro96@hotmail.com,nallitnas17@hotmail.com,marcosvela\_11@hotmail.com

### Resumen

The process of dissolution of a substance is in the habit of being accompanied of an absorption or heat production. In this article the experimental development is carried out to determine the heat of dissolution in 2 exothermic mixtures and 2 endothermic mixtures. The experimentation is proposed for 7 different concentrations in mass percentage for every reagent. There takes as an independent variable the temperature of balance of the solution itself that will determine the controlling step for the heat of dissolution. In the experimental part it comes near to the conclusion that with the different these reactions they tend to be exothermic and endothermic, in this part the environment is a factor variant on the experiment having be realized in about two days, and in the south-east of Mexico the heat ranges about 30-40°C it did that the results did not have a good trend but they are consistent concerning the differential of temperatures for every realized reaction. There was obtained a logarithmic behavior of the heats of dissolution with regard to the concentration and a linear behavior of the temperature with regard to the time, the experiment for the facilitation of the calculations and of that it does not change of way it is considered to be conditions of constant pressure, to there be carried out the calculations of calorific capacities.

**Palabras clave:** Dissolution, enthalpy, heat.

# Implementación de un sistema de gestión ambiental para el manejo integral de los residuos sólidos basado en la mejora continua KAIZEN en una planta embotelladora de refrescos.

Gutierrez-Ramírez Javier,<sup>1</sup> Chan-Pavón Miriam.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Estudiante de la licenciatura en Química Industrial, Facultad de Ingeniería Química, UADY, Yucatán, México.

<sup>2</sup> Profesor e integrante del GD de Ingeniería en Sistema de Producción y Logística, Facultad de Ingeniería Química, UADY, Yucatán, México.

Email: [javier.gutierrez.r@hotmail.com](mailto:javier.gutierrez.r@hotmail.com), [cpavon@correo.uady.mxgmail.com](mailto:cpavon@correo.uady.mxgmail.com)

## Resumen

La esencia de todas las prácticas administrativas japonesas, tales como: mejoramiento de la productividad, actividades para el control de calidad, círculos de calidad, cero defectos, sistema de sugerencias, etc., pueden definirse utilizando un solo término: Kaizen, el cual está orientado a las personas y dirigido a los esfuerzos de las mismas. Así mismo resalta la importancia de los procesos ya que estos deben ser mejorados antes de que se produzcan los resultados finales.

El presente trabajo describe la implementación de islas ecológicas que faciliten la identificación, la disposición y a su vez garanticen el manejo integral de los residuos sólidos reciclables en la empresa en las áreas de oficina, comedor y laboratorios. Se diseñaron estructuras para la adecuación de los contenedores de separación los cuales sustituyeron a los existentes de menor capacidad con el fin de satisfacer la recolección de los residuos generados por área. Se capacitó al personal de las áreas involucradas sobre el manejo inadecuado de los residuos reciclables y se implementó de forma piloto el sistema. Como resultado se aprobó la construcción de la Isla ecológica para el área de comedor, la cual está integrada de la siguiente manera color-residuo: azul-cartón, amarillo-metales, verde-orgánico, naranja-nylon. Se puede concluir que la administración aprobó el diseño de las tres islas correspondientes a cada área propuestas por el practicante, en cuanto al personal de limpieza esta nueva clasificación ha contribuido en la disminución en el tiempo de recolecta de los residuos. Finalmente una vez que se tengan las islas funcionando en todas las áreas de la planta se pretende incrementar de un 95% al 96% de reciclaje anual, al cierre del 2016.

**Palabras clave:** mejora continua; kaizen; islas ecológicas; residuos sólidos; reciclaje.

# Diseño de un sitio de eCommerce con enfoque B2C para la comercialización de carne de carnero.

Cetzal-Tabasco Stephany,<sup>1</sup> Villanueva-Can Yalesky,<sup>1</sup> Chan-Pavón Miriam.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Estudiante de la licenciatura en Ingeniería Industrial Logística, Facultad de Ingeniería Química, UADY, Yucatán, México.

<sup>1</sup> Estudiante de la licenciatura en Ingeniería Industrial Logística, Facultad de Ingeniería Química, UADY, Yucatán, México.

<sup>2</sup> Profesor e integrante del GD de Ingeniería en Sistema de Producción y Logística, Facultad de Ingeniería Química -UADY, Yucatán, México.

Email: [smct.0893@gmail.com](mailto:smct.0893@gmail.com), [A12215741@alumnos.uady.mx](mailto:A12215741@alumnos.uady.mx), [cpavon@correo.uady.mx](mailto:cpavon@correo.uady.mx)

## Resumen

En México, en la actualidad se presenta un alto índice de sobrepeso, enfermedades cardiovasculares y crónicas a causa de la alimentación basada en comidas rápidas o excesivamente grasosas, por lo que se propone una opción más sana y agradable para nuestro organismo. El presente trabajo se centra en el diseño de un sitio de comercio electrónico (eCommerce) basado en el modelo: negocio a consumidor (B2C) para la comercialización de carne de carnero en diferentes presentaciones. El mercado a quién va dirigido el producto son personas de 18 años en adelante (hombre/mujer) con poder de compra, consumidores de productos de origen animal, supermercados y restaurantes. Mediante la implementación del sitio se pretende resolver la falta de disponibilidad este tipo de carne así como hacer uso de las herramientas informáticas para el diseño de la arquitectura de información y usabilidad del sitio. Se evaluó a los competidores utilizando la metodología de las 113 directrices de Nielsen y Tahir. Como resultado se presenta el sitio diseñado mediante la plataforma de desarrollo gratuito Jimdo donde se pueden adquirir los productos, utilizando medios electrónicos de pago, así como visualizar el catálogo de productos, contactar a la empresa, y conocer sobre la misión y visión del sitio. (<http://amogahubis.jimdo.com/contacto-kriari/>)

**Palabras clave:** eCommerce; arquitectura de información; usabilidad; medios de pago; B2C.

## 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 está 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 está 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.

