



# Revista de la Facultad de Ingeniería Química

**CONFIQ - 3**  
*Innovando el Futuro  
para el Desarrollo  
de la Sociedad y la Industria*

**3<sup>er</sup> Congreso de la Facultad  
de Ingeniería Química**  
**IV Junta del Consejo Nacional  
Estudiantil del IMIQ**

Mérida, Yuc., 13 al 17 de Mayo de 2015

Los trabajos se presentarán mediante ponencias orales o  
carteles, y se agruparán en las siguientes temáticas generales:

Alimentos  
Biotecnología  
Ingeniería Química  
Ingeniería Industrial Logística  
Química

**Fechas importantes**  
La fecha límite para la recepción de resúmenes será el  
29 de abril de 2015.  
La notificación de los trabajos aceptados será el  
30 de abril de 2015.

- Conferencias
- Talleres
- Visitas Industriales
- Visitas Eco-Turísticas

Informes  
confiq@correo.uady.mx  
Facultad de Ingeniería Química  
999-9460981, 89, 93 Exts. 1145 y 1170  
de 8:00 a 16:00 h de lunes a viernes

Informes IMIQ  
Correo: seimicq@gmail.com  
Facebook: SE Imiq Uady  
Teléfono celular: 9999076940;  
9992103451

Universidad Autónoma de Yucatán  
Campus de Ciencias Exactas e Ingenierías  
Facultad de Ingeniería Química

[www.conficq3.ingquimica.uady.mx](http://www.conficq3.ingquimica.uady.mx)

**REVISTA DE LA FACULTAD DE  
INGENIERÍA QUÍMICA**

No. 55 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>SESIONES DE PONENCIAS EN CARTEL</b>	<b>14</b>
<b>SESIONES DE PONENCIAS ORALES</b>	<b>19</b>
<b>RESUMEN DE TRABAJOS ACEPTADOS</b>	<b>20</b>
<b>INSTRUCCIONES A LOS AUTORES</b>	<b>83</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 55. Todo material impreso puede reproducirse mencionando la fuente. Los artículos firmados expresan la opinión del autor y no necesariamente el de la dependencia. La correspondencia dirigirla a: Facultad de Ingeniería Química. Periférico Nte. Km. 33.5, Tablaje Catastral 13615, Col. Chuburná de Hidalgo Inn, Mérida, Yuc., Méx. C. P. 97203. Tels.+52 (999) 946-09-56, 946-09-93. Responsable de Edición: QI. Miriam Chan Pavón, M. en C. correo electrónico: revista@fiq.uady.mx ISSN 0188-5006. Recepción de trabajos junio de 2015. Fecha de publicación junio de 2016.



## **BIENVENIDA AL CONFIQ-3: “INNOVANDO EL FUTURO PARA EL DESARROLLO DE LA SOCIEDAD Y LA INDUSTRIA”**

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

Estamos a punto de iniciar el tercer congreso de la Facultad de Ingeniería Química, el casi famoso CONFIQ-3. En un inicio, este congreso pretendió establecer un espacio común para que los futuros profesionales, que se están formando en nuestras aulas conocieran el quehacer de la comunidad académica de la facultad y de otras instituciones que se dedican a las ciencias químicas. Ahora, después de dos experiencias previas, esperamos iniciar la consolidación de este espacio académico que esperamos hagan suyo los estudiantes y, porque no, los egresados de nuestra aulas. Que mejor escenario que éste para mostrar a la sociedad que lo que estamos haciendo en la FIQ lo estamos haciendo bien. Mas aún, contamos con el aval del consejo nacional de la enseñanza y del ejercicio profesional de las ciencias químicas (CONAECQ). Este evento es el marco perfecto para recibir el reconocimiento de acreditación de nuestro programa académico de Química Industrial. Es la tercera ocasión que el programa recibe el certificado de acreditación, lo que indica que se trata de un programa consolidado, de alta calidad y que muestra que en esta Facultad y en la UADY hay una nueva forma de vida académica, que hace las cosas bien y en beneficio de los estudiantes. A título personal y de la UADY, quiero agradecer a todo el personal que labora y colabora con este programa académico, por el esfuerzo realizado durante los últimos años y durante la reevaluación. Quiero hacer mención especial al M. en C. Angel Trejo Irigoien y a la Maestra Dalmira Rodríguez Martín por su gran convicción para buscar y lograr la reacreditación. En 2014, inició la UADY la operación de un nuevo programa académico (la Licenciatura Institucional en Química Aplicada), que resulta de la integración de los programas educativos de las licenciaturas en Química y de Química Industrial. Estoy segura que este reconocimiento que hoy recibe el programa de Química Industrial será refrendado en cinco años por el programa de Química Aplicada. Ese es nuestro compromiso. El reconocimiento del que hoy es objeto el programa de Química Industrial representa profundo orgullo y una enorme satisfacción para los alumnos, profesores, personal administrativo y manual, así como para los directivos de esta Facultad. Parte de los compromisos que tenemos en las instituciones de educación superior es proporcionar a nuestros estudiantes ambientes académicos que les permitan crecer intercambiando conocimientos y experiencias. Una forma de proveer este ambiente es organizando eventos como el que hoy estamos a punto de iniciar, CONFIQ-3. Paralelamente a este evento se estará llevando a cabo la IV junta del Consejo Nacional Estudiantil del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos (IMIQ). Hace cinco meses la entonces presidenta de la sección estudiantil del IMIQ Karely Chan y el vicepresidente Luis Uicab, se acercaron a mí para solicitar permiso y apoyo para proponer a la UADY como sede para la IV junta del Consejo Nacional Estudiantil del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos (IMIQ) y aprovechar las actividades que se organizan en CONFIQ para ofrecerlas a los estudiantes de Ingeniería Química que vienen de instituciones de todo el país. Me pareció una excelente idea que permitiría a nuestros estudiantes convivir con estudiantes de otros estados. Nuestra sorpresa fue que al cierre de las inscripciones para asistir a esta junta del IMIQ, había más de 700 estudiantes de todo el país inscritos, cuando estábamos esperando a 100. Como se podrán imaginar, nuestra sorpresa fue mas que grande. A partir de mañana jueves 14 de mayo recibiremos la visita de 750 estudiantes además de los mas de 1000 estudiantes que conforman la comunidad de nuestra Facultad. Afortunadamente contamos con una comunidad muy comprometida y acostumbrada a enfrentar los retos y se ha organizado un evento muy rico que reúne el CONFIQ-3 y la IV junta del Consejo Estudiantil del IMIQ con diferentes actividades simultaneas como conferencias, talleres y exposición de los resultados de 56 trabajos de investigación en la modalidad oral y en cartel, así como también la presentación de líneas y proyectos de investigación de los cuerpos académicos de nuestra facultad. Además de actividades ecoturísticas y de esparcimiento organizadas por el imiq, en las cuales nuestros alumnos participan. Aprovecho para agradecer especialmente a los comités organizadores de ambos eventos, integrados por profesores y alumnos de todas las asociaciones estudiantiles de la facultad que han puesto mucho empeño y han trabajado intensamente en los últimos meses para ofrecer un programa muy completo y de alta calidad. No quisiera mencionar sus nombres para no omitir a ninguno de ellos, son muchos. A todas las personas que nos visitan de otras instituciones les deseamos que tengan una feliz estancia en nuestra universidad. Les agradecemos que hayan decidido participar en este congreso que esperamos cumpla y supere sus expectativas.

## 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 13 al 15 de mayo de 2015 en el Campus de Ciencias Exactas e Ingenierías y el teatro “Felipe Carrillo Puerto” la Universidad Autónoma de Yucatán, en la ciudad de Mérida, Yucatán.

### **Trabajos presentados**

Hubo contribuciones en la modalidad de:

- a) Ponencias orales: 13
- b) Carteles: 53

Los trabajos se agruparon en las siguientes temáticas generales:

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

La fecha límite para la recepción de resúmenes fue el 29 de abril de 2015. La notificación de los trabajos aceptados se realizó el día 30 de abril de 2015. Los resúmenes fueron recibidos en el correo: [confiq@correo.uady.mx](mailto:confiq@correo.uady.mx)

## ALCANCE DEL CONGRESO

### **Alcance del congreso**

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

1. Universidad Autónoma de Yucatán:

- a) Facultad de Ingeniería Química
- b) Facultad de Química

2. CIATEJ.

3. Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán.

4. Instituto Tecnológico de Mérida.

5. CINVESTAV-IPN Merida.

6. Industrias derivadas del Etileno.

7. Instituto Superior de Tlaxco, Tlaxcala.

8. Michigan Technological University.

### **Actividades extras:**

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

## ORGANIZACIÓN

### Comité Organizador

Miembro	Puesto y Afiliación
Dra. Adriana Esparza Ruiz	Facultad de Ingeniería Química, UADY.
Dr. Cristian Carrera Figueiras	Facultad de Ingeniería Química, UADY.
Dra. Leydi Maribel Carrillo Cocom	Facultad de Ingeniería Química, UADY.
Dr. Fernando Morales Mendoza	Facultad de Ingeniería Química, UADY.
Dr. Sergio Baz Rodríguez	Facultad de Ingeniería Química, UADY.

### Comité Científico

Miembro	Puesto y Afiliación
Dra. Adriana Esparza Ruiz	Facultad de Ingeniería Química, UADY.
Dr. Sergio Baz Rodríguez	Facultad de Ingeniería Química, UADY.
Dra. Leydi Maribel Carrillo Cocom	Facultad de Ingeniería Química, UADY.
Dr. Fernando Morales Mendoza	Facultad de Ingeniería Química, UADY.

### Jurado de exposiciones orales y carteles

Miembro	Puesto y Afiliación
M. C. Delta María Sosa Cordero	Facultad de Ingeniería Química, UADY.
Dra. Yamile Pérez Padilla	Facultad de Ingeniería Química, UADY.
Dr. Ángel Guillermo Zitlalpopoca Soriano	Facultad de Ingeniería Química, UADY.
Dra. Alma Irene Corona Cruz	Facultad de Ingeniería Química, UADY.
Dr. Fernando Morales Mendoza	Facultad de Ingeniería Química, UADY.
Dr. Giovanni Nic Can	Facultad de Ingeniería Química, UADY.
Dra. María Claudia Villicaña Torres	Facultad de Ingeniería Química, UADY.
Dra. Beatriz Adriana Rodas Junco	Facultad de Ingeniería Química, UADY.
Dra. Claudia Araceli Ruiz Mercado	Facultad de Ingeniería Química, UADY.

## PROGRAMA COMPACTO

HORARIO	MIÉRCOLES, 13 DE MAYO	JUEVES, 14 DE MAYO	VIERNES, 15 DE MAYO	
08:30 - 09:00 am	Registro	Registro	Registro	
09:00 - 09:30 am	Ceremonia de inauguración	Curso-Taller	<b>CONFERENCIA</b> <b>LMNI. Rodrigo Sánchez Méndez</b> Inteligencia Organizacional de México	
09:30 - 10:00 am				
10:00 - 10:30 am	<b>CONFERENCIA PLENARIA</b> <b>Dr. José Adrián Peña Hueso</b> Silatronix, Inc. (USA)		<b>FIQ, a la vanguardia de la investigación</b>	<b>CONFERENCIA</b> <b>Dr. Julio César Sacramento Rivero</b> Universidad Autónoma de Yucatán
10:30 - 11:00 am				
11:00 - 11:30 am	<b>EMPRENDEDORES: CASOS DE ÉXITO</b>		<b>CONFERENCIA PLENARIA</b> <b>Dr. Antonio de León Rodríguez</b> Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C. (IPICYT)	<b>CONFERENCIA</b> <b>Dr. Rudy Amílcar Trejo Tzab</b> Universidad Autónoma de Yucatán
11:30 - 12:00 am				
12:00 - 12:30 pm	Sesión de Carteles		<b>PONENCIAS DE JÓVENES INVESTIGADORES</b>	<b>CONFERENCIA</b> <b>Eduardo Castañeda Pérez</b> Universidad Autónoma de Yucatán
12:30 - 13:00 pm				
13:00 - 13:30 PM	Convivio FIQ		Convivio FIQ	Coffee break
13:30 - 14:00 pm				
14:00 - 14:30 pm	Sesión de Carteles	Stand: Posgrado y libro Dr. Dondé	<b>CONFERENCIA</b> <b>DR. Pablo A. Longoria Treviño</b> Expresidente del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos, A.C.	
14:30 - 15:00 pm				
15:00 - 15:30 pm		<b>PONENCIAS DE JÓVENES INVESTIGADORES</b>		
15:30 - 16:00 pm				
16:00 - 16:30 pm	<b>CONFERENCIA PLENARIA</b> <b>Ing. Alfredo Álvarez Cárdenas</b> FES-Cuautitlán, UNAM	<b>CONFERENCIA PLENARIA</b> <b>M. en C. Vicente Hernández García</b> Universidad Autónoma de San Luis Potosí		
16:30 - 17:00 pm				
17:00 - 17:30 pm	<b>PONENCIAS DE JÓVENES INVESTIGADORES</b>	Premiación y Clausura		
17:30 - 18:00 pm				



## CURSOS

Instructor	Nombre del Curso
Dr. Alejandro Ávila Ortega	Polímeros que Refrescan tu Look
Dr. Michel Canul Chan IQI. Alejandra Cabañas	Fermentaciones Industriales
Dra. Adriana Esparza Ruiz	¿Realidad o Fantasía? ¿Química o Magia?
M. en C. Virginia Pérez Flores< QFB. Karla Kú Durán	Aspectos Claves en la Industria de Alimentos: Limpieza y Desinfección
Dra. Neyi Estrella Gómez Dr. Rodrigo Rivera Solís	Tecnología del ADN
M. en C. Ángel Trejo Irigoyen Dra. María Concepción Cebada Ricalde	Electroquímica
Dr. Rudy Amílcar Trejo Tzab	Detergentes
Dra. Claudia Villicaña Torres Dra. Beatriz Rodas Junco Dr. Geovanny Nic Can	Biología Experimental
M. en C. Alejandra Huerta Abrego David Dzib Vega	Elaboración de productos cárnicos
Dra. Alma Corona Cruz	Elaboración de productos lácteos
Dr. Sergio Baz Rodríguez	Introducción a la Dinámica de Fluidos Computacionales
Dr. Julio César Sacramento Rivero	Uso Avanzado de MS Excel y Macros VBA
M. en C. Ángel Escamilla Sánchez M. en C. Francisco Hernández Vázquez-Mellado Ing. Manuel Sánchez	Lean Manufacturing
M. en C. Wilberth Villegas Casares	Mitos y realidades en la tecnología
IQI. Lester Pavón Martínez	Seguridad Industrial
M. en C. Dennis Tuyub Puc	MatLab
M. en C. Ángel Torreblanca Roldán	Creatividad
MAN. Alan García Lira	Sistema de gestión de calidad certificado ISO9001:2008
Dr. José Antonio Rocha Uribe	Fluidos súper críticos

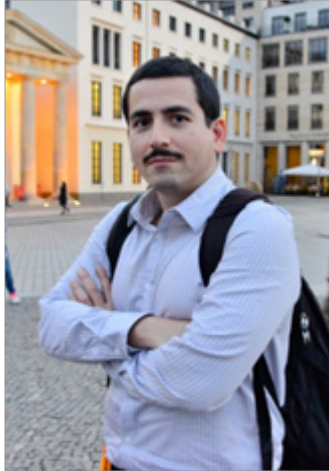
## CURSOS CONTINUACIÓN

Instructor	Nombre del Curso
IQI. José Carlos Peraza Lizama	Aplicación de la Ingeniería de Detalle en la construcción de plantas de proceso
Dr. Fernando Morales Mendoza	Automatización de Aspen HYSYS utilizando la tecnología COM
IQI. José María Díaz Basteris	Materiales en la construcción
M. en A. Luis Carlos G. Cantón Castillo M.A.N. Alan García Lira M. en A. Magaly del Carmen Iuit González Ing. Jorge G. Cantón Iuit.	Dimensión Empresarial IV
M. en C. Paulina Martínez Isidro	ProModel
IQI. Juan Manuel Pérez Aviña	Instrumentación y Control
Dr. José Adrián Peña Hueso	Los Elementos: Propiedades y Curiosidades
Ing. Alfredo Álvarez	Producción de frío por compresión mecánica para conservación de alimentos
M. C. Vicente Hernández García	Cómo analizar una línea de espera para mejorar los sistemas.

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

## **DR. ADRIÁN PEÑA HUESO**

Silatronix, Inc. (USA)



**TEMA:** *Organosilanos y el futuro de las pilas recargables de ión litio.*

### **RESUMEN DE LA CONFERENCIA**

En las últimas dos décadas se han realizado numerosos esfuerzos por desarrollar nuevos materiales para electrodos y electrolitos con la finalidad de mejorar el funcionamiento y la seguridad de las baterías de ion litio. Las pilas de litio usadas comúnmente usan disolventes como carbonato de dimetilo, carbonato de dietilo, carbonato de etileno o carbonato de propileno, que han sido usados durante muchos años pero no son adecuados para las nuevas tecnologías. Los disolventes convencionales presentan alta inflamabilidad, por lo representan un riesgo en la seguridad de los usuarios de equipos electrónicos portátiles, o tienen una estabilidad electroquímica limitada y no son adecuados para los materiales de alta capacidad, o incluso liberan gases durante el funcionamiento de la pila, haciendo que la pila se expanda.

A mediados de la década de los ochenta, Robert West inició el estudio de los electrolitos poliméricos incorporando organosilanos enlazados a fragmentos de oligoetilenglicol. A través de muchos años de investigaciones demostró que eran una alternativa muy prometedora para sustituir a los disolventes utilizados actualmente, principalmente en aplicaciones donde la seguridad es una prioridad o donde se necesitan pilas que funcionen a altas temperaturas. Gracias al análisis cuidadoso se logró producir compuestos de silicio cuyas propiedades eran comparables a los disolventes usados comercialmente. Los organosilanos tienen buena estabilidad térmica y electroquímica, así como un desempeño sobresaliente en los ciclos de carga y descarga eléctrica cuando se usan en pilas de litio. El funcionamiento de los compuestos de organosilicio en las pilas de litio es comparable al de los electrolitos convencionales bajo las mismas condiciones experimentales, sin embargo, son menos inflamables y más estables.

Silatronix es una empresa creada con los frutos de esta investigación académica previa, donde se han seguido investigando las propiedades de los organosilanos para diseñar nuevas moléculas con mejores propiedades: más estabilidad térmica y electroquímica, mayor conductividad y menor viscosidad. Adicionalmente, los organosilanos han demostrado incrementar la estabilidad de los electrolitos convencionales, por lo que pueden ser usados también como aditivos usando la tecnología disponible. Actualmente se realizan pruebas numerosas del funcionamiento de las pilas, usando materiales novedosos en cátodos y ánodos, en colaboración con otras empresas, por lo que se espera que los electrolitos de organosilicio puedan ser exitosamente comercializados en el corto plazo.

---

**ING. ALFREDO ALVARÉZ CÁRDENAS**  
FES-Cuautitlán, UNAM



**TEMA:** *Envases inteligentes para alimentos ¿Garantía de Calidad para el consumidor?*

### **RESUMEN DE LA CONFERENCIA**

El envasado de los alimentos es una técnica fundamental para conservar la calidad de los alimentos, reducir al mínimo su deterioro y limitar el uso de aditivos. El envase cumple diversas funciones de gran importancia: contener los alimentos, protegerlos del deterioro químico y físico, y proporcionar un medio práctico para informar a los consumidores sobre los productos.

Del mismo modo que en otros aspectos de la tecnología alimentaria, en el área de los envases también se han producido desarrollos innovadores que garantizan una provisión de alimentos más seguros y nutritivos. Uno de los métodos que se emplea para envasar productos es el envasado al vacío.

Como respuesta al ritmo acelerado de la vida moderna, existe en el mercado una gran variedad de alimentos listos para cocinar.

Un aspecto del envasado importante en cuanto a la seguridad alimentaria es la identificación de los productos que puedan haberse manipulado de forma inadecuada o dañada involuntariamente durante su producción o transporte. Algunos fabricantes utilizan un tipo de envase que permite detectar si un envase ha sido dañado o abierto, como cierres sellados al vacío y sellos especiales.

Los envases diseñados para informar al consumidor respecto a aspectos relevantes relacionados con la evolución del producto envasado se denominan envases inteligentes. Entre sus usos pueden citarse:

- Cambios de color en presencia de ciertos microorganismos.
- Cambios de color frente a variaciones de pH.
- Testigos de ruptura de la cadena de frío.

Por tanto, las soluciones inteligentes como los indicadores de humedad, indicadores de tiempo/temperatura y todo tipo de productos de trazabilidad tienen beneficios para toda la cadena de suministro en su conjunto.

## **DR. ANTONIO DE LEÓN RODRÍGUEZ**

Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A. C. (IPICYT)



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

### **RESUMEN DE LA CONFERENCIA**

La producción heteróloga de proteínas (proteínas recombinantes), es una de las aplicaciones más importantes de la tecnología del ADN recombinante. Con esta finalidad se emplean diversos modelos biológicos desde bacterias hasta eucariontes. Con ello es posible producir diversas proteínas con la finalidad de realizar estudios de funcionalidad y elucidación de su estructura terciaria, pero también es posible producir grandes cantidades de proteínas con fines biotecnológicos y comerciales. En esta charla se tratarán algunas estrategias comúnmente empleadas para mejorar la producción de proteínas heterólogas desde estrategias de ingeniería de bioprocesos hasta estrategias de biología molecular.

---

**M. EN C. VICENTE HERNÁNDEZ GARCÍA**  
Universidad Autónoma de San Luis Potosí



**TEMA:** *Lo que no se mide, no se controla y lo que no se controla, no se mejora.*

**RESUMEN DE LA CONFERENCIA:**

Inspirados en la frase de Peter Drucker “Lo que se puede medir, se puede mejorar” se plantea un panorama distinto al que comúnmente estamos acostumbrados al enfrentar un problema cotidiano o de la vida laboral.

Las razones para hacer o dejar de hacer algunas cosas pueden tener fundamentos que soporten la decisión tomada; sin embargo, típicamente nos concentramos en una corazonada, en parámetros incorrectos o definitivamente en una forma de hacer las cosas sin tener un razonamiento correcto.

Tendremos un problema siempre que el objetivo planteado no esté siendo alcanzado y para saber eso tendremos forzosamente que medir, y además de eso revisar, comparar y analizar.

Obteniendo métricas cuantitativas podremos tener la capacidad de realizar acciones correctivas para poder controlar. Los valores numéricos son parámetros que al ser bien utilizados deben generar información valiosa para nuestros casos, sin embargo, deben complementarse con métricas cualitativas.

Para tener éxito, actualmente existen muchas herramientas, sistemas y filosofías que pueden ayudarnos en la generación de parámetros, en la obtención de valores cuantitativos y cualitativos, en el análisis, entre otros; por todo esto, se debe crear una cultura de trabajo y de vida distinta, buscando siempre la calidad y el éxito en todo lo encomendado.

En esta conferencia se verán ejemplos reales, apoyado en casos, videos y teoría básica.

## SESIÓN DE CARTELES.

Clave	#	Título y Autor
A	1	Actividad antihipertensiva de fracciones peptídicas derivadas de la hidrólisis enzimática proteínica de frijol caupí ( <i>Vigna unguiculata</i> ) J. Basulto-Espadas, T. Cu-Cañetas, D. Betancur-Ancona y L. Chel-Guerrero
	2	Caracterización fisicoquímica de residuos fibrosos del frijol terciopelo ( <i>Mucuna pruriens</i> ) N. Zapata-Sánchez, L. D. López-Acosta, M. R. Segura-Campos
	3	Caracterización Funcional de Residuos Fibrosos de frijol terciopelo ( <i>Mucuna pruriens</i> ) E. G. May-Nah, O. A. González-Sanchez, M. R. Segura-Campos
	4	Actividad quelante de fracciones peptídicas de hidrolizados del músculo del pez león ( <i>Pterois volitans L.</i> ) Y. M. Estrella-Millán, D. Betancur-Ancona, L. Chel-Guerrero, S. Gallegos-Tintoré
B	1	Obtención de los parámetros de operación de un biorreactor en cultivo continuo para la producción de biosurfactantes. S. Espinel-Ríos, M. Canul-Chan
	2	Determinación de polimorfismos del gen tiopurina-S-metiltransferasa (TMPT) susceptibles a toxicidad por tratamiento con tiopurinas en una muestra de la población de Yucatán. C. Quintal-Ortiz, R. Itzá-Mezeta, G. Pérez-Mendoza, Z. Cardeña-Carballo, L. González-Herrera
	3	Caracterización fitoquímica de extracto de <i>Caesalpinia gaumeri</i> Greenm para su uso potencial en biotecnología. T. Ramos-Sosa, J. Tec-Pool, N. Estrella-Gómez
	4	Obtención de biomasa de <i>Jatropha Curcas</i> para su aprovechamiento en la producción de biogás M. Vargas-Maldonado, C. Cu-Castillo, J. Ruiz-Espinoza, J. Sacramento-Rivero
	5	Efecto de la concentración de macronutrientes, intensidad luminosa, tasa de aireación y productividad de lípidos a partir de la especie <i>Chlorella vulgaris</i> K. Pérez-Basulto, I. Us-Dorantes, J. C. Sacramento-Rivero
	6	Establecimiento de un cultivo de células en suspensión de <i>Asclepias curassavica</i> productoras de metabolitos secundarios con actividad anticancerígena K. Pantoja-Alvarado, A. Espíritu-García
	7	Transformación <i>in vitro</i> de explantes de <i>Pentalinon andrieuxii</i> mediante <i>Agrobacterium rhizogenes</i> M. Mercado-Rubio, G. Godoy-Hernández
	8	Desarrollo de estrategias para la optimización de vacunas de proteína recombinante para leishmaniosis cutánea A. González-Hau, M. Rosado-Vallado, R. Arjona-Sabido

## SESIÓN DE CARTELES CONTINUACIÓN

Clave	#	Título y Autor
<b>B</b>	9	Obtención de biohidrógeno en fase oscura. L. Barrales-Rojas , G. Morales-Carrillo, C. Carrera-Figueiras, J. E. Ruíz-Espinoza
	10	Estudio del efecto del ácido salicílico sobre un consorcio nitrificante en un reactor secuencial discontinuo. C. Peña-Moreno, R. López-Cimá, P. Zapata-Castillo, R. Rojas Herrera, D. Cabañas-Vargas, J.E. Ruiz Espinoza, A. Zepeda-Pedreguera
	11	Efecto de una mezcla de fenol, o-cresol, p-cresol y m-cresol sobre el proceso nitrificante de un consorcio microbiano en un reactor secuencial discontinuo. Adriana Sosa-Farfán , Patricia Zapata-Castillo, Diana Escalante-Réndiz, Rafael Rojas-Herrera, Alejandro Zepeda-Pedreguera
	12	Degradación de fenantreno en sustrato marino mediante un consorcio microbiano. M. A. Espinosa-Castañeda, M. C. Ponce-Caballero, C. P. Aguirre-Peraza, F. Marín-Ojeda, N. Estrada-Alfaro, A. A. Córdoba-Alvarado
	13	Fenotipificación de plantas de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> ) transformadas con un gen de papaya ( <i>Carica papaya</i> ). R. Canul-May, M. León-Campos, L. Rodríguez-Zapata
	14	Estudio del efecto <i>in vitro</i> del aceite de <i>Azadirachta indica A. Juss</i> sobre la proliferación celular. I. Caamal-Herrera, L. Carrillo-Cocom, J. Azamar-Barrios
	15	Frecuencia de la mutación T2573G en el exón 21 del gen Receptor de Factor de Crecimiento Epidérmico (EGFR) en población yucateca. R. Contreras-Cervera, G. Pérez-Mendoza, Z. Cardeña-Carballo, I. García-González, L. González-Herrera
	16	Degradación de detergentes presentes en aguas residuales de uso doméstico empleando lodos activados. A. Gordillo-González, J. Fuentes, D. Cervantes-Cervantes, M. Canul-Chan, J. Tec-Pool
	17	Identificación de una mutación por delección en el exón 19 del gen receptor del factor de crecimiento epidérmico (EGFR) en muestras de ADN de población sana de Yucatán. P. N. López-González, T. A. Contreras-Aguilar , J. Sosa-Escalante, I. García-González, L. González-Herrera
	18	Distribución del polimorfismo <i>CYP2D6</i> *2 en el gen citocromo <i>P450 2D6</i> en una muestra de la población de Yucatán . M. Carrillo-Estrella, G. Pérez-Mendoza, Z. Cardeña-Carballo, R. Rubi-Castellanos, L. González-Herrera
	19	Aislamiento de las especies microbianas presentes en un consorcio nativo degradador de pericarpio de maíz nixtamalizado y análisis de su capacidad biocatalítica I. Molina-Pereira, R. Rojas-Herrera, M. Canul-Chan, A. González-Burgos, N. Estrella-Gómez M. Sánchez-González



## SESIÓN DE CARTELES CONTINUACIÓN.

Clave	#	Título y Autor
<b>B</b>	20	Asociación del polimorfismo Q223R del gen receptor de leptina ( <i>LEPR</i> ) con obesidad en escolares de Mérida, Yucatán R. Alvarado-Vargas, M. López-González, Z. Cardeña-Carballo, G. Pérez-Mendoza, D. Pinto-Escalante, L. González-Herrera
	21	Aislamiento de células madre de la pulpa dental a partir de dientes de leche J. Martínez-Cambranes
	22	Estudio de la expresión y actividad de enzimas oxigenasas en un consorcio microbiano durante la degradación de petróleo crudo E. Uribe-Riestra, M. Canul-Chan, N. Estrella-Gómez
	23	Estudio del pre-tratamiento térmico a bajas temperaturas en el mejoramiento del proceso de digestión anaerobia de lodos residuales R. Peniche-Muñoz, A. Zepeda-Pedreguera, R. Rojas-Herrera, A. González-Burgos, J. E. Ruiz-Espinoza
	24	Producción de biogás a partir de excretas porcícolas de Mérida Yucatán J. R. Pisté-Canché, A. Zepeda-Pedreguera, D. Cabañas-Vargas, J. E. Ruiz-Espinoza
	25	Estudio de la cinética de interacción de la microflora durante la fermentación del tejuino A. Rivas-Aguayo, G. Chalé-Can, S. Cortés-Aguilar, M. Medina-Ojeda, D. Escalante-Réndiz
	26	Determinación del potencial de los residuos sólidos municipales (RSM) en México como insumo de biorrefinerías U. R. Gracida-Álvarez, J. C. Sacramento-Rivero, D. R. Shonnard
	27	Estabilización de un consorcio microbiano degradador de pericarpio de maíz nixtamalizado O. Casanova-Carvajal, J. Martín-Yam, M. Canul-Chan, M. Sánchez-González
<b>II</b>	1	Anteproyecto de mejoras en la empresa Kukulcar: Logística en el negocio de compra-venta de automóviles M. Ortiz-Couoh, J. Gómez-Apolinar, M. Juárez-Muñoz, E. Villanueva-Castillo, F. Pérez-Blanco
	2	Optimización del transporte de polvo y grava en el sureste de México Y. Conrado-Vega, K. Cortes-Canto, J. García-Martín, J. Rodríguez-Cervera, P. Sánchez-Aban
	3	Seguridad industrial en microempresas A. Amador-Encalada, A. Castillo-Pérez, M. Cetina-Cruz, L. Ramayo-Cetz, C. Poot-Ramos
	4	Optimización en tiempos del transporte público mediante la implementación de tarjetas electrónicas M. S. Aguilar-Romero, D. Alamilla-León, M. Arellano-Santaella, M. L. Campos-Reyes, R. Capitaine-Acevedo, K. E. Escamilla-López

## SESIÓN DE CARTELES CONTINUACIÓN.

Clave	#	Título y Autor
<b>II</b>	5	Logística hospitalaria en el área de urgencias V. Aranda-Tun, O. Chávez-Tuyub, S. Juárez-Pérez, F. Loria-Bote, A. Marroquín-Barrera, J. Palomo-Cetina
	6	Sistema de transporte urbano de la ciudad de Mérida, Yucatán J. Acevedo-Trejo, E. D. Madrid-Oropesa, A. May-Flota, C. Sanguino-Rivero, R. Sosa-Fernández del Campo, K. Valencia-Cruz
	7	Reutilización de la merma para los comedores del Bienestar E. Zapata-Núñez, L. Peraza-Ek, L. Sierra-Lara, X. Albormoz-Belmont, W. Carril-Campos
	8	III Desafío Iberoamericano de Simulación de Negocios. Reto CompanyGame 2015 S. Cortés-Aguilar, S. Fuentes-Valencia y D. Peniche-Yupit
<b>IQI</b>	1	Evaluación de la eliminación de cadmio por adsorción en perlas y fibras de alginato de calcio M. Pacheco-Gonzalez, J. Barrón-Zambrano
	2	Caracterización del glicerol crudo obtenido como coproducto en la producción de biodiesel a partir de aceite de Jathopha curcas M. A. Álvarez-Pacheco, J. C. Sacramento-Rivero
	3	Determinación de cinéticas de adsorción de iones metálicos en soluciones acuosas con optimización dinámica C. Chan-Caballero, R. J. Uc-Martín, A. Zitlalpopoca-Soriano, J. Barrón-Zambrano
	4	Reducción de color de la trietanolamina producida en Industrias Derivadas del Etileno, S.A. de C.V. J. Rocha-Uribe, R. Granados-Gil
	5	Proyecto semilla realizado para la planta Polidesa (Unidad Industrial Tlaxcala) D. Hernández-García, J. A. Rocha-Uribe
	6	Caracterización de un reactor tubular de flujo laminar y un reactor agitado continuo a escala laboratorio E. J. Barroso-Caro, N. C. Herrera-Soberanis, J. E. Rejón-Rosado, J. A. Rocha-Uribe, S. A. Baz-Rodríguez
	7	Efecto del pH y el alginato como material absorbente en la clarificación de extractos acuosos de Estevia rebaudiana Bertoni (Var. Morita) J. P. Quintal-Martínez, Y. B. Moguel-Ordoñez, J. C. Ruiz-Ruiz, M. R. Segura-Campos
	8	Análisis para la optimización de un proceso de separación azeotrópica O. Góngora-García, J. Rocha-Uribe
	9	Análisis mediante dinámica de fluidos computacional de la transferencia interfacial de masa y momento en reactores de columna de burbujeo C. Cervera-Chin, S. Baz-Rodríguez

## SESIÓN DE CARTELES CONTINUACIÓN.

Clave	#	Título y Autor
<i>IQI</i>	10	Caracterización Hidrodinámica de un Secador Rotatorio Industrial por Dinámica de Fluidos Computacional M. Acosta-Pacheco, N. Chan-Oxté, J. C. Sacramento-Rivero, S. A. Baz-Rodríguez
	11	Optimización de la eficiencia de un calentador solar de agua, en el laboratorio de I.Q. de la FIQ-UADY A. Pinto-Turriza, A. Tamayo-Fuente, L. Flores-Prén
	12	Eficiencia de una Torre de Enfriamiento a partir de la manipulación de sus variables J. A. Uicab-Cua, E. A. Jiménez-Patracá
<i>Q</i>	1	Desarrollo de nuevas películas poliméricas por plasma para la extracción de analitos de interés medioambiental J. Caballero-Romero, M. Cauich-Sulú, A. Ávila-Ortega, J. Barrón-Zambrano
	2	Síntesis y caracterización de un polímero híbrido por Sol-Gel: Efecto en la variación de la temperatura de curado S. Medina-Cetina, C. Carrera-Figueiras, Y. Pérez-Padilla, D. Muñoz-Rodríguez

## SESIÓN DE ORALES.

Clave	Título y Autor
O1	Comparación de destilación batch versus destilación continua en la separación de cuatro componentes C. Farfán-Ayuso, L. E. Vilchiz-Bravo, J. A. Rocha-Uribe
O2	Diseño conceptual y estudio de pre-factibilidad de una biorrefinería de plataforma bioquímica a partir de <i>Jatropha curcas</i> K. D. Chikani-Cabrera, J. C. Sacramento-Rivero, J. E. Ruiz-Espinoza
O3	Obtención de aceites esenciales por destilación por arrastre con vapor L. Soto-Armenta, J. Ciro-Jiménez, J. Rocha-Uribe, J. C. Sacramento-Rivero
O4	Determinación de isotermas de adsorción de fenantreno en lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales L. M. Vega-Méndez, C. M. Pacheco-Gómez, J. Terrazas-González, A. N. Pérez, A. Pérez-Espinoza, C. Ponce Caballero
O5	Síntesis y caracterización de sales inorgánicas absorbentes incorporadas en sílica gel para su aplicación en acondicionamiento de aire M. Marín-Cervera, G. Rodríguez-Gattorno
O6	Factores importantes en la implementación de S&OP en maquiladoras. Caso de estudio de una empresa de manufactura de componentes M. Martínez Barreira y J. A. Canto Maldonado
O7	Establecimiento de un proceso de hidrólisis a partir de cladodios frescos de nopal ( <i>Opuntia</i> spp.) para la obtención de azúcares fermentables J.V. Gongora Cauich, N. A. Pacheco-López, I. Rodríguez Buenfil, T. González Flores, A. Sánchez Contreras
O8	Alternativas de obtención de microfibras a través de residuos orgánicos D. Arriaga-Rodríguez, D. J. Flores-Tapia, H. A. Salgado-Sagal, M. Granados-Baeza, A. Álvarez-Castillo
O9	Evaluación catalítica heterogénea de estructura metal-orgánica (MOF-Zn) sobre la producción de biodiesel a partir de aceite de canola H. Arceo-Ruiz, S. Rincon-Arriaga, A. Zepeda-Pedreguera, J. C. Sacramento-Rivero
O10	Análisis del escalamiento del proceso piloto para la obtención de $Mg(OH)_2$ y $CaCl_2$ a partir de salmueras de desecho L. A. Platas-Román, J. Barrón-Zambrano, A. Esparza-Ruiz
O11	Obtención de películas de dióxido de silicio ( $SiO_2$ ) dopadas con nanopartículas metálicas de plata por el método dip-coating M. del C. Flores-Rodríguez, F. Díaz-Monge, A. Rodríguez-Juárez, F. R. Vélez-Tenorio, E. Solano-Ruiz
O12	Modificación de nanopartículas mesoporosas de silicio con 3-aminopropiltriethoxisilano por co- y post-síntesis W. Talavera-Pech, A. Avila-Ortega, P. Quintana-Owen, A. Esparza-Ruiz
O13	Análisis cuantitativo por RMN de heterodímeros de quercetina obtenidos por irradiación microondas F. Moguel-Pardío, D. Cáceres-Castillo, G. Mirón-López, G. J. Mena-Rejón

---

# ACTIVIDAD ANTIHIPERTENSIVA DE FRACCIONES PEPTÍDICAS DERIVADAS DE LA HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA PROTEÍNICAS DE FRIJOL CAUPÍ (*VIGNA UNGUICULATA*).

J. Basulto-Espadas, T. Cu-Cañetas, D. Betancur-Ancona y L. Chel-Guerrero  
Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad Ingeniería Química. Mérida, Yucatán Me

## Resumen

Dentro de los vegetales se han encontrado distintas proteínas de leguminosas que al ser hidrolizadas son una fuente importante de péptidos bioactivos, específicamente con efectos inhibitorios de la enzima convertidora de angiotensina presentando resultados satisfactorios<sup>1</sup>. Aunada a esta característica, el bajo costo y la fácil aceptación de frijol caupí (*Vigna unguiculata*) hace necesario e importante su estudio, ya que constituye una opción viable como un alimento preventivo de desórdenes cardiovasculares o como un complemento en el tratamiento de la hipertensión arterial. Esto representaría un gran beneficio para las personas con bajo poder adquisitivo, además de que podría reducir la probabilidad de rechazo del tratamiento de la hipertensión; que se deriva muchas veces por las variaciones en la aplicación y combinación de medicamentos y por los efectos secundarios que se presentan con su uso<sup>2</sup>. Por todo lo anterior el objetivo del presente trabajo es evaluar la capacidad antihipertensiva de fracciones peptídicas bioactivas obtenidas de la hidrólisis enzimática de las proteínas de *Vigna unguiculata*, para su uso potencial en alimentos funcionales. El efecto antihipertensivo será determinado en ratas Wistar con hipertensión inducida mediante la administración oral crónica del inhibidor de la óxido nítrico sintasa ( $N^{\omega}$ -nitro-L-arginina metil ester), L-NAME (25 mg/kg/día, vía oral) según el método de Pechanova<sup>3</sup> con modificaciones.

## Referencias

1. Olmedilla A., B.; Farré R., R.; Asensio V., C.; Martín P., M.; Papel de las leguminosas en la alimentación actual, *Actividad Dietética*,(2010) Volume 14, Issue 2, Pages 72-76, disponible en ([http:// www.sciencedirect.com/science/article/pii/ S1138032210700146](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1138032210700146)).
2. Torruco-Uco, J. G. Efecto antihipertensivo de fracciones peptídicas bioactivas obtenidas a partir de frijol lima (*Phaseolus lunatus*) y frijol jamapa (*Phaseolus vulgaris*). Instituto Politécnico Nacional, México, D.F., 2009
3. Pechanova O, I Bernatova, V Pelouch, P Babal. 1999. L-NAME-Induced protein remodeling and fibrosis in the rat heart.

# CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE RESIDUOS FIBROSOS DEL FRIJOL TERCIOPELO (*MUCUNA PRURIENS*)

*N. Zapata-Sánchez, L. D. López-Acosta, M. R. Segura-Campos*  
Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México

## Resumen

La fibra es la parte indigerible de las verduras, granos, plantas y frutas, las cuales ayudan a regular el nivel de azúcar sanguíneo, controla el hambre y aumenta la sensación de saciedad. La fibra forma parte esencial de la nutrición de las personas, recomendándose su ingesta diaria.

El objetivo de esta investigación es evaluar las características fisicoquímicas del residuo fibroso obtenido como subproducto del procesamiento de los granos del frijol terciopelo y el efecto de su incorporación en un producto alimenticio con potencial funcional.

Para evaluar las propiedades de los residuos fibrosos, fue necesario obtener una harina fina, la cual fue utilizada, para determinar la fibra dietética total (FDT) por el método de Porsky y col. (1988), procedimiento que se realizó por triplicado añadiendo  $\alpha$ -amilasa, se procedió a justar su PH a 7.5, para más tarde añadirles proteasa y glucosidasa, muestras que fueron lavadas con etanol para precipitar los polisacáridos solubles. El procedimiento se repitió para obtener la fibra dietética insoluble (FDI) omitiendo el tratamiento con etanol, y por medio de diferencias obtener la fibra dietética soluble (FDS). El análisis de celulosa y hemicelulosa consistirá, en la obtención de las fibras ácido detergente y neutro detergente, y la lignina ácido detergente, como se menciona en la metodología propuesta por Van Soest (1965), Van Soest y Wine (1967) y Goering y Van Soest (1975), respetivamente, para la realización de los cálculos correspondientes.

Para finalizar este proyecto, se presentará un producto enriquecido con residuos Fibrosos de *M. pruriens*, el cual será una tortilla harina, que se someterá a evaluaciones sensoriales. Se busca enriquecer la ingesta de fibra en la dieta diaria, por medio de un alimento que sea del agrado del público, y así poder captar todos sus beneficios

## Reconocimientos

A la institución, la Facultad de Ingeniería Química de la UADY, por el apoyo en el uso de instalaciones y acceso a los laboratorios, para la realización de este proyecto. De manera especial y personal a la Dra. Maira Segura por la confianza depositada en nosotros para formar parte de esta investigación.

## Referencias

1. William Horwitz, AOAC 1997, (17th edición).
2. D. Montgomery, Diseño y análisis de experimentos 2013 pág. 21-125.

# CARACTERIZACIÓN FUNCIONAL DE RESIDUOS FIBROSOS DE FRIJOL TERCIOPELO “*MUCUNA PRURIENS*”.

*E. G. May-Nah, O. A. González-Sánchez y M. R. Segura-Campos.*  
Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.

## Resumen

La fibra es conocida como los componentes endógenos de las plantas, son resistentes a la digestión por los enzimas digestivos humanos. La fibra se encuentra en frutas, vegetales, granos integrales y cereales y ayuda a evitar enfermedades cardiovasculares.

El objetivo de este proyecto es enfocarse a evaluar las características funcionales del residuo fibroso de frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*) y poder proporcionar un producto de calidad nutricional para consumo humano.

Para evaluar la característica funcional de los residuos fibrosos del frijol terciopelo (*M. pruriens*) es necesario obtener la harina de *M. pruriens*, para luego determinar los residuos fibrosos de *M. pruriens*. Para esta caracterización se usarán técnicas como la retención de agua realizada por Chau y col. (1977), así como la retención de aceite realizada por Chau y col (1997), la capacidad de adsorción de agua consumada por Chen y col (1984), La capacidad de absorción de agua elaborado por el método 88-04 propuesto por la AACCC, (1984), La capacidad emulsificante y estabilidad de la emulsión mediante la adaptación a la técnica de Chau y col (1997) y La capacidad de absorción de moléculas orgánicas consumado por Zambrano y col. (2001).

El fin de este proyecto es poder proporcionar un producto, el cual será una barra de avena a base de fibra *Mucuna pruriens*, que se someterá a un proceso de evaluación y aceptación sensorial. Para buscar enriquecer los valores nutricionales en las personas.

## Reconocimientos

A la institución, la Facultad de Ingeniería Química de la UADY, por el apoyo en el uso de instalaciones y acceso a los laboratorios, para la realización de este proyecto. De manera especial y personal a la Dra. Maira Segura por hacernos partícipes en esta investigación.

## Referencias

1. William Horwitz, AOAC 1997, (17th edición).
2. D. Montgomery, Diseño y análisis de experimentos 2013 pág. 21-125.

# ACTIVIDAD QUELANTE DE FRACCIONES PEPTÍDICAS DE HIDROLIZADOS DEL MÚSCULO DEL PEZ LEÓN (*PTEROIS VOLITANS L.*)

*Yordi Estrella-Millán, David Betancur-Ancona, Luis Chel-Guerrero y Santiago Gallegos-Tintoré*

Facultad de Ingeniería Química, Mérida, Yucatán, México.

## Resumen

El pez león (*Pterois volitans L.*) es una especie invasora nativa del océano Indo-Pacífico y considerada como una amenaza en los ecosistemas marinos debido a su depredación hacia aquellos peces provenientes de corales de las costas del golfo de México y el mar caribe. Este problema se ha ido acrecentando, ya que éste se reproduce y se extiende hacia los mares cálidos, en gran parte se debe a que no cuenta con depredadores capaces de controlar su tasa de crecimiento y reproducción<sup>1</sup>. Por otra parte, la nueva tendencia de la nutrición va hacia aquellos productos de origen natural que no solo aportan beneficios nutricionales, sino que además aportan a las funciones biológicas del ser humano. Los péptidos son secuencias de aminoácidos provenientes de la hidrólisis enzimática de las proteínas que pueden ejercer funciones fisiológicas. En la literatura científica, se pueden encontrar péptidos provenientes de fuentes marinas como el Calamar, Atún y Bacalao con actividad antioxidante, quelante y antihipertensiva<sup>2</sup>. En el presente trabajo se evaluó la digestión *in vitro* de las proteínas del filete del pez león con la enzima comercial AlcalasaR determinando el grado de hidrólisis (GH) a los 0, 30, 60 y 90 minutos (min). Con base al valor de GH se eligió un hidrolizado el cual se fraccionó mediante ultrafiltración (UF) obteniendo fracciones peptídicas de distintos tamaños moleculares (F>10, F10-5, F5-3, F3-1 y F< 1 kDa). Asimismo, se determinó la actividad quelante de cobre de cada una de éstas. Los productos obtenidos a los 30 y 60 min de la digestión con AlcalasaR presentaron un GH sin diferencia estadística significativa de 30.78 y 30.08% respectivamente, por tal motivo se decidió elegir al minuto 30 de la hidrólisis enzimática. La actividad quelante de cobre de las fracciones peptídicas F5-3 y F3-1 kDa evaluadas a una concentración de 0.5 mg proteína/ $\mu$ L fueron de 94.35 y 94.67% respectivamente.

## Reconocimientos

Al programa para el mejoramiento del profesorado por el apoyo recibido para el desarrollo del proyecto PRO-MEP/103.5/13/6979. A la Facultad de Ingeniería Química de la UADY por la infraestructura y facilidades otorgadas para el desarrollo del proyecto.

## Referencias

1. J. Morris, S. Green. *Lionfish Research: Current Findings and Remaining Questions.*; 2012.
2. D. Ngo, S. Vo, N. Ngo, I. Wijesekara, S. Kim. Biological activities and potential health benefits of bioactive peptides derived from marine organisms. *Int J Biol Macromol.* 2012;51(4):378-383.



# OBTENCIÓN DE LOS PARÁMETROS DE OPERACIÓN DE UN BIORREACTOR EN CULTIVO CONTINUO PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOSURFACTANTES

*S. Espinel-Ríos, M. Canul-Chan*

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

## Resumen

La demanda en el mercado de los biosurfactantes está en constante crecimiento, en parte debido a sus diversos usos en campos como la biorremediación, procesos industriales varios (alimentos, textiles, fármacos, cosméticos), medicina y control biológico, entre otros. Estas moléculas presentan propiedades tensoactivas, emulsificantes y dispersantes, poseen ventajas significativas sobre los surfactantes químicos, como baja toxicidad, mejor actividad ante condiciones agresivas, biodegradabilidad, y potencial producción a partir de sustratos renovables<sup>1</sup>. Es debido a lo anterior, que se requiere producir grandes cantidades de los mismos y el escalamiento se vuelve necesario. El régimen de operación en cultivo continuo es una buena alternativa, pues ofrece múltiples ventajas en relación a la potencial producción industrial de biosurfactantes<sup>2</sup>. En este trabajo se presenta la metodología para determinar los parámetros cinéticos que permitan establecer la operación de un biorreactor en cultivo continuo para la producción de biosurfactantes, a partir de un aislado proveniente de un suelo contaminado con hidrocarburos del petróleo. La metodología consta de dos etapas. En la primera se realizan cinéticas en batch, para obtener los parámetros cinéticos correspondientes. En la segunda se establece un cultivo continuo, donde se evalúa el comportamiento del sistema en dicho régimen. L

## Reconocimientos

Se agradece a la FIQ-UADY, la cual por medio de la asignatura Taller de Investigación, ha permitido el desarrollo de esta idea de proyecto.

## Referencias

1. M. Fakruddin, J Pet Environ Biotechnol 2012 (3) pág. 1-5.
2. R. Reis, G. Pacheco, A. Pereira & D. Freire, Biodegradation-Life of Science 2013 pag. 31-61.

# DETERMINACIÓN DE POLIMORFISMOS DEL GEN TIOPURINA-S-METILTRANSFERASA (TPMT) SUSCEPTIBLES A TOXICIDAD POR TRATAMIENTO CON TIOPURINAS EN UNA MUESTRA DE LA POBLACIÓN DE YUCATÁN

C. Quintal-Ortiz<sup>a</sup>, R. Itzá-Mezeta<sup>a</sup>, G. Pérez-Mendoza<sup>b</sup>, Z. Cardeña-Carballo<sup>b</sup> y L. González-Herrera<sup>b</sup>

(a)Facultad de Ingeniería Química, (b)Centro de Investigaciones Regionales Dr. Hideyo Noguchi, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán México

## Resumen

La leucemia representa un 25-30% de las neoplasias en menores de 14 años, siendo el cáncer más frecuente en la infancia; más de un 95% de las leucemias infantiles son agudas, y entre éstas predomina la leucemia linfoblástica aguda (LLA)<sup>1</sup>. El pronóstico de los niños con LLA ha mejorado gracias a los nuevos fármacos y a los tratamientos que se les da a los pacientes, las tiopurinas, azatiopurina (AZA) y 6-mercaptopurina (6-MP), son fármacos efectivos y ampliamente utilizados en diversas patologías complejas que presentan una prevalencia creciente como son las enfermedades inflamatorias, intestinales (EII), hepatitis autoinmune, trasplante de riñón o hígado, lupus eritematoso sistémico, esclerosis múltiple o leucemia linfoblástica aguda entre otras<sup>2</sup>. Sin embargo, existe una variabilidad individual en la efectividad lo cual puede producir importantes efectos adversos, esto se debe principalmente a la dosis utilizada y a una susceptibilidad individual; la susceptibilidad se debe a varios factores, entre ellos a los polimorfismos del gen que codifica la enzima tiopurina-S-metiltransferasa (TPMT), ocasionando una grave toxicidad en células hematopoyéticas principalmente en niños con leucemia linfoblástica aguda<sup>3</sup>. Existen varios polimorfismos que ocasionan la susceptibilidad en algunos pacientes enfermos, como por ejemplo el TPMT\*3A, el TPMT\*3B y el TPMT\*3C. En este trabajo únicamente se estudiarán los polimorfismos TPMT\*3B y el TPMT\*3C mediante PCR-RFLP's y geles de poliacrilamida (PAGE); así se determinarán los genotipos de riesgo a toxicidad ocasionado por tiopurinas en una muestra de la población infantil yucateca, para mejorar el conocimiento genético epidemiológico de estos polimorfismos en el estado.

## Reconocimientos

Se le agradece al CONACYT por todo el apoyo otorgado para llevar a cabo este proyecto así como al Centro de Investigaciones Regionales Dr. Hideyo Noguchi por la infraestructura.

## Referencias

1. M. García, I. Badell, *An Pediatr Contin* 2012 (10) 1-7.
2. A. Jorquera, S. Solari, V. Vollrath, I. Guerra, J. Chianale, C. Cofré, A. Kalergis, P. Ibáñez, S. Bueno, M. Álvarez *Rev Med Chile* 2012 (140) 889-895.
3. S. Moreno, A. Ramírez, E. Dorantes, A. Medina, *RIC* 2013 (65)156-164

# CARACTERIZACIÓN FITOQUÍMICA DE EXTRACTO DE *CAESALPINIA GAUMERI GREENM* PARA SU USO POTENCIAL EN BIOTECNOLOGÍA

T. Ramos-Sosa, J. Tec-Pool, N. Estrella-Gomez  
Facultad de Ingeniería Química, Mérida, Yucatán, México.

## Resumen

En Yucatán se encuentra una gran variedad de plantas las cuales suelen tener muchos usos, entre ellas se encuentra el árbol de Kitinche (*Caesalpinia gaumeri Greenm*), él cual es característico de la selva baja caducifolia de la península de Yucatán, este árbol llega a crecer hasta 10 mts de altura, tiene copa irregular, corteza escamosa, madera de color crema-amarillenta, hojas compuestas imparipinnadas<sup>2</sup>. Debido a la importancia que representa el conocer el uso potencial de esta planta, en el presente trabajo se pretende, extraer los aceites esenciales de dicha planta y caracterizarlos fisicoquímicamente, así de esta manera conocer los componentes que actúan y de esta manera proponer su uso potencial en biotecnología<sup>1</sup>. Se realizarán 3 extracciones por duplicado, mediante equipo Soxhlet, utilizando 3 sistemas de extracción: etanol puro, etanol-hexano 1:1, y arrastre de vapor. Una vez obtenidos los extractos se purificarán mediante un evaporador rotatorio, se tomará 1 mL de cada extracto y se harán diluciones 1:10 para analizar la presencia de compuestos fenólicos según el método Filipiak, de igual manera, se determinará la presencia de flavonoides por el método de Liu y Cool. Para la determinación de la actividad antioxidante se determinara por la técnica de Betancur y Rivero, agregando 1 mL de DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl), a 25 µL de muestra de cada uno de los extractos, se realizara por duplicado, se medirá la absorbancia inicial y final después de 30 min y se determinara la actividad antioxidante por medio de una formula<sup>4</sup>.

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo es caracterizar fitoquímicamente el extracto de *Caesalpinia gaumeri Greenm* para su uso potencial en biotecnología<sup>1</sup>.

## Reconocimientos

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

## Referencias

1. B. De la Cruz Beranza. (2005). Caracterización de cinco extractos de plantas medicinales nativos de Guatemala
2. Rizner, H. D. (2000). Comparision of antioxidative and synergistic eggects of rosemary extraction with  $\alpha$ -tocopherol. Food Chemistry, 71: 229-333.
3. Peña. L. M. (2004). Primera reunión nacional de química de productos naturales. Revista de la sociedad Química de México., Vol. 48, N°1, pp 3-4.
4. Betancur, J, Rivero. A (2006). Evaluación de la actividad antioxidante de polifenoles de algas marinas
5. Liu Ming, Col Courtney, (2002). Antioxidant and antiproliferative activities of rashberrioies. Food Chemistry, 50: 2926-2930
6. Gracia, M. (2007). Cuantificación de fenoles y flavonoides totales en extractos naturales.

# OBTENCIÓN DE BIOMASA DE *JATROPHA CURCAS* PARA SU APROVECHAMIENTO EN LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS.

*M. Vargas-Maldonado, C. Cu-Castillo, J. Ruiz-Espinoza, J. Sacramento-Rivero.*  
Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México.

## Resumen

A nivel mundial el crecimiento desmedido de la población ha provocado el agotamiento de los combustibles fósiles y la contaminación de los recursos naturales<sup>1</sup>. Lo anterior ha originado una intensa búsqueda en relación a nuevas fuentes de energía renovable. Así, la energía solar, eólica y de la biomasa se perfilan como las principales a nivel mundial, esta última de gran importancia ya que hace posible la producción de biocombustibles como el bioetanol, biodiesel, biometano. Uno de los principales problemas a los que se enfrenta la generación de bioenergía es precisamente la disponibilidad de los recursos para generarlos<sup>2</sup>. Sin embargo, esto ha venido cambiando al utilizarse residuos ricos en materia orgánica para su aprovechamiento por procesos anaerobios. Ejemplo de lo anterior es la *Jatropha curcas* uno de los cultivos con aprovechamiento en términos de potencial energético para la producción de energía a partir de la extracción del aceite para la producción de biodiesel. Como subproducto de la producción de aceite se tiene biomasa residual que puede ser aprovechada para la producción de biogás a partir de procesos anaerobios y contribuir en la reducción en el costo de la producción de biodiesel.

Por lo anterior en el presente trabajo se propone la obtención y el aprovechamiento de la biomasa residual producto de la extracción de aceite de *Jatropha curcas* y la aplicación de digestión anaerobia para la producción de biogás. Para ello se procesaron 4 kg de semillas de *Jatropha curcas* previamente secadas, las semillas se pelaron para quitar la cascarilla y se seleccionaron y se molieron. Estas semillas se secaron en un horno a 55°C por 24 h y seguidamente se realizó el proceso de extracción sólido-líquido con la ayuda de un soxhlet con capacidad de 500 g de ésta forma desgrasar las semillas de *Jatropha curcas* que fueron secadas a 105°C por 30 minutos al momento de concluir con la extracción. El rendimiento del subproducto obtenido fue del 60% de biomasa residual.

El proceso para la obtención de biogás inició con el montaje de ocho bioreactores de 200 mL, los cuales tienen un contenido de 25% de sustrato, y 75% de lodos anaerobios, de igual manera 4 de ellos tienen un contenido de 3% de sólidos totales mientras los otros 4 poseen el 6%<sup>3</sup>. Esto con el propósito de comparar cuál tiene un mejor rendimiento en la producción de metano, remoción de materia orgánica y alcalinidad

## Referencias

1. Demirbas, A., Biorefineries: For Biomass Upgrading Facilities. Springer, Demirbas, A., Biorefineries: For Biomass Upgrading Facilities. Springer, 2010, pp. 1-7.
2. Escamilla Alvarado C, Ríos-Leal E., Ponce-Noyola M.T., Poggi-Varaldo H.M., Capítulo 5. Incremento del rendimiento bioenergético de residuos sólidos urbanos con procesos acoplados H-M. Libro electrónico: Energías Renovables Biológicas-Hidrógeno-Pilas de Combustible-II., 2010.
3. Hifjur, Raheman. Biogas production potential of *jatropha* seed cake. Elsevier. 2010

# EFFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE MACRONUTRIENTES, INTENSIDAD LUMINOSA, TASA DE AIREACIÓN Y PRODUCTIVIDAD DE LÍPIDOS A PARTIR DE LA ESPECIE *CHLORELLA VULGARIS*

*K. Pérez-Basulto, I. Us-Dorantes, J. Sacramento-Rivero*  
Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán Mérida, Yuc., México

## Resumen

El biodiesel es una de las oportunidades reales para satisfacer los mercados existentes; sin embargo, el problema fundamental para su producción comercial es la disponibilidad de la materia prima; para solucionar este problema, actualmente se explora la viabilidad de fuentes alternas de aceites.<sup>1</sup>

Las microalgas, son microorganismos fotosintéticos que convierten la luz solar, el agua y el CO<sub>2</sub> en azúcares, de los cuales, macromoléculas tales como lípidos y triglicéridos (TAG), se pueden obtener. Las microalgas son mucho más eficientes y se pueden cultivar en tierras no cultivables; son renovables y amigables con el medio ambiente, ya que tienen la capacidad de fijar CO<sub>2</sub> y por lo tanto también pueden ser un interesante método de reducción de gases de efecto invernadero. Los TAGs son la materia prima sostenible para la producción de biodiesel.<sup>2</sup>

El objetivo del presente estudio es evaluar el efecto de la concentración de macronutrientes, intensidad luminosa con iluminación continua de 1000 y 12000 luxes con lámparas fluorescentes de luz blanca y LED; tasa de aireación por medio de dos diferentes tipos de bomba con flujos de aire de 1 y 10 vvm en la productividad de lípidos en cultivos autótrofos para la especie *Chlorella vulgaris* mediante un diseño experimental Box-Behnken de 2<sup>5</sup> 2 (dos variables y cinco niveles: intensidad luminosa, tasa de aireación, concentración de N, concentración de CO<sub>2</sub>, concentración de Fósforo) mediante el cual se obtendrá los valores para los mejores resultados con respecto a la productividad de lípidos.

## Referencias

1. J. Singh, S.Gu, *Renew.Sustainable Energy Rev.*, 2010; 2596-2610.
2. Teresa M. Mata, Antonio A. Martinis, Nidia S. Caetano, *Renew . Sustainable Energy Rev.*, 2010; 217-232

# ESTABLECIMIENTO DE UN CULTIVO DE CÉLULAS EN SUSPENSIÓN DE *ASCLEPIAS CURASSAVICA* PRODUCTORAS DE METABOLITOS SECUNDARIOS CON ACTIVIDAD ANTICANCERÍGENA

*K. Pantoja-Alvarado, A. Espiritu-García*

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

## Resumen

La implementación de cultivos de células en suspensión ha surgido como una alternativa para la obtención de metabolitos de alto valor agregado, producidos en las plantas en bajas concentraciones y para los cuales, no existen procesos de síntesis química conocida. Los cardenólidos son metabolitos con actividad citotóxica que han sido reportados en el género *Asclepias*. *Asclepias curassavica* es una planta que se distribuye en México, perteneciente a la familia Asclepiadaceae y a la cual se le atribuyen metabolitos de interés farmacológico.

El objetivo del presente trabajo fue elaborar una propuesta de un protocolo de investigación para la producción de células en suspensión de *Asclepias curassavica* a partir de callos friables obtenidos de explantes de hoja, tallo, nudo y entrenudo de la planta, como estrategia para la obtención de metabolitos con propiedades anticancerígenas, especialmente compuestos cardenólidos. En primera instancia se evaluará el efecto de varias fitohormonas para la inducción de callos friables y cultivos de células en suspensión. Los explantes esterilizados se inocularán en un medio Murashige & Skoog<sup>3</sup> suplementado con diferentes concentraciones de citoquininas (Benzilaminopurina; BAP/Kinetina; Kn) y auxinas (D2-4diclorotenoxicético; 2,4-D/ácido 1-naftalenacético; NAA/ ácido indolacético; IAA). A partir de los callos friables se plantea el cultivo de células en suspensión de *Asclepias curassavica*, seguido de la extracción del metabolito mediante solventes para obtener los diversos compuestos que se ensayarán. El crecimiento celular será evaluado mediante la cuantificación de peso seco, peso fresco y viabilidad celular. La capacidad de producción de cardenólidos será evaluada mediante la actividad citotóxica de los extractos contra líneas celulares de cáncer usando el método MTT. Se comparará los contenidos de cardenólidos entre el material obtenido in vitro y el material vegetal proveniente de plantas crecidas ex-vitro, como criterio válido para justificar posteriores trabajos de producción metabólica in-vitro en esta especie vegetal.

## Referencias

1. R. Moscatiello, et al, *Methods Mol Biol.* 2014 (953) 77-93.
2. L. Jun et al, *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters.* 2009 (7) 1956-1959.
3. T. Murashige, F. Skoog, *Physiol. Plant.* 1962 (15) 473-497.

# **TRANSFORMACIÓN IN VITRO DE EXPLANTES DE *PENTALINON ANDRIEUXII* MEDIANTE *AGROBACTERIUM RHIZOGENES***

*M. Mercado-Rubio, G. Godoy-Hernández*

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

## **Resumen**

Las raíces peludas fueron inducidas con *A. rhizogenes* ATCC 15834, a partir de explantes de hoja, hipocótilo y raíz de plántulas germinadas in vitro de *Pentalinon andrieuxii*, una planta utilizada comúnmente en la medicina tradicional yucateca para tratar la leishmaniasis. El porcentaje de inducción de raíces transformadas fue de 30.76%, 53.33%, y 4% en hoja, hipocótilo y raíz, respectivamente. Las raíces peludas mostraron una producción activa de raíces laterales con elongación vigorosa.

## **Reconocimientos**

Se le agradece al laboratorio de bioquímica y biología molecular de plantas del Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY) por la infraestructura y todo el apoyo otorgado para la realización de este proyecto.

# DESARROLLO DE ESTRATEGIAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE VACUNAS DE PROTEÍNA RECOMBINANTE PARA LEISHMANIOSIS CUTÁNEA

A. González-Hau<sup>a</sup>, M. Rosado-Vallado<sup>b</sup>, R. Arjona-Sabido<sup>c</sup>

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

<sup>b,c</sup> Centro de Investigaciones Regionales Dr. Hideyo Noguchi, Universidad Autónoma de Yucatán.

## Resumen

Leishmaniosis cutánea es una enfermedad que afecta a poblaciones ubicadas en zonas tropicales. Los tratamientos existentes para controlar esta enfermedad se han visto muy limitados debido a sus altos costos y pueden provocar efectos adversos en algunos pacientes. Debido a lo anterior es necesario desarrollar vacunas para prevenir y tratar la enfermedad. En el presente trabajo se realizó un estudio en el cual se probaron tres vacunas de proteína recombinante, además de estudiar el efecto al agregar el adyuvante lipídico glucopiranosil (GLA). Los resultados demuestran que la vacuna NH36, producida en *Pichia pastoris* y con adyuvante GLA, es la que produce mayor respuesta inmune. Sin embargo, el mejor candidato a vacuna resultó ser LEISH-F3 con adyuvante GLA, ya que es la que produce la mejor respuesta celular. Además se determinó que la adición del adyuvante en las tres vacunas ayudó a que se propiciara mejor respuesta inmune.

## Reconocimientos

Se le agradece al laboratorio de Parasitología del Centro de Investigaciones Regionales Dr. Hideyo Noguchi por permitirme desarrollar este proyecto de investigación bajo sus instalaciones y por todo el apoyo recibido durante la estancia.

## Referencias

1. A. González et al., Desarrollo de estrategias para la optimización de vacunas de proteína recombinante para leishmaniosis cutánea 2015 Mérida, Yucatán, México: Centro de Investigaciones Regionales Dr. Hideyo Noguchi.



---

# PRODUCCIÓN DE BIOHIDRÓGENO Y BIOMETANO A PARTIR DE FORSU

*Barrales Rojas, L., Morales Carrillo G., Carrera-Figueiras C. y Ruiz-Espinoza J.E.*  
Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán México.

## Resumen

La bioenergía a partir de biomasa es considerada como una energía renovable que puede substituir parcialmente a los combustibles fósiles al mismo tiempo que reduce la generación de GEI. Sin embargo unos de los principales inconvenientes en el uso de las bioenergía es la disponibilidad de los sustratos para generarlas. Por otra parte la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos (FORSU) representa una problemática debido a su alta generación, en México en el 2005 se generaron en promedio 7, 997,986 ton/año de RSOM (INE). La digestión anaerobia es un proceso biotecnológico capaz de degradar la materia orgánica y producir bioenergía a partir del biogás rico en metano generado, sin embargo el proceso permite también generar biohidrogeno si se desvía la ruta metabólica a hidrogenogénesis de esta manera existe la posibilidad de poder emplear los procesos anaerobios para la producción de hidrógeno y metano a partir del mismo sustrato. La producción de hidrógeno mediante microorganismos anaerobios en reacciones de fermentación abre la posibilidad de ser utilizado como una alternativa de generación de energía limpia, que podría llegar a remplazar a los combustibles fósiles convencionales en el futuro, ya que el único producto de la combustión es el agua.

En el presente trabajo se describe el proceso para la obtención de biogás a partir de FORSU y la conversión a procesos hidrogenogénicos para la producción de biohidrógeno. Para ello se acondicionaron 6 biorreactores mesofílicos con un volumen de trabajo de 800 mL operados en semicontinuo, se utilizó como inóculo el exceso de biomasa de un reactor metanogénico que ha trabajado ininterrumpidamente por más de 1 año, la alimentación se realizó diariamente con una mezcla de FORSU a una concentración de sólidos totales del 3%. Los biorreactores se estabilizaron a una CVA de 1 Kg SV/m<sup>3</sup>.d, monitoreando pH, alcalinidad, eficiencia de remoción de materia orgánica, producción de biogás y su composición por cromatografía de gases. En una segunda etapa 3 biorreactores serán sometidos a un choque de alta carga para provocar la inhibición de la metanogénesis y favorecer la hidrogenogénesis. Finalmente en una tercera etapa se llevará a cabo el acoplamiento de sistemas hidrogenogénicos-metanogénicos para la producción de ambos bioenergéticos.

## Reconocimientos

A la FIQ-UADY por las instalaciones y equipos proporcionados para el desarrollo de este proyecto.

## Referencias

1. INE: Instituto Nacional de Ecología (2005). Generation and composition of municipal solid waste. <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/128/cap3.html>.
2. Francesco Fantozzi, Cinzia Buratti, Bioresource Technology 2011, Anaerobic digestion of mechanically treated OFMSW: Experimental data on biogas/methane production and residues characterization Vol. 102, pp 1-3.

# ESTUDIO DEL EFECTO DEL ÁCIDO SALICÍLICO SOBRE UN CONSORCIO NITRIFICANTE EN UN REACTOR SECUENCIAL DISCONTINUO

C. Peña-Moreno, R. López-Cimá, P. Zapata-Castillo, R. Rojas Herrera, D. Cabañas-Vargas, J.E. Ruiz Espinoza, y A. Zepeda-Pedreguera

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

## Resumen

Los llamados contaminantes emergentes (CE) son aquellos que se vierten en el agua y no están regulados. La persistencia, la bioacumulación y la transformación son los tres factores a los que se teme a largo plazo; ya que estos son resistentes a la degradación fotoquímica y biológica, además, tienen más afinidad por los tejidos animales que por el agua, por lo que tienden a concentrarse en los mismos y pueden transformarse en otras sustancias más tóxicas. Entre los CE se encuentran restos de fármacos, surfactantes, plaguicidas, aditivos industriales y una gran variedad de compuestos químicos. Posiblemente los fármacos sean los contaminantes emergentes más importantes, no son persistentes pero sí poco biodegradables<sup>1</sup>. Entre los fármacos más populares se encuentran las aspirinas (ácido acetilsalicílico). El ácido acetilsalicílico se desacetila en el organismo humano en su forma más activa, el ácido salicílico, el cual es un metabolito fundamental en varios analgésicos. En la naturaleza, el ácido salicílico es considerado una hormona vegetal debido a que funciona como regulador de crecimiento vegetal endógeno de naturaleza fenólica que posee un anillo aromático con un grupo hidroxilo o su derivado funcional. Se sabe que afecta el crecimiento y bioproduktividad en los cultivos<sup>2</sup>. Con respecto al proceso nitrificante, actualmente no existen trabajos en la literatura que aborden el efecto del ácido salicílico sobre un consorcio bacteriano nitrificante en un reactor secuencial discontinuo (SBR por sus siglas en inglés). Debido a esto, el objetivo principal de este trabajo, es estudiar el efecto del ácido salicílico sobre un consorcio microbiano nitrificante en un SBR, a través de la evolución de las velocidades específicas nitrificantes en ausencia y presencia de ácido salicílico.

## Reconocimientos

Se le agradece a la FIQ-UADY por la infraestructura y por todo el apoyo otorgado para la realización de este proyecto, así como al proyecto de CONACyT de Ciencia básica (clave 169563)

## Referencias

1. C. Daughton. (2004). Non-regulated water contaminants: emerging research. *Environ*, Vol. 24 pag. 711-732.
2. Q. Hayat, S. Hayat, M.N. Alyemeni, A. Ahmad. (2012). Salicylic acid mediated changes in growth, photosynthesis. *Plant soil environ*. Vol. 9 pag. 417-423.

# EFFECTO DE UNA MEZCLA DE FENOL, O-CRESOL, P-CRESOL Y M-CRESOL SOBRE EL PROCESO NITRIFICANTE DE UN CONSORCIO MICROBIANO EN UN REACTOR SECUENCIAL DISCONTINUO

*A. Sosa-Farfán, A. Zepeda-Pedreguera y P. Zapata-Castillo*

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

## Resumen

En décadas recientes, el mundo está enfrentando las consecuencias del desarrollo de las actividades industriales que generan aguas residuales con contaminantes emergentes causando graves cambios al agua, aire, suelo, recursos naturales, ecosistemas y salud<sup>1</sup>. Algunos de estos contaminantes son los compuestos nitrogenados que causan eutrofización, reducción del oxígeno disuelto y toxicidad en los organismos acuáticos, por lo que deben ser eliminados de las aguas residuales antes de su descarga al medio ambiente<sup>2</sup>. La remoción de contaminantes nitrogenados se ha realizado por más de 100 años mediante tratamientos biológicos, uno de estos tratamientos es la nitrificación, el cual se ve afectado por la presencia de fenoles que también derivan de los procesos industriales como refinación de petróleo, manufactura de fármacos, plásticos, pintura e industria de madera y papel<sup>3</sup>. Se ha reportado la presencia simultánea de compuestos nitrogenados y fenólicos en aguas industriales y petroquímicas a concentraciones de hasta 120 g/L de cresoles y 1500 mg/L de nitrógeno amoniacal<sup>3</sup> por tal motivo la degradación simultánea de ambos compuestos (nitrogenados y fenólicos) es una opción necesaria para resolver estos tipos de problemas<sup>4</sup>.

A pesar de que existen numerosos estudios sobre la eliminación simultánea de compuestos fenólicos y nitrogenados utilizando bacterias nitrificantes, estos se limitan al estudio de la presencia de compuestos fenólicos de manera individual, dejando a un lado el comportamiento fisiológico de un consorcio nitrificante expuesto a una mezcla de dos o más compuestos fenólicos. Por tal motivo el objetivo principal de este trabajo es evaluar el efecto de una mezcla de compuestos fenólicos sobre el proceso de nitrificación de un consorcio microbiano en un reactor secuencial discontinuo, con el fin de aportar conocimientos que en un futuro puedan ser empleados en los procesos de bioremediación de aguas contaminadas con mezclas de compuestos tanto fenólicos como nitrogenados.

## Reconocimientos

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

## Referencias

1. M. Gavrilescu, *Environmental biotechnology* 2010, 4(1), 1-36.
2. L. Cortes, D. Rodríguez, D. Sipkema, J. Juárez, B. Rodelas, H. Smidt *Chemical Engineering J.* 2015, (266), 233-240.
3. A. Texier y J. Gómez. 2002. *Biotechnology letters*, 24(4), 321-324.
4. Q. Ge, X. Yue y G. Wang 2015, *Chinese Journal of Chemical Engineering*.

# DEGRADACIÓN DE FENANTRENO EN SUSTRATO MARINO MEDIANTE UN CONSORCIO MICROBIANO

*M. A. Espinosa-Castañeda, M. C. Ponce-Caballero, C. P. Aguirre-Peraza, F. Marín-Ojeda,  
N. Estrada-Alfaro y A. A Córdoba-Alvarado.*

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

## Resumen

Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) son un grupo de compuestos aromáticos que contiene dos o más anillos aromáticos condensados formados por átomos de carbono e hidrogeno. Son generados por la combustión incompleta de la pirolisis de compuestos orgánicos, entre estos compuestos se encuentra el fenantreno. El fenantreno es un hidrocarburo policíclico aromático compuesto por tres anillos fusionados bencenos

De los organismos empleados en investigaciones y actividades de biorremediación son los más empleados las baterías heterótrofas, sin embargo el uso de consorcios microbianos ha demostrado poseer una mayor efectividad frente al uso de cepas puras de bacterias. Debido a que poseen características enzimáticas necesarias para degradar una o varios compuestos orgánicos contaminantes del ecosistema por contar con una información genética más compleja para su sistema enzimático que está compuesto por oxidoreductasas e hidrolasas que realizan la degradación de HAP's estas reacciones de hidrolisis se encuentra en el metabolismo de organismos como hongos, bacterias y plantas. Por esta razón, este proyecto se centra en la acción degradadora de fenantreno mediante un consorcio microbiano en sustrato marino.

## Reconocimientos

Se le agradece a FI-UADY por la infraestructura y por todo el apoyo otorgado para la realización de este proyecto. Así como FIQ-UADY por el esfuerzo de vinculación entre las facultades.

# FENOTIPICACIÓN DE PLANTAS DE TABACO (*NICOTIANA TABACUM*) TRANSFORMADAS CON UN GEN DE PAPAYA (*CARICA PAPAYA*)

R. Canul-May<sup>a</sup>, M. León-Campos<sup>b</sup>, L. Rodríguez-Zapata<sup>c</sup>.

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

## Resumen

El mejoramiento genético vegetal ha permitido nuevas especies de plantas o híbridos con mejores rendimientos o características agronómicas más favorables<sup>1</sup> (Antón & Lizaso, 2001). La fenotipificación ha sido utilizada en el mejoramiento genético para caracterizar y entender el desempeño de una característica deseada a través de la cuantificación de características tales como el crecimiento, además permite enlazar control genético<sup>1, 2</sup>. En el presente trabajo se fenotipificará un gen aislado a partir de transcripción inversa (cDNA) en hojas de papaya, clonado en el vector Binario pK7 FWG2 e introducido en *A. Tumefaciens* para transformar hojas de tabaco (planta modelo). Se regeneraron plantas hasta la generación F1 en medio Ms (Murashige & Skoog, 1962) y se realizaron ensayos preliminares de fenotipificación donde mostraron un crecimiento rápido comparado con el control (SR1). En base a los ensayos preliminares, la fenotipificación del gen de papaya se ha realizado mediante tratamientos con factores involucrados en el crecimiento como las hormonas reguladoras de crecimiento, estrés osmótico, nutrientes esenciales, fotosíntesis y respiración. Los tratamientos con reguladores de crecimiento se han realizado hasta el momento en cultivos *in vitro* en medio Ms con diferentes concentraciones de auxinas sintéticas: ácido indolacético (AIA) y ácido naftalenacético (ANA); y gibberelinas (GIB) así como también tratamientos con paclobutrazol (PBZ) un bloqueador de la síntesis de esta hormona. En el tratamiento con AIA, se ha observado un mayor crecimiento respecto al control. Por otro lado, para conocer la influencia del agua en el crecimiento se inducirá un estrés osmótico mediante tratamientos con manitol a diferentes concentraciones y la influencia de los nutrientes esenciales se evaluará mediante tratamientos en ausencia de N, P y K. Para cada uno de los tratamientos mencionados se medirán la raíz y tallo primario durante diferentes períodos de crecimiento y posteriormente se analizará la tasa de crecimiento a partir de una prueba estadística de Tukey con 5% de confianza. Finalmente se determinará la concentración de clorofila a partir de plantas cultivadas en contenedores hidropónicos y la tasa de respiración.

## Reconocimientos

Se le agradece al CONACYT por el financiamiento del proyecto. Al QFB Miguel Keb por su ayuda durante la realización del proyecto.

## Referencias

1. E. Antón, D. Lizaso, *Plant Physiol* 2001 19(4):413-424.
2. C. Ottosen, E. Rosenqvist, *EES* 2014 (Volumen 3) (3):3389.
3. F. Carrari, (CNIA) Instituto de Biotecnología del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias 2007 (011) 4621-1447/1676, <http://bio-technology.blogspot.mx/2007/01/fenotipicacion-del-tomate.html> consultado el 10 de noviembre de 2014.

# ESTUDIO DEL EFECTO IN VITRO DEL ACEITE DE *AZADIRACHTA INDICA* A. JUSS SOBRE LA PROLIFERACIÓN CELULAR

I. Caamal-Herrera<sup>a</sup>, L. Carrillo-Cocom<sup>b</sup>, J. Azamar-Barrios<sup>a</sup>

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

## Resumen

Existen diversas plantas empleadas en la medicina tradicional debido a sus presuntas propiedades curativas. Si bien es cierto que algunas de éstas pueden presentar dichas propiedades atribuibles a los metabolitos secundarios que poseen y que se encuentran distribuidos en hojas, flores, tallos, semillas o raíces, existen pocos estudios científicos que respalden su uso como agentes terapéuticos<sup>1</sup>. Tal es el caso del Neem (*Azadirachta indica* A. Juss), una planta originaria de la India, cuyo aceite de semilla se ha utilizado para el tratamiento de algunas infecciones cutáneas, así como antiinflamatorio para el tratamiento de la artritis<sup>2</sup>.

Debido a la falta de información científica sobre las propiedades regenerativas del Neem, en este trabajo se propuso estudiar el aceite proveniente de la semilla. En particular, se evaluó el efecto del aceite mencionado sobre la actividad proliferativa de dos líneas celulares de mamífero. En el estudio se probaron 6 concentraciones sobre células de ovario de hámster chino (CHO-K1) y células de fibroblastos humanos (hF) cultivadas in vitro. La metodología que se utilizó fue la del MTT (3-(4,5-dimetiltiazol-2-ilo)-2,5-difeniltetrazol), la cual mide la proliferación celular de manera indirecta al cuantificar espectrofotométricamente el compuesto azul de formazán resultante de la reducción metabólica del MTT por la acción de enzimas deshidrogenasas mitocondriales<sup>3</sup>. Antes de proceder a la prueba MTT se realizó una serie de análisis preliminares y complementarios como fueron la medición de osmolaridad, pH y actividad antimicrobiana del aceite.

Los resultados obtenidos indicaron un efecto antiproliferativo sobre ambas líneas celulares a la concentración máxima evaluada de 0.25 %. En particular, lo anterior propone que el aceite de semilla de Neem debe ser utilizado con cautela para fines terapéuticos debido al efecto tóxico observado sobre una línea celular humana y sana.

## Reconocimientos

Se le agradece a la FIQ-UADY, al Laboratorio de Cultivo Celular del Centro de Biotecnología FEMSA del ITESM, campus Monterrey y al Laboratorio de Fermentaciones del Instituto Tecnológico de Mérida por la infraestructura y por todo el apoyo otorgado para la realización de este trabajo.

## Referencias

1. M. González-Elizondo, L. López-Enríquez, S. González-Elizondo, J. Tena-Flores. CIIDIR Durango. Instituto Politécnico Nacional. 2004.
2. K. Biswas, I. Chattopadhyay, B. Ranajit, U. Bandyopadhyay. *Current Sci.* 2002. (82) 1336-1345.
3. A. Díaz-García, H. Rodríguez-Sánchez, R. Scull-Lizama. *Rev. Cub. Farm.* 2011. (45) 101-108.

# FRECUENCIA DE LA MUTACIÓN T2573G EN EL EXÓN 21 DEL GEN RECEPTOR DE FACTOR DE CRECIMIENTO EPIDÉRMICO (EGFR) EN POBLACIÓN YUCATECA

R. Contreras-Cervera<sup>a</sup>, G. Pérez-Mendoza<sup>b</sup>, Z. Cardeña-Carballo<sup>b</sup>, I. García-González y L. González-Herrera<sup>b</sup>.

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

<sup>b</sup>Laboratorio de Genética Centro de Investigaciones Regionales "Dr. Hideyo Noguchi" Unidad Biomédica, UADY

## Resumen

El tratamiento en pacientes de cáncer de pulmón ha mejorado en los últimos años al implementarse dianas terapéuticas dirigidas al receptor de factor de crecimiento epidérmico (EGFR). Se ha descubierto que las mutaciones en dicho receptor se comportan como elementos predictivos de respuesta los fármacos inhibidores de la actividad tirosin cinasa (TKI), como gefitinib (Iressa®) y erlotinib (Tarceva®).<sup>1</sup> El gen EGFR se localiza en el brazo corto del cromosoma 7 (7p12) y codifica para una glicoproteína transmembrana EGFR que forma parte de una red de señalización que es componente central de varios procesos celulares críticos, como el crecimiento, la proliferación y la motilidad celular.<sup>2</sup> Las dos principales mutaciones que presenta este gen corresponden a las mutaciones puntuales del exón 19 y el exón 21. Recientes estudios han demostrado que los pacientes con mutaciones en EGFR han respondido mejor a tratamientos con TKI en comparación con los casos de pacientes con genotipo silvestre, los heterocigotos a dichas mutaciones causan la activación independiente de ligando de EGFR, al mismo tiempo que aumentan la sensibilidad a estos fármacos.<sup>3</sup> En este trabajo se estudió el polimorfismo del exón 21, 2573 T→G cuya mutación representa un cambio de Leucina (L) por Arginina (R) en el codón 858, mediante PCR oligoalelo específica y electroforesis en geles de poliacrilamida (PAGE). Se incluyeron 82 muestras de donantes de un banco de sangre. Se encontraron los tres genotipos en la población estudiada, siendo el genotipo heterocigoto (TG) el más frecuente 60% seguido por los homocigotos mutados (GG) con 28% y los homocigotos silvestres (TT) con 12%. La distribución de las frecuencias genotípicas se ajustaron de acuerdo al equilibrio de las poblaciones ( $p=0.069$ ). Los datos obtenidos son útiles para el conocimiento genético epidemiológico y la determinación del porcentaje de genotipos de buena respuesta a tratamiento farmacológico de cáncer de pulmón.

## Reconocimientos

Se agradece al CONACYT por todo el apoyo otorgado para llevar a cabo este proyecto así como al Centro de Investigaciones Regionales Dr. Hideyo Noguchi por la infraestructura.

## Referencias

1. J. García; P. Garrido; J. Gómez; J. Palacios; M. Tarón, Rev Esp Patol 2011 (44), 17-31.
2. A. Campos; G. Cruz, O. Arrieta, Rev Invest Clin 2012 (64), 377-386.
3. R. Dahse; A. Berndt; A. Dahse; H. Kosmehl, Mol Med Rep 2008 (1), 45-50.

# DEGRADACIÓN DE DETERGENTES PRESENTES EN AGUAS RESIDUALES DE USO DOMÉSTICO EMPLEANDO LODOS ACTIVADOS

*A. Gordillo-González, J. Fuentes, D. Cervantes-Cervantes, M. Canul-Chan, J. Tec-Pool.*  
Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán,

## Resumen

Los detergentes son agentes limpiadores de uso doméstico empleados en la eliminación de las grasas y suciedad. La mayoría de estos son productos pueden contener sales sulfonadas, fosfatos y enzimas, entre otros compuestos, tales como sulfonato de alquibenceno, alquifenoles y algunos etoxilados<sup>1</sup>. Estos últimos, fungen como surfactantes (tensoactivos), que ejercen diversas funciones como humedecer, emulsificar, dispersar, solubilizar y favorecer o impedir la formación de espuma. Uno de los detergentes de mayor impacto son los fabricados con sulfonato de alquibenceno ya que son degradables en condiciones aeróbicas, pero resistentes en condiciones anaeróbicas, la mayoría de estos terminan en el manto freático debido a las condiciones del suelo kárstico yucateco, donde pueden generar problemas de contaminación del agua<sup>2</sup>. El tratamiento de lodos activados es un donde los microorganismos son completamente mezclados con la materia orgánica y el agua a tratar, tal manera, que ésta les funciona de fuente de carbono, y así depurar la materia orgánica(consumir) presente en el agua residual, teniendo como resultado agua libre de contaminantes. Es por ello que en el presente trabajo se pretende emplear lodos activados para tratar aguas residuales contaminadas con detergentes. Se emplearán sistemas de degradación empleando matraces con una capacidad total de 55 mL, la fracción de los lodos activados será de 20 mL y el resto de aguas residuales. La determinación de la degradación de la materia orgánica se analizara por la determinación de DQO, la presencia de los detergente a través del análisis de los carbonatos presentes, el crecimiento microbiano se realizará por medio de la evaluación del contenido de sólidos totales y volátiles, así mismo, se determinarán otros parámetros de operación como son pH y contenido de nitrógeno.

## Reconocimientos

Se agradece al laboratorio de química general y al laboratorio de ciencias de los alimentos de la FIQ-UADY por la infraestructura y por todo el apoyo otorgado para la realización de este proyecto.

## Referencias

1. R. Peraza, V. Delgado. Rev. Int. De contaminación ambiental. 2012. Pag.28-34
2. E. Rocha, Ing. De tratamiento de aguas residuales. 2008. Pag 1-2



# IDENTIFICACIÓN DE UNA MUTACIÓN POR DELECIÓN EN EL EXÓN 19 DEL GEN RECEPTOR DEL FACTOR DE CRECIMIENTO EPIDÉRMICO (EGFR) EN MUESTRAS DE ADN DE POBLACIÓN SANA DE YUCATÁN.

*P. N. López-González<sup>a</sup>, T. A. Contreras-Aguilar<sup>a</sup>, J. Sosa-Escalante<sup>b</sup>,  
I. García-González<sup>c</sup>, L. González-Herrera<sup>a</sup>*

<sup>a</sup>Facultad de Ingeniería Química, <sup>c</sup>Centro de Investigaciones Regionales "Dr. Hideyo Noguchi" Unidad Biomédica. UADY, <sup>b</sup>DIMYGEN Laboratorios, Mérida, Yucatán, México.

## Resumen

El receptor del factor de crecimiento epidérmico (EGFR) es uno de los cuatro miembros de la familia de receptores de membrana con actividad tirosina-cinasa (TK) conocidos de forma global como ErbB se sabe que son el principal blanco sensible en las terapias antitumorales<sup>1, 2</sup>. Dentro del dominio TK, drogas efectivas que inhiben el dominio TK se ha asociado a la respuesta al tratamiento y a la presencia de mutaciones activadoras, localizadas entre los exones 18 al 21, en el dominio TK del gen EGFR. Pacientes con tumores positivos a estas mutaciones muestran mayor supervivencia al tratamiento con inhibidores de TK, en comparación con pacientes cuyos tumores no presentan tales mutaciones. Las mutaciones en estado heterocigoto del gen EGFR, agrupadas en el dominio de unión a ATP causan activación independiente de ligando, mientras que simultáneamente aumentan la sensibilidad a inhibidores de TK. Comparada con un genotipo normal, los portadores de las mutaciones preferencialmente activan rutas de supervivencia y alteran la señalización. Dos mutaciones comprenden aproximadamente el 90% de las mutaciones del gen EGFR descritas en el adenocarcinoma de pulmón, siendo el exón 19 y 21. Una de ellas es la mutación por delección de 9 a 24 nucleótidos en las uniones del exón 19 que comprenden los codones 746-7501. El objetivo de este trabajo es detectar la mutación por delección en el exón 19 del gen EGFR en población sana de Yucatán. Se analizaron 54 muestras de ADN provenientes de sujetos sanos de población abierta. Se determinó la mutación por delección del exón 19 mediante la técnica de amplificación por la reacción en cadena de la polimerasa oligoaleloespecífica. Para la detección de la delección en exón 19 se usaron cuatro cebadores, dos externos P y Q, dos internos A y B. El fragmento PQ (444 pb) siempre amplifica y sirve como control de reacción interna. El fragmento AQ (325 pb) amplifica sólo con la secuencia de tipo salvaje. El fragmento PB (134 pb) sólo amplifica en ADN mutante. Por lo tanto un genotipo heterocigoto (1/0) se caracteriza por tener un fragmento amplificado AQ y PB, para homocigoto 1/1 con fragmento PQ-AQ y 0/0 con fragmento PQ-PB. Se encontraron 2 genotipos; los homocigotos sin la delección (1/1) y heterocigotos (1/0). Cabe mencionar que no se presentaron sujetos homocigotos con la delección (0/0). Las frecuencias genotípicas obtenidas fueron: 31% para 1/1, 0% para 0/0 y 69% para 1/0. Las frecuencias genotípicas para la población sana de Yucatán no se encuentran en equilibrio de Hardy-Weinberg ( $p=0.0001$ ), explicado tal vez por la ausencia de homocigotos 0/0 en la población o por limitaciones en el tamaño de la muestra. Los datos tienen de utilidad conocer la prevalencia en la que se presenta dicha mutación para aplicaciones asociadas con la respuesta a tratamiento por TK en cáncer de pulmón.

## Referencias

1. Regine Dahse, Alexander Berndt, Anne-Kristin Dahse & Hartwig Kosmehl. *Molecular Medicine Reports* 2008 (1) 45-50
2. Yvonne Hui-Fang Teng, Wai-Jin Tan, Aye-Aye Thike, Poh-Yian Cheok, Gary Man-Kit Tse, Nan-Soon Wong, George Wai-Cheong Yip, Boon-Huat Bay & Puay-Hoon Tan. *Breast Cancer Research* 2011 (13) 35-43

# DISTRIBUCIÓN DEL POLIMORFISMO CYP2D6\*2 EN EL GEN CITOCROMO P450 2D6 EN UNA MUESTRA DE LA POBLACIÓN DE YUCATÁN.

M. Carrillo Estrella<sup>a</sup>, G. Pérez-Mendoza<sup>b</sup>, Z. Cardeña-Carballo<sup>b</sup>, R. Rubi-Castellanos<sup>b</sup>, y L. González-Herrera<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, <sup>b</sup>Laboratorio de Genética, Centro de Investigaciones Regionales

## Resumen

La diferencia interindividual en respuesta a medicamentos se debe a variaciones en la secuencia de genes que codifican enzimas metabolizadoras, transportadores o receptores de medicamentos. Estas variaciones genéticas pueden corresponder a repeticiones nucleotídicas, inserciones, deleciones o polimorfismos de un nucleótido (SNP), lo cual modifica la secuencia de las proteínas codificadas y la expresión génica. Las principales enzimas responsables de variaciones hereditarias en el metabolismo de fármacos pertenecen a la superfamilia de genes citocromo P450. Una de las enzimas del P450 más polimórficamente expresadas es CYP2D6. La enzima CYP2D6 metaboliza principalmente fármacos antidepresivos, neurolépticos,  $\beta$ -bloqueadores y antiarrítmicos, los que actúan tanto a nivel del sistema nervioso central como a nivel circulatorio, además presentan una gran variabilidad en su actividad catalítica entre individuos, principalmente debido a los polimorfismos genéticos. La variante CYP2D6\*2, se encuentra en el exón 6 del gen CYP2D6, esta región contiene la transición 2850C>T responsable del cambio aminoacídico de una treonina a una serina. En este trabajo se determinará la frecuencia genotípica y alélica del polimorfismo\*2 del gen CYP2D6 en una muestra de voluntarios sanos de la población de Yucatán. El polimorfismo\*2 se determinará mediante la técnica de amplificación por la reacción en cadena de la polimerasa y digestión con la enzima de restricción HhaI (PCR-RFLP's). La identificación de los genotipos será por electroforesis en geles de poliacrilamida al 10% (PAGE). El fragmento amplificado es de 1029 pb que indica que el alelo está presente en la muestra, para el genotipo homocigoto C/C se obtiene un patrón de restricción bandas de 414, 372 pb; para el genotipo heterocigoto (C/T), bandas de 786, 414, 372 pb, y para el genotipo homocigoto mutado (T/T), una banda de 786 pb. Se han analizado 58 muestras de ADN de sujetos voluntarios sanos, en los que están presentes los tres genotipos. Se han encontrado 27 homocigotos silvestres (C/C), 27 heterocigotos (C/T) y 4 homocigotos mutados (T/T). La frecuencia alélica observada para el alelo silvestre C fue de 0.7 y para el alelo de riesgo T fue de 0.3. La frecuencia genotípica para C/C fue 0.47, para C/T fue 0.47 y para T/T fue 0.07. La distribución genotípica se ajustó al equilibrio de Hardy-Weinberg ( $p=0.54$ ). Los datos que se están generando son de utilidad para contribuir con el conocimiento sobre la prevalencia de la población yucateca con genotipos metabolizadores lentos o rápidos y para posterior aplicación en ajuste de dosis farmacológica para antidepresivos e hipertensivos.

## Reconocimientos

A la Fundación Educación Superior- Empresa (FESE) el apoyo otorgado para llevar a cabo este proyecto.

## Referencias

1. SF. Zhou, YM. Di, E Chan, YM Du, VD Chow, Current Drug Metabolism 2008 (9) 738-784

# AISLAMIENTO DE LAS ESPECIES MICROBIANAS PRESENTES EN UN CONSORCIO NATIVO DEGRADADOR DE PERICARPIO DE MAÍZ NIXTAMALIZADO Y ANÁLISIS DE SU CAPACIDAD BIOCATALÍTICA

*I. Molina-Pereira, R. Rojas Herrera, M. Canul Chan, A. González Burgos, N. Estrella Gómez y M. Sánchez González*  
Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Ingeniería Química. Mérida, Yucatán, México.

## Resumen

Actualmente, existe un gran interés en valorizar los subproductos agrícolas y/o agroindustriales diversificando los métodos y/o condiciones de producción, con vistas a la obtención de nuevas estructuras y compuestos de valor agregado. El pericarpio de maíz nixtamalizado es un residuo agroindustrial, que en México se genera en grandes cantidades al ser un subproducto de la industria encargada de la elaboración de la tortilla. Este residuo contiene un alto porcentaje de hemicelulosa por lo que se considera una fuente importante de arabinoxilooligosacáridos.

El abundante contenido de arabinosa refleja el alto grado de ramificación del arabinoxilano, lo que dificulta la obtención de arabinoxilooligosacáridos por métodos enzimáticos directos. Los arabinoxilooligosacáridos son denominados prebióticos emergentes, debido a que poseen un potencial prebiótico promisorio; de igual manera, pueden ser obtenidos de material lignocelulósico de bajo costo, rico en hemicelulosa que normalmente es desechado por la industria agroalimentaria, tal es el caso del pericarpio de maíz, de igual manera es importante para la generación de fuentes de combustible alternativo (biocombustible) así como también es una fuente azúcares siendo estos usados en la industria agroalimentaria.

Sin embargo, existen reportes a cerca de la complejidad para la obtención de los arabinoxilooligosacáridos a partir de pericarpio de maíz, en los trabajos previos se emplea una hidrólisis química-enzimática que permite hidrolizar a los enlaces específicos, de tal forma que se evita obtener metabolitos secundarios que no son de interés.

Es debido a lo anterior, el presente trabajo pretende aislar y purificar cepas a partir de un consorcio capaz de degradar pericarpio de maíz, las cuales presenten un potencial enzimático promisorio para degradación del pericarpio y de esta forma generar un consorcio artificial (cultivo mixto) debido a que los consorcios nativos tienen una alta predisposición a modificar su estructura a nivel taxonómico.

## Reconocimientos

Se le agradece a la FIQ-UADY por la infraestructura y por todo el apoyo otorgado para la realización de este proyecto, de igual manera al Dr. Rafael Rojas por proveernos de los materiales utilizados, la Dra. Mónica Sánchez quien ha sido parte importante para el desarrollo y dirección de este proyecto.

## Referencias

1. A Paz-Lago D., y Hernández M. 2000. Purificación y caracterización parcial de la enzimaxilanasas a partir del preparado comercial Novoban 240. *Cultivos tropicales* 21: 27-31.
2. Rostro Alanis Magdalena (2014). Obtención Y Caracterización Química de Arabinoxilooligosacáridos a Partir de Pericarpio de Maíz Nixtamalizado y Determinación de la Actividad Prebiótica y Actividad Antioxidante.

# ASOCIACIÓN DEL POLIMORFISMO Q223R DEL GEN RECEPTOR DE LEPTINA (LEPR) CON OBESIDAD EN ESCOLARES DE MÉRIDA, YUCATÁN.

R. Alvarado-Vargas<sup>a</sup>, M. López-González<sup>b</sup>, Z. Cardeña-Carballo<sup>b</sup>, G. Pérez-Mendoza<sup>b</sup>,  
D. Pinto-Escalante<sup>b</sup>, L. González-Herrera<sup>b</sup>.

<sup>a,b</sup>Laboratorio de Genética, Centro de Investigaciones Regionales "Dr. Hideyo Noguchi" Unidad Biomédica, UADY. Mérida, Yucatán Mexico.

## Resumen

La obesidad es una enfermedad compleja y multifactorial, resultado de la interacción entre factores genéticos, conductuales y ambientales que pueden influir en la respuesta individual a la dieta y la actividad física. Se estima que del 40 al 70% de la variación en fenotipos asociados a la obesidad como peso corporal, índice de masa corporal, porcentaje de grasa corporal, o masa libre de grasa, concentraciones circulantes de adipocitocinas, y otros marcadores de inflamación; es heredada<sup>1</sup>. El gen receptor de leptina o LEPR (1p31), tiene un papel importante en la regulación del peso corporal. Se han descrito varios polimorfismos del gen receptor de leptina como Lys109Arg, Gln223Arg, Ser343Ser, Ser492Thr, Lys656Asn, sin embargo el que ha sido más relacionado con el desarrollo de obesidad es el Q223R. El polimorfismo Q223R en el gen receptor de leptina es resultado de la sustitución del aminoácido, una glutamina (Q) por una arginina (R). Ésta sustitución sucede en el exón 6 que se encuentra en la región extracelular del receptor LEPR, dentro de la primera citoquina dominio (dominio C), lo que representa un sitio de unión a la leptina; por lo cual se podría afectar la funcionalidad del receptor y alterar su capacidad de señalización<sup>2</sup>. En este trabajo se incluyeron 190 escolares no obesos (casos) y 212 escolares obesos (controles), se determinó el polimorfismo por medio de la técnica de amplificación por la reacción en cadena de la polimerasa en tiempo real. La distribución genotípica en los obesos fue de A/G con 53%, A/A 24% y G/G 23%; mientras que en los no obesos se obtuvo para el genotipo heterocigoto (A/G) el 45%, seguido por el genotipo mutado (A/A) con 32% y los homocigotos silvestres (G/G) con 23%. En ambos grupos, las frecuencias genotípicas se ajustaron al equilibrio de las poblaciones ( $p > 0.05$ ). No se encontró diferencia significativa entre la distribución de las frecuencias genotípicas y alélicas entre los escolares obesos y no obesos ( $p = 0.90$  para GG vs. AG + AA,  $p = 0.40$  y  $0.52$  para GG vs. AA y GG vs. AG Respectivamente), lo que sugiere que el polimorfismo no está asociado con el riesgo de desarrollar obesidad en la población infantil estudiada. Así mismo, los valores medios de indicadores de obesidad, IMC<sub>Pc</sub>, circunferencia de cintura e índice cintura estatura no arrojaron diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) de acuerdo al genotipo para el polimorfismo Q223R.

## Reconocimientos

Al fondo sectorial de Salud CONACYT (SALUD-2012-01-180512) y a los padres y escolares de las escuelas participantes por todo el apoyo otorgado para llevar a cabo este proyecto

## Referencias

1. M. Tejero. Bol. Med. Hosp. Infant. 2008 (65) 441-450.
2. N. Yiannakouris; M. Yannakoulia; L. Melistas; J. Chan, D. Klimis-Zacas; C. Mantzoros. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. 2001 (86) 4434-4439.

# AISLAMIENTO DE CÉLULAS MADRE DE LA PULPA DENTAL A PARTIR DE DIENTES DE LECHE

*Jorge. Martínez-Cambranes*

Facultad de Ingeniería Química, Mérida, Yucatán, México.

## Resumen

Desde hace algunos años, el campo de estudio de las células madre (CM) representa un tema de interés en la investigación científica. Las últimas investigaciones acerca de células madre reportan que se han aisladas a partir de varios tejidos adultos, incluyendo médula ósea, tejido neural, músculo, piel, retina y folículos pilosos<sup>1</sup>. Las CM son células no diferenciadas que tienen la capacidad de auto-renovarse y pueden diferenciarse en tejidos de diferentes linajes y regenerarse in vivo. Actualmente se ha generado también el interés de aislar CM de origen dental, esto debido a que los dientes son considerados un material de desecho cuando son perdidos por diferentes motivos (trauma, enfermedad periodontal) o extraídos por indicación ortodóntica. Las células madre de la pulpa dental (CMPDs) se pueden obtener de los dientes permanentes y primarios, de los terceros molares y a partir de los dientes deciduos en humanos<sup>2, 3, 4</sup>. A diferencia de otros tejidos donde existen “nichos” de células madre, las muestras dentales presentan la ventaja de que la extracción no implica cirugías invasivas y el aislamiento de células madre es altamente eficiente además de que mantienen un gran potencial de diferenciación y proliferación una vez aisladas<sup>5,6</sup>. Con la finalidad de contribuir al conocimiento de las CM, el propósito de esta investigación se basa en llevar a cabo el aislamiento de células madre a partir de dientes de leche para su posible aplicación biotecnológica.

## Reconocimientos

Mi agradecimiento la Dra. Beatriz Rodas Junco por su disponibilidad y apoyo en la realización de este trabajo. También agradezco a la FIQ-UADY por la infraestructura y facilidades otorgadas para la realización de este proyecto.

## Referencias

- 1.F. Magallanes et al., Rev. Odont. Mex. 2010 (Vol.1) pag. 15-pag. 20.
2. Miaura et al., PubMed 2003
3. Laino et al., PubMed 2005
4. Gronthos et al., J. Dent. Rest. 2014
5. Sonoyama et al. , PubMed 2009
6. Shi et al., J Bone Miner. Rest. 2003

# EFICIENCIA DE UNA TORRE DE ENFRIAMIENTO A PARTIR DE LA MANIPULACIÓN DE SUS VARIABLES.

*Joaquín Armando Uicab Cua, Edder Addiel Jiménez Patraca.*  
Facultad de Ingeniería Química de la UADY, Mérida Yucatán México.

## Resumen

En el ámbito industrial una torre de enfriamiento es utilizada como un intercambiador de calor, que enfría el agua caliente proveniente de un proceso, esto se realiza con el fin de re circular el agua y/o evitar la contaminación térmica por su vertimiento al ambiente. En la transferencia del calor en una torre de enfriamiento, existe generación de calor sensible y calor latente, al entrar en contacto el agua caliente con el aire.

El agua que sale de la torre de enfriamiento se pondrá en contacto con aire a baja temperatura a presión atmosférica para posibilitar la condensación y solucionar el gasto innecesario de agua en una torre de enfriamiento de esa forma también se contribuye a la reducción de diversos tratamientos de agua y problemas de incrustación en sistemas de refrigeración.

El grado en que el agua puede utilizarse está determinado en gran parte por la efectividad de los tratamientos de control de calidad que integran el sistema de reutilización. Puesto que aproximadamente el 80 % de toda el agua usada en la industria se emplea para enfriamiento, la eliminación de la contaminación calorífica es un problema vital.

En sistemas de reciclaje, el agua se enfría por medio de estanques de aspersión, rociamiento, tanques y torres de enfriamiento, condensadores de evaporación e intercambiadores de calor enfriados con aire, Todos, excepto el ultimo dependen del efecto de enfriamiento por aireación, por cada reducción de 5.5 °C en la temperatura se evapora alrededor del 1% del agua circulante y la pérdida es independiente del tipo de sistema en que se efectúa la evaporación, si no se toman en cuenta las pérdidas por viento que son relativamente pequeñas.

Una torre de enfriamiento es un sistema de enfriamiento abierto y de recirculación abierto estas unidades están básicamente abiertas a la atmósfera, a la que se cede calor durante el proceso de evaporación. La evaporación y el afecto de enfriamiento producido disminuyen la temperatura de la masa de agua, que circula por una variedad de equipos de intercambio de calor, absorbe el calor y vuelve a la torre abierta para repetir el ciclo. Los sistemas de recirculación abiertos pueden formar parte de otros sistemas, tales como un sistema cerrado, donde el calor es eliminado de una fuente que no está abierta a la atmósfera. El proceso es muy simple y eficiente, siempre y cuando los distintos equipos se mantengan en las condiciones de trabajo apropiadas.

En el caso de esta investigación se estudiará el comportamiento de una torre de enfriamiento mecánico de tiro forzado a contracorriente.

En una torre de tiro mecánico, la posición del ventilador indica si la torre es de tiro inducido o forzado. Las torres de tiro inducido aspiran el aire por la torre mientras que las torres de tiro forzado lo impulsan a través de la misma.

## Reconocimientos

Se le agradece al IIQ Luis Flores Prén por el asesoramiento y apoyo otorgado, de igual manera a la FIQ-UADY por la equipamiento necesario para la realización de este proyecto.

## Referencias

1. Yongbo Qin, Hongfang Gu, Haijun Wang, Investigation on the impact of the enviroment wind velocity. 2014 (7) 469-476.
2. A.M. Najib, M.A. Mustafa, Z. Jamaludin, Applied Mechanics and Materials. 2015 (699) 498-503.
3. Hossein Ahmadikia, Mohsen Soleimani, Ehsan Gholami, Simultaneous effects of wáter spray crosswind on performance of natural draft dry cooling tower. 2014 (17) 443-455.



# ESTUDIO DEL PRE-TRATAMIENTO TÉRMICO A BAJAS TEMPERATURAS EN EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE DIGESTIÓN ANAEROBIA DE LODOS RESIDUALES.

*Rigel Peniche-Muñoz, Alejandro Zepeda-Pedreguera, Rafael Rojas Herrera, Araceli González Burgos y Juan Enrique Ruíz-Espinoza*

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

## Resumen

Debido a la gran cantidad de lodos que se produce en el tratamiento de aguas residuales, se han aumentado los problemas ambientales, sociales, económicos relacionados con el procesamiento y la disposición de este material. Las altas concentraciones de microorganismos patógenos y la dificultad para eliminarlos han aumentado la problemática ambiental. Una opción viable es la digestión anaeróbica (DA), la cual brinda estabilización a la materia orgánica y la generación de biogás<sup>1</sup>. La DA es un proceso en el que las macromoléculas pasan por varios procesos como tales como hidrólisis, acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis, obteniéndose un producto final estabilizado y bioenergía<sup>2</sup>. Una de las principales desventajas es que la DA es que es un proceso más lento (20-30d), se conoce que la hidrólisis es la etapa limitante de la anaerobiosis<sup>3</sup>. Por lo anterior en el presente proyecto se evalúa el pre-tratamiento térmico a baja temperatura como una estrategia de pre-hidrólisis de los compuestos orgánicos (DQOs, carbohidratos y proteínas) presentes en los lodos y su efecto en la inactivación de microorganismos patógenos y parásitos, así como el efecto en la digestión anaerobia a través de la evaluación de la eficiencia de remoción de la materia orgánica, tiempo de residencia hidráulica, producción de biogás y metano.

## Reconocimientos

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

## Referencias

1. Elliott, A., Mahmood, T. (2007). Pretreatment Technologies for advancing anaerobic digestion of pulp and paper biotreatment residues. *Water Research*. 41 (19) 4273-4286 N
2. Climent M, Ferrer I, Baeza MD, Artola A, Vazquez F, Font X. Effects of termal and mechanical pretreatments of secondary sludge on biogas production under thermophilic conditions. *Chem Eng J* 2007; 133:335–42.
3. Carrère H., Dumas C., Battimelli A., Batstone D.J., Delgenès J.P., Steyer J.P., Ferrer I. (2010) Pretreatment methods to improve sludge anaerobic degradability: A review. *Journal of Hazardous Materials* 183 (2010) 1–15

# PRODUCCIÓN DE BIOGÁS A PARTIR DE EXCRETAS PORCÍCOLAS DE MÉRIDA YUCATÁN

*J. Roberto Pisté-Canché, Alejandro Zepeda-Pedreguera, Diana Cabañas Vargas  
y Juan Enrique Ruiz-Espinoza*

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

## Resumen

En la actualidad las granjas porcícolas del estado de Yucatán presentan sistemas de tratamiento de excretas con bajas eficiencias de remoción de contaminantes generando problemas ambientales en las zonas cercanas a las descargas y una potencial contaminación de mantos acuíferos<sup>1</sup>. Para la resolución de los problemas generados es necesario la implementación de alternativas viables permitiendo con esto la sustentabilidad de la práctica porcícola en la región<sup>2</sup>. La digestión anaerobia se presenta como una opción al tratamiento de los desechos porcícolas produciendo biogás rico en metano, sin embargo existe una problemática en el proceso debido a las altas concentraciones de nitrógeno en las excretas provocando inhibición de los microorganismos anaerobios y desestabilización en el sistema<sup>3</sup>. Por lo tanto, en este trabajo se pretende estudiar el comportamiento de la digestión anaerobia a través de la eficiencia de remoción de materia orgánica, producción de biogás y metano, tiempo de residencia hidráulica y características de los biosólidos obtenidos de excretas provenientes de una granja porcícola cercana de la Cd. de Mérida. Como primer paso se realizará la caracterización de los desechos (ST, SV, NTK N-NH<sub>3</sub> proteína total, carbohidratos, lípidos y proteínas). Con el propósito de eficientizar y disminuir el tiempo de digestión anaerobia se llevará a cabo un incremento en la Carga Volumétrica Aplicada al proceso (1, 2, 3 y 4 Kg SV/m<sup>3</sup>.d) y la evaluación de la estabilidad en el sistema a partir de los parámetros antes mencionados. Para ello se arrancarán 6 biorreactores anaerobios con concentración de ST del 3% y como inóculo el exceso de biomasa de un reactor metanogénico que trata lodos activados. El experimento se realizará a una temperatura de 35°C, iniciando con una operación por lotes y posteriormente en semicontinuo.

## Reconocimientos

Se le agradece a los laboratorios de Biotecnología y Química Inorgánica por la infraestructura prestada para el inicio de este proyecto.

## Referencias

1. Roberto I. Escalante Semerena, Adam G. Drucker, Verónica Gómez González, Sergio Magaña Rueda. Rev. Lat. De Economía, vol. 34 N. 135, 2004.
2. Marco Antonio Garzón Zúñiga y Gerardo Buelna. Rev. Int. Contam. Ambiental 2014 vol.30 no.1 México.
3. Wanqin Zhang, Quanyuan Wei, Shubiao Wub, Dandan Qi, Wei Li, Zhuang Zuo, Renjie Dong. Applied Energy 128 (2014) 175–183.



# ESTUDIO DE LA CINÉTICA DE INTERACCIÓN DE LA MICROFLORA DURANTE LA FERMENTACIÓN DEL TEJUINO

*A. Rivas- Aguayo, G. Chalé-Can, S. Cortés- Aguilar, M. Medina-Ojeda, y  
D. Escalante-Réndiz.*

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán.

## Resumen

Se considera importante el estudio de la interacción de los microorganismos involucrados durante el proceso fermentativo de bebidas artesanales, debido a las características sensoriales propias que atribuyen directamente en el sabor, olor y consistencia. El objetivo del trabajo fue estudiar la cinética de interacción de los microorganismos aislados de esta bebida artesanal.

Se utilizaron microorganismos previamente aislados del tejuino elaborado artesanalmente. Se elaboró un cultivo mixto en caldo de almidón-piloncillo, esto se realizó por quintuplicado y se tomaron muestras cada 24 horas durante 72 horas, a partir del tiempo 0. Se determinaron parámetros cinéticos: biomasa, proteínas, azúcares reductores y porcentaje de alcohol. Se calcularon las velocidades de crecimiento en cada tiempo de la cinética y el rendimiento de los productos de la fermentación.

Se concluyó que existen interacciones positivas y negativas de los microorganismos involucrados en la elaboración del tejuino, lo que ayudará a conocer sobre la ecología microbiana de esta bebida fermentada.

## Reconocimientos

Al laboratorio de microbiología de la facultad de ingeniería química de la Universidad Autónoma de Yucatán. Y a la M. en C. Diana Rendíz Escalante por su invaluable apoyo

## Referencias

1. Long J., Taboada J. (2003). Bebidas Fermentadas Indígenas: cacao, pozol, tepaches, tesgüino y tejuino. En: Conquista y Comida: consecuencias del encuentro de dos mundos. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 437-445.

# DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES (RSM) EN MÉXICO COMO INSUMO DE BIORREFINERÍAS

U. R. Gracida-Álvarez<sup>b</sup>, J. C. Sacramento-Rivero<sup>b</sup>, D. R. Shonnard<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Ingeniería Química, Michigan Technological University, <sup>b</sup>Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Yucatán.

## Resumen

La creciente generación de RSM se ha convertido en una problemática importante a resolver, debido a que los sitios destinados para su disposición final están cerca de alcanzar su capacidad total. Por consiguiente, varios estudios se están llevando a cabo para evaluar su uso en la generación de productos con alto valor agregado. Entre las opciones más atractivas se encuentran la producción de combustibles alternos y químicos de especialidad. Actualmente en México solo se recicla el 4.8% de los residuos generados<sup>2</sup>, por lo que existe un alto potencial de utilizar el porcentaje restante para satisfacer, en alguna medida, la demanda de combustibles en el país. Como una estrategia para evaluar el impacto que esta tecnología podría tener el país, el presente proyecto propone recabar información de la generación y composición de los RSM en el país. Posteriormente, se calculará producción de combustibles alternos utilizando rendimientos reportados en la literatura. Finalmente, el impacto ambiental se determinará por medio del análisis de ciclo de vida (LCA) el cual será comparado con el LCA de la producción de combustibles fósiles.

Como resultados preliminares de este trabajo se presentan las cantidades, en base seca y post-reciclaje, de RSM disponibles para la generación de combustibles alternos, utilizando un proceso de biorrefinería.

Tabla 1. Cantidad de RSM disponibles por categoría y ciudad (en base seca)

Residuo		MXC	GDL	MTY	PUE	TOL	MID	Nacional
Alimenticio	517,160	74,725	22,005	66,799	25,760	27,008	4,972,252	
Jardinería	213,829	28,601	25,654	25,127	9,734	10,028	1,881,741	
Madera		16,425	3,006	1,607	2,953	1,051	1,458	197,100
Textiles		138,860	11,565	7,211	6,143	2,353	3,318	433,900
Hule		10,736	2,290	653	1,500	534	740	100,100
Plásticos		596,228	53,689	27,493	103,863	9,264	44,027	4,440,453
Metales		39,346	4,679	7,041	10,978	7,346	7,766	840,084
Vidrio		90,643	17,824	15,527	27,676	9,408	18,441	1,810,151
Papel		215,474	19,628	28,327	40,749	14,163	29,451	2,686,586
Cartón		153,703	13,937	12,216	29,522	10,261	21,337	1,946,394
Otros		690,288	109,331	73,260	68,722	38,537	36,529	4,773,792

## Reconocimientos

A CONACYT por la beca otorgada para la realización de los estudios de doctorado de uno de los autores y a Michigan Technological University por brindar las instalaciones para la realización de este trabajo.

## Referencias

1. A. Durán Moreno, M. Garcés Rodríguez, A. R. Velasco, J. C. Marín Enríquez, R. Gutiérrez Lara, A. Moreno Gutiérrez, N. A. Delgadillo Hernández, *Rev. Int. Contam. Ambie.* 2013 (29) 39-461.
2. SEMARNAT, Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales, indicadores claves y de desempeño ambiental. Edición 2012. 2013.

# ESTABILIZACIÓN DE UN CONSORCIO MICROBIANO DEGRADADOR DE PERICARPIO DE MAÍZ NIXTAMALIZADO

*O. Casanova-Carvajal, J. Martín-Yam, Dr. M. Canul-Chan y M. Sánchez-González.*  
Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán México.

## Resumen

El pericarpio de maíz nixtamalizado es uno de los mayores residuos agroindustriales de México debido a la gran demanda de la población. En la actualidad, el proceso aplicado a dichos residuos constituyen altos costes de mantenimiento debido a la presión y temperaturas críticas empleadas, por ello se plantea un tratamiento biotecnológico más efectivo y de menor costo de mantenimiento para el cual se requiere un consorcio estabilizado.

Para tal efecto, se inóculo pericarpio de maíz nixtamalizado ya tamizado a mezclas de extracto de levadura y agua previamente esterilizada y enfriada; y se mantuvo en agitación y temperatura constante. Se hicieron resiembras y todos los días para cada una se realizaron muestreos para caracterizar química y microbiológicamente al consorcio con el fin de determinar la estabilización del mismo. En la Figura 1 se muestra una de las resiembras antes (A) y después del proceso (B); también se muestra una gráfica en la cual se logra apreciar las tendencias de crecimiento de cada resiembra y con la cual se puede definir el grado de estabilización del consorcio.

## Reconocimientos

Se le agradece a la FIQ-UADY por la infraestructura y por todo el apoyo otorgado para la realización de este proyecto así como a la compañía GRUMA S.A.B. de C.V. (YUCATÁN) por el pericarpio de maíz nixtamalizado y su ayuda al proyecto.

# ANTEPROYECTO DE MEJORAS EN LA EMPRESA KUKULCAR: LOGÍSTICA EN EL NEGOCIO DE COMPRA-VENTA DE AUTOMÓVILES

*M. Ortiz Couoh, J. Gómez Apolinar, M. Juárez Muñoz, E. Villanueva Castillo,  
y F. Pérez Blanco.*

Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Yucatán.

## Resumen

Antiguamente, se creía que la suciedad y el desorden en los talleres y refaccionarias automotrices era sinónimo de éxito y buen servicio. Hoy en día, gracias a las nuevas tecnologías y la innovación, se ha roto el viejo estereotipo del mecánico sucio trabajando en un lugar sucio e inseguro. Los talleres que están organizados suelen ser más eficientes por lo que lograr organizar los talleres, el hábito de limpieza en el área de trabajo y cuidado de las herramientas crean un ambiente de mayor productividad, calidad en el servicio y seguridad. Un ejemplo claro de lo anterior son los talleres como el de la Toyota, en ellos se ha logrado una casi perfecta relación hombre-máquina debido a sus avances en logística.

Dentro de este contexto el objetivo principal de este proyecto es aplicar mejoras en la organización del taller de autos “Kukulcar”, aplicando temas de logística para conseguir mayor calidad, seguridad y eficiencia en los servicios otorgados además de reducir los costos relacionados. Cabe mencionar que esta investigación tiene un enfoque cualitativo, debido a que se pretende enfocar en áreas como la Comodidad, en la cual se pretende crear áreas de trabajo confortables para clientes y trabajadores, ya que está comprobado que en un ambiente laboral óptimo los trabajadores se sienten animados y trabajan mejor. Dentro de las actividades a realizar para lograr el objetivo de este trabajo se encuentran: la reorganización de las herramientas para mejorar su visibilidad y accesibilidad, además de determinar las herramientas que hacen falta. También es necesario reubicar las áreas asignadas para cada tarea del taller, mejorando la visión desde fuera. Además, se reorganizará la bodega y se creará otra extra, en el edificio central, donde se guardarán herramientas. Finalmente se desea lograr un correcto manejo de los residuos a través del reciclaje para reducir los impactos ambientales producidos por los desechos de la empresa, tales como los aceites, metal, óxido y vidrios rotos.

## Reconocimientos

Agradecemos a la administración de la empresa “Kukulcar”, al brindarnos el libre acceso a las instalaciones y los permisos necesarios para realizar la investigación.

## Referencias

1. R. Casanova, O. Barrera. Logística y comunicación en un taller de vehículos 2014 (1ª edición)

# OPTIMIZACIÓN DEL TRANSPORTE DE POLVO Y GRAVA EN EL SURESTE DE MÉXICO.

*Yazmín Conrado Vega, Karina Cortes Canto, José García Martín,  
Juan Rodríguez Cervera y Pablo Sánchez Aban.*

Facultad de Ingeniería Química. Universidad Autónoma de Yucatán.

## Resumen

Actualmente, el estudio de los costos relacionados a la adquisición de la materia prima es de suma importancia ya que existen diversas problemáticas ligadas a ellos que hasta el momento no se les ha tomado en cuenta. Un tema relacionado con lo anterior, es la merma (pérdida o reducción de un cierto número de mercancías<sup>1</sup>) resultante del transporte de materias primas, esta genera pérdidas entre el 10 y 30% del material aproximadamente<sup>2</sup>, produciendo problemas ambientales, sociales y de tránsito. Una problemática interesante dentro de este tema es la merma generada en la distribución de los elementos empleados en la construcción de edificios. En el sureste de México la mayoría de municipios están conectados, esto facilita la distribución de la materia prima pero las vías de transporte aunado al mal estado de vehículos y a la falta de capacitación de los trabajadores aumenta la merma traduciéndose en grandes pérdidas económicas.

En este proyecto se plantea la investigación de la distribución del polvo y grava, materia prima de construcción que se comercializa en el sureste de México. Dentro del estudio se propondrán soluciones para eliminar la merma durante el transporte de estos elementos y con ello reducir los problemas mencionados anteriormente. Básicamente las soluciones consisten en simular y optimizar las rutas de transporte con la finalidad de encontrar las mejores condiciones (que no haya demasiado tráfico, evitar rutas urbanizadas, calles en mal estado, etc.). Además, se propone hacer una comparación con diferentes tipos de vehículos para encontrar el transporte adecuado considerando el tipo de producto y criterios como el costo, tiempo de carga y descarga, accesibilidad al material (barandas y su compuerta trasera, rebatibles<sup>3</sup>), seguridad y emisiones de CO<sub>2</sub>.

## Reconocimientos:

Le agradecemos a “Joramo Constructora” por proveernos los datos necesarios para realizar nuestra investigación, a la FIQ-UADY por la infraestructura y por todo el apoyo otorgado para la realización de este proyecto, así como al Ing. Manuel Rodríguez Cervera el cual nos facilitó los datos y nos asesoró en nuestra investigación.

## Referencias:

1. Real Academia Española. Diccionario de la lengua española 2014. (23.aed.).
2. Teresa Altahona. (2009). Contabilidad de costos 2009 (Vol.1) Unidad I. (Editorial Porter)
3. María Laura VITERI. Resultados de investigación, Empresarios Innovadores: Industrialización de Frutas Finas Argentinas. 2008 Pág.15.

# SEGURIDAD INDUSTRIAL EN MICROEMPRESAS

*A. Amador-Encalada, A. Castillo-Pérez, M. Cetina-Cruz, L. Ramayo-Cetz, C. Poot-Ramos  
Facultad de Ingeniería Química-UADY, Mérida, Yucatán México.*

## Resumen

Actualmente la ciudad de Mérida ha tenido un desarrollo industrial progresivo. Hoy en día se puede ver grandes industrias, como la Dondé, Bimbo, La Lupita y es común ver alrededor de estas empresas cocinas económicas, molinos, fondas, entre otros, que son negocios que satisfacen las necesidades de los trabajadores. Pero ¿Qué tan seguro son estos establecimientos? ¿Llevan algún control de seguridad en sus establecimientos?

Esta investigación es importante ya que es de carácter informativo; se podrá ayudar a las microempresas en el área de alimentos para que puedan estar preparados y prevengan los accidentes que pueden surgir dentro de éstas. El problema consta básicamente de la falta de seguridad en las maquinarias e instalaciones con las que cuentan las microempresas y la falta de conocimiento de reglamentos de seguridad.

Encuestas realizadas en el 2008 por la Comisión Consultiva Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, arrojaron como resultado que menos del 54% de todas las empresas Mexicanas registradas cuentan con un plan de seguridad industrial. Con esto se puede concluir y verificar que no toda la población pone en práctica o cuenta con información acerca del tema.

Es por eso, que la investigación se centra en la importancia de ser conscientes sobre este tema. Debido a que cuando suceden estos accidentes no se puede culpar a los dueños, jefes o empleados, porque todos tendrían un poco de culpa. La investigación se limita en una colonia en específico, esta muestra podrá inducir las condiciones de seguridad de esta clase de negocios en la ciudad de Mérida. Para llevar a cabo la investigación se tiene presente que los problemas están relacionados con los temas de seguridad industrial, microempresas, permisos y las condiciones que el gobierno exige para permitir el funcionamiento de éstos.

Principalmente es un deber moral, debido a que ningún trabajo debería de tener algo perjudicial en la salud de los trabajadores. Por otra parte, que una empresa se oriente en proteger a los empleados, ocasiona que los procesos y el ambiente de trabajo se conviertan en un arma competitiva.

Con esto los resultados que se esperan son los siguientes

Identificar las principales fuentes problemáticas que se tienen en las pequeñas industrias y que pueden ser causa de accidentes.

Encontrar soluciones óptimas que puedan llevarse a cabo para prevenir los posibles accidentes.

Gracias a la conciencia y acciones que se generan con ésta investigación las pequeñas empresas se verán en mejora, de tal manera que le darán al futuro cliente la confianza de sentirse seguro al hacer sus compras y con ello la oportunidad de crecimiento.

## Reconocimientos

Por último un agradecimiento a la FIQ-UADY, incluyendo al personal docente, por brindar su apoyo y darnos la posibilidad de desarrollar este proyecto.

## Referencias

1.- Mtra. Cecilia Aguilar Ortega, Mtra. Thelma Cetina Canto, "Accidentes laborales: Causas, Tipos y su relación con variables organizacionales y sociodemográficas" (2008) pág. inicial 23, pág. final 25.

# OPTIMIZACIÓN EN TIEMPOS DEL TRANSPORTE PÚBLICO MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE TARJETAS ELECTRÓNICAS

*M. S. Aguilar-Romero, D. Alamilla-Leon, M. Arellano-Santaella, M. L. Campos-Reyes, R. Capitaine-Aceved y, K. E. Escamilla-López*  
Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Ingeniería Química, Mérida, Yucatán, México.

## Resumen

El funcionamiento de las ciudades se ve amenazada por un modelo de transporte urbano no sustentable desde las perspectivas económica, social y ambiental. La ciudad de Mérida, al ser la mayor ciudad y capital del estado de Yucatán, es la urbe con mayor grado de desarrollo en el estado de Yucatán (1). Mérida no ha sido la excepción con respecto a este problema, la ciudad presenta serias deficiencias en el sistema de transporte público actual entre ellos los largos tiempos de espera entre camiones y el estado en las que se encuentran las diferentes unidades de transporte.

Existen varias alternativas para lograr una mejora en el transporte público, una de ellas es el programa de “Modernización del Transporte Público de Mérida” el cual considera una inversión de más de mil 500 millones de pesos para realizar los trabajos sobre nuevas vialidades, paraderos, modificaciones de rutas, equipos para el sistema de prepago y el financiamiento de nuevas unidades (2). Esta investigación pretende contribuir a la mejora del sistema de transporte urbano al proponer la simplificación del proceso de pago ya que durante este proceso el conductor pierde tiempo valioso para los usuarios y se desconcentra de su principal función: manejar. La propuesta consiste principalmente en la implementación de una tarjeta electrónica de pago que ayudará a simplificar tal proceso, y por ende, los conductores de las unidades estarán más concentrados en su principal función al reducir la interacción con el usuario al mínimo necesario. Para la obtención de resultados y conclusiones, se implementará un prototipo en la ruta del Circuito Metropolitano.

## Reconocimientos

Agradecemos a la FIQ-UADY por brindarnos la infraestructura necesaria para realizar este proyecto.

## Referencias

1. García, G., Oliva, Y. & Ortiz R. (Mayo 19, 2011). Distribución espacial de la marginación urbana en la ciudad de Mérida, Yucatán, México. Universidad Nacional Autónoma de México. Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía, 77
2. Hernández, A. (2013). En mal estado, la mayor parte del transporte público. Abril 23, 1015, de SIPSE Sitio web: <http://sipse.com/milenio/el-sobrecupo-es-otro-de-los-problemas-del-transporte-publico-en-merida-62941.html>

# LOGÍSTICA HOSPITALARIA EN EL ÁREA DE URGENCIAS

*Vanessa Aranda-Tun, Oscar Chávez-Tuyub, Sahyly Juárez-Pérez, Felipe Loría-Bote,  
Andrea Marroquin-Barrera, y Jessica Palomo-Cetina*

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

## Resumen

La Logística Hospitalaria es el conjunto de acciones desarrolladas para la presentación de un efectivo servicio médico a un paciente. Esto abarca los servicios de programación de citas, seguridad y despacho de suministros para los pacientes (1). La Logística Hospitalaria es esencial para los hospitales porque ayuda a mantener el control de las actividades que se realicen y a planear las acciones para el logro de objetivos; de igual forma ayuda a establecer y mantener los niveles de comunicación existentes en la organización, identifica las actividades primarias y determina que la gestión se fundamente en un enfoque centrado en el paciente (2).

Este proyecto aborda una problemática que existe en el Hospital Regional Benito Juárez del Instituto Mexicano del Seguro Social en Mérida, Yucatán; en el área de urgencias, con la finalidad de optimizar los servicios y contribuir a lograr el objetivo de brindar un servicio de calidad a sus usuarios. De acuerdo a lo anterior, este proyecto se concentra en la parte de la logística hospitalaria de manera que los usuarios sean atendidos con mayor rapidez y eficacia. Para la realización de este proyecto se pretende utilizar técnicas y metodologías de ingeniería industrial y de logística hospitalaria. Los resultados esperados en éste proyecto serán mejorar el servicio existente en materia de movilización del personal así como de la entrada y salida de los materiales utilizados para prestar el servicio.

## Reconocimientos

Agradecemos al Hospital Regional Benito Juárez de la ciudad de Mérida, Yucatán por todo el apoyo otorgado y de igual manera agradecemos a la Facultad de Ingeniería Química por su apoyo.

## Referencias

1. Londoño M., Morera G & Laverde P., Administración Hospitalaria 2008 Ed. Médica Internacional
2. Pérez C., Revista de Logística 2012., <http://www.revistadelogistica.com>



# SISTEMA DE TRANSPORTE URBANO DE LA CIUDAD DE MÉRIDA, YUCATÁN.

*J. Acevedo-Trejo, E. Dávila Madrid-Oropesa, A. May-Flota, C. Sanguino-Rivero, R. Sosa-Fernández del Campo, K. Valencia-Cruz.*

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

## Resumen

En la ciudad de Mérida, Yucatán, se puede observar que el transporte público más común es el autobús, aunque también la “combi” es bastante popular. Con el ritmo de crecimiento que está teniendo la ciudad, el tema del transporte urbano cobra más importancia día a día.

Un objetivo claro en este anteproyecto es garantizarle a la sociedad el acceso a los diferentes servicios públicos y privados que se les debe garantizar (accesibilidad urbana) y hacer esta más eficiente, a través de la implementación de nuevas rutas, un sistema de horarios más controlado para las rutas ya existentes o una reestructuración completa del sistema de transporte urbano y sus rutas en Mérida.

La principal problemática a tratar en este anteproyecto será las rutas que siguen los autobuses, las cuales no son consideradas las más adecuadas. Así como el uso incorrecto de los paraderos y el desaprovechamiento del anillo periférico. En conjunto, las problemáticas presentadas, provocadas por mala aplicación de la logística del transporte urbano, conlleva a un pésimo servicio en general para todos los usuarios de estas unidades que buscan transportarse.

Las ideas que nosotros planteamos, son completamente nuevas para la ciudad de Mérida, Yucatán, pues se tratará de implementar sistemas de transporte público que en otros países resultan eficaces y eficientes, a la vez tratar de implementar una nueva ruta de autobuses situada en el anillo periférico, que ayude a recortar tiempos de traslado, al igual que mejorar las rutas ya existentes.

El anteproyecto podría considerarse factible, ya que la inversión no sería tan grande, puesto que no se necesitan comprar camiones para las nuevas rutas, sino que, se necesita hacer una reestructuración de las rutas ya existentes y que se encuentran obsoletas. La estructura del periférico se podría fácilmente prestar para la creación de esta nueva ruta, la única inversión sería en la elaboración de los paraderos en puntos específicos (como las salidas de Progreso, Motul, Cholul, entre otras) donde el camión sin generar molestias al flujo vehicular podría recoger o dejar a sus pasajeros en una zona segura. Las empresas de camiones podrían beneficiarse, si todo llega a funcionar de forma correcta pues muchas personas se animarían a usar los camiones con más frecuencia.

# REUTILIZACIÓN DE LA MERMA PARA LOS COMEDORES DEL BIENESTAR

*Erick Zapata-Nuñez, Luis Peraza-Ek, Luis Sierra-Lara, Xavier Albornoz-Belmont,  
y Wilbert Carril-Campos*

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

## Resumen

En el gran mundo de la industria el hacer dinero con menos recursos es lo ideal, toda empresa su fin es lucrar. Toda empresa que lleve a cabo la cadena de producción para la creación de algo produce merma, la cual es un desperdicio que existe dentro de los márgenes estandarizados. Esa merma es dinero que la empresa pierde, a pesar de poder reciclar un porcentaje. Algunas empresas no reciclan su merma si no que la queman, esto es una contaminación al ambiente, y nuestro planeta es nuestro principal recurso, sin ella no habría materia prima que obtener ni un lugar para venderla. Actualmente muchas de las empresas son responsables de mucha contaminación, pero el poder hacer algo contra esa contaminación es lo ideal. En el caso de la merma de alimentos un uso que se le puede dar es la reutilización mediante la donación hacia los comedores que tiene implementado el gobierno del estado de Yucatán en puntos específicos de la ciudad donde la necesidad alimenticia es grande, ya que no se cuentan con los recursos necesarios para adquirir alimentos por el bajo recurso económico con el que se cuenta. De esa manera la empresa en lugar de tirar o quemar sus desperdicios de comida los donaría para mejores fines, además de obtener una remuneración en forma de un porcentaje de pago de impuestos y de igual forma sería una empresa con conciencia hacia la sociedad mexicana, algo que hoy en día se busca tener en México. Actualmente en nuestro estado no se cuenta con un modelo de reutilización de merma parecido a éste y por ese motivo buscamos la aplicación del modelo presentado.

## Resultados esperados

Reutilización la merma.

Solventar parte del pago de impuestos.

Dar ayuda a las personas que no tienen el ingreso necesario para sus comidas diarias.

Hacer de la empresa que realiza la contribución de alimentos una empresa socialmente responsable.

## Reconocimientos

Se le agradece a la Facultad de Ingeniería Química por la infraestructura y por todo el apoyo otorgado para la realización de este proyecto y al Dr. Fernando Morales por el asesoramiento y seguimiento a la metodología de este trabajo.

## Referencias:

1. Van Horne, W. (1997), Fundamentos de Administración Financiera. Prentice Hall Hispanoamericana.
2. Velázquez, F. (2000). "Las Causas del Endeudamiento de las Empresas en México". México: Proyecciones.
3. Sampieri, R., Collado, C. & Lucio, P. (2006). Metodología de la Investigación. México: Mc Graw Hill.

## III DESAFÍO IBEROAMERICANO DE SIMULACIÓN DE NEGOCIOS: RETO COMPANYYGAME 2015

*S. Cortés-Aguilar, S. Fuentes-Valencia y D. Peniche-Yupit*  
Facultad de Ingeniería Química, UADY, Mérida, Yucatán, México.

### Resumen

Parte de la formación académica de un ingeniero en biotecnología consiste en saber tomar decisiones para administrar y gestionar una empresa con una buena calidad y poder competir en el mercado. Para ello, el reto CompanyGame 2015 representó una gran oportunidad de crecimiento y aprendizaje. CompanyGame es una empresa española que se encarga de crear simuladores en línea sobre diferentes áreas empresariales. El reto 2015 consistió en dos fases: la primera simulación, “Innovatech”, para familiarizarnos con la plataforma y como filtro de los competidores, ya que se debían obtener 1200 puntos para acceder a la siguiente fase. Esta última simulación fue específica para el área empresarial de interés, en nuestro caso, fue de Negocios “Businessglobal”, donde se competía internamente con 4 compañías. Las decisiones a tomar cubrían aspectos como el nivel de inversión en marketing, innovación, tecnología y la segmentación y priorización del mercado. La mejor puntuación de cada categoría pasaría a una simulación final para decidir al campeón de la competencia.

### Reconocimientos

Agradecemos sinceramente al M. en C. Francisco Hernández Vázquez, quien nos brindó su apoyo y asesoría, y nos mantuvo motivados a lo largo de la competencia. También, se le agradece a la Facultad de Ingeniería Química de la UADY por facilitarnos la información y los trámites requeridos.

### Referencias

1. Company Game. “Tercer Desafío Iberoamericano de Simulación de Negocios”. Barcelona, España. <<http://www.companygame.com/companygame/index.asp>>.

# EVALUACIÓN DE LA ELIMINACIÓN DE CADMIO POR ADSORCIÓN EN PERLAS Y FIBRAS DE ALGINATO DE CALCIO

*Marco Pacheco-González, Jesús Barrón-Zambrano*

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

## Resumen

Los biopolímeros son de los materiales más usados para la adsorción y eliminación de metales pesados, debido a la flexibilidad que ofrece en el diseño y operación de los procesos. Por lo que es importante su estudio en las diferentes formas de alginato para comparar sus características adsorbentes, las formas de material a analizar son perlas y fibras (estas a su vez tendrán tres tipos de formas que serán húmedas, secas y secas por liofilización) y cloruro de cadmio como solución acuosa para adsorber. El proyecto tiene como objetivo evaluar y comparar la capacidad de adsorción de diferentes materiales basados en alginato de calcio para la eliminación de metales pesados (cadmio) de soluciones acuosas. Para la evaluación se estará realizando un proceso en tres etapas: determinar la influencia del pH, construir una cinética de adsorción y obtener isotermas. En la primera etapa, se pondrán en contacto 20 mg de nanofibras con 20 mL de solución de iones metálicos (50 mg/L) a diferentes valores de pH (1 – 10). Las soluciones se pondrán en agitación a temperatura ambiente por 24 horas y a una velocidad de 200 rpm. Después de alcanzado el equilibrio se separarán las fases y se determinará la concentración remanente de iones metálicos en la fase acuosa. Las determinaciones se harán por espectroscopia de absorción atómica, en esta etapa se obtendrá el pH óptimo de adsorción. En la segunda etapa, se pondrán en contacto 150 mg de material adsorbente con 150 mL de una solución de 50 mg/L de ion metálico al pH de máxima adsorción previamente determinado. La solución se agitará a una velocidad de 200 rpm y se tomará muestras en tiempos previamente establecidos y se determinará la concentración de cadmio en cada una de ellas por espectroscopia de absorción atómica. Los datos cinéticos se ajustarán a los modelos de pseudo primer y pseudo segundo orden. En la última etapa, se obtendrán las isotermas poniendo en contacto 10 mg de adsorbente con soluciones (10 mL) de diferentes concentraciones de ion metálico (5 – 1000 mg/L) a un pH de máxima adsorción. Las soluciones se agitarán a temperatura ambiente a una velocidad de 200 rpm, durante el tiempo necesario para llegar al equilibrio, posteriormente se determinarán las concentraciones iniciales y al equilibrio. Se tomará como base las ecuaciones de Freundlich y Langmuir.

## Referencias

1. Wan Mgaha W.S., Teonga L.C., Hanafiah M.A.K.M. (2011) Carbohydr Polym 83, 1446-1456
2. Cengeloglu, Y. et al., 2007 removal of boro from aqueous solution by using neutralized red mud. Journal of hazardous materials, 142, pp. 412-4117
3. Yurdoç, et al 2005. Kinetic and thermodynamic studies of boro removal by siral 5, siral 40 and siral 80, journal of colloid and interface science 286, pp. 440-446

# CARACTERIZACIÓN DEL GLICEROL CRUDO OBTENIDO COMO COOPRODUCTO EN LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL A PARTIR DE ACEITE DE *JATROPHA CURCAS*.

M. A. Alvarez-Pacheco, J. C. Sacramento-Rivero

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

## Resumen

Un recurso vegetal renovable que ha llamado la atención a nivel mundial es la planta de *Jatropha Curcas* L. debido a su alto rendimiento (1,418 litros de biodiesel/hectárea), alto contenido de aceite (50-55%) y crecimiento en zonas donde otros cultivos no lo hacen.

Después del proceso de transesterificación, se forman dos capas; la capa superior es el biodiesel deseado y la capa inferior es la glicerina cruda bruta/sin refinar. El glicerol crudo es un subproducto principal del proceso de producción de biodiesel.

Con el rápido crecimiento de la producción de biodiesel en el mundo en los últimos años, se ha creado un gran excedente de glicerina, llevando al cierre de varias plantas de producción tradicional de glicerol, y a la caída de su precio en el mercado. En la actualidad, el glicerol en bruto es de poco valor económico, lo anterior es debido a la presencia de diversas impurezas tales como metanol, jabón, ésteres metílicos de ácidos grasos (es decir, biodiesel), y residuos de catalizador alcalino. Una alternativa para generar valor a esta corriente y quizá la más elemental de todas es su refinación en glicerina técnica, grado alimentario o farmacéutico. Considerando los impactos significativos de las impurezas del glicerol crudo en su procesamiento para la adición de valor, es vital el entender la composición química del mismo antes de considerar conversiones para la adición de valor.

El objetivo del presente estudio es obtener un perfil completo de la composición química del glicerol crudo obtenido en la producción de biodiesel a partir de aceite de *Jatropha Curcas* L., mediante la implementación de técnicas basada en los procedimientos recomendados por la ASTM, AOCS y BS EN.

## Reconocimientos

A la FIQ-UADY por la infraestructura, al personal administrativo, académico, técnico y manual de la misma, al Dr. Julio Cesar Sacramento Rivero por permitirme formar parte de su equipo de trabajo, confiarme el presente proyecto de investigación y apoyarme sinceramente durante la realización del mismo.

## Referencias

1. S. Hu, X. Luo, C. Wan, & Y. Li, Characterization of crude glycerol from biodiesel plants. *J. Agric. Food Chem.* 2012 (60) 5915-5921.
2. J.A. Posada-Duque & C.A. Cardona-Alzate, Análisis de la refinación de glicerina obtenida como coproducto en la producción de biodiésel. *Ingeniería y Universidad* 2010 (14) 9-27.
3. F. Cardeño, L. J. Gallego & L. A. Ríos. ). Refinación de la fase glicerina del biodiesel de aceite de palma empleando ácidos minerales. *Información tecnológica* 2011 (22) 15-24.

# DETERMINACIÓN DE CINÉTICAS DE ADSORCIÓN DE IONES METÁLICOS EN SOLUCIONES ACUOSAS CON OPTIMIZACIÓN DINÁMICA.

*C. Chan-Caballero, R. J. Uc-Martín, A. Zitalpopoca-Soriano,  
y J. Barrón-Zambrano*

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

## Resumen

La adsorción de iones metálicos por hidratados óxidos y adsorbentes tales como carbón activado se ha convertido en el foco de atención de un número de investigadores interesados en los problemas ambientales. Es importante esta clase de estudios por que los metales pesados son perjudiciales para una variedad de especies vivas, tanto el transporte y distribución de iones metálicos en todo el medio ambiente.

Predecir la velocidad a la que la adsorción se lleva a cabo para un sistema dado es probablemente el factor más importante en el diseño de adsorción. Y bajo estos antecedentes nos motiva a emprender este proyecto.

## Objetivo General

Construir una interfaz Vb para determinar las cinéticas de adsorción de iones metálicos en soluciones acuosas con optimización dinámica. En la Figura 1 se aprecia el inicio del Programa.

## Objetivos específicos.

Determinar la función objetivo y los parámetros que dependen de ella.

Construir un programa para la optimización de datos experimentales de adsorción.

Programar una interfaz gráfica a través de la plataforma de Matlab.

Diseño de un Tutorial para el uso de este programa.

El que conozcan los docentes la aplicación de la optimización dinámica en los proyectos de ingeniería, permite que puedan adquirir nuevos conocimientos, habilidades y técnicas de índole de investigación científica. Por eso al trabajar con esta herramienta daremos un ejemplo más para la práctica de este tema.

También es importante mencionar que no existen programas relevantes de GUIDE, por lo cual este proyecto plasma lo importante que puede ser esta herramienta de Matlab

## Reconocimientos

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

## Referencias

1. Yuh-Shan Ho. (2006). Review of second-order models for adsorption systems. School of Public Health, Taipei Medical University, 250 Wu-Hsing Street, Taipei 11014, Taiwan.
2. Sabine Goldberg. (2014). Application of surface complexation models to anion adsorption by natural materials. US Salinity Laboratory, Agricultural Research Service, US Department of Agriculture, Riverside, California.

---

## PROYECTO SEMILLA REALIZADO PARA LA PLANTA POLI- DESA (UNIDAD INDUSTRIAL TLAXCALA).

*J. Rocha-Uribe<sup>a</sup>, D. Hernandez-Garcia<sup>b</sup>*

<sup>a</sup>Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México.  
<sup>b</sup>Industrias Derivadas del Etileno. Coatzacoalcos, Veracruz.

### Resumen

IDESA S.A. de C.V. produce poliestireno, expansible mediante el proceso de polimerización en suspensión. El principal problema en el proceso en suspensión, es que en su planta se obtiene una distribución de tamaño de partícula amplia, lo que no es deseable, ya que más de la mitad de las partículas producidas no cumplen con las especificaciones requeridas de interés. Sólo 40% en peso de las partículas tienen un tamaño cercano a 1 mm, el cual presenta una demanda mayor en el mercado.

El proyecto consiste en modificar el proceso tradicional de polimerización en suspensión. En el proceso tradicional las perlas de polímero se forman a partir de una dispersión líquido-líquido (estireno en agua) en la que las gotas de estireno se polimerizan en presencia de un iniciador y calor, y van conformando una DTP relativamente abierta. La DTP resultante se origina con base en los fenómenos de coalescencia y ruptura de gotas y evoluciona a medida que la reacción avanza y el monómero en las gotas se va convirtiendo en polímero y aumenta su viscosidad hasta generar perlas duras. En contraste, en el proceso propuesto se pretende partir de micropellets de PS previamente elaborados por extrusión, con una DTP cerrada y con tamaños característicos menores a 1 mm, para luego alimentar este material a un reactor y hacer crecer las partículas por medio de un proceso de suspensión en semicontinuo (con alimentación semicontinua de estireno), tal que se logre el crecimiento uniforme de las partículas evitando su coalescencia, a fin de preservar una DTP cerrada con un tamaño final deseado.

Las variables que se manejaron para el diseño de las pruebas de impregnación de semilla fueron las siguientes:

- Concentración de pentano
- Temperatura
- Fase orgánica/fase acuosa
- Presión
- Agitación
- Tipo de semilla
- Tipo de agitador

Las variables que se manejaron para el diseño de las pruebas de crecimiento de semilla fueron las siguientes:

- Concentración de monómero
- Iniciadores
- Agitación

### Reconocimientos

Se le agradece al Centro de Desarrollo Tecnológico IDESA, así como a la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Yucatán por todo el apoyo otorgado para la realización y participación en este proyecto.

# CARACTERIZACIÓN DE UN REACTOR TUBULAR DE FLUJO LAMINAR Y UN REACTOR AGITADO CONTINUO A ESCALA LABORATORIO

*E. J. Barroso-Caro, N. C. Herrera-Soberanis, J. E. Rejón-Rosado, J. A. Rocha-Uribe,  
y S. A. Baz-Rodríguez*

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

## Resumen

Dos de los tres modelos de reactor ideal homogéneo fundamentales en la enseñanza de ingeniería de reactores son el reactor de flujo pistón (RFP) y el reactor continuo perfectamente agitado (RCPA).<sup>1</sup> El presente trabajo se orienta al diseño de prácticas de laboratorio para ingeniería de reactores que involucren equipos que se puedan compararse con los modelos ideales. Para tal fin se utilizó un reactor tubular de flujo laminar (RFL) a escala laboratorio, cuyo funcionamiento puede evaluarse con respecto al modelo ideal de RFP, y se diseñó la geometría de un reactor agitado continuo (RAC) del cual se construyeron dos: uno mediante la técnica de vidrio soplado y otro por impresión 3D en acrilonitrilo butadieno estireno (ABS). El funcionamiento del RAC puede compararse con respecto al modelo ideal de RCPA. Como reacción de prueba, se evaluó la reacción de saponificación de acetato de etilo, la cual se lleva a cabo por la adición de hidróxido de sodio a una muestra de acetato de etilo, obteniendo como productos acetato de sodio y etanol.<sup>2</sup> Como resultado de este trabajo, se diseñaron y estandarizaron experimentalmente procedimientos de prácticas de laboratorio para ambos equipos (RFL y RAC).

## Referencias

1. Denbigh, K.G., Turner, J.C.R (1990). "Introducción a la teoría de los reactores químicos". Limusa. México.
2. Levenspiel, O. (1998). "Ingeniería de las reacciones químicas". Reverté. México.



# EFFECTO DEL PH Y EL ALGINATO COMO MATERIAL ABSORBENTE EN LA CLARIFICACIÓN DE EXTRACTOS ACUOSOS DE *ESTEVIA REBAUDIANA BERTONI* (VAR. MORITA)

Juan Pablo Quintal Martínez<sup>1</sup>, Yolanda Beatriz Moguel Ordoñez<sup>2</sup>,  
Jorge Carlos Ruiz Ruiz<sup>3</sup> y Maira Rubí Segura Campos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería Química, <sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Mocochoá., <sup>3</sup>Departamento de Ingeniería Química-Bioquímica, Instituto Tecnológico de Mérida

## Resumen

La coagulación y absorción son alternativas tecnológicas para la clarificación de extractos acuosos. El primero se favorece por cambios de pH y el segundo tiene la capacidad de remover selectivamente sustancias que imparten color, con la ventaja de no utilizar solventes orgánicos (Mahl et al., 2010)<sup>1</sup>. Las capsulas de alginato han sido utilizadas para la absorción de biomoléculas, iones metálicos y pigmentos (Pérez-Ameneiro et al., 2014)<sup>2</sup>. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del pH y de las cápsulas de alginato como material absorbente, en la clarificación de un extracto acuoso de estevia. Los cambios de color, turbidez, y concentración de glicósidos de esteviol se examinaron mediante análisis colorimétrico y espectrofotométrico (Nishiyama et al., 1991)<sup>3</sup>. Los mejores resultados se obtuvieron a pH 3, concentración de alginato de 1.5% (p/v) y tiempo de absorción de 90 min. La reducción total de color, turbidez y contenido de glicósidos fueron de 84.97, 78.61 y 16.10%, respectivamente. El control de pH y el uso de cápsulas de alginato como material absorbente, se plantean como una alternativa tecnológica de bajo costo e impacto ambiental para la obtención de extractos acuosos clarificados de estevia.

## Reconocimientos

Al Laboratorio de Ciencia de los Alimentos de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Yucatán.

A la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de Mérida.

## Referencias

1. Mahl, C.R.A., De Oliveira, S.P.D., Da Silva, B.B., Gabriela Da Igreja, G., Márcia R. Simões M.R., Da Silva C.F. Effect of pH on the clarification of *Stevia rebaudiana* Bertoni extract using alginate beads. *Adsorption Sci Technol* 2010 28(2):189-194.
2. Perez-Ameneiro M., Vecino X., Barbosa-Pereira L., Cruz J.M., Moldes A.B. Removal of pigments from aqueous solution by a calcium alginate-grape marc biopolymer: a kinetic study. *Carbohydr Polym* 2014 101:954-960.
3. Nishiyama, P., Kusumoto, I.T., Costa, S.C., Alvarez, M., Vieira, L.G.E. Correlation between the contents of total carbohydrates and steviosides in leaves of *Stevia rebaudiana*. *Arquivos de Biologia e Tecnologia* 1991 34(3-4):425-434.

# ANÁLISIS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE UN PROCESO DE SEPARACIÓN AZEOTRÓPICA

*O. Góngora-García, J. Rocha Uribe*

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

## Resumen

Una industria que produce alquilaminas, presenta dificultades en su proceso ya que en el reactor en donde se producen las alquilaminas, se produce también agua; estos dos componentes forman un azeótropo antes de alcanzar la pureza requerida (99.2%); Ellos cuentan actualmente con un sistema de cinco destiladores que operan a diferentes presiones (Pressure Swing) para poder romper el azeótropo; este sistema es capaz de producir 7 ton/día pero ellos quieren producir 10 ton/día ya que estiman un incremento en la demanda. Un estudio que realizaron recientemente revelo que solo un destilador está operando a su máxima capacidad (la columna T306).

Aunque el azeótropo en cuestión no se ha estudiado; se consultaron equipos que se utilizaron eficientemente en otros sistemas; las opciones más viables fueron la per-vaporación y la adsorción, sin embargo al no tener el equipo para realizar pruebas experimentales se optó por una opción más convencional; introducir en paralelo (a la salida de la columna T205) una columna con un diámetro mayor al de la T306 para así producir aún más del doble de producto. Por medio del aspen plus V8.4 se determinó en cuanto se incrementaría la producción de la planta al introducir esta nueva columna, y cuál columna sería el nuevo cuello de botella al realizar este cambio.

## Agradecimientos

Se le agradece a la FIQ-UADY y al Dr. José Antonio Rocha Uribe por la oportunidad y el apoyo otorgado en el desarrollo de este proyecto.

## Referencias

1-K Koczka, J. Manczinger, P. Mizsey, Z. Fonyo CEP 2007 (Vol. 46), 239-246

2-Yujun Liu, Shawn D. Feist, Christopher M. Jones, Daniel R. Armstrong I&ECResearch 2014 (Vol. 53), 8599-8607

# ANÁLISIS MEDIANTE DINÁMICA DE FLUIDOS COMPUTACIONAL DE LA TRANSFERENCIA INTERFACIAL DE MASA Y MOMENTUM EN REACTORES DE COLUMNA DE BURBUJEJO.

*C. Cervera-Chin, S. Baz-Rodríguez.*

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

## Resumen

Las columnas de burbujeo son equipos de transferencia de masa importantes debido a su extenso uso como reactores químicos y bioreactores. Estos equipos favorecen el contacto interfacial entre un gas y un líquido permitiendo que un soluto de interés migre de una fase a la otra, con la finalidad de separarlo de su fase original o usarlo como reactivo en la fase a la que se transfiere. El principal parámetro que se emplea para caracterizar la transferencia interfacial de masa en una columna de burbujeo es el coeficiente volumétrico de transferencia de masa (kLa). A bajas velocidades superficiales de gas el régimen de flujo se mantiene homogéneo<sup>1, 2</sup>, régimen que es preferible especialmente para aplicaciones biotecnológicas debido al bajo estrés hidrodinámico<sup>3</sup>. La dinámica de fluidos computacional (CFD) es la simulación numérica de ecuaciones de transporte (masa, momentum, calor) empleando diversos métodos numéricos. Se usa para hacer predicciones de los efectos de variar parámetros en el sistema estudiado y a un costo más bajo sin la necesidad de construir un equipo físicamente.

En este trabajo se realiza un análisis de los efectos de variar la velocidad de suministro de aire y el tamaño de burbuja en una columna de burbujeo convencional sobre el coeficiente de transferencia interfacial de oxígeno (kLa) y la transferencia de momentum utilizando dinámica de fluidos computacional (CFD) en el sistema aire-agua. Para resolver el problema, se usó el software ANSYS FLUENT en el cual se construyó una columna de 0.2 m de diámetro y 1.2m de alto. Esta se diseñó para tener un total de 10 entradas de aire en la parte inferior con un área total de entrada de 0.003141592 m<sup>2</sup> separadas una de otra por 0.015 m Para este trabajo se emplea una geometría axisimétrica. El mallado usado en la columna se varió hasta el punto en que los resultados no dependieron de las características de la malla. Los modelos usados para resolver las ecuaciones de continuidad y momentum son el modelo de mezcla en un primer caso y posteriormente se usa el modelo Euleriano, el cual resuelve ecuaciones diferenciales de las fases de manera independiente. Las velocidades de suministro de gas que se usaron son tales que el régimen de flujo se mantiene homogéneo (0.045, 0.035, 0.025, 0.015 y 0.005 m/s). El agua se mantuvo estancada en la columna. Los tamaños de burbuja que se usaron fueron 0.001, 0.002, 0.003 0.004 0.005 m de diámetro.

## Referencias

1. Hyndman CL, Larachi F, Guy C. Understanding gas-phase hydrodynamics in bubble column. *Ind EngSci* 1997; 52:63-77.
2. Bukur DB, Daly JG. Gas Holdup in bubble column for Fischer-Tropsch synthesis. *Chem Eng Sci*.
3. Trujillo-Roldán, M.A., Valdez-Cruz, N.A., 2006. Estrés hidrodinámico: Muerte y daño celular en cultivos agitados.

# CARACTERIZACIÓN HIDRODINÁMICA DE UN SECADOR ROTATORIO INDUSTRIAL POR DINÁMICA DE FLUIDOS COMPUTACIONAL

*M. Acosta-Pacheco, N. Chan-Oxté, J. C. Sacramento-Rivero, S. A. Baz-Rodríguez*  
Facultad de Ingeniería Química, UADY, Mérida, Yucatán México.

## Resumen

En este trabajo se analiza numéricamente la operación de un secador industrial de tipo rotatorio para el secado de pastas de la industria alimenticia. El secador consiste de una sección cilíndrica rotatoria a través de la cual se transporta la pasta húmeda, misma que se seca por efecto del contacto con aire debido la rotación de la sección cilíndrica y el flujo de aire inducido por ventiladores. La sección rotatoria se soporta en el interior de una carcasa prismática rectangular. El sistema se representó geoméricamente empleando el programa Design Modeler, y la geometría se discretizó empleando el ANSYS Meshing. Para la simulación numérica se empleó el ANSYS Fluent v15. Es de particular interés de este trabajo analizar los perfiles espaciales de velocidad para detectar posibles zonas de estancamiento o bajas velocidades de contacto entre el aire y la pasta húmeda que puedan ocasionar una reducción en la eficiencia del equipo. Finalmente, con base en los resultados se espera hacer propuestas de mejora para la operación del secador.

# OPTIMIZACIÓN DE LA EFICIENCIA DE UN CALENTADOR SOLAR DE AGUA, EN EL LABORATORIO DE I.Q. DE LA FIQUADY

*A. Pinto-Turriza, A. Tamayo-Fuente, L. Flores-Prén*  
Facultad de Ingeniería Química, Mérida, Yucatán, México.

## Resumen

El calentamiento de agua presenta un gran consumo energético, tanto para el sector industrial como para el uso doméstico. En los últimos años debido al encarecimiento de los productos derivados del petróleo, la búsqueda de otras alternativas energéticas se ha vuelto un tema de gran interés.

El presente proyecto permitió obtener la latitud e inclinación óptimas para optimizar la eficiencia de un calentador solar de agua, instalado en el Laboratorio de Ingeniería Química, de la Facultad de Ingeniería Química de la UADY, teniendo la capacidad de operar bajo las condiciones climatológicas de cualquier estación del año en que se encuentre. El procedimiento empleado fue realizar pruebas de funcionamiento del calentador solar, variando tanto la posición como la inclinación, en la instalación del mismo, en diferentes meses, con el fin de encontrar las condiciones óptimas. Para observar cómo influyen las variables en la temperatura del agua del calentador se instaló un registrador de datos que nos permitió monitorear el funcionamiento del calentador solar, mediante las lecturas de las temperaturas de salida obtenidas bajo condiciones reales de operación.

## Reconocimientos

Se le agradece a la FIQUADY por la infraestructura y por todo el apoyo otorgado para la realización de este proyecto y a FI-UADY por los datos obtenidos de la estación meteorológica que se encuentra dentro de sus instalaciones.

## Referencias

1. C. Laughton, Solar Domestic Water System 2010.
2. D. Moreno tesis simulación del comportamiento térmico de un calentador solar de agua para uso doméstico en Mérida Yucatán 2014 pag. 6-pag. 17

# DESARROLLO DE NUEVAS PELÍCULAS POLIMÉRICAS POR PLASMA PARA LA EXTRACCIÓN DE ANALITOS DE INTERÉS MEDIOAMBIENTAL

*J. Caballero-Romero, M. Cauich-Sulú, A. Ávila-Ortega y J. Barrón-Zambrano*  
Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán México.

## Resumen

Al realizar el análisis de alguna muestra esta debe ser preparada antes de llevar a cabo la medición correspondiente. Durante la preparación existen diferentes etapas tales como la extracción, la purificación y pre-concentración del analito<sup>1</sup>. Entre las técnicas de extracción que podemos mencionar están la extracción en fase sólida (SPE, por sus siglas en inglés), la microextracción en fase sólida (SPME, por sus siglas en inglés) y la extracción en fase sólida dispersa (DSPE, por sus siglas en inglés) en donde se utilizan soportes sólidos basados principalmente en sílice funcionalizado con grupos orgánicos. También podemos incluir la extracción sortiva con barras de agitación magnéticas (SBSE, por sus siglas en inglés) esta es una técnica amigable con el medioambiente ya que integra todas las etapas de la preparación de la muestra en un solo paso. Desde su introducción en 1999, el recubrimiento más utilizado ha sido el polidimetilsiloxano (PDMS), debido al carácter apolar del PDMS, la SBSE ha sido principalmente aplicada a la extracción de compuestos no polares o débilmente polares y ha fallado en la extracción de compuestos fuertemente polares<sup>2</sup>. En este trabajo se pretende realizar una modificación a la superficie de los medios de soporte (barras de agitación magnética) utilizando la polimerización por plasma para mejorar la capacidad de compuestos de mayor polaridad y su evaluación en la extracción de compuestos derivados del furano y de hidrocarburos poliaromáticos (PAH's).

## Reconocimientos

Se agradece a la Facultad de Ingeniería Química por la infraestructura y el apoyo brindado con especial énfasis al laboratorio de análisis instrumental y al laboratorio de química de materiales así como también al CONACYT por financiamiento otorgado.

## Referencias

1. Caicedo vicuña, P. de la A. (2011). Extractabilidad de pesticidas organoclorados y su biodisponibilidad en sistemas suelo-biosólido.
2. Huang, X., Lin, J., & Yuan, D. (2010). A new anionic exchange stir bar sorptive extraction coating based on monolithic material for the extraction of inorganic anion. *Journal of Chromatography A*, 1217, 4898–4903. doi:10.1016/j.chroma.2010.05.063

# SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE UN POLÍMERO HÍBRIDO POR SOL-GEL: EFECTO EN LA VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA DE CURADO

*S. Medina-Cetina, C. Carrera-Figueiras, Y. Pérez-Padilla, D. Muñoz-Rodríguez.*  
Facultad de Ingeniería Química, Mérida, Yucatán, México.

## Resumen

La extracción por sorción en barras de agitación (SBSE, por sus siglas en inglés) es una técnica relativamente nueva que tiene entre sus ventajas la reducción de los disolventes empleados, se basa en el empleo de una barra de agitación recubiertas con una fase polimérica la cual posee la función de extraer y desorber analitos de interés generalmente en muestras acuosas.1 Recientes investigaciones se centran en crear fases poliméricas que mejoren las restricciones que presentan las actualmente disponibles. La técnica Sol-Gel permite obtener materiales híbridos a bajos costos, bajas temperaturas y presiones de operación.2 Consta de diversas etapas características, la cuales pueden modificarse dependiendo del material que se pretenda obtener.3, 4 En el presente trabajo se sintetizó por Sol-Gel una fase híbrida a partir de polidimetilsiloxano con hidroxilos terminales (PDMS-OH) y 3-aminopropiltrióxido (3-APS). El material obtenido fue expuesto a distintos procesos de curado: 25 °C y 180 °C ambos a vacío. Los materiales se caracterizaron por espectroscopía de infrarrojo con transformada de Fourier (FTIR-ATR) mostrando los picos característicos; también se realizó un análisis termogravimétrico (TGA), presentando una mayor estabilidad la fase híbrida curada a 180 °C; la estabilidad de las fases cuando es inmersa en diversos solventes y pH también se evaluó y presentó una mayor estabilidad la fase curada a 180 °C. Finalmente se determinó el ángulo de contacto para conocer el carácter hidrofílico de las fases obtenidas.

## Reconocimientos

A FIQ-UADY por la infraestructura y por todo el apoyo otorgado para la realización de este proyecto, al Centro Conjunto de Investigación en Química Sustentable, UAEM-UNAM por el apoyo en el análisis termogravimétrico y al CONACYT por la beca otorgada para la realización de este trabajo Proyecto Ciencia Básica 2011 No.167800.

## Referencias

1. A. Prieto, O. Basauri, R. Rodil, A Usobiaga, L.A. Fernandez, N. Etxebarria, O. Zuloaga, *Journal of Chromatography A*, 2010, 1217, 2642-2666.
2. Reyes Gómez, J. Aplicación de la Técnica Sol-gel. Colima, México: 1ª edición. Tesis. Universidad de Colima. 2000.
3. B. C. Jeffrey; G. W. Scherer, *Sol-gel science: The Physic and Chemistry of Sol-Gel Proccesing*. 1a edición. Editorial Academic Press, INC. Boston San Diego, New York. 1990.
4. M. T. Ramirez Palma, R. Huirache Acuña, G. Espinosa Acosta, G. Hernández Padrón, *CIENCIA ergo sum*. 2010. 17-2, 183-188.

# BATCH VERSUS CONTINUOUS DISTILLATION IN A FOUR COMPONENT SEPARATION (COMPARACIÓN DE DESTILACIÓN BATCH VERSUS DESTILACIÓN CONTINÚA EN LA SEPARACIÓN DE CUATRO COMPONENTES).

*Cinthia Farfán Ayuso, Luis Enrique Vilchiz Bravo, and José Antonio Rocha Uribe*  
Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán. México.

## Resumen

La destilación es el proceso de separación más utilizado en la industria química y petroquímica, principalmente en procesos continuos, pero también se utiliza en los procesos discontinuos. Una desventaja de la destilación es su baja eficiencia termodinámica en el uso de energía. Esta dificultad se han tratado de atenuar en cada crisis energética y también ahora con el calentamiento global.

Se compara la separación de una mezcla equi-molar de cuatro componentes.: benceno, tolueno, etilbenceno y orto-xileno que debía ser separado y purificado a una fracción molar de 0,97 en un caso y en otro 0,99, utilizando en la primera alternativa columnas de destilación operando intermitentemente en operación por lotes, contra un sistema de columnas de destilación operando en forma continua en estado estable. La operación por lotes considera operación de reflujo constante y variable, y la destilación continua funciona a 1,3 veces la relación de reflujo mínima.

El objetivo fue la comparación de costos cuantitativa de equipos, servicios, el total anual, y la ganancia tanto para el proceso por lotes como la destilación continua l.

## Reconocimientos

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

## Referencias

1. Diwekar, U. M.; Madhavan, K. P. Multicomponent Batch Distillation Column Design. *Ind. Eng. Chem. Res.*, 30, 713-721 (1991).



# DISEÑO CONCEPTUAL Y ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD DE UNA BIORREFINERÍA DE PLATAFORMA BIOQUÍMICA A PARTIR DE *JATROPHA CURCAS*.

*K. D. Chikani-Cabrera, J. C. Sacramento-Rivero y J. E. Ruiz-Espinoz*  
Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Ingeniería Química, Mérida, Yucatán, México.

## Resumen

La explotación histórica de los recursos fósiles ha causado varios impactos a nivel mundial, debido a la degradación continua del medio ambiente, el agotamiento de los recursos fósiles, así como el aumento de precio de estos recursos (Demirbas, 2010; Jogi, 2000).

Estos problemas han generado que la viabilidad de la utilización de los recursos fósiles está disminuyendo, por lo tanto, es esencial establecer soluciones que reduzcan el consumo rápido de los mismos. Una solución a este problema es la conversión gradual de una gran parte de la economía mundial en una economía de base biológica de manera sostenible, cuyos principales pilares de esta economía serán; la bioenergía, los biocombustibles y los productos de base biológica (Birgit Kamm, 2008).

Debido al gran potencial de *Jatrofa curcas* para producir aceite destinado a la producción de biodiesel, la empresa Agroindustria Alternativa del Sureste cuenta con 200 hectáreas destinadas a la investigación agronómica de esta planta y al término de esta etapa tiene proyectado iniciar la etapa de producción con 1500 hectáreas.

En este trabajo se propone el diseño conceptual de una biorrefinería de plataforma bioquímica utilizando *Jatrofa* como fuente de biomasa. La plataforma bioquímica se basa en la transformación de la biomasa a partir de la fermentación de los azúcares, con el fin de obtener energía y productos de base biológica, en este trabajo se tomara en cuenta la digestión anaerobia (Birgit Kamm, 2008).

El producto principal será el biodiesel los residuos serán tratados a partir de procesos físicos y bioquímicos para obtener una serie de coproductos: glicerol, energía eléctrica, digestato, pellets, abono orgánico y se diseñara una pequeña planta de co-generación de energía, para obtener la energía necesaria (calor y energía eléctrica) apuntando al aprovechamiento integral del cultivo. Cabe mencionar que no se han llevado a cabo estudios acerca del posible diseño de una biorrefinería en México, y mucho menos en el estado de Yucatán, por lo tanto el diseño integrado de una biorrefinería es en sí una actividad innovadora.

En este trabajo se presentan algunos resultados preliminares del diseño de la biorrefinería, incluyendo: el diseño conceptual y el diagrama de bloques de la planta estos serán; el diseño de proceso de la biorrefinería y el balance de materia. Considerando una productividad de semilla de 2000 kg/ha en un año, con 1500 hectárea de *Jatrofa* se pueden obtener aproximadamente 680,697.95 L de biodiesel al año, ya refinado, 50,123 L de glicerol al año con una pureza del 99%, 990.23 toneladas de Torta de *Jatrofa*, que puede ser utilizado para producir 661.49 m<sup>3</sup>/día de biogás y 15,755.57 L de abono orgánico, de igual manera en un año se obtiene 1,288.82 toneladas de cascarilla obtenida de la semilla y 1,615.38 toneladas de los restos del fruto de *Jatrofa* que se obtienen al retirar las semillas, que serán utilizados para producir 1382.87 toneladas de Pellets, que al utilizar una planta de cogeneración donde la biomasa sean los Pellets se pueden obtener los requerimientos energéticos de calor y energía eléctrica que requiere la biorrefinería.

## Reconocimientos

Se agradece a la FIQ-UADY por brindarme el apoyo a realizar este proyecto.

## Referencias

1. Birgit Kamm, P. R. G. M. K., 2008. Biorefineries- industrial process and products. En: s.l.:WILEY-VCH, pp. 1-56.
2. Demirbas, A., 2010. Biorefineries: For Biomass Upgrading Facilities.. En: s.l.:Springer, pp. 1-7.
3. Jogi, K. S., 2000. Encyclopedia of Energy Resource Management: (Priorities for 21st Century). En: s.l.:Board, p. 158.

# OBTENCIÓN DE ACEITES ESENCIALES POR DESTILACIÓN POR ARRASTRE CON VAPOR

*L. Soto-Armenta, J. Ciro-Jiménez, J. Rocha-Uribe, J. Sacramento-Rivero*  
Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México.

## Resumen

México en general y los estados del sureste en particular tienen una gran y atractiva variedad de plantas aromáticas regionales con posibilidades de aprovechamiento para alimentos, medicamentos, aromaterapia y cosmetología. Las operaciones unitarias más usadas para obtener aceites volátiles y oleorresinas son: Destilación con vapor, extracción con solvente y extracción con fluidos supercríticos. La última requiere equipo más sofisticado y más tecnología, mientras que la primera usa tecnología muy conocida y con una gran variedad de equipo, desde casero y muy simple, hasta industrial con control automático.

Para el desarrollo agroindustrial, la destilación por arrastre con vapor ofrece ventajas económicas y tecnológicas sobre los demás, por su facilidad en la construcción y manejo del equipo de extracción y bajos costos de inversión.

Se realiza una revisión bibliográfica de la destilación por arrastre con vapor con equipo mediano o grande para producción a pequeña escala de aceites esenciales partir de plantas aromáticas típicas de los Estados de Yucatán y Chiapas. Se busca establecer el escalamiento del equipo para producción industrial y su análisis comparativo con la extracción solido-liquido usando solventes y con el método de extracción con CO<sub>2</sub> supercrítico.

Se obtuvieron resultados, en donde se procesaron más de 20 especies vegetales diferentes en dos equipos, el de vidrio y el de acero inoxidable con una capacidad de 6 Kg, observándose un mejor rendimiento en el equipo de acero inoxidable.

Con el diseño, construcción y operación de los varios equipos construidos en Tuxtla Gutiérrez, así como la columna de destilación de acero inoxidable del Instituto Tecnológico de Mérida (ITM), se evidencia el uso de estos equipos para el aprovechamiento comercial a pequeña y mediana escala de plantas regionales que deseamos haya en el futuro cercano en Chiapas y Yucatán.

## Reconocimientos

Agradeciendo a la Facultad de Ingeniería Química de la UADY (FIQ-UADY), al Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez (ITTG), al Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY) y al Instituto Tecnológico de Mérida (ITM) por hacer todo esto posible, ya que sin los apoyos que nos brindan y los convenios que existen.

## Referencias

- 1.M. Cerpa, R. Mato, M. Cocero. *AIChE J* 2008 (54) pag. 909–917.
- 2.R. Vargas, A. Lucas, M. Barroso, D. Dutra, M. Becker, C. Mondin, E. Cassel. *JEOBP* 2012 (5) pag. 839-846.

---

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

*L. M. Vega-Méndez, C. M. Pacheco-Gómez, J. Terrazas-González, A. N. Pérez, A. Pérez-Espinosa y C. Ponce Caballero*

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

## Resumen

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

## Reconocimientos

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

## Referencias

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

# SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE SALES INORGÁNICAS ABSORBENTES INCORPORADAS EN SÍLICA GEL PARA SU APLICACIÓN EN ACONDICIONAMIENTO DE AIRE.

M. Marín-Cervera, G. Rodríguez-Gattorno

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

## Resumen

En los últimos años, el calentamiento global y la escasez de energía se ha vuelto más relevante y una disyuntiva en el desarrollo económico. La deshumidificación del aire es una operación importante en muchos procesos especialmente en el aire acondicionado, ya sea para confort humano o para procesos industriales<sup>1</sup>. Sin embargo, este proceso consume una gran cantidad de energía eléctrica, especialmente en zonas climatizadas calurosas y húmedas, como lo es nuestro estado.

La idea básica del acondicionamiento de aire desecante es integrar las tecnologías de deshumidificación y el enfriamiento evaporativo juntos<sup>2</sup> indicando además que el acondicionamiento de aire desecante podría no sólo ser eficiente energéticamente y favorable al medio ambiente sino también muy competitivo en términos de costos.

Materiales como la sílica gel presentan una notable capacidad de adsorción de agua y por lo tanto son los más ampliamente usados en sistemas de recuperación de energía por adsorción que utilizan agua como fluido de trabajo<sup>4</sup>. Dicha capacidad se ve incrementada por el confinamiento de sales higroscópicas dentro de matrices mesoporosas.

En el presente trabajo se estudió la síntesis y caracterización de adsorbentes inorgánicos compuestos (AICs) por incorporación de sales inorgánicas higroscópicas como son el cloruro de litio (LiCl) y el cloruro de calcio (CaCl<sub>2</sub>) ya que tienen una mayor capacidad higroscópica que los geles de sílice. El confinamiento durante la síntesis se da por dos vías: el proceso sol-gel de hidrólisis y condensación catalizada en medio básico de tetraetil ortosilicato (TEOS) y el segundo es por vía de impregnación en soluciones. Los AICs incluyeron sistemas compuestos de una sola sal y sistemas de una mezcla binaria de sales, con una variación del contenido relativo de sales en los últimos.

Por medio del termogravimetría modulada se pudo estimar la energía de activación de desorción (E<sub>d</sub>) en AICs, ello demostró que estos adsorbentes compuestos pueden ser buenos candidatos en sistemas de deshumidificación que utilizan calor de bajo grado para su regeneración, también se llevaron a cabo estudios de Dispersión de rayos X a bajo ángulo para mostrar la incorporación de las sales en las matrices de la sílica gel.

El confinamiento directo de CaCl<sub>2</sub>•2H<sub>2</sub>O ó LiCl así como la mezcla de estas sales dentro matrices porosas de geles sílice usando el método sol-gel resultó en materiales híbridos con mayor afinidad y capacidades de adsorción de vapor de agua. Así mismo, el AIC obtenido por impregnación en una mezcla de soluciones saturadas de CaCl<sub>2</sub>•2H<sub>2</sub>O y LiCl, presentó buenos resultados además que al utilizar diferentes proporciones, tratando de disminuir LiCl respecto CaCl<sub>2</sub>•2H<sub>2</sub>O, por razones de índole económico presentaron una buena capacidad de adsorción, comparado con las muestras de referencia que sólo contienen LiCl.

## Referencias

1. M. R. Conde, «Properties of aqueous solutions of lithium and calcium chlorides: formulations for use in air conditioning equipment design,» *International Journal of Thermal Sciences*, vol. 43, n° 4, pp. 367-382, 2004.
2. C. X. Jia, Y. J. Dai, J. Y. Wu y R. Z. Wang, «Use of compound desiccant to developed high performance desiccant cooling system,» *International Journal of Refrigeration*, vol. 30, n° 2, pp. 345-353, 2007.
3. D. La, Y. J. Dai, Y. Li, R. Z. Wang y T. S. Ge, «Technical development of rotary desiccant dehumidification and air conditioning: A review,» *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 14, n° 1, pp. 130-147, 2010.
4. J. Mrowiec-Bialon, A. B. Jarzebski, A. I. Lachowski, J. J. Malinowski y Y. I. Aristov, «Effective inorganic hybrid adsorbents of water vapor by the sol-gel method,» *Chem. Matter.*, vol. 9, n° 11, pp. 2486-2490, 1997.

# OBTENCIÓN DE AZÚCARES FERMENTABLES A PARTIR DE CLADODIOS FRESCOS DE NOPAL (*OPUNTIA SPP.*)

*J.V. Gongora Cauich, N. A. Pacheco López, I. Rodríguez Buenfil, T. González Flores  
y A. Sánchez Contreras*

Centro de investigación y Asistencia en Tecnología y diseño del estado de Jalisco A.C. Chuburna Puerto, Yucatán México.

## Resumen

México es el principal país productor de nopal, alcanzando en el 2013 hasta 786, 774.52 ton producidas, siendo la delegación de Milpa alta en el Distrito Federal, una de las zonas de mayor producción, impulsada por programas de investigación y desarrollo para la mejora del cultivo<sup>1</sup>. Sin embargo, reportes recientes han indicado que en los meses de producción, gran parte de este cultivo se pierde en el campo debido a la saturación del mercado, disminuyendo su precio y causando pérdidas al sector agrícola. Para evitar desaprovechar esta materia prima, se han estudiado otras alternativas para generar productos de valor agregado. El objetivo de este trabajo, fue evaluar las características fisicoquímicas<sup>2</sup> y fitoquímicos del nopal; así como el establecimiento de un proceso de hidrólisis enzimática para la obtención de azúcares fermentables a partir de cladodios frescos de nopal. En la figura 1. Observamos el proceso de hidrólisis realizado, empleando una mezcla de enzimas comerciales (Pectinasa y Viscozyme L), e incubando a 40 °C para evaluar el efecto del pH sobre el proceso de sacarificación: pH (4.8, 7 y 10). Los resultados fisicoquímicos del nopal fueron en promedio pH 4.59, acidez titulable de 0.0286%, humedad de 93.39 %. El contenido de proteína soluble fue de 6.73 mg y los flavonoides totales de 1.20 mg, ambos por g nopal. La determinación del contenido de azúcares fermentables se realizó con un analizador Bioquímico (YSI); obteniéndose a pH 4.8 hasta 1.9 g de glucosa por kg de nopal.

## Reconocimientos

Se agradece al Fondo SAGARPA-195157, a CONACyT por la beca N° 339866 otorgada para la realización de este proyecto.

## Referencias

1. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera-SAGARPA México. SIAP. 2014
2. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. USA. A.O.A.C. 2000

# ALTERNATIVAS DE OBTENCIÓN DE MICROFIBRAS A TRAVÉS DE RESIDUOS ORGÁNICOS.

H. A. Salgado-Zagal, D. Arriaga Rodríguez, D. J. Flores-Tapia, Manuel Granados-Baeza  
y A. Álvarez-Castillo

Instituto Tecnológico de Zacatepec, Zacatepec Morelos, México.

## Resumen

Se obtuvo celulosa microcristalina a partir de residuos orgánicos provenientes de la pulpa de la piña. El procedimiento consistió, en lo siguiente: La materia prima se trituro con la ayuda de una licuadora y posteriormente se lavó con agua destilada para eliminar los azúcares naturales del jugo y las muestras fueron secadas en una estufa a 70°C por 24 horas. Al bagazo tamizado se le eliminó la lignina poniéndolo en contacto con una solución de cloruro de sodio a 75 °C por dos horas. Después de la deslignificación el residuo (holocelulosa) se filtra y se lava detenidamente con agua destilada hasta pH neutro y finalmente se seca a 60°C durante la noche en una estufa de convección forzada. Posteriormente, se extraerá la celulosa con una solución de hidróxido de potasio (KOH) a dos concentraciones (7.5 % y a 15% en peso) a una relación de sólidos (holocelulosa)/licor de 1 gramo por cada 20 mililitros y a 40 °C a un tiempo de 4 horas. Después del tratamiento, se filtra la celulosa (denominada celulosa cruda) y se lava con agua destilada hasta pH neutro y se seca a 60°C durante la noche en una estufa de convección forzada (denominada celulosa purificada). La celulosa purificada (aprox. 0.5 g) se colocarán en tubos pyrex con tapas roscadas y se le añade una solución de 80 % en volumen de ácido acético y un mL de ácido nítrico al 68 %, se cierran los tubos y se colocan en baño maría a 100°C durante 15 min. Posteriormente el producto obtenido se filtra y se lavan con una solución de etanol al 95 % para remover trazas de ácido nítrico y cualquier producto indeseable de la extracción. Finalmente, Las muestra resultantes (celulosa purificada microcristalina) se secarán a 60°C durante la noche en una estufa de convección forzada. A la celulosa microcristalina obtenida con el procedimiento anterior a partir del bagazo de piña se le caracterizó químicamente [% celulosa, % lignina, FTIR, ópticamente a 200x de aumento y TGA. Como medio de comparación se utilizó bagazo de caña. Podemos observar en las tablas que los resultados del porcentaje de celulosa y lignina obtenidas experimentalmente comparados con algunos resultados teóricos que se encuentran en artículos no son tan diferentes. Se encontró que la composición del bagazo de caña de azúcar de 52.4 % y la de bagazo de piña fue de 54 % de celulosa cercano a lo reportado en otros trabajos. Pero lo más importante es que el contenido en porcentaje de lignina del bagazo de caña (22%) es casi tres veces más alto en comparación al de piña (8%), por lo cual para la obtención de celulosa microcristalina nos afectará menos el contenido de lignina en la piña que en el bagazo de caña ya que debemos de eliminar ese componente indeseable para el objetivo del trabajo, lo cual reduciría el tiempo y costo del pretratamiento. Se observó una mayor pureza en la celulosa microcristalina obtenida con el uso del 15% de KOH, observado cualitativamente con las imágenes de microscopia, ya que era un producto mucho más blanco. Con estos resultados preliminares podemos aseverar que este subproducto de la industria de la piña es un buen candidato para obtener celulosa microcristalina.

## Reconocimientos

A la red de nanociencia y nanotecnología del CONACYT.

Al Instituto Tecnológico de Zacatepec por brindar las instalaciones para poder llevar a cabo el presente trabajo.

Al Instituto Tecnológico de Tijuana por permitir llevar a cabo el análisis termogravimétrico en sus instalaciones.

## Referencias

1. Ma. Dolores García Suárez, Héctor Serrano, “La piña, Ananas comosus (L.) Merr. (Bromeliaceae), algo más que un fruto dulce y jugoso”, *ContactoS*, 56, 55-61 (2005)
2. Rocío Antonio Cruz, Ana M. Mendoza Martínez, M. Yolanda Chávez Cinco, J. Luis Rivera Armenta, M. Javier Cruz Gómez, Aprovechamiento del bagazo de piña para obtener celulosa y bioetanol, *Afinidad LXVIII*, 551, 38-43, Enero - Febrero 2011.
3. <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>



# EVALUACIÓN CATALÍTICA HETEROGÉNEA DE ESTRUCTURA METAL-ORGÁNICA (MOF-ZN) SOBRE LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL A PARTIR DE ACEITE DE CANOLA

H. Arceo Ruiz, S. Rincón Arriaga, A. Zepeda Pedreguera y  
J. Sacramento Rivero

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

## Resumen

En la actualidad la producción de biodiesel está enfocada al desarrollo de procesos más eficientes y sustentables. La transesterificación vía catálisis heterogénea ácida se considera un método prometedor, debido a la simple separación y reutilización del catalizador<sup>1</sup>. Recientes investigaciones nos llevan a considerar que la aplicación de materiales de estructuras metal-orgánicas (MOF's por sus siglas en inglés) cuyas características tales como; la alta estabilidad térmica, gran tamaño de poro, alta área específica, propiedades de reúso, así como elevada selectividad; podrían ser una apertura para la mejora del proceso de producción de biodiesel.<sup>2,3,4</sup> Debido a esto, el objetivo principal del presente trabajo es evaluar la actividad catalítica de un nuevo material tipo MOF [catena-[( $\mu$ 2-4,4'-Eteno-1,2-diildipiridina)-diacetato-zinc(II) (MOF-Zn) para llevar cabo la síntesis de biodiesel a partir de aceite de canola. El estudio se llevó a cabo a través del diseño factorial 24 con 6 puntos centrales, tomando como variables: la temperatura (110 y 150°C), cantidad de catalizador (0.25 y 1.75% p/p), relación molar metanol: aceite (12:1 y 48:1) y tiempos de reacción (2 y 12h). Los niveles centrales 130°C, 1% p/p de catalizador, relación molar metanol: aceite 30:1 y 7 h de reacción, teniendo como variable de respuesta al rendimiento. Los resultados mostraron la factibilidad del MOF-Zn para llevar a cabo la producción de biodiesel con rendimientos superiores (95.1%) a los obtenidos con otros catalizadores ácidos.<sup>1</sup>, <sup>5</sup> Además, se obtuvo una disminución tanto de la cantidad de catalizador usado (8 a 0.5 %) como del tiempo de reacción (20 a 2.5 h) del 94 y 88 % respectivamente<sup>1</sup>, en relación a trabajo previo en donde se utilizó como catalizador al MOF soportado con Zirconio. Además, el análisis obtenido por CG-MS, exhibió un contenido de ésteres metílicos del 97 % lo cuales se encuentran dentro del rango establecido por la ASTM D975.

## Reconocimientos

Se le agradece a la FIQ-UADY por la infraestructura y por todo el apoyo otorgado para la realización de este proyecto, al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada con número de referencia 334437 y al proyecto CONACYT-2013-Proyectos de Desarrollo Científico para atender Problemas Nacionales (PDCPN), clave: 215242 por su financiamiento.

## Referencias

1. Cirujano F., Corma A., Llabrés F. *Catalysis Today*. 2014 (In press)
2. T. Issariyakul, A. Dalay, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2014 (31) 446-471.
3. Wang, L., Xiao, B., Wang, G., & Wu, J. *Science China Chemistry* 2011 (54)1468-1473.
4. Zhou, Y., Song, J., Liang, S., Hu, S., Liu, H., Jiang, T., & Han, B. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, 2009 (308) 68-72.
5. S. Vieira, Z. Magriotis, M. Ribeiro. *Microporous and Mesoporous Material*. 2015 (201) 160-168.

# ANÁLISIS DEL ESCALAMIENTO DEL PROCESO PILOTO PARA LA OBTENCIÓN DE $Mg(OH)_2$ Y $CaCl_2$ A PARTIR DE SALMUERAS DE DESECHO.

*L. Platas-Roman, A. Esparza-Ruiz, J. Barron.*

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

## Resumen

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

Una forma en la cual se pueden minimizar los impactos negativos hacia el medio ambiente que genera la obtención de NaCl, es disminuyendo los volúmenes y concentración de la salmuera residual. Los amargos tienen alto contenido en sales de  $MgCl_2$  y  $MgSO_4$ , que pueden ser aprovechados como materia prima para la producción de las sales de alto valor agregado [ $Mg(OH)_2$  y  $CaCl_2$ ] al hacerlos reaccionar con cal viva.

En este proyecto se caracterizaron los compuestos presentes en las salmueras de desecho de la producción de sal y se determinó el esquema de reacción más factible para la obtención de los productos de interés. Posteriormente se realizaron las pruebas pertinentes a nivel laboratorio y planta piloto, finalmente a partir de los resultados obtenidos se realizó una propuesta para el escalamiento del proceso que incluye la selección de equipos y balances de materia del proceso.

## Reconocimientos

Se le agradece a la FIQ-UADY y a la INDUSTRIA SALINERA DE YUCATAN (ISYSA) por la infraestructura y por todo el apoyo otorgado para la realización de este proyecto.



# OBTENCIÓN DE PELÍCULAS DE DIÓXIDO DE SILICIO (SiO<sub>2</sub>) DOPADAS CON NANOPARTÍCULAS METÁLICAS DE PLATA POR EL MÉTODO DIP-COATING.

*María del C. Flores-Rodríguez, Fernando Díaz-Monge, Alejandro Rodríguez Juárez, Fernando Roberto Vélez-Tenorio y Esaú Solano Ruiz*  
Instituto Tecnológico Superior de Tlaxco, Tlaxco, Tlaxcala México.

## Resumen

Los efectos de la contaminación atmosférica causados principalmente por las emisiones de los vehículos de combustión interna, actividades humanas e industriales, conllevan a la emisión de gases contaminantes. Es por ello que se en este trabajo se sintetizan películas delgadas de dióxido de silicio (SiO<sub>2</sub>) dopadas con nanopartículas de plata (Ag<sup>0</sup>)<sup>1</sup>, ya que se pretenden utilizar para fines catalíticos en la degradación de monóxido de carbono (CO) a dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Esto se debe a que el dióxido de silicio presenta un área superficial muy alta y la plata es un material altamente catalítico<sup>2</sup>. La obtención de nanopartículas de plata se lleva a cabo mediante la preparación de una solución acuosa de nitrato de plata (1 mM) la cual se reduce con citrato de sodio (4mM), calentado a 80°C por 10, 15 y 20 min<sup>3</sup>. Deposición de la película. Las microesferas de SiO<sub>2</sub> se obtuvieron por el método sol-gel de Stöber<sup>4</sup>, el sustrato es inmerso en el sol coloidal en donde la velocidad de 100 mm/min, con un tiempo de inmersión de 6 s, con un tiempo de secado de 2 min (25 ciclos). La película se somete a tratamiento térmico a 100°C durante 1 h, seguido por 2 h a 250°C y finalmente a 500°C por 2 h<sup>5</sup>. Películas nanométricas SiO<sub>2</sub>/Ag, en el proceso de dip-coating el sustrato recubierto de SiO<sub>2</sub> es sumergido en el coloide de plata (4mM) utilizando los mismos parámetros que en película de SiO<sub>2</sub> y secado a temperatura ambiente. La comparación de las bandas características de UV- Vis de NP's de plata y la película nanométrica SiO<sub>2</sub>/Ag, donde se puede ver un desplazamiento significativo en el espectro de absorción de la película nanométrica SiO<sub>2</sub>/Ag, lo cual significa que existe un enlace entre el SiO<sub>2</sub> y las NP's de Ag, es decir que se logra la deposición de las nanopartículas de plata en la película de dióxido de silicio.

## Reconocimientos

Al Instituto Tecnológico Superior de Tlaxco y a la academia de ingeniería en materiales.

## Referencias

1. E. Cubillo, A. Díaz, C. Fernández. *Journal of the European Ceramic Society* (2006) 1–7
2. Poole Jr., C.P. y Owens, F.J. (2003) *Introducción a la nanotecnología*. Barcelona: Edit. Reverté, S.A.
3. Lee, P. C., Meisel, D. *Journal of Physical Chemistry* 1982 (86) 33-91
4. W. Stöber, A. Fink, E. Bohn, *J. Colloid Int. Sci.*, 1968 (26) 62
5. D.Y. Nadargi, et.al. *Journal of Alloys and Compounds* 2010 (496) 436–441

# MODIFICACIÓN DE NANOPARTÍCULAS MESOPOROSAS DE SILICIO CON 3 AMINOPROPILTRIETOXISILANO POR CO- Y POST-SÍNTESIS

*W. Talavera-Pech, A. Avila-Ortega, P. Quintana-Owen,<sup>b</sup> A. Esparza-Ruiz*  
Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán  
<sup>b</sup>Centro de Investigación y Estudios Avanzados, Unidad Mérida Mérida, Yucatán.

## Resumen

Las nanopartículas mesoporosas de silicio tienen diversas aplicaciones, como catalizadores, tamices moleculares, como biosensores y sistemas de liberación controlada de fármacos.<sup>1</sup> Se obtienen mediante el proceso de química sol-gel, utilizando siloxanos como precursores y un surfactante para orientar la estructura mesoporosa. Además, se caracterizan por poseer elevado volumen de poro ( $> 1 \text{ cm}^3\text{g}^{-1}$ ), elevada área superficial ( $> 1000 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$ ), facilidad de funcionalización, baja toxicidad y biodegradabilidad, por lo que han llamado la atención para la creación de sistemas de liberación controlada. Pueden incorporar a su estructura diversos grupos funcionales, utilizando silanos orgánicamente modificados durante su síntesis (co-síntesis) o posterior a ella (post-síntesis), los cuales pueden ser modificados con polímeros, enzimas o nanopartículas inorgánicas.<sup>3</sup> Sin embargo, dichas funcionalizaciones producen cambios en su estructura. En este trabajo se presentarán los efectos en su morfología por el cambio de concentración del 3 aminopropiltriethoxisilano utilizando los métodos de co y post-síntesis.

## Reconocimientos

Se le agradece a la FIQ-UADY por la infraestructura y por todo el apoyo otorgado para la realización de este proyecto. Al Laboratorio Nacional de Nano y Biomateriales (LANBIO), Cinvestav-Mérida, por el apoyo en la caracterización de los materiales.

## Referencias

1. T Coradin, Boissière, M., J. Livage. Sol-gel chemistry in medicinal science. *Curr. Med. Chem.* 2006, 13, 99-108.
2. N. Kamarudin, A. Jalil, S. Triwahyono, N. Salleh, A. Karim, R. Mukti. Role of 3-aminopropyltriethoxysilane in the preparation of mesoporous silica nanoparticles for ibuprofen delivery: Effect on physicochemical properties. *Microporous and Mesoporous Materials* 2013, 180, 235-241.

# ANÁLISIS CUANTITATIVO POR RMN DE HETERODÍMEROS DE QUERCETINA OBTENIDOS POR IRRADIACIÓN MICROONDAS

*F. Moguel-Pardío, D. Cáceres-Castillo, G. Mirón-López, G. J. Mena-Rejón.*

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

## Resumen

Los flavonoides son una clase de metabolitos secundarios ampliamente distribuidos en las plantas. Dentro de este grupo de polifenoles, la quercetina ha sido ampliamente estudiada debido en gran medida por su capacidad antioxidante. 1 Los primeros estudios sobre la oxidación de la quercetina indican la formación de dímeros conectados a través de un fragmento de tipo dioxano. Para la formación de éste tipo de dímeros se ha establecido la posibilidad de una cicloadición Diels-Alder (DA) a través de un componente de tipo o-quinona y el sistema olefínico del flavonoide. 2 En este trabajo se describe la reacción HDA entre la 3,5-di-ter-butil-1,2-benzoquinona (1) y la quercetina (2) como heterodienófilo, para obtener un producto de tipo trioxanaftacena (32%) bajo condiciones clásicas de reacción en reflujo de dioxano por 10 h. El empleo de radiación microondas como fuente de energía para la misma reacción, permitió la obtención del cicloaducto (3) (37%), en tan solo 30 minutos, mejorando notablemente el proceso descrito en condiciones clásicas (20 veces más rápido). Tomando en consideración que las reacciones de tipo Diels-Alder imponen un control estereo- y regioquímico en los productos de la cicloadición; se vuelve necesario contar con una técnica rápida que proporcione información cualitativa y cuantitativa de los productos en las mezclas de reacción, para esto se desarrolló un análisis cuantitativo por RMN-1H de los regioisómeros presentes en el crudo de reacción encontrando una proporción de 1:3 (syn/anti)

## Reconocimientos

A la Facultad de Química-UADY por el apoyo otorgado para la realización de este proyecto y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el financiamiento CONACyT 101265.

## Referencias

1. Masuoka, N., Matsuda, M., Kubo, I. Food Chem. 2012 (131) 541-545.
2. Zhou, A., Sadik, O. J. Agric. Food Chem. 2008 (56) 12081-12091.

## INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

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

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

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

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

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

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

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

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

Introducción

Materiales y Métodos

Resultados y discusión

Conclusiones o implicaciones

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

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

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

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

---

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Algunos Ejemplos Formato de Referencias:

**Libro**

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

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

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

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

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

**Artículo en un libro de congreso:**

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

**Artículo de revista científica**

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

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

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

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

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

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

